



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE RUSSAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ARTHUR SALVATORE PEREIRA DOS SANTOS

**ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA DETECÇÃO DE PADRÕES E POSSÍVEL
MANIPULAÇÃO NO MINI-ÍNDICE IBOVESPA**

RUSSAS

2025

ARTHUR SALVATORE PEREIRA DOS SANTOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA DETECÇÃO DE PADRÕES E POSSÍVEL MANIPULAÇÃO
NO MINI-ÍNDICE IBOVESPA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciência da Computação
do Campus de Russas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof. Dra. Rosineide Fer-
nando da Paz

RUSSAS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S233a Santos, Arthur salvatore Pereira dos.
Análise Estatística para Detecção de Padrões e Possível Manipulação no mini-índice IBOVESPA / Arthur salvatore Pereira dos Santos. – 2026.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas,
Curso de Ciência da Computação, Russas, 2026.
Orientação: Profa. Dra. Rosineide Fernando da Paz.

1. fraude. 2. Mercado financeiro. 3. Day Trading. 4. Manipulação. 5. Bolsa de valores. I. Título.
CDD 005

ARTHUR SALVATORE PEREIRA DOS SANTOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA DETECÇÃO DE PADRÕES E POSSÍVEL MANIPULAÇÃO
NO MINI-ÍNDICE IBOVESPA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciência da Computação
do Campus de Russas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rosineide Fernando da Paz (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cenez Araújo de Rezende
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Ms. Pitágoras Graça Martins
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, a qual me apoiou e deu todo o suporte necessário para conseguir finalizar essa etapa. Aos meus amigos pela ajuda e companheirismo, e ao meu grande amor por me inspirar quando eu mais precisei. Dedico, por fim para que você — onde quer que esteja — saiba que eu continuei.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e à minha família, que, mesmo em minha ausência durante os longos períodos dedicados ao ensino superior, sempre me lembraram que "as oportunidades são como cavalos selvagens: é preciso agarrá-las com coragem e não deixá-las escapar". Seu apoio incondicional, paciência e incentivo foram os alicerces que me permitiram chegar até aqui.

Aos meus professores, meu profundo reconhecimento por não apenas transmitirem conhecimento racional, mas por cultivarem em mim valores, caráter e afetividade, elementos essenciais na formação de um profissional íntegro. Muito mais do que ensinar, vocês me fizeram aprender, e isso levarei para toda a vida.

Aos meus amigos, em especial, Bruno e Giovanna, Rodrigo, Mavi, Gabi, Ylana, Ranya e Vinicius e demais companheiros de jornada, que compartilharam risadas, desânimos, problemas e conquistas: vocês transformaram os desafios em histórias memoráveis e provaram que nenhuma meta se alcança sozinho.

Por fim, a todos que, de alguma forma, mesmo que não estejam mais presentes, contribuíram para esta trajetória: muito obrigado. Cada gesto, palavra ou ensinamento foi parte fundamental.

O mal que os homens fazem sobrevive depois deles, o bem é quase sempre enterrado com seus ossos

(Marco Antônio)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise estatística para detecção de padrões e possíveis manipulações no contrato futuro do Índice Bovespa, mais conhecido como Mini-Índice Ibovespa (doravante referido apenas como Mini-Índice). A pesquisa estrutura-se em três etapas principais: (i) revisão sistemática da literatura sobre manipulação em mercados derivativos, com foco em técnicas como *spoofing e pump and dump*; (ii) análise exploratória de dados históricos de preços e volumes, utilizando métodos estatísticos para identificar anomalias; e (iii) aplicação de indicadores técnicos (RSI, MACD) e abordagens quantitativas (detecção de outliers, Bandas de Bollinger) para flagrar comportamentos suspeitos. O estudo contribui com parâmetros adaptados ao mercado brasileiro, oferecendo subsídios para reguladores e participantes do mercado.

Palavras-chave: Fraude; Mercado financeiro; Manipulação; Day Trading; Bolsa de Valores;

ABSTRACT

This study proposes a statistical methodology to detect patterns and potential manipulation in the futures market of the mini-IBOVESPA index. The research is divided into three main phases: (i) a systematic literature review on manipulation in derivatives markets, focusing on techniques such as spoofing and pump and dump; (ii) exploratory analysis of historical price and volume data using statistical methods to identify anomalies; and (iii) application of technical indicators (RSI, MACD) and quantitative approaches (outlier detection, Bollinger Bands) to flag suspicious behaviors. The study provides tailored parameters for the Brazilian market, supporting regulators and traders in monitoring practices.

Keywords: Market manipulation; Mini-IBOVESPA index; Statistical analysis; Day Trading; stock exchange;

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição Atual do IBOVESPA (2023)	26
Tabela 2 – Principais Características do Mini Índice WIN (2025)	27
Tabela 3 – Etapas da detecção de outliers	30
Tabela 4 – Comparativo das Técnicas	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B3	Brasil, Bolsa, Balcão
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
HS	Head and Shoulders
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NLP	Natural Language Processing
NYSE	New York Stock Exchange
RSI	Relative Strength Index
SP500	Standard Poor's 500

LISTA DE SÍMBOLOS

μ	Média móvel
σ	Desvio padrão
k	Fator de ajuste para limites estatísticos
z	Escore padrão (Z-Score)
x_t	Valor observado no tempo t
MM_n	Média móvel de n períodos
EMA_n	Média móvel exponencial de n períodos
α	Fator de largura das Bandas de Bollinger
I_t	Valor do índice no tempo t
$P_{i,t}$	Preço do ativo i no tempo t
$N_{i,t}$	Número de ações/cotistas do ativo i
$E(h(x))$	Comprimento médio do caminho (Isolation Forest)
$c(n)$	Fator de normalização para tamanho de amostra n
RS	Razão de força relativa
RSI	Índice de Força Relativa
MACD	Convergência/Divergência de Médias Móveis
Signal Line	Linha de sinal (EMA9 do MACD)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	15
1.2	Objetivo Geral	15
1.3	Objetivos Específicos	15
1.4	Justificativa	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Mercado Financeiro	17
2.1.1	<i>Investimentos</i>	17
2.1.2	<i>Análise fundamentalista</i>	18
2.1.3	<i>Análise técnica</i>	18
2.2	Segurança nas operações financeiras	20
2.3	Trabalhos Relacionados	22
2.4	Revisão da Literatura	22
2.4.1	<i>Planejamento da Revisão</i>	22
2.4.2	<i>Condução da Pesquisa</i>	23
2.4.3	<i>Artigos Incluídos na Revisão</i>	23
2.5	Manipulação de Mercado no Brasil: Análise Jurisprudencial da CVM	23
2.6	<i>Detecting Manipulation in Liquid Markets: Evidence from S&P 500 Futures</i>	23
2.7	<i>Energy Market Manipulation: Definition, Diagnosis and Deterrence"</i> – <i>Craig Pirrong (2010)</i>	24
3	FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA	25
3.1	Teoria dos Índices Financeiros	25
3.1.1	<i>Conceitos Fundamentais</i>	25
3.1.2	<i>Metodologias de Cálculo</i>	25
3.1.3	<i>Aplicações no Mercado de Derivativos</i>	26
3.1.4	<i>Caso Brasileiro</i>	26
3.1.5	<i>Mini Índice WIN</i>	26
3.2	Revisão de Literatura	27
3.3	Análise Exploratória	27
3.4	Fase de Identificação de Manipulações	28

3.4.1	<i>Técnicas Utilizadas</i>	28
3.4.1.1	<i>Detecção de Outliers em Séries Financeiras</i>	28
3.4.1.2	<i>Características dos Outliers Financeiros</i>	29
3.4.1.3	<i>Métodos de Identificação</i>	29
3.4.1.4	<i>Abordagem Estatística Básica</i>	29
3.4.1.5	<i>Indicadores Complementares</i>	29
3.4.1.5.1	<i>Ajuste para Volatilidade</i>	29
3.4.1.6	<i>Exemplo Prático: Anúncio do IPCA (10/11/2023)</i>	30
3.4.2	<i>Relative Strength Index (RSI)</i>	30
3.4.3	<i>Moving Average Convergence Divergence (MACD)</i>	31
4	RESULTADOS	32
4.0.1	<i>Análise Exploratória: Preço, Volatilidade e Volume</i>	32
4.0.2	<i>Análise de Indicadores de Confirmação (Momentum)</i>	34
4.0.3	<i>Discussão e Conclusão dos Resultados</i>	35
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	37
5.1	Conclusões	37
5.2	Limitações do Estudo	38
5.3	Trabalhos Futuros	38
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICES	42
	APÊNDICE A– Código-Fonte Utilizado nas Análises	42
A.1	A.1 Código Completo do Notebook	42
	ANEXOS	47

1 INTRODUÇÃO

O Mini-Índice Ibovespa é um contrato futuro negociado na B3 que replica uma fração do valor do Índice Bovespa, sendo amplamente utilizado em operações de curto prazo. Sua popularidade decorre da elevada liquidez, baixo custo de entrada e possibilidade de alavancagem, fatores que também o tornam suscetível a práticas de manipulação.

Neste trabalho, o Mini-Índice Ibovespa será doravante referido apenas como “Mini-Índice”, para facilitar a leitura e evitar repetições.

1.1 Objetivos

Esta seção apresenta os objetivos que guiam o desenvolvimento deste trabalho. Antes, cabe esclarecer que o **Mini-Índice Ibovespa**¹, será doravante referido apenas como **Mini-Índice** ao longo do texto, a fim de facilitar a leitura e manter a padronização.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo geral consiste em identificar indícios de manipulação nos dados do **Mini-Índice Ibovespa** futuro, por meio da investigação de padrões atípicos em séries históricas de preços e volumes.

1.3 Objetivos Específicos

- Apresentar um levantamento das principais técnicas gráficas utilizadas em *trading* na atualidade, no contexto da análise técnica de mercado;
- Realizar uma análise exploratória de dados de *Day Trade* para o Mini-Índice, descrevendo comportamentos recorrentes e possíveis anomalias;
- Empregar métodos estatísticos, tais como médias móveis, desvio-padrão e detecção de *outliers*, para avaliar a consistência dos dados históricos;
- Aplicar indicadores técnicos — como **RSI**, **MACD** e **Bandas de Bollinger** — a fim de verificar sua capacidade de sinalizar movimentos suspeitos;
- Identificar situações que possam sugerir manipulação de mercado e discutir suas implicações para investidores e órgãos reguladores.

¹ Contrato futuro negociado na B3, identificado pelo código **WIN**, que replica uma fração do Índice Bovespa. Doravante será referido apenas como **Mini-Índice** para evitar repetições.

1.4 Justificativa

O Mini-Índice Ibovespa é um dos ativos mais atrativos para especulação de curto prazo no Brasil, devido à sua alta liquidez, baixo custo de entrada e possibilidade de alavancagem. No entanto, esses mesmos fatores que tornam o Mini-Índice um ativo popular também o tornam suscetível a manipulações de mercado, como spoofing e pump and dump, que podem distorcer a formação dos preços e prejudicar a confiança dos investidores.

Este trabalho se justifica pela necessidade de uma análise profunda das operações realizadas no Mini-Índice, utilizando métodos estatísticos e indicadores técnicos para detectar padrões atípicos que possam sugerir manipulação. A pesquisa oferece uma abordagem quantitativa adaptada especificamente para o mercado derivativo brasileiro, contribuindo para o desenvolvimento de ferramentas de monitoramento e supervisão mais eficazes para a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e a B3, além de fornecer aos investidores uma melhor compreensão dos mecanismos que influenciam a formação de preços em operações de curtíssimo prazo. Os resultados obtidos também visam contribuir para uma maior transparência e segurança no ambiente de negociação do Mini-Índice, proporcionando subsídios tanto para reguladores quanto para investidores, a fim de mitigar os riscos associados à manipulação de mercado e melhorar a integridade do mercado financeiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mercado Financeiro

O mercado financeiro desempenha um papel fundamental na economia de um país, pois faz intermediações e transfere recursos entre agentes superavitários (aqueles com capital disponível) e deficitários (os que necessitam de financiamento). Essa dinâmica promove alocações mais eficientes do capital Damodaran (2012). Esse mercado é segmentado em diferentes categorias, como o monetário (para liquidez de curto prazo), o de crédito (empréstimos e financiamentos), o de capitais (ações e títulos de longo prazo) e o de derivativos (proteção contra riscos e especulação). Cada um desses segmentos possui características próprias, mas todos contribuem para a formação de preços e a distribuição de recursos na economia Damodaran (2012). Em escala internacional, bolsas como a *New York Stock Exchange (NYSE)* e a *National Association of Securities Dealers Automated Quotations (NASDAQ)* exercem grande influência, ditando tendências que afetam até mesmo os mercados emergentes, como o brasileiro. De acordo com Bekaert e Harvey (2003), em períodos de instabilidade, a correlação entre ativos globais e locais se intensifica, levando a movimentos mais sincronizados entre diferentes praças financeiras. No Brasil, a B3 Brasil, Bolsa, Balcão (B3) é a principal instituição responsável pelas negociações de ativos, operando sob a regulação da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e do Banco Central.

2.1.1 Investimentos

A escolha do prazo de investimento influencia a dinâmica dos preços e a volatilidade do mercado. Enquanto investidores de longo prazo se baseiam em tendências econômicas e fundamentação sólida, investidores de curto prazo focam nas oscilações rápidas de preços. De acordo com Carvalho e Souza (2018), o comportamento de investidores de curto prazo é muitas vezes movido por estratégias especulativas, o que pode resultar em volatilidade excessiva. Damodaran (2012) afirma que a percepção de valor e risco variam conforme o horizonte temporal, sendo que investimentos de curto prazo estão mais vulneráveis a comportamentos impulsivos e distorções de mercado, como manipulações de preços. Ou seja, investimentos de curto prazo, como *day trading* (intradiaário) ou *swing trading* (semanas) geralmente consistem em ativos com alta liquidez e volatilidade. Estes ativos têm um potencial para ampla obtenção de lucro em um curto prazo de tempo. De forma local, o mini-índice do IBOVESPA é uma das práticas comuns

entre investidores de curto prazo no Brasil, devido à sua alta acessibilidade e baixo custo de capital inicial em operação Hull (2017).

Embora esse tipo de investimento possa gerar a possibilidade de ganhos maiores, também sofre de elevado risco. A sensibilidade a mudanças repentinas a exemplo da mudança política ou o choque macroeconômico inesperado podem provocar cortes drásticos nos preços. A alta quantidade de negociação e o uso de alavancagem tornam esses ativos ainda mais arriscados, pois podem potencializar tanto os ganhos quanto as perdas. Dentre as análises que podem ser realizadas pelos investidores, a fim de minimizar perdas e otimizar os ganhos, destacam-se a análise técnica e a análise fundamentalista. Como detalhado mais adiante, a eficácia dessas abordagens varia significativamente conforme as condições de mercado. Enquanto a análise técnica mostra maior precisão em ambientes com tendências definidas Murphy (1999), a análise fundamentalista pode oferecer alguma proteção contra distorções especulativas Damodaran (2012).

2.1.2 Análise fundamentalista

Esta técnica é baseada na avaliação dos determinantes econômicos e financeiros intrínsecos aos ativos Damodaran (2012). Embora mais associada a investimentos de longo prazo, seus princípios também são adaptáveis para identificar ativos com condições estruturais favoráveis a movimentos de curta duração. Aqui o foco recairá sobre as análises técnicas.

2.1.3 Análise técnica

Na análise técnica são usados padrões gráficos e indicadores matemáticos derivados do histórico de preços e volumes para criação de estratégias de operação de mercado Murphy (1999). Particularmente relevante para operações intradiárias, essa abordagem permite identificar pontos de entrada e saída com base em tendências e comportamentos repetitivos do mercado.

Conforme Murphy (2011), esta metodologia fundamenta-se em três princípios essenciais:

- o preço reflete todas as informações disponíveis
- os movimentos seguem tendências
- os padrões históricos tendem a se repetir.

Estudos empíricos como o de Park e Irwin (2007) demonstram que, embora essas premissas tenham validade estatística em determinados contextos, sua eficácia varia significativamente

entre diferentes classes de ativos e condições de mercado.

Durante os últimos trinta anos, a análise técnica evoluiu, incorporando ferramentas computacionais avançadas. Menkveld (2021) destaca sua aplicação no *day trading* e mercados de alta frequência, onde algoritmos processam padrões gráficos em microssegundos. Contudo, pesquisas recentes Prado (2020) alertam para os limites dessa abordagem em mercados ultra-líquidos. Pois, estudos indicam que a eficácia de padrões técnicos clássicos, como H&S (Head and Shoulders (HS)), diminui significativamente em mercados com alta participação algorítmica Hansen *et al.* (2020). Essa redução é particularmente acentuada em ativos líquidos como ações do S&P 500 Standard Poor's 500 (SP500) (grupo composto pelas quinhentas maiores empresas do mercado norte-americano), onde a competição entre sistemas automatizados distorce os padrões tradicionais Menkhoff (2010).

Entretanto, em mercados emergentes e ativos com menor liquidez como criptomoedas de baixa capitalização ou ações de *small caps* (Empresas de Pequena Capitalização), a análise técnica tradicional ainda apresenta resultados significativos, com retornos anuais médios de 12% acima do *benchmark* nos estudos controlados Smith e Johnson (2022). Críticos argumentam que parte da aparente ineficácia em mercados líquidos pode refletir desafios metodológicos na mensuração de padrões em séries temporais ruidosas.

Entre os principais instrumentos técnicos presentes na análise técnica, destacam-se:

- Médias móveis (eficazes em identificar tendências, mas com defasagem temporal)
- RSI (útil para identificar extremos de mercado, porém sujeito a falsos sinais em ativos voláteis)
- MACD (eficiente na detecção de mudanças de *momentum*, mas vulnerável a *whipsaws*¹ em mercados laterais²)

Lo *et al.* (2000) descreve que esses indicadores enfrentam sérios desafios em ambientes de alta volatilidade ou sob manipulação de mercado. Dados da U.S. Securities and Exchange Commission (2020) sobre criptomoedas comprovam que práticas como *spoofing* (ordens falsas para induzir outros participantes) e *pump and dump* (inflação artificial de preços seguida de venda em massa) distorcem indicadores como médias móveis e RSI Relative Strength Index (RSI), gerando sinais falsos em diversos casos analisados U.S. Securities and Exchange Commission (2020). Adicionalmente, três fatores comprometem a objetividade da análise técnica, como

¹ efeito serrote é um termo usado no *trading* para descrever sinais falsos de indicadores técnicos, que levam o *trader* a entrar ou sair de operações prematuramente, resultando em prejuízos.

² Também conhecidos como mercados em range ou fase de consolidação, ocorre no momento em que o preço oscila entre suporte e resistência, sem uma tendência definida

listados a seguir.

1. Ruído de mercado, onde as flutuações aleatórias exacerbadas durante crises, como a COVID-19, aumentam os *falsos breakouts* Allen e Gale (2021).
2. Vieses cognitivos: como o excesso de confiança em padrões gráficos recorrentes como os triângulos ascendentes, que falham em mercados não-tendenciasiais Biaisi e Foucault (2022).
3. Latência tecnológica: os atrasos na execução de ordens que invalidam estratégias baseadas em *scalping*³ ou *day trading* convencional Menkveld (2021).

Para mitigar essas limitações, Elder (2014) propõe a integração com os métodos de análise quantitativa. Avanços nas pesquisas mais recentes incluem técnicas com modelos de aprendizado de máquinas Zhang e Aste (2022), que identificam padrões não lineares em grandes conjuntos de dados; análise de sentimento via NLP (Natural Language Processing) (Processamento de Linguagem Natural) correlacionando dados técnicos com notícias e redes sociais e técnicas de *walk-forward analysis*⁴ para reduzir *overfitting* em *backtests*⁵

2.2 Segurança nas operações financeiras

Dentre os derivativos negociados na B3, os contratos futuros do mini-índice do IBOVESPA ganham destaque por replicar uma parcela do índice Bovespa com menor custo de exposição. Sua popularidade entre os operadores de curto prazo deve-se principalmente à elevada liquidez, baixos requisitos de capital e possibilidade de alavancagem. Estes são fatores que os tornam um dos ativos mais transacionados no mercado brasileiro. Contudo, essas características atraentes também criam condições favoráveis para tentativas de distorção de preços. Como visto em Maciel *et al.* (2012), em estudo sobre o período da crise do *subprime*, a interação entre os mercados futuro e à vista pode amplificar volatilidades em momentos de tensão. Nesse cenário, estratégias ilícitas como *spoofing* (ordens falsas para induzir outros participantes) e *pump and dump* (inflar artificialmente o preço para vender com lucro) muitas vezes encontram terreno fértil, prejudicando a eficiência do mercado.

Diante desse risco, a adoção de mecanismos avançados de monitoramento torna-se essencial. A análise de séries históricas por meio de algoritmos e técnicas capazes de identificar

³ Scalping é uma estratégia de day trading em que o trader abre e fecha operações em prazos curtíssimos, buscando lucrar com pequenas variações de preço

⁴ Conhecida também como Passo a Frente é uma técnica avançada de otimização e validação de estratégias de trading, usada para garantir que um sistema funcione bem em dados não vistos, simulando mercados reais.

⁵ ocorre quando uma estratégia de trading é excessivamente otimizada para se encaixar perfeitamente em dados históricos, mas falha em condições reais de mercado.

padrões anômalos se configura como uma ferramenta promissora para flagrar operações suspeitas, antes que estas causem danos significativos à integridade do mercado. No contexto da análise do mini-índice do IBOVESPA, a análise técnica surge como uma ferramenta importante para identificação de padrões. A leitura gráfica de preços, como fundamentada por Murphy (1999), pode revelar tendências e padrões recorrentes no comportamento do mercado. Assim, pode detectar indícios de movimentação artificial. A análise desses padrões, como picos e quedas súbitas que não acompanham os fundamentos econômicos, pode fornecer uma visão mais clara sobre práticas suspeitas. A combinação de uma análise detalhada do comportamento histórico e o acompanhamento em tempo real é crucial para a identificação precoce de ações manipuladoras no mercado, buscando garantir maior integridade nas operações com índices, como o mini-índice do IBOVESPA. Assim, este trabalho tem como objetivo principal identificar indícios de manipulação nos dados do mini-índice do IBOVESPA, por meio da investigação de padrões atípicos em dados históricos.

2.3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção são discutidos alguns dos principais trabalhos que abordam temas diretamente relacionados ao presente estudo.

2.4 Revisão da Literatura

A revisão da literatura tem como objetivo contextualizar a manipulação de mercado em ativos financeiros, em especial contratos futuros, e situar o presente trabalho em relação às pesquisas já realizadas.

2.4.1 Planejamento da Revisão

O planejamento da revisão envolveu a definição de questões centrais de pesquisa, entre as quais se destacam:

- Quais são as práticas de manipulação mais recorrentes em mercados de derivativos?
- Quais metodologias estatísticas e técnicas gráficas têm sido empregadas para detectar manipulação?
- De que forma o mercado brasileiro se diferencia do contexto internacional em termos de fiscalização e regulação?

Foram definidos também os seguintes parâmetros para a busca bibliográfica:

- **Termos utilizados:** *market manipulation, spoofing, pump and dump, derivatives, futures, outliers detection, statistical analysis, Mini-Índice Ibovespa.*
- **Bases de dados consultadas:** Scopus, Web of Science, SciELO, SSRN e periódicos especializados (como *American Economic Review, Journal of Finance* e *Revista Brasileira de Finanças*).
- **Crítérios de inclusão:** artigos revisados por pares, publicados entre 2005 e 2025, com foco em manipulação de mercados de derivativos ou metodologias estatísticas aplicáveis e material acadêmico clássico.
- **Crítérios de exclusão:** trabalhos sem revisão por pares, literatura cinzenta (relatórios não acadêmicos) e artigos sem abordagem metodológica clara.

2.4.2 Condução da Pesquisa

A pesquisa foi conduzida em três etapas: (i) busca inicial em bases de dados a partir dos termos definidos; (ii) seleção de artigos conforme critérios de inclusão e exclusão; e (iii) análise comparativa entre os estudos selecionados e o presente trabalho.

2.4.3 Artigos Incluídos na Revisão

Três artigos principais foram incluídos como referências diretas:

2.5 Manipulação de Mercado no Brasil: Análise Jurisprudencial da CVM

O artigo de Faria e Galdi (2016) é fundamental para contextualizar a manipulação financeira no cenário brasileiro, servindo como base comparativa para o presente estudo. Os autores analisam 42 casos julgados pela CVM, identificando padrões como:

- Estratégias de *spoofing* e *layering* em operações de *day trade*;
- Abuso de informação privilegiada em negociações de alto volume;
- Falhas na fiscalização da B3 em detectar condutas ilícitas em tempo real.

2.6 Detecting Manipulation in Liquid Markets: Evidence from S&P 500 Futures

O artigo de Budish *et al.* (2015) aborda a manipulação em mercados futuros líquidos, com foco no S&P 500 Futures, explorando como as manipulações de mercado ocorrem através de estratégias coordenadas e influência dos grandes *players*. O estudo utiliza métodos estatísticos para identificar padrões de manipulação e fornece um modelo para detectar anomalias no mercado de futuros.

Para operacionalizar essa detecção, os autores empregam uma metodologia baseada em dados de alta frequência (*high-frequency data*). A análise consiste na comparação direta dos preços entre dois ativos altamente correlacionados: o contrato futuro E-mini SP 500 e o SPDR S&P 500 (SPY). O método estatístico quantifica a duração e a frequência das quebras de correlação (janelas de arbitragem) entre esses instrumentos, demonstrando matematicamente como a latência da informação permite a captura de lucros sem risco.

2.7 *Energy Market Manipulation: Definition, Diagnosis and Deterrence*" – Craig Pirrong (2010)

O trabalho de Pirrong (2010), intitulado *Energy Market Manipulation: Definition, Diagnosis and Deterrence*, oferece uma análise detalhada sobre a manipulação de mercados de futuros e derivativos, com foco nos mercados de energia. A pesquisa de Pirrong (2010) se concentra em estratégias de manipulação e como elas podem ser diagnosticadas e prevenidas, com uma aplicação inicial voltada para o setor energético. Pirrong (2010) desenvolve um quadro econômico para entender as práticas de manipulação, como *cornering e squeeze*, e examina como essas táticas afetam a transparência e a integridade dos mercados financeiros.

Este trabalho explora métodos para detectar a manipulação em mercados de futuros e fornece uma base teórica para a compreensão de como as fraudes financeiras podem ocorrer dentro de mercados derivativos, especificamente no contexto de commodities. Além disso, a pesquisa enfatiza a necessidade de estratégias regulatórias para mitigar a manipulação, abordando a importância de reguladores na detecção e prevenção de práticas ilícitas.

Quadro 1 – Comparação entre Trabalhos Relacionados e a Presente Pesquisa

Aspecto	Faria e Galdi (2016)	Budish et al. (2015)	Pirrong (2010)	Este Trabalho
Foco Geográfico no Brasil	X	-	-	X
Ativos Futuros	-	X	-	X
Mais de uma abordagem metodológica	-	-	X	X
Inovações	X	X	X	X
Foco no mini-índice IBOVESPA	-	-	-	X

Fonte: Elaborado pelo autor.

3 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

A metodologia foi organizada conforme a seguinte sequência:

1. **Teoria dos Índices Financeiros:** Fundamentação conceitual sobre índices e sua aplicação em derivativos;
2. **Revisão de Literatura:** Análise crítica das técnicas de identificação de manipulação de mercado;
3. **Análise Exploratória:** Preparação e tratamento dos dados do mini-índice IBOVESPA;
4. **Identificação de Manipulações:** Aplicação de técnicas quantitativas para detecção de padrões atípicos;

3.1 Teoria dos Índices Financeiros

Os índices financeiros representam instrumentos fundamentais para a análise e mensuração do desempenho de mercados e carteiras de ativos Damodaran (2012). Esta seção explora seus fundamentos teóricos e aplicações práticas.

3.1.1 Conceitos Fundamentais

Segundo Murphy (1999), um índice de mercado é caracterizado por:

- **Representatividade:** Capacidade de refletir o comportamento de um segmento de mercado;
- **Replicabilidade:** Possibilidade de reconstituição através de sua carteira teórica;
- **Transparência:** Metodologia de cálculo claramente definida;

3.1.2 Metodologias de Cálculo

Lo *et al.* (2000) descreve as principais abordagens:

1. **Índice de Preços:**

$$I_t = I_{t-1} \times \frac{\sum P_{i,t}}{\sum P_{i,t-1}}.$$

onde $P_{i,t}$ é o preço do ativo i no tempo t .

2. **Índice de Valor de Mercado:**

$$I_t = \frac{\sum (P_{i,t} \times N_{i,t})}{\sum (P_{i,0} \times N_{i,0})} \times I_0.$$

com $N_{i,t}$ sendo o número de ações em circulação.

3.1.3 Aplicações no Mercado de Derivativos

Para Pirrong (2010), os índices assumem três funções essenciais em derivativos:

- **Referência:** Base para contratos futuros e opções;
- **Hedge:** Instrumento para gestão de risco;
- **Arbitragem:** Exploração de discrepâncias entre mercado à vista e derivativos;

3.1.4 Caso Brasileiro

O IBOVESPA, conforme analisado por Faria e Galdi (2016), apresenta características únicas¹. Como mostrado na Tabela 1 a composição atual do IBOVESPA e suas características únicas.

Tabela 1 – Composição Atual do IBOVESPA (2023)

Característica	Valor Atual
Número de ativos	85
Peso máximo por ativo (inicial)	15-20%
Peso máximo entre rebalanceamentos	Até 25%
Período de rebalanceamento	Trimestral
Critério de liquidez	95% dos negócios

Fonte: Adaptado de B3 (2023).

3.1.5 Mini Índice WIN

O Mini Índice WIN é um contrato futuro negociado na B3 que replica as oscilações do índice IBOVESPA, sendo amplamente utilizado tanto para especulação quanto para proteção de carteira (hedge) por investidores de diferentes perfis. Cada contrato WIN equivale a 20 por cento do valor do contrato cheio do índice futuro (IND), o que facilita o acesso do pequeno investidor devido ao menor valor financeiro necessário para operar.

A cotação do Mini Índice WIN é definida a partir do valor do IBOVESPA futuro e sua liquidação é exclusivamente financeira, ou seja, não há entrega física dos ativos subjacentes. O código de negociação segue o padrão “WIN” acompanhado da letra do mês de vencimento e o ano (por exemplo, WINQ25 para vencimento em agosto de 2025).

¹ Atualizado em 2017 conforme Comunicado B3/CVM 123/2017.

Segundo informações atualizadas da B3 (2025), as principais características do Mini Índice WIN seguem de acordo com a tabela abaixo: 2:

Tabela 2 – Principais Características do Mini Índice WIN (2025)

Característica	Descrição Atual
Ativo Subjacente	IBOVESPA Futuro
Valor por ponto	R\$ 0,20
Varição mínima (tick)	5 pontos
Tamanho do contrato	20% do contrato cheio
Código de negociação	WIN + mês + ano (ex: WINQ25)
Vencimento	Quarta-feira mais próxima do dia 15 (meses pares)
Horário de negociação	9h às 18h
Liquidação	Financeira
Margem exigida	Reduzida (ex: a partir de R\$ 104 para day trade)

Fonte: Adaptado de B3 (2025), CM Capital (2025), Toro Investimentos (2025).

3.2 Revisão de Literatura

Nesta etapa, realiza-se uma revisão de literatura com o objetivo de identificar as principais técnicas gráficas, ferramentas e métodos de análise técnica utilizados no mercado financeiro, especialmente no contexto do *day trading*, com mini-índice do IBOVESPA. A revisão aborda métodos de análise gráfica de padrões, indicadores técnicos como RSI e MACD Murphy (1999) e as ferramentas utilizadas para realizar essas análises. Além disso, busca-se entender as manipulações de mercado e práticas utilizadas para executar tais manipulações, o que caracteriza fraudes como *spoofing* e *pump and dump* descritos por Pirrong (2010). Adicionalmente, é descrito como essas práticas são detectadas por meio dos dados históricos e de volume Faria e Galdi (2016).

3.3 Análise Exploratória

Aqui, é realizada a preparação dos dados históricos do mini-índice do IBOVESPA, utilizando a plataforma MetaTrader da MetaQuotes Software Corp. (2023) em conjunto com dados oficiais fornecidos pela B3 S.A. (2023). O principal objetivo é realizar uma análise exploratória, com o intuito de compreender o comportamento temporal do mini-índice, identificando tanto padrões regulares quanto anomalias nos preços e volumes transacionados. A seguir, descrevemos as subetapas realizadas.

– Limpeza e organização dos dados

Consiste na eliminação de dados inconsistentes e no preenchimento de lacunas como descrito por Carvalho e Souza (2018). Esse trabalho busca garantir a qualidade e a integridade das informações utilizadas nas análises subsequentes.

– **Análise descritiva**

Aqui são calculadas estatísticas e indicadores em três níveis:

1. Indicadores Básicos:

- Médias móveis;
- Volumes negociados;
- Amplitude diária;

2. Indicadores Técnicos (preparatórios para a fase 3):

- RSI;
- MACD;
- Bandas de Bollinger;

D 3. Visualizações:

- Gráficos de candlestick;
- Histogramas de volatilidade;

3.4 Fase de Identificação de Manipulações

A terceira fase é dedicada à identificação de possíveis manipulações no mini-índice do IBOVESPA. Para isso, um conjunto de métodos quantitativos é utilizado para detectar padrões atípicos nos dados históricos. As abordagens adotadas são listadas a seguir.

3.4.1 Técnicas Utilizadas

3.4.1.1 Detecção de Outliers em Séries Financeiras

Os valores atípicos (*outliers*) em séries financeiras correspondem a observações que apresentam desvios significativos do comportamento padrão do mercado Murphy (1999). Na análise do mini-índice do IBOVESPA, sua identificação é essencial para detectar potenciais distorções nos preços ou volumes negociados.

3.4.1.2 Características dos Outliers Financeiros

- **Variações abruptas de preço:** Movimentos superiores a 2.5 desvios-padrão da média móvel de 30 minutos B3 (2023a);
- **Picos anômalos de volume:** Volumes que excedem 200% da média móvel de 21 dias;
- **Padrões temporais:** Ocorrências concentradas entre 10:45–11:15 e 16:30–17:00 (horário de Brasília) B3 (2023b);

3.4.1.3 Métodos de Identificação

Para detecção de outliers no mini-índice IBOVESPA, aplica-se os seguintes métodos:

3.4.1.4 Abordagem Estatística Básica

$$\text{Limites} = \mu \pm k\sigma. \quad (3.1)$$

onde:

- μ : Média móvel de 60 minutos;
- σ : Desvio padrão na mesma janela;
- k : Fator de ajuste (tipicamente $k = 2.5$ para o mercado brasileiro B3 (2023c));

3.4.1.5 Indicadores Complementares

1. Z-Score Normalizado:

$$z = \frac{x_t - \mu_{30min}}{\sigma_{30min}} \quad (|z| > 2.5 \text{ indica outlier potencial}). \quad (3.2)$$

2. Bandas de Bollinger Murphy (1999):

$$\text{Banda Superior} = MM_{20} + \alpha\sigma_{20}. \quad (3.3)$$

$$\text{Banda Inferior} = MM_{20} - \alpha\sigma_{20}. \quad (3.4)$$

3.4.1.5.1 Ajuste para Volatilidade

Durante eventos macroeconômicos:

- $k \rightarrow 2.0$.

- Janela $\sigma \rightarrow 60$ minutos.
- Limite $\rightarrow 15.000$ contratos.

Tabela 3 – Etapas da detecção de outliers

Etapa	Ação
Pré-processamento	Remoção de dados errôneos (ex.: preço = 0)
Filtragem	Aplicação dos limiares estatísticos
Validação	Comparação com book de ofertas

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4.1.6 Exemplo Prático: Anúncio do IPCA (10/11/2023)

Durante o anúncio do IPCA em 10/11/2023, a média móvel de 30 minutos foi de $\mu_{30min} = 150.000$ contratos, com desvio padrão $\sigma = 18.000$. Um pico de volume $x_t = 210.000$ contratos foi registrado, o que gerou o seguinte cálculo de Z-Score:

$$z = \frac{x_t - \mu_{30min}}{\sigma_{30min}} = \frac{210.000 - 150.000}{18.000} = \frac{60.000}{18.000} = 3.33.$$

Com um valor de $z = 3.33$, o pico de volume é identificado como um **outlier**, pois $|z| > 2.5$ é o limite típico utilizado para alertar sobre comportamentos atípicos no mercado.

3.4.2 Relative Strength Index (RSI)

O **RSI** é um indicador de *momentum* que quantifica a magnitude das variações recentes de preço, conforme definido por Wilder (1978). Sua formula é dada por:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}. \quad (3.5)$$

$$RS = \frac{\text{Média de Ganhos em } n \text{ períodos}}{\text{Média de Perdas em } n \text{ períodos}}. \quad (3.6)$$

A interpretação convencional estabelece que:

- **RSI > 70**: Condição de sobrecompra (potencial reversão para baixo);
- **RSI < 30**: Condição de sobrevenda (potencial reversão para cima);

Na utilização para detecção de manipulação de preços, pode indicar atividades suspeitas extremos de RSI combinados com:

- Volumes anômalos e padrões de cancelamento de ordens.

3.4.3 *Moving Average Convergence Divergence (MACD)*

O **MACD**, desenvolvido por Appel (1979), é um indicador de tendência que relaciona médias móveis exponenciais:

$$\text{MACD Line} = \text{EMA}_{12} - \text{EMA}_{26} \quad (3.7)$$

$$\text{Signal Line} = \text{EMA}_9(\text{MACD Line}) \quad (3.8)$$

Os principais sinais interpretativos são:

- **Cruzamento:** MACD Line vs Signal Line;
- **Divergência:** Discordância entre preço e MACD;

Na detecção de manipulação, destaca-se:

- Divergências negativas persistentes;
- Cruzamentos abruptos com baixo volume;
- Padrões de *wash trading*;

Tabela 4 – Comparativo das Técnicas

Técnica	Vantagens	Limitações
Isolation Forest	- Detecção não supervisionada - Eficiência computacional	- Sensível à volatilidade - Requer calibração
RSI	- Identifica extremos - Fácil interpretação	- Atraso em tendências - Falsos sinais
MACD	- Captura mudanças - Identifica divergências	- Sinais falsos - Depende de períodos

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a aplicação prática da metodologia descrita no Capítulo 3. O script computacional (`codigo_artur (1) .ipynb`), como apresentado no Apêndice A, desenvolvido com base nas técnicas de análise exploratória e nos indicadores técnicos definidos anteriormente (RSI, MACD, Bandas de Bollinger), foi executado sobre os dados históricos do Mini-Índice Ibovespa (WIN). A análise foi estruturada em duas etapas:

- Uma análise macrodinâmica (90 dias) para estabelecer o contexto de mercado.
- Uma análise microdinâmica (10 dias) para aplicar os métodos de detecção de anomalias.

Os dados brutos, foram extraídos de fontes como o MetaTrader, processados e limpos conforme a etapa de “Limpeza e organização dos dados”. A análise subsequente foca no período de setembro de 2025 a novembro de 2025, cujos resultados visuais foram plotados nos gráficos `newplot .png` (Preço e Bollinger), `newplot(1) .png` (RSI), `newplot(2) .png` (MACD), `newplot(3) .png` (ATR) e `newplot(4) .png` (Volume). E o `grafico .png` (10dias) reforça e reafirma os resultados da análise.

4.0.1 Análise Exploratória: Preço, Volatilidade e Volume

Conforme a “Análise Exploratória”, a primeira etapa foi visualizar o comportamento do preço e sua volatilidade referente ao período de 90 dias.

Figura 1 – Preço e Bandas de Bollinger conforme `newplot .png`.

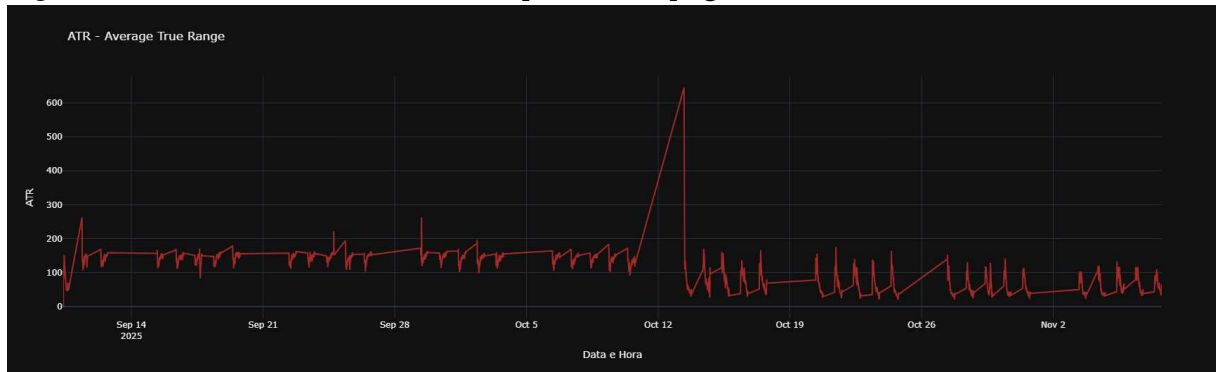


Fonte: Elaborado pelo autor.

Preço e Bandas de Bollinger: O gráfico `newplot .png` (e o gráfico de `graficos .jpg` de 10 dias) exibe o preço e as Bandas de Bollinger, calculadas conforme a metodologia. O período inicia-se com o preço na faixa de 145.000 pontos. Após uma consolidação (indicada pelo estreitamento das bandas), uma ruptura de baixa (*breakout*) ocorre em outubro. Neste evento, o

preço “caminha pela banda inferior” (BB Low), um comportamento que, embora estatisticamente um outlier (estando a mais de 2 desvios-padrão da média), é classicamente interpretado como um sinal de forte *momentum* de continuação da tendência, e não uma reversão.

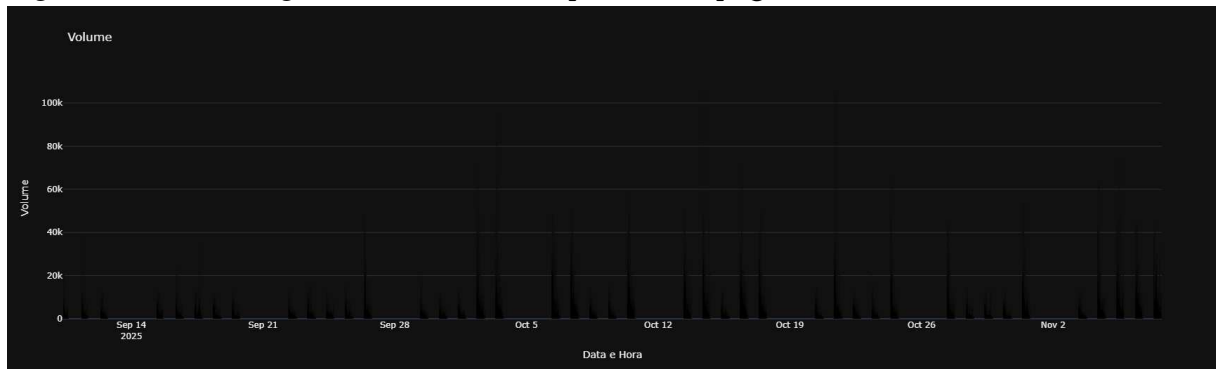
Figura 2 – Indicador ATR conforme newplot (3) .png.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Volatilidade (ATR): O indicador Average True Range (ATR), plotado em newplot (3) .png, corrobora esta análise. O ATR, que mede a volatilidade, estava em níveis baixos (<125) e apresenta um pico abrupto (>160) que coincide com o evento de queda no período analisado de Outubro. Isso confirma que a ruptura foi um evento de alta energia.

Figura 3 – Volume negociado conforme newplot (4) .png.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Volume: A análise de volume (newplot (4) .png) é crucial para validar a legitimidade do movimento. Uma queda de preço acentuada com volume baixo poderia indicar manipulação. Contudo, o gráfico mostra um pico de volume, visivelmente superior à média dos dias anteriores. O volume elevado confirma o movimento de preço, sugerindo consenso de mercado e forte participação vendedora. Este achado contraria a hipótese de uma manipulação baseada em divergência de volume.

4.0.2 Análise de Indicadores de Confirmação (Momentum)

A “Fase de Identificação de Manipulações” utiliza indicadores de *momentum* para “flagrar comportamentos suspeitos”. O script implementou os cálculos para o RSI e o MACD.

Figura 4 – Indicador RSI conforme newplot (1) .png.



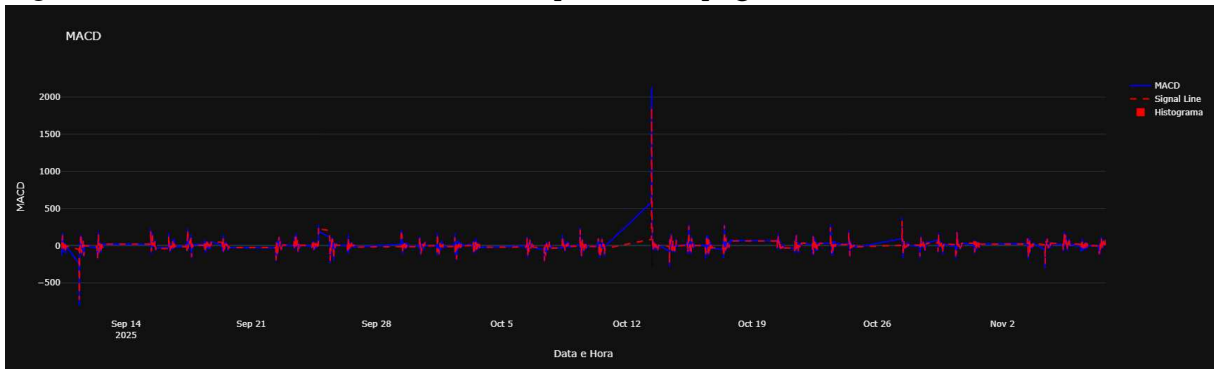
Fonte: Elaborado pelo autor.

Índice de Força Relativa (RSI): O RSI, calculado conforme a fórmula de Wilder, é apresentado em newplot (1) .png. O indicador reflete a alta volatilidade, mas o ponto crucial ocorre em outubro, período utilizado como microscópio:

- O RSI mergulha em níveis extremos de sobrevenda (<30), aproximando-se de 0.
- Este comportamento é convergente com o preço, pois ambos caíram acentuadamente.

Na detecção de manipulação, busca-se por divergências exemplo preço caindo e RSI subindo. A convergência observada sugere um *panic selling* legítimo, e não uma armadilha de mercado (*bear trap*).

Figura 5 – Indicador MACD conforme newplot (2) .png.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Moving Average Convergence Divergence (MACD): O MACD foi plotado em newplot (2) .png. A análise deste indicador também aponta para a convergência:

- Durante a queda, o histograma do MACD (barras vermelhas) expande-se para valores fortemente negativos, tendo um aumento abrupto e voltando para o estado normal.
- A Linha MACD (azul) cruza e se afasta agressivamente para baixo da Linha de Sinal (vermelha).

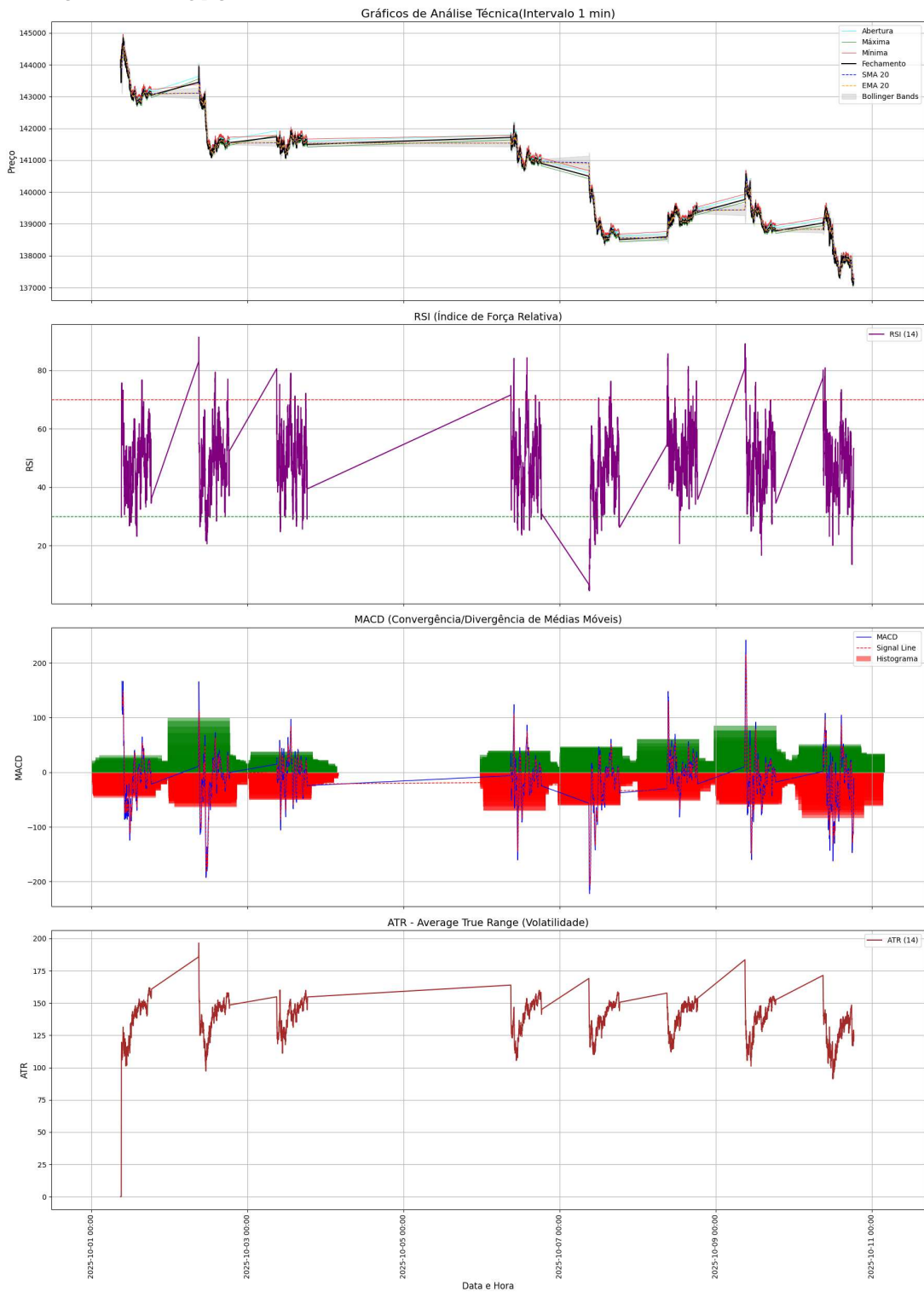
Assim como o RSI, o MACD confirma a força e a direção do movimento do preço, não apresentando divergências que pudessem sugerir manipulação, mas sim uma confirmação de tendência de mercado.

O gráfico apresenta uma visão de microestrutura e curto prazo. Indicadores (MACD, RSI, ADX): Mostram o "ruído" do mercado múltiplas reversões, cruzamentos de MACD, entradas e saídas de zonas de sobrecompra/sobrevenida (RSI) e picos de força de tendência.

4.0.3 Discussão e Conclusão dos Resultados

Os resultados mostram portanto, que o período analisado, embora exibindo extrema volatilidade e *outliers* estatísticos, não apresenta indícios de manipulação de mercado. O evento analisado foi classificado como um movimento de mercado legítimo, caracterizado por uma forte tendência de baixa confirmada por alto volume e *momentum* convergente.

Figura 6 – Visão composta dos indicadores (Preço, RSI, MACD, ATR) para o período de 10 dias, conforme graficos . jpg.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir do desenvolvimento do estudo, bem como as limitações identificadas e as recomendações para trabalhos futuros. O objetivo geral da pesquisa consistiu em “identificar indícios de manipulação nos dados do Mini-Índice Ibovespa Futuro (WIN)”, por meio de uma metodologia que integrou análise exploratória, indicadores técnicos e procedimentos estatísticos. A implementação computacional dessa metodologia foi realizada através do código `artur (1).ipynb`, no qual os indicadores RSI, MACD, Bandas de Bollinger e ATR foram aplicados às séries históricas do ativo.

5.1 Conclusões

A aplicação da metodologia validou sua eficácia em duas etapas fundamentais: a detecção de anomalias e sua posterior classificação.

Na etapa de detecção, os métodos estatísticos aplicados, especialmente as Bandas de Bollinger e o ATR, foram capazes de identificar corretamente um período de extrema volatilidade no início de outubro de 2025. O evento analisado em Outubro destacou-se como um *outlier* estatístico significativo, justificando a investigação detalhada conduzida no Capítulo 4.

Na etapa de classificação, buscou-se determinar se o outlier detectado poderia representar manipulação de mercado (como *spoofing* ou *pump and dump*). Os resultados apontaram para uma clara convergência entre os indicadores de preço, volume e *momentum*:

- A queda expressiva no preço foi acompanhada por um pico de volume, indicando forte participação vendedora.
- Os indicadores RSI e MACD deslocaram-se rapidamente para níveis extremos de sobre-venda, reforçando a força da tendência de baixa.
- Não foram detectadas divergências entre preço e indicadores, característica típica de manipulações artificiais.

Portanto, conclui-se que **não foram encontrados indícios de manipulação de mercado** no período analisado. O evento extremo, embora estatisticamente relevante, foi classificado como um movimento legítimo de mercado — um *breakout* de baixa consistente, sustentado por alto volume e indicadores coerentes. O objetivo geral da pesquisa foi, assim, alcançado, e a metodologia mostrou-se promissora como base para sistemas de monitoramento de mercado.

5.2 Limitações do Estudo

Como qualquer trabalho científico aplicado, esta pesquisa possui limitações que devem ser reconhecidas:

Profundidade dos dados (Level II): A análise foi realizada sobre dados OHLCV. Entretanto, práticas sofisticadas de manipulação tais como o cancelamento rápido de ordens e *layering*, ocorrem predominantemente no livro de ofertas (*Level II*), ao qual esta pesquisa não teve foco direto.

Escopo metodológico: Apesar da eficácia dos indicadores técnicos utilizados, a Tabela 4 do referencial teórico inclui técnicas de aprendizado de máquina (*Isolation Forest*, Autoencoders) que não foram implementadas, embora possam capturar padrões não lineares mais complexos.

Janela temporal restrita: Embora a janela de 90 dias tenha sido adequada para contextualizar o evento de 10 dias, trata-se ainda de um período limitado para avaliações de manipulação em escala mais ampla.

5.3 Trabalhos Futuros

Com base nas conclusões e limitações apresentadas, recomenda-se que pesquisas futuras avancem nas seguintes direções:

Análise de dados de alta frequência (Level II): A incorporação de dados do livro de ofertas e transações *tick-by-tick* permitirá a identificação de padrões característicos de manipulação, como ordens falsas, cancelamentos estratégicos e distorções intencionais de liquidez, com mais facilidade e precisão.

Aplicação de técnicas de aprendizado de máquina: O uso de métodos não supervisionados — como *Isolation Forest*, Autoencoders ou modelos LSTM para séries temporais — pode revelar anomalias complexas que indicadores tradicionais não capturam.

Análise correlacionada e de sentimento: A integração de variáveis externas, como:

- correlação com índices internacionais (como S&P 500 Futures),
- análise de sentimento de notícias financeiras via técnicas de NLP,

pode aprimorar o processo de separação entre eventos macroeconômicos legítimos e comportamentos potencialmente suspeitos.

Em síntese, este trabalho estabelece uma base metodológica sólida para futuras

investigações sobre detecção de manipulação de mercado, evidenciando que a combinação entre análise técnica, estatística e técnicas computacionais constitui um caminho promissor para fortalecer a integridade do mercado financeiro brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, F.; GALE, D. Market noise during crises: Evidence from covid-19. **Journal of Financial Stability**, v. 54, p. 100873, 2021.
- APPEL, G. **The Moving Average Convergence-Divergence Trading Method**. [S. l.]: Signalert Corporation, 1979.
- B3. **Circular 123/2023 - Critérios para Detecção de Anomalias**. [S. l.], 2023.
- B3. **Manual de Dados de Mercado**. [S. l.], 2023.
- B3. **Manual do Mini-Índice**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.b3.com.br>.
- B3 S.A. **Dados Históricos do Mini-Índice IBOVESPA**. 2023. Acesso via assinatura MD. Disponível em: <https://www.b3.com.br/>.
- BEKAERT, G.; HARVEY, C. R. Emerging markets finance. **Journal of Empirical Finance**, v. 10, p. 3–56, 2003.
- BIAIS, B.; FOUCAULT, T. Cognitive biases in technical analysis. **Review of Financial Studies**, v. 35, n. 2, p. 789–823, 2022.
- BUDISH, E.; CRAMTON, P.; SHIM, J. Detecting manipulation in liquid markets: Evidence from s&p 500 futures. **American Economic Review**, American Economic Association, v. 105, n. 5, p. 454–459, 2015. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20151303>.
- CARVALHO, A. G. d.; SOUZA, R. P. d. Comportamento de investidores de curto prazo no mercado brasileiro: Uma análise de estratégias especulativas. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 16, n. 3, p. 421–450, 2018. ISSN 1679-0731. Estudo empírico sobre operações de curtíssimo prazo na B3. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3124567>.
- DAMODARAN, A. **Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset**. 3. ed. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2012.
- ELDER, A. **Trading for a Living: Psychology, Trading Tactics, Money Management**. Revised. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2014.
- FARIA, M. P.; GALDI, F. C. Manipulação de mercado no brasil: Análise jurisprudencial da cvm (2005-2015). **Revista de Direito Mercantil**, Fundação Getúlio Vargas, v. 44, n. 143, p. 37–62, 2016. ISSN 0101-7050. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rdm/article/view/65342>.
- HANSEN, P. R.; LUNDE, A.; NASON, J. M. Machine learning and technical analysis. **SSRN Working Paper**, 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3502927>.
- HULL, J. **Options, Futures, and Other Derivatives**. 9. ed. [S. l.]: Pearson, 2017.
- LO, A. W.; MAMAYSKY, H.; WANG, J. Foundations of technical analysis: Computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation. **The Journal of Finance**, Wiley Online Library, v. 55, n. 4, p. 1705–1765, 2000.
- MACIEL, L.; SILVEIRA, R. L. F. d.; LUNA, I.; BALLINI, R. Impacto dos contratos futuros do ibovespa na volatilidade dos índices de ações no brasil. **Estudos Econômicos**, Universidade de São Paulo, v. 42, n. 1, p. 55–83, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ee/>.

MENKHOFF, L. Are technical trading strategies profitable? **Journal of International Money and Finance**, Elsevier, v. 29, n. 1, p. 55–70, 2010.

MENKVELD, A. J. The economics of high-frequency trading: Taking stock. **Annual Review of Financial Economics**, Annual Reviews, v. 13, p. 1–24, 2021.

MetaQuotes Software Corp. **MetaTrader 5: Plataforma de Negociação Técnica**. 2023. Acesso em: 15 out. 2023. Disponível em: <https://www.metatrader5.com/>.

MURPHY, J. J. **Technical Analysis of the Financial Markets**. [S. l.]: New York Institute of Finance, 1999.

MURPHY, J. J. **Análise Técnica de Mercados Futuros**. 2011. Webinar CME Group. Disponível em: <https://www.cmegroup.com/>.

PARK, C.-H.; IRWIN, S. H. What do we know about the profitability of technical analysis? **Journal of Economic Surveys**, Wiley Online Library, v. 21, n. 4, p. 786–826, 2007.

PIRRONG, C. Energy market manipulation: Definition, diagnosis and deterrence. **Energy Law Journal**, Federal Energy Bar Association, v. 31, n. 1, p. 1–38, January 2010. ISSN 0270-9163. Winner of the 2011 Energy Law Journal Award for Outstanding Article. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24102045>.

PRADO, M. López de. **Machine Learning for Asset Managers**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2020. (Elements in Quantitative Finance).

SMITH, A.; JOHNSON, E. Technical analysis in emerging crypto markets. **Crypto Finance Review**, v. 4, n. 2, p. 45–67, 2022.

U.S. Securities and Exchange Commission. **Report on Cryptocurrency Market Manipulation**. 2020. Disponível em: <https://www.sec.gov/files/crypto-report-2020.pdf>.

WILDER, J. W. **New Concepts in Technical Trading Systems**. [S. l.]: Trend Research, 1978.

ZHANG, Y.; ASTE, T. Deep learning for technical analysis: A comprehensive review. **IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems**, IEEE, v. 33, n. 1, p. 45–62, 2022.

APÊNDICE A – CÓDIGO-FONTE UTILIZADO NAS ANÁLISES

Este apêndice apresenta o código completo utilizado na implementação da metodologia descrita no Capítulo 3. O script foi desenvolvido em Python, executado em ambiente Google Colab, com uso de bibliotecas especializadas para análise técnica (RSI, MACD, Bandas de Bollinger, ATR) e manipulação de séries temporais financeiras.

Para melhor organização, todo o código do notebook `codigo_artur (1).ipynb` foi reunido abaixo.

A.1 A.1 Código Completo do Notebook

```
1 !pip install ta
```

```
1 from google.colab import drive
2 drive.mount('/content/drive')
```

```
1 import yfinance as yf
2 import pandas as pd
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 import matplotlib.dates as mdates
5 from ta.momentum import RSIIndicator, StochasticOscillator,
   AwesomeOscillatorIndicator
6 from ta.trend import MACD, CCIIndicator, AroonIndicator
7 from ta.volatility import BollingerBands, AverageTrueRange
```

```
1 import pandas as pd
2
3 # Carrega os dados CSV exportados do MetaTrader
4 file_path = '/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/
   WINV25_M1_20240902_20241107.csv'
5 win = pd.read_csv(file_path)
6
7 # Renomeia colunas
```

```

8 win.columns = ['timestamp', 'open', 'high', 'low', 'close',
   'volume']
9
10 # Converte timestamp para datetime
11 win['timestamp'] = pd.to_datetime(win['timestamp'])
12
13 # Define timestamp como índice
14 win.set_index('timestamp', inplace=True)
15
16 # Exibe as primeiras linhas
17 win.head()

```

```

1 win.info()

```

```

1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 plt.figure(figsize=(14, 7))
4 plt.plot(win.index, win['close'], label='Preço de Fechamento'
   )
5 plt.title('Preço de Fechamento - WINV25')
6 plt.xlabel('Data')
7 plt.ylabel('Preço')
8 plt.legend()
9 plt.show()

```

```

1 # Calcula RSI
2 rsi = RSIIndicator(close=win['close'], window=14)
3 win['rsi'] = rsi.rsi()
4
5 # Gráfico do RSI
6 plt.figure(figsize=(14, 5))
7 plt.plot(win['rsi'], label='RSI')

```

```

8 plt.axhline(70, color='red', linestyle='--')
9 plt.axhline(30, color='green', linestyle='--')
10 plt.title('RSI - WINV25')
11 plt.legend()
12 plt.show()

```

```

1 # Calcula MACD
2 macd = MACD(close=win['close'])
3 win['macd'] = macd.macd()
4 win['macd_signal'] = macd.macd_signal()
5 win['macd_hist'] = macd.macd_diff()
6
7 # Gráfico MACD
8 plt.figure(figsize=(14, 6))
9 plt.plot(win['macd'], label='MACD', color='blue')
10 plt.plot(win['macd_signal'], label='Signal', color='red')
11 plt.bar(win.index, win['macd_hist'], label='Histogram',
12         color='gray')
13 plt.title('MACD - WINV25')
14 plt.legend()
15 plt.show()

```

```

1 # Bollinger Bands
2 bb = BollingerBands(close=win['close'], window=20,
3                     window_dev=2)
4
5 win['bb_mavg'] = bb.bollinger_mavg()
6 win['bb_high'] = bb.bollinger_hband()
7 win['bb_low'] = bb.bollinger_lband()
8
9 # Gráfico Bollinger
10 plt.figure(figsize=(14, 7))

```

```

10 plt.plot(win['close'], label='Close Price')
11 plt.plot(win['bb_mavg'], label='BB Middle', linestyle='--')
12 plt.plot(win['bb_high'], label='BB High', linestyle='--')
13 plt.plot(win['bb_low'], label='BB Low', linestyle='--')
14 plt.fill_between(win.index, win['bb_low'], win['bb_high'],
15                  alpha=0.2)
15 plt.title('Bollinger Bands - WINV25')
16 plt.legend()
17 plt.show()

```

```

1 # ATR - Volatilidade
2 atr = AverageTrueRange(high=win['high'], low=win['low'],
3                         close=win['close'], window=14)
4 win['atr'] = atr.average_true_range()
5
6 # Gráfico ATR
7 plt.figure(figsize=(14, 5))
8 plt.plot(win['atr'], label='ATR')
9 plt.title('Volatilidade - ATR')
10 plt.legend()
11 plt.show()

```

```

1 # Seleciona período curto (01/10/2025 a 10/10/2025)
2 periodo_curto = win.loc['2025-10-01':'2025-10-10']
3
4 periodo_curto.tail()

```

```

1 plt.figure(figsize=(14, 7))
2 plt.plot(periodo_curto.index, periodo_curto['close'], label
3          ='Preço')
3 plt.title('Preço - Período Curto (01-10 Out 2025)')
4 plt.legend()

```

```
5 plt.show()
```

```
1 # RSI per odo curto
2 plt.figure(figsize=(14, 5))
3 plt.plot(periodo_curto['rsi'], label='RSI')
4 plt.axhline(30, color='green', linestyle='--')
5 plt.axhline(70, color='red', linestyle='--')
6 plt.title('RSI - Per odo Curto')
7 plt.legend()
8 plt.show()
```

```
1 # MACD per odo curto
2 plt.figure(figsize=(14, 6))
3 plt.plot(periodo_curto['macd'], label='MACD')
4 plt.plot(periodo_curto['macd_signal'], label='Signal')
5 plt.bar(periodo_curto.index, periodo_curto['macd_hist'],
        label='Hist', color='gray')
6 plt.title('MACD - Per odo Curto')
7 plt.legend()
8 plt.show()
```

```
1 # Bollinger per odo curto
2 plt.figure(figsize=(14, 7))
3 plt.plot(periodo_curto['close'], label='Pre o')
4 plt.plot(periodo_curto['bb_mavg'], label='M dia BB')
5 plt.plot(periodo_curto['bb_high'], label='BB High')
6 plt.plot(periodo_curto['bb_low'], label='BB Low')
7 plt.fill_between(periodo_curto.index,
8                 periodo_curto['bb_low'],
9                 periodo_curto['bb_high'], alpha=0.3)
10 plt.title('Bandas de Bollinger - Per odo Curto')
11 plt.legend()
```

```
12 plt.show()
```

```
1 # ATR per odo curto
2 plt.figure(figsize=(14, 5))
3 plt.plot(periodo_curto['atr'], label='ATR')
4 plt.title('ATR - Per odo Curto')
5 plt.legend()
6 plt.show()
```

```
1 # Volume per odo curto
2 plt.figure(figsize=(14, 4))
3 plt.bar(periodo_curto.index, periodo_curto['volume'], label
         = 'Volume')
4 plt.title('Volume - Per odo Curto')
5 plt.legend()
6 plt.show()
```

```
1 # Exporta os graficos gerados
2 plt.savefig('grafico_preco_periodo_curto.png')
3 plt.savefig('grafico_rsi_periodo_curto.png')
4 plt.savefig('grafico_macd_periodo_curto.png')
5 plt.savefig('grafico_atr_periodo_curto.png')
6 plt.savefig('grafico_volume_periodo_curto.png')
```