

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**BRUNO SHIBASAKI MITSUNAGA**

**HARMONIA ECONÔMICA: UTILIZAÇÃO DE ONDAS MUSICAIS PARA  
IDENTIFICAÇÃO DE PREÇOS HARMÔNICOS NO MERCADO FINANCEIRO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CORNÉLIO PROCÓPIO**

**2025**

**BRUNO SHIBASAKI MITSUNAGA**

**HARMONIA ECONÔMICA: UTILIZAÇÃO DE ONDAS MUSICAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PREÇOS HARMÔNICOS NO MERCADO FINANCEIRO**

**Economic Harmony: Using musical waves to identify harmony prices in financial market**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao curso superior de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Cleverson Flor da Rosa

**CORNÉLIO PROCÓPIO**

**2025**



Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**BRUNO SHIBASAKI MITSUNAGA**

**HARMONIA ECONÔMICA: UTILIZAÇÃO DE ONDAS MUSICAIS PARA  
IDENTIFICAÇÃO DE PREÇOS HARMÔNICOS NO MERCADO FINANCEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao curso superior de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Cleverson Flor da Rosa

Data de aprovação: 14/Fevereiro/2025

---

Cleverson Flor da Rosa  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Luiz César de Oliveira  
Mestre  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Dr. Adailton Silva Borges  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CORNÉLIO PROCÓPIO**

**2025**

## RESUMO

MITSUNAGA, Bruno Shibasaki. **HARMONIA ECONÔMICA: UTILIZAÇÃO DE ONDAS MUSICAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PREÇOS HARMÔNICOS NO MERCADO FINANCEIRO**. 2025. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2025.

Este estudo tem como objetivo investigar a possível relação entre ondas musicais e preços harmônicos no mercado financeiro brasileiro, bem como explorar a sua utilidade na previsão de futuros movimentos de preços. O problema central abordado é a busca por métodos inovadores que possam melhorar a eficiência das previsões financeiras, considerando a interseção entre a teoria musical e a análise de dados financeiros. A pesquisa é conduzida por meio da análise de indicadores financeiros tradicionais, juntamente com a utilização da plataforma TradingView para acessar e processar os dados do mercado financeiro. Serão coletados dados históricos de preços de ativos brasileiros, abrangendo diferentes períodos de tempo, a fim de identificar padrões harmônicos e relacioná-los com as frequências sonoras.

**Palavras-Chave:** Mercado financeiro; Ondas musicais; Resistências; Suportes; Preços harmônicos.

## ABSTRACT

MITSUNAGA, Bruno Shibasaki. **ECONOMIC HARMONY: USING MUSICAL WAVES TO IDENTIFY HARMONIC PRICES IN FINANCIAL MARKET**. 2024. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2024.

This study aims to investigate the potential relationship between musical waves and harmonic price patterns in the Brazilian financial market, as well as explore their usefulness in predicting future price movements. The central problem addressed is the search for innovative methods that can enhance the efficiency of financial forecasting, considering the intersection between music theory and financial data analysis. The research is conducted through the analysis of traditional financial indicators, along with the utilization of the TradingView platform to access and process financial market data. Historical price data of Brazilian assets will be collected, spanning different time periods, in order to identify harmonic patterns and correlate them with sound frequencies.

**Keywords:** Financial market; Musical waves; Resistances; Supports; Harmonic prices.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tendência de alta e tendência de baixa .....	15
Figura 2 - As três tendências da teoria de Dow .....	16
Figura 3 - Dados nas velas japonesas.....	20
Figura 4 - Resistências e suportes .....	21
Figura 5 - Movimento harmônico simples.....	24
Figura 6 - Onda acústica em um tubo de ar .....	25
Figura 7 - Coluna de ar oscilando entre $-S_m$ e $S_m$ .....	26
Figura 8 - A oitava ascendente e descendente.....	27
Figura 9 - A tônica Sol-fa .....	28
Figura 10 - Pacotes e bibliotecas utilizadas.....	33
Figura 11 – Técnica de fractais puros .....	34
Figura 12 - Níveis de Suporte e Resistência na PETR4.....	38
Figura 13 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na PETR4 - Teste 1.....	39
Figura 14 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na PETR4 - Teste 2.....	40
Figura 15 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na PETR4 - Teste 3.....	41
Figura 16 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na ITUB4 - Teste 1 .....	43
Figura 17 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na ITUB4 - Teste 2.....	43
Figura 18 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na ITUB4 - Teste 3.....	44
Figura 19 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na BBAS3 - Teste 1 .....	46
Figura 20 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na BBAS3 - Teste 2 .....	47
Figura 21 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na BBAS3 - Teste 3 .....	47
Figura 22 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Ibovespa - Teste 1 .....	50
Figura 23 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Ibovespa - Teste 2 .....	50
Figura 24 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Ibovespa - Teste 3 .....	51
Figura 25 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no S&P500 - Teste 1.....	53
Figura 26 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no S&P500 - Teste 2.....	54
Figura 27 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no S&P500 - Teste 3.....	54
Figura 28 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no par Dólar/Real - Teste 1 .....	57
Figura 29 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no par Dólar/Real - Teste 2.....	57
Figura 30 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no par Dólar/Real - Teste 3.....	58
Figura 31 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Bitcoin - Teste 1 .....	60

**Figura 32 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Bitcoin - Teste 2.....61**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de cálculos com o indicador .....	30
Tabela 2 – Suportes e Resistências na ação PETR4.....	37
Tabela 3 – Níveis das notas musicais na ação PETR4.....	39
Tabela 4 – Suportes e Resistências na ação ITUB4 .....	41
Tabela 5 – Níveis das notas musicais na ação ITUB4.....	42
Tabela 6 – Suportes e Resistências na ação BBAS3 .....	45
Tabela 7 – Níveis das notas musicais na ação BBAS3 .....	46
Tabela 8 – Suportes e Resistências no índice Ibovespa .....	48
Tabela 9 – Níveis das notas musicais no índice Ibovespa .....	49
Tabela 10 – Suportes e Resistências no índice S&P500.....	51
Tabela 11 – Níveis das notas musicais no índice S&P500.....	52
Tabela 12 – Suportes e Resistências no par Dólar/Real .....	55
Tabela 13 - Níveis das notas musicais no par Dólar/Real.....	56
Tabela 14 – Suportes e Resistências no Bitcoin .....	59
Tabela 15 – Níveis das notas musicais no Bitcoin .....	60

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>BOLSA DE VALORES E MERCADO DE AÇÕES.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISE TÉCNICA .....</b>	<b>13</b>
4.2.1	Conceito.....	13
4.2.2	Teoria de Dow .....	13
4.2.2.1	Primeiro princípio: As médias descontam tudo.....	14
4.2.2.2	Segundo princípio: O mercado possui três tendências.....	15
4.2.2.3	Terceiro princípio: Tendências importantes têm três fases.....	17
4.2.2.4	Quarto princípio: As médias devem-se confirmar.....	17
4.2.2.5	Quinto princípio: O volume acompanha a tendência.....	18
4.2.2.6	Sexto princípio: a tendência vale até que haja sinais de reversão.....	18
4.2.3	Conceito de Velas Japonesas .....	18
4.2.4	Conceito de Resistência e Suporte.....	20
4.2.5	Indicadores Técnicos .....	21
<b>4.3</b>	<b>OSCILAÇÕES HARMÔNICAS E MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES. .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4</b>	<b>ONDAS SONORAS E HARMONIA MUSICAL .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b>ESCOLHA DOS ATIVOS PARA ANÁLISE .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2</b>	<b>APLICAÇÃO DOS CÁLCULOS DO INDICADOR DE NOTAS MUSICAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>5.3</b>	<b>ANÁLISE DE ASSERTIVIDADE .....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1</b>	<b>PYTHON E CIÊNCIA DE DADOS .....</b>	<b>32</b>
6.1.1	Pacotes e Bibliotecas.....	33
6.1.2	Programa .....	34
<b>6.2</b>	<b>Análises .....</b>	<b>36</b>
6.2.1	Explicação da análise do indicador e escolha dos ativos .....	36

6.2.2	Critério de tolerância.....	36
6.2.3	Análises do indicador nos ativos e assertividade.....	37
6.2.3.1	PETR4.....	37
6.2.3.2	ITUB4.....	41
6.2.3.3	BBAS3.....	44
6.2.3.4	IBOVESPA.....	48
6.2.3.5	S&P500.....	51
6.2.3.6	Dólar/Real.....	55
6.2.3.7	Bitcoin (BTC).....	58
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O número de investidores na Bolsa de Valores Brasileira (B3) têm experimentado um crescimento notável, com os últimos anos evidenciando um avanço significativo acima da média. O início desse avanço pode ser identificado em 2018, quando houve um incremento de 700 mil registros de CPFs de pessoas físicas cadastradas, alcançando um total de 5 milhões até final de 2022. Um crescimento aproximado de 714% num período de 4 anos (B3, 2022).

Para identificar os momentos ideais de compra e venda de ações, existem dois métodos de análise de mercado: a análise fundamentalista e a análise gráfica. A análise fundamentalista busca analisar todos os fatores relevantes que afetam os preços no mercado a fim de determinar o valor intrínseco desse mercado (MURPHY, 1999). Nesse método, são considerados aspectos como os balanços e demonstrações financeiras das empresas, dados de inflação do país, fatores geopolíticos, efeitos macroeconômicos, entre outros (KOBORI, 2011). Por outro lado, a análise técnica, conforme definida por Murphy (1999) é o estudo da ação do mercado, principalmente por meio do uso de gráficos, com o objetivo de prever tendências de preço futuras.

Na área da mecânica, é estabelecido o conceito de movimentos oscilatórios, os quais são classificados em dois tipos. O primeiro que é o movimento caracterizado por um corpo que se move em torno de uma posição média ou um ponto fixo. Já o segundo refere-se a um corpo que se move de um lugar para outro com relação ao tempo. Em alguns fenômenos, é possível ocorrer ambos os tipos ao mesmo tempo. Um exemplo disso são as ondas do mar, que parecem se mover em direção à praia e ao mesmo tempo a água se move pra cima e pra baixo sobre a posição média (Subrahmanyam, 2009).

A base da análise técnica deriva da teoria de Dow, que observou que os mercados de ações apresentavam três tendências: primária, secundária e terciária. Essas tendências foram comparadas aos movimentos realizados pelas marés. (MURPHY, 1999). Outro movimento que possui movimentos oscilatórios são as notas musicais. Conforme destacado por Plummer (2013), existe o conceito de níveis de preços harmônicos, que se fundamenta na premissa de

que os movimentos de preços nos mercados financeiros seguem padrões semelhantes aos das notas musicais.

Na análise gráfica, também conhecida como análise técnica, existem diversos tipos de indicadores disponíveis para analisar os gráficos. No entanto, considerando que o mercado de ações se movimenta em ciclos e de forma harmoniosa, pode haver uma correlação entre esses movimentos e as propriedades harmônicas das ondas sonoras.

Este trabalho adota a abordagem de ondas sonoras e harmonia musical para encontrar uma relação para encontrar os níveis de preços harmônicos, resistências e suportes nos gráficos de ativos do mercado financeiro, procurando ter uma assertividade maior que outros indicadores.

## **2 OBJETIVOS**

Neste capítulo, são explorados tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos do presente trabalho, a fim de fornecer uma visão abrangente das metas estabelecidas.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do trabalho é verificar se há a relação entre ondas sonoras e os níveis de preços harmônicos, resistências e suportes dos ativos no mercado financeiro brasileiro, além de desenvolver um modelo de indicador baseado em frequências sonoras.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Entender a composição do Mercado Financeiro brasileiro;
- Apresentar os conceitos de resistências e suportes do Mercado Financeiro;
- Conceituar as ondas sonoras, bem como a Harmonia Musical;
- Aplicar o estudo de Harmonia Musical para encontrar resistências e suportes de ativos do Mercado Financeiro.

### **3 JUSTIFICATIVA**

Pelo constante crescimento de investidores no mercado financeiro brasileiro e a complexidade do contexto econômico atual, tanto macro quanto micro, tornam-se mais propício a aquisição de ativos em situações desfavoráveis. Com o decorrer das décadas, constatou-se que o mercado financeiro apresenta movimentos cíclicos de durações variadas, que se repetem em intervalos regulares. Essa observação torna a análise de movimentos futuros mais previsíveis (B3, 2022).

A análise gráfica e técnica surge como um método utilizado por investidores experientes para analisar o mercado financeiro, permitindo uma visualização dos movimentos do mercado com maior precisão por meio do gráfico do preço ao longo do tempo. Embora existam diversos indicadores que auxiliem no estudo dos movimentos, poucos são de fácil utilização e compreensão.

Desta forma, este trabalho se justifica por estudar a aplicação da harmonia sonora como instrumento auxiliar na identificação de níveis de preços harmônicos, resistências e suportes nos gráficos do mercado financeiro, uma vez que há uma similaridade das variações do mercado e os padrões cíclicos das ondas sonoras, para gerar resultados mais consistentes e com uma maior assertividade.

## **4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste tópico serão apontados assuntos pertinentes ao mercado de ações, conceitos e teorias da análise técnica, tipos de indicadores técnicos, movimentos oscilatórios, ondas sonoras e ondas harmônicas.

### **4.1 BOLSA DE VALORES E MERCADO DE AÇÕES**

As bolsas de valores desempenham um papel fundamental que vai além de um local para compra e venda de ações de empresas de capital aberto. Elas representam um ambiente para a negociação de uma ampla variedade de ativos financeiros, conhecidos como valores mobiliários. No Brasil, a B3 é a única bolsa de valores, onde ocorrem operações de compra e venda de ações de empresas nacionais e estrangeiras, títulos de renda fixa, fundos imobiliários, derivativos, taxas de juros, commodities e até mesmo créditos de descarbonização (B3, 2022).

De acordo com Correia (2008), as ações são títulos negociáveis de renda variável que representam a menor fração do capital social emitido pela empresa. As empresas emitem ações com objetivo de captar recursos sem ter que pagar juros, uma vez que empréstimos bancários geralmente envolvem taxas elevadas. Esses recursos são utilizados para financiar aquisições, expansões de instalações, investimento em novos negócios e outras iniciativas. Como forma de compensação, os acionistas recebem a participação dos lucros da empresa, conhecidos como dividendos.

As ações são classificadas em 2 tipos: ordinárias (ON) e preferenciais (PN). As ações ordinárias concedem aos acionistas o direito de votar nas assembleias da empresa, na maioria das vezes, não possuem poder de veto. Já as ações preferenciais não possuem direito de voto e, além disso, em caso de venda da empresa, a lei não garante o direito de participação no prêmio de controle, ou seja, no poder de controle da empresa.

A B3 desempenha o papel ao gerenciar todo o sistema de registro, depósito, negociação, compensação e liquidação das operações financeiras.

Além disso, a B3 oferece uma variedade de produtos e serviços, incluindo soluções para análise e aprovação de crédito (B3, 2022).

## **4.2 ANÁLISE TÉCNICA**

### **4.2.1 Conceito de análise técnica**

A definição de acordo com Chaves (2014), a análise técnica é um método utilizado para analisar os movimentos nos gráficos de ativos. Nesse método, o analista busca identificar as tendências históricas desses movimentos de mercado, a fim de encontrar padrões gráficos que possam prever os preços futuros. Isso permite determinar os momentos mais propícios para entrar ou sair do mercado, indicando as direções prováveis em que os preços irão se mover. Para Edwards (2018), “A análise técnica é a ciência de registrar, geralmente em forma de gráfico, o histórico real da negociação (mudanças de preços, volume de transações, etc.) em uma determinada ação e, em seguida, deduzir a partir desse histórico retratado a provável tendência futura”.

Para Schwager (1999), “Ela tem dois elementos principais. Primeiro, que o preço de uma determinada ação, mercadoria ou futuro financeiro reflete todas as informações conhecíveis sobre esse ativo em um determinado momento e as opiniões de todos os participantes do mercado em relação a essas informações. Em segundo lugar, que as informações fundamentais e as opiniões do mercado refletidas pelo preço resultarão em padrões de preços recorrentes que fornecem pistas para possíveis movimentos futuros de preços. Portanto, analisando os padrões históricos de preços, o analista técnico procura o comportamento dos preços que sugira o possível início, conclusão ou continuação de uma tendência”.

### **4.2.2 Teoria de Dow**

De acordo com Murphy (1999), a Teoria de Dow é amplamente reconhecida como a base da análise técnica, um dos estudos mais significativos

para compreender as tendências e movimentos nos gráficos do mercado financeiro. Charles Henry Dow, juntamente com Edward Jones e Charles Bergstresser, fundou a Dow & Jones Company em 1882, editora financeira responsável pela publicação do jornal The Wall Street Journal. Dow publicava suas ideias por meio de editoriais no serviço Dow Jones Financial News Service.

Em 1884, Dow selecionou 11 ações para representar um indicador confiável da saúde econômica do país, publicando assim a primeira média de mercado composta pelos preços de fechamentos de 9 companhias ferroviárias e 2 indústrias de produções. Em 1897, ele percebeu dividir em dois indicadores seria mais preciso para avaliar a saúde econômica dos Estados Unidos. Resultando nos índices: índice industrial, composto por 12 empresas, e o índice de ações, com 20 companhias ferroviárias. O número de empresas no primeiro índice foi estabelecido definitivamente em 1928, abrangendo 30 ações, padrão mantido até os dias atuais (MURPHY, 1999).

Após o falecimento de Dow em 1902, William Hamilton tornou-se seu sucessor e completou, organizou e formulou os princípios básicos da Teoria de Dow (LEMOS, 2018).

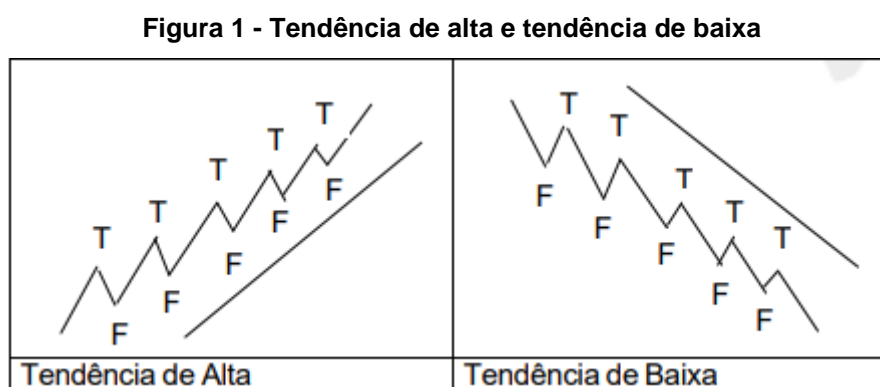
Segundo Murphy (1999) a teoria de Dow possui 6 princípios que atualmente ainda são utilizados para estudo de análise técnica:

#### 4.2.2.1 Primeiro princípio: As médias descontam tudo

Conforme Abe (2009), as médias consideram todos os fatores relevantes, incluindo demanda, oferta e expectativas presentes no mercado. Que são incorporadas no valor da média. Os preços refletem as atividades combinadas de milhares de investidores, os quais têm diversas opiniões acerca do “valor justo”. Essas divergências podem ser observadas nas médias, indicando o comportamento do coletivo. No entanto, Lemos (2018) destaca que a única exceção a essa regra, decorre de “Atos de Deus”. Esses são acontecimentos súbitos causado por fatores externos, por exemplo: a guerra entre Rússia e Ucrânia.

#### 4.2.2.2 Segundo princípio: O mercado possui três tendências

Dow percebeu que os gráficos possuíam três tendências distintas ao mesmo momento. Dentro dos movimentos se caracterizou tendência de alta, quando o gráfico apresentava topos e fundos ascendentes, enquanto a tendência de baixa, se caracterizava por topos e fundos descendentes. As tendências de alta e de baixa podem ser visualizadas na Figura 1.



Fonte: Noronha (1995)

**Tendência primária:** com grande duração, geralmente ocorre durante mais de um ano. Ela se caracteriza por ter movimentos extensivos, tanto pra cima quanto pra baixo, podendo variar o preço mais que 20%.

**Tendência secundária:** representa importantes reações e interrompe temporariamente a tendência primária dos preços, mas não altera a trajetória principal. Geralmente, ela ocorre por 3 semanas até 3 meses, e seria uma correção de um terço a dois terços do movimento de preço da tendência primária.

**Tendência terciária:** pequenas oscilações de preços ou uma pausa, que contraria o movimento principal. Possui duração curta, de menos de três semanas.

Dow estabelecia uma analogia entre as tendências dos mercados e os movimentos das marés. As marés, as ondas e as marolas podem ser equiparadas, respectivamente, às tendências primária, secundária e terciária. Um conjunto de ondas isoladas não possui um poder determinante para alterar

o sentido das marés, assim como as marolas não são capazes de modificar o curso de uma onda (LEMOS, 2018). “Um observador pode determinar a direção da maré ao ver o ponto mais alto atingido por sucessivas ondas na praia. Se cada onda sucessiva atingir uma distância na areia maior do que a anterior, a maré está subindo. Quando o ponto mais alto de cada onda sucessiva recuar, a maré está baixando” (MURPHY, 1999).

**Figura 2 - As três tendências da teoria de Dow**



**Fonte: Bússola do Investidor (2014)**

Na Figura 2, é possível observar as três tendências no gráfico do índice Ibovespa. A tendência primária é representada pela linha tracejada azul, que mostra uma tendência iniciada em meados de julho de 2009, com topos e fundos ascendentes, até abril de 2010. As tendências secundárias são ilustradas pelas linhas tracejadas amarelas, que indicam períodos de meses com o preço em alta e algumas correções ao longo do caminho. As tendências terciárias são representadas pelas retas tracejadas laranjas, que mostra momentos de consolidação e quedas de curta duração.

#### 4.2.2.3 Terceiro princípio: Tendências importantes têm três fases

Conforme mencionado por Lemos (2018), as tendências primárias de alta e de baixa consistem em três fases. Na tendência de alta, a primeira fase é a de acumulação, na qual os *insiders*, pessoas com informações privilegiadas, começam a comprar ativos devido à disponibilidade de informações e à percepção do mercado de preços baixos. Isso resulta na estabilização dos preços por um determinado tempo. A segunda fase é a subida sensível, caracterizada por um avanço estável no preço das ações e melhora nos resultados das empresas. Isso leva investidores mais sensíveis a adquirir ativos, resultando em um aumento no volume de negociações. Por fim, temos a fase do estouro ou excesso, onde a maioria dos investidores entra no mercado e os preços sobem dramaticamente, acompanhados pelo volume. Essa fase reflete um sentimento otimista em relação ao crescimento econômico do país.

Na tendência de baixa, também encontramos a fase de acumulação mencionada anteriormente. A próxima fase é a do pânico, na qual predominam os vendedores, resultando em quedas verticais e volumes de negociação em patamares altos, refletindo o medo dos investidores. A última fase é a da baixa lenta, que se inicia quando os preços atingem patamares muito baixos, resultando em uma diminuição significativa dos volumes de transações.

#### 4.2.2.4 Quarto princípio: As médias devem-se confirmar

Nenhum sinal importante de mercado de baixa ou de alta pode ocorrer até que as duas médias (industrial e ferroviária) emitam o mesmo sinal, confirmando uma à outra. Em outras palavras, ambas as médias precisam estar apontando na mesma direção (KAUFMAN, 2013).

Lemos (2018) menciona que esse é o princípio mais questionável e mais difícil de ser analisado. No entanto, mesmo após um longo período desde sua criação, essa regra ainda se mantém válida nos dias atuais.

#### 4.2.2.5 Quinto princípio: O volume acompanha a tendência

De acordo com Kaufman (2013), o volume confirma o movimento do preço. Isso significa que à medida que uma tendência se desenvolve, o volume também aumenta, tanto em mercado de alta quanto de baixa. O pico máximo de volume ocorre na fase do estouro no mercado de alta e no pânico no mercado de baixa.

#### 4.2.2.6 Sexto princípio: a tendência vale até que haja sinais de reversão

Segundo Lemos (2018), para uma mudança significativa de tendência, os preços de fechamento deveriam ocorrer acima de um topo anterior ou abaixo de um fundo anterior.

Abe (2009) reforça, a verdade é que não existe fórmula ou método que permita a entrada exatamente no fundo e a saída exatamente no topo, ou vice-versa. Sendo assim, o princípio de Dow é assertivo, porém com um leve atraso na confirmação de uma possível reversão.

### 4.2.3 Conceito de Velas Japonesas

Na análise técnica existem vários tipos de gráficos para melhorar a análise, como: gráficos de linha, gráficos de barra, gráficos de *Renko* e gráficos de velas japonesas. Para esse trabalho será utilizado o estilo de gráfico de velas japonesas, também conhecido como *candlesticks* (CHAVES, 2014).

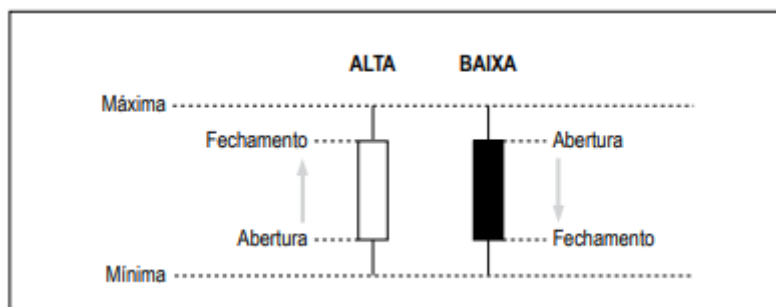
Nesse trabalho será utilizado apenas a análise técnica utilizando as velas japonesas, que é o gráfico mais utilizado pelos analistas e investidores experientes. Segundo Nilson (2001), a primeira pessoa famosa a utilizar preços passados para prever movimentos dos preços futuros foi Munehisa Homma, utilizando esse método nos anos 1700 no mercado de arroz.

Conforme mencionado por Debastiani (2001), o gráfico de velas é composto por elementos que utilizam dados, tais como:

- Preço de abertura: representa o preço pelo qual ocorreu a primeira negociação da sessão.
- Preço de fechamento: indica o preço pelo qual ocorreu a última negociação da sessão.
- Preço máximo: representa o preço mais alto atingido durante aquela sessão.
- Preço mínimo: representa o preço mais baixo atingido durante aquela sessão.

No gráfico de velas, o eixo vertical representa a linha de preços, enquanto o eixo horizontal representa a linha do tempo, podendo ser utilizado em diferentes intervalos de tempo, como 5 minutos, 15 minutos, 1 hora, 4 horas, 1 dia, 1 semana, 1 mês, entre outros.

De acordo com Nilson (2001), a estrutura do gráfico é formada por uma vela, na qual as seções retangulares são chamadas de corpo real, representando o intervalo entre a abertura e o encerramento do pregão. Quando o corpo real é preto, indica que o fechamento foi menor do que na abertura, enquanto um corpo branco indica que o fechamento foi maior que a abertura. As linhas finas acima e abaixo do corpo real são denominadas sombras, representando os extremos do período. A sombra acima é chamada de sombra superior que mostra o ponto mais alto atingido durante a sessão, enquanto a sombra abaixo é chamada de sombra inferior representa o ponto mais baixo atingido durante a sessão. As cores das velas são derivadas da tradição oriental, onde as cores branco e preto simbolizam os elementos Yin e Yang. Na ocidentalização, adotou-se a cor vermelha para velas de baixa e o azul ou verde para velas de alta. Os dados presentes na formação de uma vela podem ser observados na Figura 3.

**Figura 3 - Dados nas velas japonesas**

Fonte: Debastiani (2001)

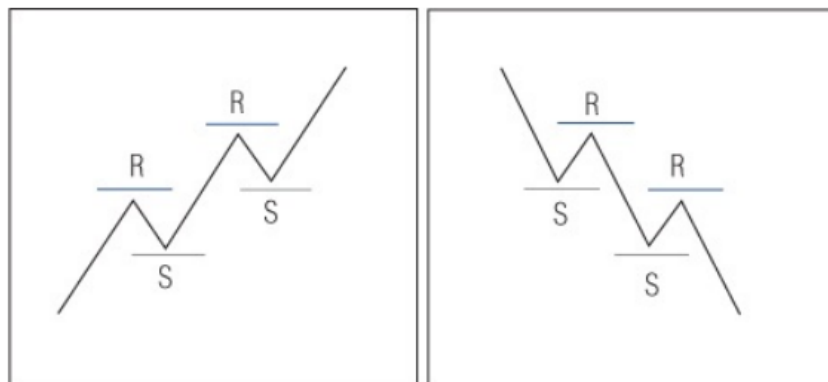
Para Murphy (1999), a chave para compreender o gráfico de velas está na relação entre os preços de abertura e fechamento. Os analistas ocidentais atualmente dão mais importância ao preço de abertura em seus gráficos de barras. Portanto, no pensamento de Murphy, o ponto de abertura e fechamento de cada vela é o aspecto mais relevante a ser considerado. Nilson (2001) acrescenta, o gráfico de velas apresenta uma riqueza maior de informações, permitindo observar a evolução dos preços ao longo de cada sessão de negociação, identificar pontos de maior euforia, momentos de menor volatilidade, sequências de movimentos de alta e baixa, e diversos outros aspectos relevantes.

#### 4.2.4 Conceito de Resistência e Suporte

No contexto da análise técnica, verifica-se que os preços percorrem tendências de alta e de baixa, entretanto, durante esse período de tempo, é possível identificar pontos definidos nos quais o movimento se estabiliza e retrocede, adotando uma direção contrária. Em algumas ocasiões, esses pontos de reversão parecem estar alinhados horizontalmente, aproximadamente no mesmo nível de preço. Esse fenômeno ocorre devido à existência de uma espécie de memória coletiva do mercado em relação a níveis de preço específicos, nos quais tais reversões ocorreram no passado e tendem a se repetir ao atingir tais níveis (Debastiani, 2001).

Para Noronha (1995), os suportes representam níveis de preços nos quais a demanda de compra é suficientemente robusta para interromper e, possivelmente, reverter um processo de queda, resultando em um ponto de inflexão. Por outro lado, as resistências são níveis de preço nos quais a oferta de venda é suficientemente forte para interromper e, possivelmente, reverter um processo de alta. Uma vez que as regiões de suporte e resistência são estabelecidas, elas podem alternar suas funções, de modo que uma região recente de resistência, ao ser superada, pode se transformar em uma área de suporte, e o mesmo pode ocorrer quando uma região recente de suporte é rompida para cima, passando a atuar como uma resistência.

**Figura 4 - Resistências e suportes**



**Fonte: Lemos (2018)**

Na Figura 4, é possível visualizar as resistências indicadas pela letra R, que correspondem pontos em que a pressão vendedora demonstrou ser significativa o bastante para fazer o preço retroceder. Por sua vez, a letra S representa os suportes, mostrando pontos em que a demanda compradora foi suficiente para fazer o preço retroceder.

#### 4.2.5 Indicadores Técnicos

Os indicadores técnicos desempenham um papel importante na identificação de tendências e pontos de reversão. Além disso, eles oferecem uma análise mais profunda do equilíbrio entre os compradores e vendedores.

Em comparação com padrões gráficos, os indicadores são considerados mais objetivos. No entanto, esses indicadores podem ser contraditórios entre si. Alguns apresentam um desempenho superior em mercados de tendências, enquanto outros são mais eficazes nos mercados laterais. Há também indicadores que se destacam na antecipação de reversões de tendências, enquanto outros são preferíveis para o acompanhamento contínuo das tendências (ELDER, 2004).

Conforme explicado por Elder (2004), os indicadores são caracterizados em 3 grupos pelos profissionais: rastreadores de tendências, osciladores e indicadores mistos. Os rastreadores de tendências são mais eficazes em mercados com tendências claramente definidas, porém, os sinais podem ser imprecisos e arriscados quando os mercados estão lateralizados. Os osciladores são capazes de captar pontos de reversão em mercados laterais, mas tendem a gerar sinais prematuros e incertos quando os mercados começam a seguir uma tendência específica. Já os indicadores mistos oferecem uma compreensão especial da psicologia coletiva do mercado.

### 4.3 OSCILAÇÕES HARMÔNICAS E MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

Conforme Kleppner (2013), as oscilações harmônicas correspondem a movimentos de sistemas que envolvem uma massa e uma mola. Um exemplo de um oscilador protótipo consiste em uma massa, representada por  $m$ , que é afetada por uma força proveniente de uma mola, cuja expressão matemática é dada pela equação:

$$F_{mola} = -kx \quad (1)$$

Onde  $k$  representa a constante elástica, enquanto  $x$  representa o deslocamento a partir da posição de equilíbrio. Ao aplicar a Segunda Lei de Newton obtemos as seguintes equações:

$$F = ma \quad (2)$$

$$F = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (3)$$

A aceleração, representado por  $\ddot{x}$ , é a aplicação de duas variáveis em relação ao tempo. Ao igualar a força nas Equações 1 e 3, é possível determinar equação do movimento:

$$m\ddot{x} + kx = 0 \quad (4)$$

De acordo com Smith (2010), ao observar o comportamento de uma massa que oscila em uma mola, é sugerido que seu movimento seja senoidal. A equação geral para um movimento senoidal é expressa por:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

Sendo  $A$  e  $\varphi$  constantes que dependem de condições iniciais,  $t$  é o tempo,  $\omega$  é a frequência angular que igualando as Equações 4 e 5 encontra-se:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (6)$$

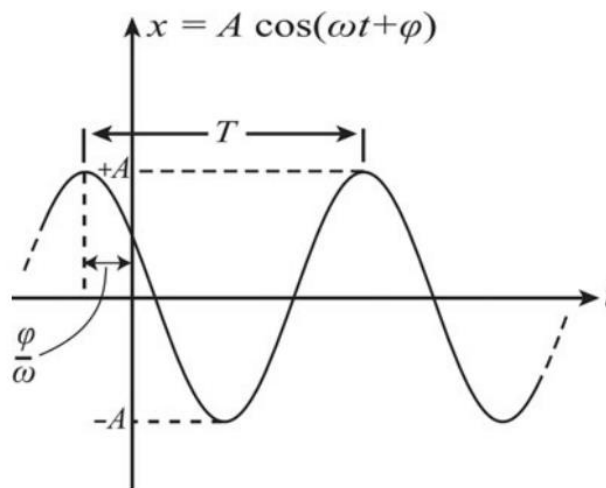
Dessa forma, podemos observar que a vibração senoidal, também conhecida como movimento harmônico simples, é observada em pequenas vibrações que permitem a utilização da aproximação harmônica. Essa aproximação é dada pela seguinte fórmula:

$$U(x) \approx \frac{1}{2}kx^2 \quad (7)$$

A escolha de um sistema massa-mola sem amortecimento, por ser o mais simples possível, implica que todas as forças atuantes sobre o objeto são

conservativas. Isso possibilita associar ao sistema uma energia potencial correspondente.

**Figura 5 - Movimento harmônico simples**



Fonte: Smith (2010)

Na Figura 5, é apresentado um gráfico de movimento harmônico simples conforme descrito pela Equação 5. Seguindo a explicação de Smith (2010), é destacado que qualquer movimento senoidal pode ser descrito utilizando-se três parâmetros:

- Uma amplitude  $A$ , sendo o valor máximo de  $x$  e o valor mínimo igual a  $-A$ .
- Um período  $T$ , que representa o intervalo de tempo entre os máximos sucessivos, ou equivalentemente entre os mínimos sucessivos. O período corresponde ao tempo necessário para completar um ciclo completo. Portanto, quando o tempo  $t$  varia por  $T$ , o argumento do cosseno na Equação 5 deve mudar para:

$$\omega(t + T) + \varphi = \omega t + \varphi + 2\pi \quad (8)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (9)$$

A frequência  $f$  é dada por  $1/T$ , sendo assim:

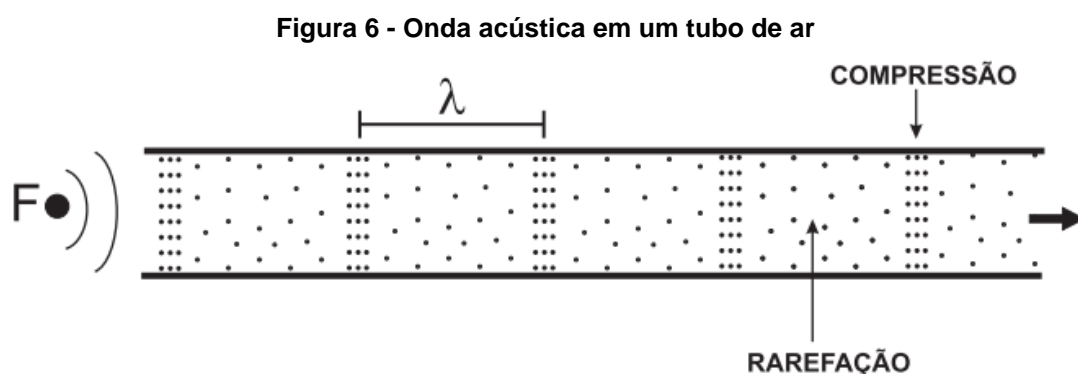
$$\omega = 2\pi f \quad (10)$$

- Uma fase inicial representada por  $\varphi$ .

#### 4.4 ONDAS SONORAS E HARMONIA MUSICAL

Conforme descrito por Borges (2018), as ondas sonoras são classificadas como ondas mecânicas que podem ser propagadas através de um meio que possui elasticidade, abrangendo tanto meios sólidos, quanto líquidos e gasosos. Quando esses meios elásticos são submetidos a forças externas, observa-se uma tendência de preservação de sua forma, comprimento e volume, graças à atuação de forças restauradoras que visam restaurar o meio material à sua condição inicial antes da aplicação da força externa.

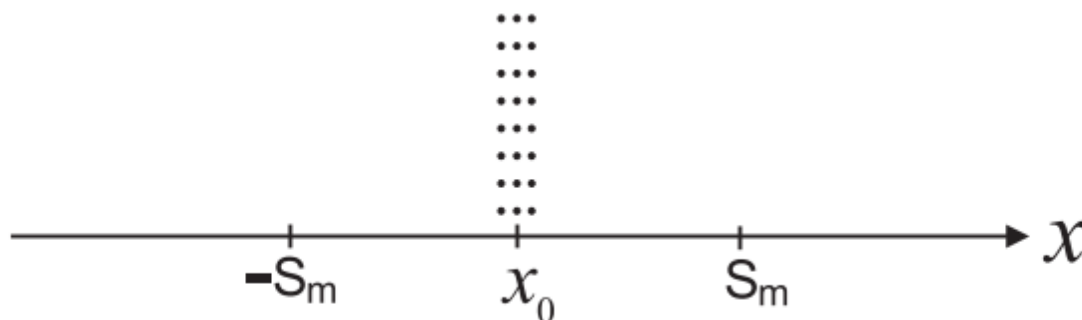
No caso específico de meios líquidos e gasosos, é possível ocorrer apenas a transmissão de ondas longitudinais. As ondas sonoras são caracterizadas como ondas mecânicas longitudinais, que se propagam com frequências no intervalo audível, entre 20 Hz e 20000 Hz.



Na Figura 6 podemos observar o conceito de ondas sonoras progressivas, nessa situação existe uma fonte sonora  $F$ , que é colocada próxima a uma das extremidades de um tubo de ar. A fonte sonora provoca no ar

compressões e rarefações sucessivas que se propagam nesse meio, de maneira semelhante ao que acontece em uma mola quando ela vibra longitudinalmente. O comprimento de onda é representado por  $\lambda$ , que é a distância entre duas compressões sucessivas.

**Figura 7 - Coluna de ar oscilando entre  $-S_m$  e  $S_m$**



**Fonte: Borges (2018)**

Para compreender as ondas presentes no tubo de ar, realizou-se uma aproximação em uma coluna de ar, conforme ilustrado na Figura 7. Quando uma coluna de ar, situada em  $x_0$ , é atingida por esta onda de compressões e rarefações, ela vibra entre os pontos  $-S_m$  e  $+S_m$ , isto é, ela vibra na mesma direção em que a onda se propaga, tornando-se um elemento oscilante. Conseqüentemente, a onda emitida pela fonte F, que está em um estado de vibração, é caracterizada como uma onda longitudinal, cuja amplitude é representada por  $S_m$ . O deslocamento longitudinal do elemento oscilante pode ser expresso da seguinte forma:

$$S = S_m \cos(kx - \omega t) \quad (11)$$

Nessa equação  $S_m$  representa o deslocamento máximo,  $k$  é o número de onda angular e  $\omega$  é a frequência angular da onda. Esses parâmetros estão relacionados com o comprimento da onda ( $\lambda$ ) e com a frequência ( $f$ ) da onda pelas Equações 10 e 12:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (12)$$

Plummer (2013) identificou três características distintas dentro da oitava musical:

1. Na música ocidental, a base é constituída por um conjunto específico de notas, com referência a uma vibração central de 256 ciclos por segundo (Hz). Esta vibração é conhecida como “C médio” (nota Dó).
2. Um conjunto prático de notas musicais é composto por, no mínimo, 8 notas. Esse conjunto começa com uma nota e termina quando a vibração dessa nota é duplicada ou reduzida pela metade. Tomando C médio como referência, a oitava ascendente termina em 512 Hz, enquanto a oitava descendente é concluída em uma vibração de 128 Hz.
3. Em cada oitava, cada nota possui uma relação constante com a nota C médio. Dessa forma, existem 6 proporções distintas em uma oitava específica que não envolvem uma duplicação ou redução pela metade das notas.

**Figura 8 - A oitava ascendente e descendente**

Ascending octave			Descending octave		
Note	Vibration	Ratio to C	Note	Vibration	Ratio to C
C <sup>HI</sup>	512	2	C <sup>MID</sup>	256	1
B	480	1.875	B	240	0.9375
A	426.666	1.666	A	213.248	0.8333
G	384	1.5	G	192	0.75
F	341.333	1.333	F	170.496	0.666
E	320	1.25	E	160	0.625
D	288	1.125	D	144	0.5625
C <sup>MID</sup>	256	1	C <sup>LO</sup>	128	0.5

**Fonte: Plummer (2013)**

A Figura 8 ilustra as notas musicais, suas vibrações vibratórias e suas razões em relação à nota C médio.

Conforme a tradição, uma oitava é denotada por meio de uma notação funcional, conhecida como tônica sol-fa (Do, Re, Me, Fa, So, La, Ti, Do).

**Figura 9 - A tônica Sol-fa**

Ascending octave			Descending octave		
Note	Tonic Sol-fa	Ratio to C	Note	Tonic Sol-fa	Ratio to C
C <sup>HI</sup>	Do <sup>HI</sup>	2	C <sup>MID</sup>	Do	1
B	Ti	1.875	B	Ti	0.9375
A	La	1.666	A	La	0.8333
G	So	1.5	G	So	0.75
F	Fa	1.333	F	Fa	0.666
E	Mi	1.25	E	Me	0.625
D	Re	1.125	D	Re	0.5625
C <sup>MID</sup>	Do	1	C <sup>LO</sup>	Do <sup>LO</sup>	0.5

**Fonte: Plummer (2013)**

Na Figura 9 apresenta as notas musicais, suas nomenclaturas na tônica sol-fa e razão de cada nota em relação ao C médio.

## **5 METODOLOGIA**

De acordo com (GIL, 2002), a metodologia utilizada para realizar este trabalho é de caráter descritiva e exploratório, com base em livros, artigos científicos e outras fontes de escrita.

Os procedimentos de coleta de dados são do tipo bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa.

Ao final deste trabalho, serão realizados testes de implementação do método de frequência das notas musicais em ativos do mercado financeiro brasileiro, selecionados no site Status Invest. Esses testes serão executados utilizando o código desenvolvido em Python, com o objetivo de validar as relações entre os estudos realizados.

### **5.1 ESCOLHA DOS ATIVOS PARA ANÁLISE**

A seleção dos ativos será realizada com base nos dados fornecidos pelo site Status Invest, o critério para a seleção dos ativos será a análise da tendência. Serão escolhidos apenas aqueles ativos que apresentem uma tendência clara de alta e consistente ao longo do período selecionado. É importante salientar que serão consideradas apenas ordens de compra, não abordando estratégias mais avançadas, como o mercado futuro e derivativos, que envolvem possibilidades de ordens de venda.

### **5.2 APLICAÇÃO DOS CÁLCULOS DO INDICADOR DE NOTAS MUSICAIS**

Após a seleção do ativo para análise técnica, será realizada um estudo do gráfico desse ativo com o objetivo de identificar um preço significativo, sendo um preço de fundo bem definido. Esse preço será selecionado e utilizado para realizar testes por meio de cálculos baseado nas razões das frequências das notas musicais.

Os cálculos serão realizados com base na seguinte equação:

$$X * \alpha = Y \quad (13)$$

Onde X representa o preço escolhido e  $\alpha$  representa as razões das notas musicais que estão dispostas na Figura 9. O resultado desse cálculo, representado por Y, corresponde ao preço harmônico que será traçado no gráfico do ativo. Por exemplo, adotando X com o valor de R\$18,56:

**Tabela 1 – Exemplo de cálculos com o indicador**

Notas	Razão ( $\alpha$ )	Equações
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	1	$18,56 * 1 = 18,56$
<i>Ré</i>	1,125	$18,56 * 1,125 = 20,88$
<i>Mi</i>	1,25	$18,56 * 1,25 = 23,49$
<i>Fá</i>	1,333	$18,56 * 1,333 = 24,75$
<i>Sol</i>	1,5	$18,56 * 1,5 = 27,84$
<i>Lá</i>	1,666	$18,56 * 1,666 = 31,32$
<i>Si</i>	1,875	$18,56 * 1,875 = 35,24$
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	2	$18,56 * 2 = 37,12$

**Fonte: Autoria própria.**

Ao realizar a multiplicação das razões das notas musicais pelo preço de R\$18,56, como exemplo, obtemos os resultados dos preços harmônicos conforme apresentado na Tabela 1. Esses preços harmônicos podem representar níveis de resistência ou suporte nos gráficos, indicando possíveis pontos de reversão ou continuação de tendência.

### 5.3 ANÁLISE DE ASSERTIVIDADE

Para a avaliação da assertividade, será considerada a quantidade de topos e fundos identificados próximos aos níveis de resistência e suporte,

utilizando uma margem de tolerância calculado. Esse critério busca medir a precisão do indicador na identificação de pontos estratégicos do mercado, refletindo sua eficácia em diferentes cenários e ativos analisados.

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo, são descritos os métodos utilizados para a análise do indicador de ondas harmônicas no estudo de caso. São apresentados os programas desenvolvidos para auxiliar na identificação de suportes e pontos para a plotagem do indicador, além das análises realizadas em cada perfil de investimento nos ativos selecionados.

Foram selecionados, dentre as 10 maiores ações do mercado financeiro brasileiro presentes no índice Ibovespa, apenas os ativos com tendência clara de alta. Além disso, foram considerados alguns outros ativos relevantes no mercado de investimentos.

### **6.1 PYTHON E CIÊNCIA DE DADOS**

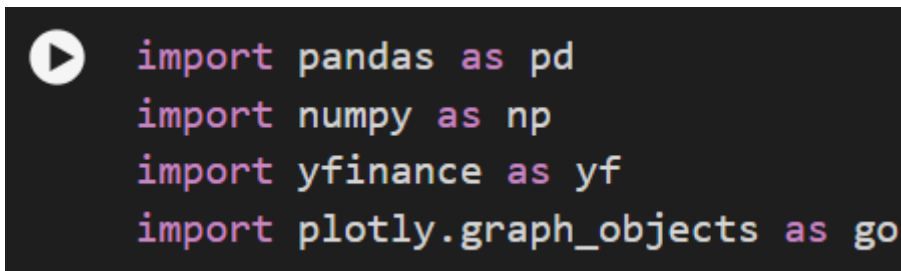
Segundo (Python.org, 2019), Python é uma linguagem de programação orientada a objetos que se destaca pelo desenvolvimento rápido de aplicativos e pela sua utilização como linguagem de script ou de integração para componentes existentes. Essa popularidade se deve à sua sintaxe simples, ao baixo custo de manutenção e à vasta biblioteca padrão disponível.

Conforme mencionado por Hilpisch (2019), Python pode ser utilizado no contexto financeiro para resolver problemas algorítmicos devido à sua sintaxe, que é semelhante à sintaxe matemática. Python oferece eficiência e produtividade elevadas, especialmente em análises de dados interativos. Além disso, proporciona facilidade para resolver problemas avançados, como a importação de dados em tempo real, cálculos financeiros complexos e a plotagem de gráficos.

### 6.1.1 Pacotes e Bibliotecas

A Figura 10 apresenta as bibliotecas utilizadas para a realização deste trabalho.

**Figura 10 - Pacotes e bibliotecas utilizadas**

A screenshot of a code editor showing four lines of Python code for importing libraries. The code is: 

```
import pandas as pd
import numpy as np
import yfinance as yf
import plotly.graph_objects as go
```

**Fonte: Autoria Própria.**

- **Pandas:** É um pacote Python que oferece estruturas de dados rápidas, flexíveis e expressivas, com o objetivo de servir como uma base fundamental de alto nível para análises práticas de dados do mundo real em Python. O Pandas permite analisar grandes volumes de dados e tirar conclusões baseadas em teorias estatísticas. Além disso, pode limpar conjuntos de dados desorganizados, tornando-os legíveis e relevantes (ALURA, 2023).
- **Numpy:** É uma biblioteca Python que fornece um objeto array multidimensional, diversos objetos derivados e uma ampla variedade de rotinas para operações rápidas em arrays, incluindo matemática, lógica e manipulação de formas (PYPI, 2024).
- **Yfinance:** é uma biblioteca de código aberto desenvolvida por Ran Aroussi, projetada para acessar os dados financeiros disponibilizados pelo Yahoo Finance. O Yahoo Finance oferece uma ampla variedade de dados de mercado, abrangendo ações, títulos, moedas e criptomoedas (Greg Bland, 2020).
- **Plotly:** É uma biblioteca dedicado à visualização para ciência de dados e amplamente utilizado na comunidade de cientistas de dados. Seus

principais benefícios incluem uma forte integração com o ecossistema Python e facilidade de uso (HILPISCH, 2019).

### 6.1.2 Programa

Para uma análise mais precisa, foi desenvolvido um programa para identificar níveis de suporte nos gráficos dos ativos financeiros utilizando a técnica de fractais. Segundo Mandelbrot (2006), fractais são padrões ou formas representadas por objetos geométricos que podem ser divididos em partes, as quais são semelhantes à forma original. Esses padrões são encontrados em repetições de um padrão geométrico por meio de um processo iterativo. Além disso, nos ativos financeiros, os fractais podem representar graficamente o comportamento do preço.

A Figura 11 ilustra a teoria de Williams (2022), onde, tomando o *candle* "3" como referência, esse padrão pode ser considerado um fractal puro. Esse fractal puro pode ser tanto de alta quanto de baixa e pode sinalizar uma reversão de tendência, funcionando de maneira análoga a uma resistência ou suporte.

Figura 11 – Técnica de fractais puros



Fonte: LiteFinance (2024)

No programa, foram analisadas as possibilidades de resistência e suporte, com duas condições estabelecidas que devem ser atendidas no padrão gráfico para caracterizá-lo. Essas condições para que um *candle* seja considerado um fractal de resistência são:

1. As duas barras anteriores devem ter preços máximos inferiores ao do *candle* de referência.
2. As duas barras subsequentes devem ter preços máximos inferiores ao do *candle* de referência.

Enquanto as condições para ser considerado um fractal de suporte são:

3. As duas barras anteriores devem ter preços mínimos superiores ao do *candle* de referência.
4. As duas barras subsequentes devem ter preços mínimos superiores ao do *candle* de referência.

Utilizando a biblioteca *yfinance*, foi possível importar os dados de abertura, fechamento, máxima, mínima e volume dos ativos desde a data inicial até a data final escolhida para a análise. Todos os dados são fornecidos pelo site Yahoo Finance. Para o manuseio e modelagem do programa, foram utilizadas as bibliotecas *pandas* e *numpy*.

Utilizou-se a biblioteca *Plotly* para plotar todos os níveis de suporte nos gráficos dos ativos escolhidos, a fim de identificar quais pontos de suporte seriam mais adequados para as análises. Em seguida, foi implementado um código que permite ao usuário do programa inserir o preço a partir do qual gostaria de iniciar a plotagem das notas musicais.

## 6.2 Análises

### 6.2.1 Explicação da análise do indicador e escolha dos ativos

Foram realizados três passos para a análise. O primeiro passo consistiu em identificar todos os pontos de suporte. No segundo passo, o usuário escolheu quais suportes seriam utilizados para plotar os níveis harmônicos. O terceiro e último passo avaliou a assertividade do indicador em identificar novos suportes e resistências. Todas as análises foram conduzidas diretamente no programa criado, com a amostragem iniciando em 01/01/2023 e terminando em 30/06/2024.

Para a escolha dos ativos para análise, foram selecionadas as 5 empresas com maior participação no índice Ibovespa, conforme informações do site da B3 (B3, 2024). Utilizando o site Status Invest e a plataforma TradingView, foi realizada uma análise preliminar para identificar quais ações apresentavam uma tendência clara de alta. As empresas que satisfizeram esse critério foram: Petrobrás (PETR4), Itaú (ITUB4) e Banco do Brasil (BBAS3), enquanto Vale (VALE3) e Eletrobrás (ELET3) apresentaram uma tendência lateral.

Além das ações brasileiras, foram realizados testes em diversos ativos, incluindo: o índice brasileiro (Ibovespa), um dos principais índices de ações dos Estados Unidos (S&P 500), a taxa de câmbio entre o dólar e o real (USD/BRL) e o Bitcoin (BTC).

### 6.2.2 Critério de tolerância

Para avaliar a assertividade do indicador técnico de níveis harmônicos, os preços identificados pelas frequências das notas musicais foram comparados com a possibilidade de se tornarem suportes ou resistências no futuro.

O critério de tolerância para essa comparação foi fundamentado no conceito de amplitude de Wilder (1978), onde a amplitude é definida como a diferença entre o preço máximo e o preço mínimo de um *candle*. A amplitude é uma das maneiras de calcular a volatilidade de um ativo, e a média das amplitudes pode indicar a volatilidade média desse ativo.

$$Amplitude = High - Low \quad (14)$$

$$Amplitude\ Média = \sum \frac{(High - Low)}{n} \quad (15)$$

Nestas equações, *High* representa o preço máximo do candle, *Low* representa o preço mínimo do candle e *n* representa o número de candles analisados.

### 6.2.3 Análises do indicador nos ativos e assertividade

#### 6.2.3.1 PETR4

As análises do indicador seguiram três pontos principais para a plotagem das notas harmônicas: o primeiro ponto de suporte, o suporte de menor valor no gráfico analisado e um suporte aleatório. A análise foi focada exclusivamente nos pontos de suporte e resistência situados entre os níveis das notas "Dó" e "Dó2", e que surgiram após o ponto de referência escolhido.

**Tabela 2 – Suportes e Resistências na ação PETR4**

<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>	<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>
21,83	Suporte	34,49	Suporte
27,60	Resistência	36,13	Resistência
25,44	Suporte	33,91	Suporte
26,48	Resistência	37,22	Resistência
25,69	Suporte	33,04	Suporte
24,19	Suporte	39,35	Resistência
26,23	Resistência	41,88	Resistência
22,48	Suporte	40,85	Suporte
24,76	Resistência	42,94	Resistência
27,62	Resistência	41,61	Suporte

26,29	Suporte	42,94	Resistência
27,50	Resistência	39,61	Suporte
22,42	Suporte	35,50	Suporte
25,87	Suporte	35,43	Suporte
32,00	Resistência	37,17	Suporte
31,22	Resistência	38,63	Suporte
31,14	Resistência	41,07	Suporte
30,24	Suporte	42,38	Resistência
32,72	Resistência	42,09	Resistência
33,63	Suporte	37,71	Resistência
34,77	Resistência	34,15	Suporte
32,29	Suporte		

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 2 e a Figura 12 apresentam todos os pontos de suporte e resistência identificados pela técnica de fractais puros no gráfico da PETR4. No total, foram encontrados 43 pontos, dos quais 20 correspondem a resistências e 23 a suportes.

**Figura 12 - Níveis de Suporte e Resistência na PETR4**



Fonte: Autoria própria.

Conforme observado na Figura 12, todos os pontos de suporte foram indicados por círculos azuis, enquanto as resistências foram sinalizadas por

círculos magenta. Esse padrão será aplicado a todos os testes realizados em todos os ativos analisados.

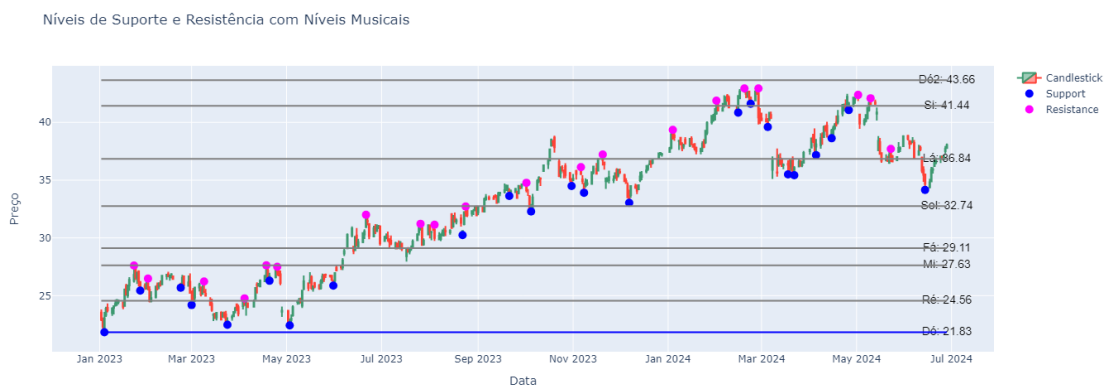
**Tabela 3 – Níveis das notas musicais na ação PETR4**

	Teste 1	Teste 2	Teste 3
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	21,83	25,87	30,24
<i>Ré</i>	24,56	29,10	34,02
<i>Mi</i>	27,63	32,74	38,27
<i>Fá</i>	29,11	24,49	40,32
<i>Sol</i>	32,74	38,80	45,36
<i>Lá</i>	36,84	43,66	51,03
<i>Si</i>	41,44	49,11	57,41
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	43,66	51,74	60,48

Fonte: Autoria própria.

Para a análise, foram selecionados os três pontos de *Dó<sup>Médio</sup>* apresentados na Tabela 3. O primeiro teste, que corresponde ao primeiro suporte identificado no período analisado, coincidiu com o suporte de menor preço mínimo na amostra. Portanto, os outros dois testes foram realizados em pontos escolhidos aleatoriamente.

**Figura 13 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na PETR4 - Teste 1**



Fonte: Autoria própria.

A tolerância máxima, tanto para valores acima quanto abaixo, foi calculada em 0,82. Ao comparar os níveis de resistência e suporte com os níveis harmônicos identificados na Figura 13, constatou-se uma assertividade de 50%, com um total de 42 pontos analisados, dos quais 21 foram acertos e 21 considerados erros.

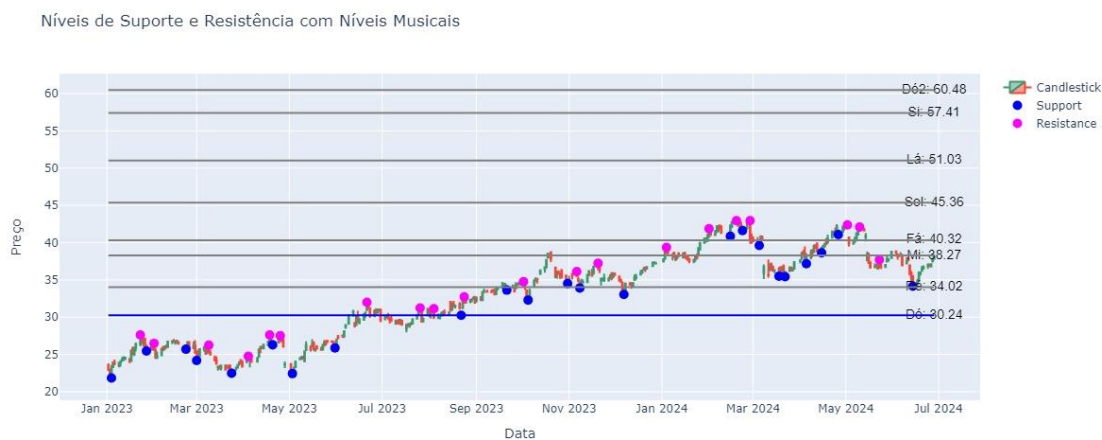
**Figura 14 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na PETR4 - Teste 2**



**Fonte: Autoria própria.**

No Teste 2, ilustrado na Figura 14, foi selecionado o suporte de 25,87. A partir do ponto escolhido, foram identificados 30 níveis de resistência e suporte, apresentando uma assertividade de 43%.

**Figura 15 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na PETR4 - Teste 3**



**Fonte: Autoria própria.**

No Teste 3, apresentado na Figura 15, foi selecionado o suporte de 30,24. Após esse ponto, foram identificados 15 níveis de suporte e 11 níveis de resistência. A assertividade do indicador foi de aproximadamente 38%.

#### 6.2.3.2 ITUB4

Na Tabela 4, estão apresentados todos os valores identificados como fractais, classificando-os entre resistências e suportes. No total, foram encontrados 41 pontos, distribuídos entre os dois tipos de níveis, evidenciando a aplicação do método de análise ao ativo em questão.

**Tabela 4 – Suportes e Resistências na ação ITUB4**

Preço	Indicador	Preço	Indicador
26,48	Resistência	27,57	Resistência
25,14	Suporte	26,55	Suporte
26,68	Resistência	26,58	Suporte
24,26	Suporte	26,66	Suporte
24,04	Suporte	31,23	Resistência
23,18	Suporte	31,21	Suporte
22,74	Suporte	33,97	Resistência
25,18	Suporte	32,70	Suporte

24,52	Suporte	31,97	Suporte
27,42	Resistência	32,19	Suporte
26,25	Suporte	33,74	Suporte
26,20	Suporte	35,95	Resistência
27,98	Suporte	33,87	Suporte
28,60	Suporte	34,89	Resistência
29,25	Resistência	33,55	Suporte
29,13	Resistência	32,53	Suporte
26,54	Suporte	33,63	Resistência
27,72	Resistência	31,36	Suporte
28,59	Resistência	30,95	Suporte
26,53	Suporte	31,74	Resistência
26,36	Suporte		

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 5 apresenta os valores correspondentes às notas harmônicas obtidos nos três testes realizados.

Tabela 5 – Níveis das notas musicais na ação ITUB4

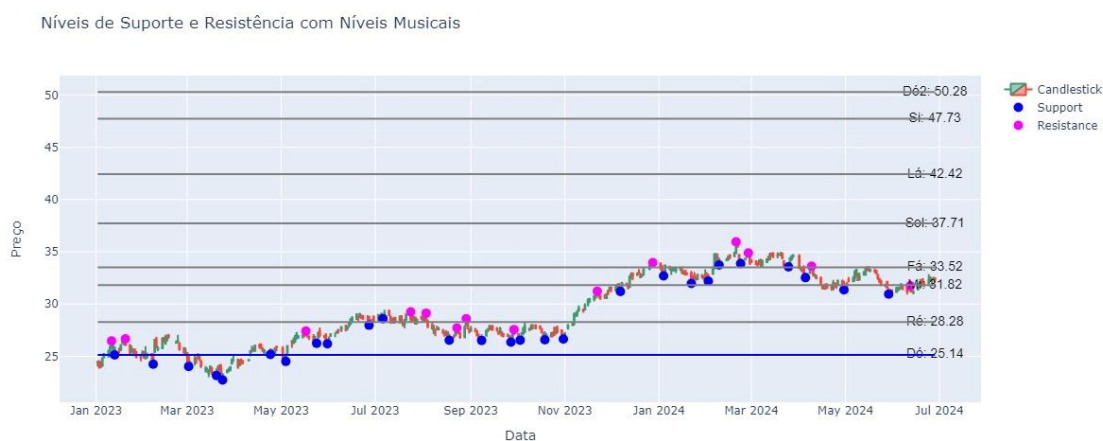
	Teste 1	Teste 2	Teste 3
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	25,14	22,74	26,25
<i>Ré</i>	28,28	25,58	29,53
<i>Mi</i>	31,82	28,78	33,22
<i>Fá</i>	33,52	30,32	35,00
<i>Sol</i>	37,71	34,11	39,38
<i>Lá</i>	42,42	38,37	44,30
<i>Si</i>	47,73	43,17	49,83
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	50,28	45,48	52,50

Fonte: Autoria própria.

Conforme determinado anteriormente, o ponto da nota *Dó<sup>Médio</sup>* selecionado corresponde ao primeiro ponto de suporte, sendo o valor escolhido

para o primeiro teste igual a 25,14. Com base na amostragem de tempo e preço, observa-se que a evolução do preço ao longo do tempo não alcançou o nível correspondente à nota *Sol*. Portanto, os níveis acima dessa nota não entraram no cálculo da assertividade, limitando apenas às notas inferiores. Para essa análise, foi adotada uma tolerância de 0,59.

**Figura 16 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na ITUB4 - Teste 1**



Fonte: Autoria própria.

A Figura 16 refere-se ao Teste 1, no qual foram identificados 39 pontos após o suporte selecionado, com valor de 25,14. Desses pontos, 26 correspondem a suportes e 13 a resistências, com uma assertividade de 38%.

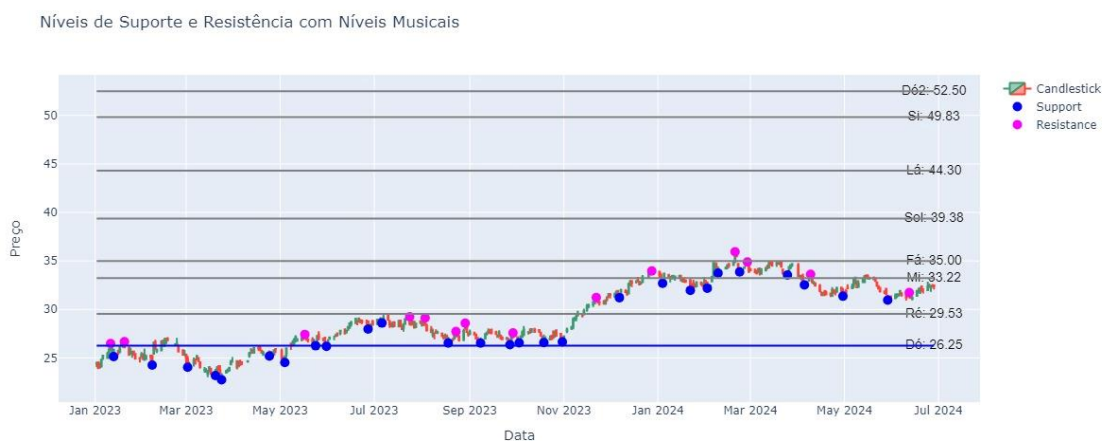
**Figura 17 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na ITUB4 - Teste 2**



Fonte: Autoria própria.

No Teste 2, representado na Figura 17, o ponto inicial selecionado foi 22,74. Observa-se que a maioria dos pontos de resistência e suporte encontra-se distante dos níveis harmônicos, mesmo considerando a tolerância aplicada. O resultado foi de 10 acertos e 24 erros, alcançando uma assertividade de apenas 29%.

**Figura 18 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na ITUB4 - Teste 3**



**Fonte: Autoria própria.**

Concluindo com a análise do último ponto de suporte selecionado, no valor de 26,25, conforme apresentado na Figura 18, a ação ITUB4 obteve a melhor assertividade entre os testes realizados, alcançando 47%.

### 6.2.3.3 BBAS3

Na Tabela 6, estão apresentados todos os valores identificados como fractais, classificando-os entre resistências e suportes. No total, foram encontrados 52 pontos, distribuídos entre os dois tipos de níveis, evidenciando a aplicação do método de análise à ação BBAS3. Para a análise, foi considerada uma tolerância de 0,48.

Tabela 6 – Suportes e Resistências na ação BBAS3

<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>	<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>
17,48	Suporte	23,89	Suporte
20,74	Resistência	25,87	Resistência
19,23	Suporte	27,41	Resistência
21,57	Resistência	27,35	Resistência
18,67	Suporte	25,82	Suporte
20,19	Resistência	26,94	Suporte
21,88	Resistência	27,69	Resistência
22,02	Resistência	27,74	Resistência
20,77	Suporte	27,08	Suporte
21,30	Suporte	27,63	Suporte
22,42	Resistência	28,52	Resistência
22,70	Resistência	27,98	Suporte
22,00	Suporte	29,90	Resistência
22,57	Resistência	27,65	Suporte
24,87	Resistência	29,95	Resistência
24,47	Suporte	28,57	Suporte
23,33	Suporte	29,57	Resistência
23,34	Suporte	29,56	Resistência
24,24	Resistência	27,57	Suporte
23,20	Suporte	28,66	Resistência
24,62	Resistência	27,05	Suporte
23,15	Suporte	28,13	Resistência
22,78	Suporte	26,78	Suporte
23,94	Resistência	26,98	Suporte
23,09	Suporte	27,72	Resistência
24,35	Suporte	26,03	Suporte

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 7 apresenta todos os níveis harmônicos obtidos nos três testes realizados.

Tabela 7 – Níveis das notas musicais na ação BBAS3

	Teste 1	Teste 2	Teste 3
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	17,48	20,77	22,78
<i>Ré</i>	19,66	23,37	25,63
<i>Mi</i>	22,12	26,29	28,83
<i>Fá</i>	23,31	27,69	30,37
<i>Sol</i>	26,22	31,16	34,17
<i>Lá</i>	29,50	35,05	38,44
<i>Si</i>	33,18	39,43	43,25
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	34,96	41,54	45,56

Fonte: Autoria própria.

A Figura 19 apresenta o teste 1 realizado na ação BBAS3, no qual o primeiro ponto de suporte foi identificado em 17,48. A análise identificou 51 pontos após o suporte selecionado, resultando em uma assertividade de 35%. Observa-se que vários pontos de resistência ficaram distantes dos níveis harmônicos.

Figura 19 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na BBAS3 - Teste 1



Fonte: Autoria própria.

Como o primeiro suporte coincidiu com o menor preço identificado, o Teste 2, representado na Figura 20, foi realizado em um ponto escolhido

aleatoriamente, definido em 20,77. Ao todo, foram analisados 43 pontos, com 18 acertos e 25 erros, resultando em uma assertividade de 42%.

**Figura 20 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na BBAS3 - Teste 2**



Fonte: Autoria própria.

No Teste 3, representado pela Figura 21, o ponto selecionado foi 22,78. A análise abrangeu um total de 29 pontos, dos quais 9 foram acertos e 20 erros, resultando em uma assertividade de 31%.

**Figura 21 – Plotagem dos Níveis Harmônicos na BBAS3 - Teste 3**



Fonte: Autoria própria.

Conforme observado no primeiro teste realizado, o preço da ação BBAS3 não ultrapassou o nível harmônico correspondente à nota *Lá*. A análise apresentou uma assertividade máxima de 42%, considerada insatisfatória.

#### 6.2.3.4 IBOVESPA

O índice IBOVESPA é uma medida do desempenho médio das ações negociadas na bolsa de valores brasileira (B3). Composto por 86 ações de empresas brasileiras, devido à sua diversificação e ampla representatividade, o valor do índice geralmente apresenta oscilações mais moderadas.

**Tabela 8 – Suportes e Resistências no índice Ibovespa**

<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>	<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>
113.129	Resistência	111.599	Suporte
108.753	Suporte	117.099	Resistência
113.306	Resistência	115.342	Resistência
114.835	Resistência	112.098	Suporte
113.598	Resistência	124.840	Suporte
110.175	Resistência	134.392	Resistência
110.437	Resistência	130.579	Suporte
103.105	Suporte	125.876	Suporte
106.724	Resistência	126.443	Suporte
96.997	Suporte	130.552	Resistência
104.085	Resistência	126.663	Suporte
108.277	Resistência	130.829	Resistência
101.063	Suporte	125.802	Suporte
111.643	Resistência	128.530	Resistência
108.546	Suporte	126.272	Suporte
108.193	Suporte	129.556	Resistência
116.560	Suporte	129.956	Resistência
117.096	Suporte	123.397	Suporte

119.739	Resistência	126.081	Resistência
123.010	Resistência	129.745	Resistência
117.492	Suporte	127.376	Suporte
114.067	Suporte	120.878	Suporte
114.839	Suporte	123.246	Resistência
119.780	Resistência	122.483	Resistência
113.366	Suporte	118.685	Suporte
116.899	Resistência		

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 8 apresenta um total de 51 pontos identificados, sendo 26 classificadas como resistências e 25 como suportes. Para a análise, foi considerada uma tolerância de 1605,10.

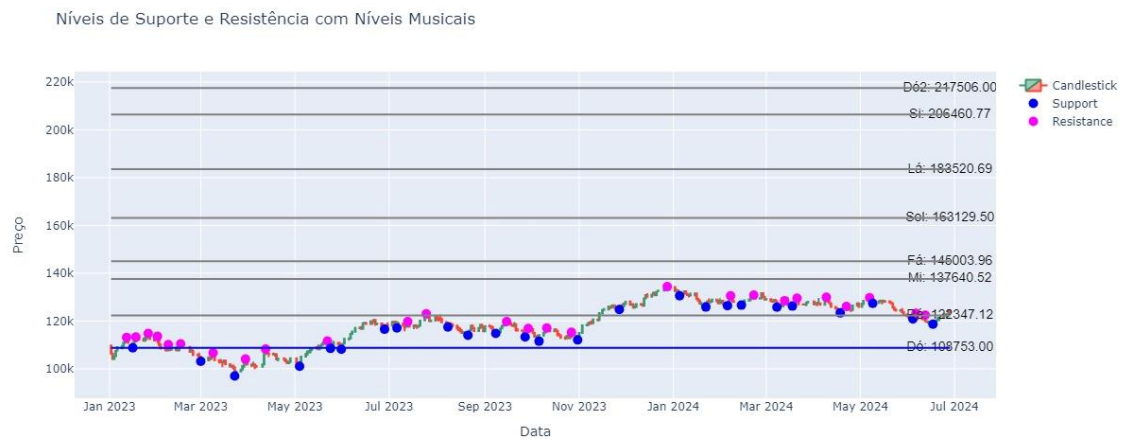
Tabela 9 – Níveis das notas musicais no índice Ibovespa

	Teste 1	Teste 2	Teste 3
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	108.753,00	96.997,00	111.599,00
<i>Ré</i>	122.347,12	100.121,00	125.548,90
<i>Mi</i>	137.640,52	122.761,80	141.242,50
<i>Fá</i>	145.003,96	129.329,30	148.798,60
<i>Sol</i>	163.129,50	145.495,50	167.398,50
<i>Lá</i>	183.520,69	163.682,40	188.323,30
<i>Si</i>	206.460,77	184.142,70	211.863,70
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	217.506,00	193.994,00	223.198,00

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 9 reúne todos os níveis harmônicos identificados nos três testes realizados. Durante as análises, verificou-se que nenhum dos pontos de resistência e suporte atingiu o nível correspondente à nota *Mi*.

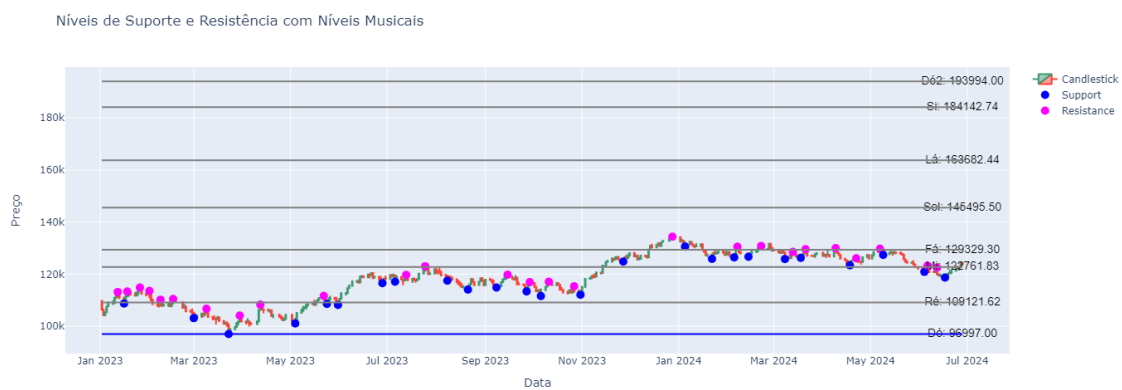
**Figura 22 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Ibovespa - Teste 1**



**Fonte: Autoria própria.**

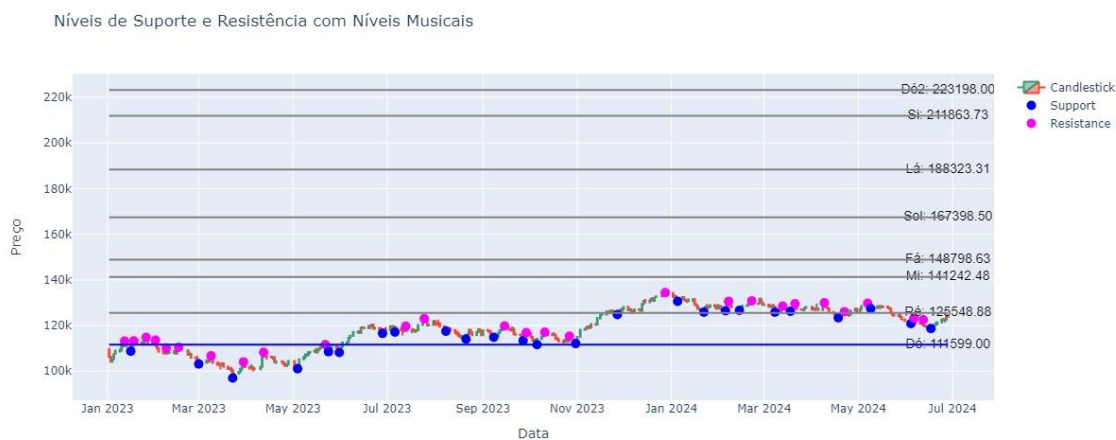
O primeiro teste, representado pela Figura 22, tem como ponto inicial o valor de 108.753, correspondente ao primeiro suporte identificado. Na análise de assertividade, apenas 18% dos 49 pontos analisados foram considerados positivos.

**Figura 23 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Ibovespa - Teste 2**



**Fonte: Autoria própria.**

Na Figura 23, o ponto inicial corresponde ao suporte com o menor preço da amostra analisada, registrado em 96.997. A partir desse ponto, foram identificados 41 níveis de resistência e suporte, dos quais 14 foram certos, resultando em uma assertividade de 34%.

**Figura 24 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Ibovespa - Teste 3**

**Fonte: Autoria própria.**

Na Figura 24, o ponto inicial foi definido em 111.599, escolhido devido à concentração de vários pontos próximos a esse valor. A partir desse ponto, foram realizadas 24 análises, das quais 8 foram consideradas acertos, resultando em uma assertividade de 33%.

#### 6.2.3.5 S&P500

O índice S&P 500 é formado pelas 500 maiores empresas dos Estados Unidos. Assim como no IBOVESPA, a quantidade de ativos e a distribuição de seus pesos resultam em uma volatilidade mais limitada quando comparada à de ações individuais.

**Tabela 10 – Suportes e Resistências no índice S&P500**

Preço	Indicador	Preço	Indicador
4.015,40	Resistência	4.238,60	Suporte
3.885,50	Suporte	4.333,20	Resistência
4.039,30	Resistência	4.216,50	Suporte
4.195,40	Resistência	4.393,60	Resistência
4.060,80	Suporte	4.103,80	Suporte
4.159,80	Resistência	4.793,30	Resistência

3.928,20	Suporte	4.682,10	Suporte
4.078,50	Resistência	4.802,40	Resistência
4.039,50	Resistência	4.714,80	Suporte
4.069,80	Suporte	5.038,70	Resistência
4.049,40	Suporte	4.946,00	Suporte
4.186,90	Resistência	5.111,10	Resistência
4.048,30	Suporte	5.057,30	Suporte
4.212,90	Resistência	5.091,10	Suporte
4.104,00	Suporte	5.261,10	Resistência
4.448,50	Resistência	5.203,40	Suporte
4.328,10	Suporte	5.264,90	Resistência
4.458,50	Resistência	5.256,60	Resistência
4.578,40	Resistência	4.953,60	Suporte
4.528,60	Suporte	5.123,50	Resistência
4.335,30	Suporte	5.011,10	Suporte
4.356,30	Suporte	5.256,90	Suporte
4.541,30	Resistência	5.191,70	Suporte
4.430,50	Suporte	5.447,30	Resistência
4.490,80	Resistência	5.446,60	Suporte

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 10 apresenta todos os pontos identificados, sendo 24 classificados como resistências e 26 como suportes, totalizando 50 pontos detectados. O cálculo da tolerância utilizado na análise de assertividade resultou em uma variação de 43.

Tabela 11 – Níveis das notas musicais no índice S&P500

	Teste 1	Teste 2	Teste 3
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	3.885,54	4.049,35	4.216,45
<i>Ré</i>	4.271,23	4.555,52	4.743,51
<i>Mi</i>	4.917,64	5.124,96	5.336,44
<i>Fá</i>	5.180,72	5.399,13	5.621,93

<b><i>Sol</i></b>	5.828,31	6.074,02	6.324,67
<b><i>Lá</i></b>	6.556,85	6.833,28	7.115,26
<b><i>Si</i></b>	7.376,45	7.687,44	8.004,67
<b><i>Dó<sup>maior</sup></i></b>	7.771,08	8.098,70	8.432,9

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 11 reúne todos os níveis harmônicos identificados nos três testes realizados. Esses níveis foram utilizados como referência para avaliar a proximidade dos pontos de resistência e suporte detectados.

**Figura 25 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no S&P500 - Teste 1**



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 25, observa-se que o preço do S&P 500 não ultrapassou o nível correspondente à nota *Sol*. O ponto de referência escolhido foi o segundo da amostra, já que o primeiro corresponde a uma resistência, localizado em 3885,50. Na análise de assertividade, dos 49 pontos avaliados, 39 foram considerados erros, resultando em uma assertividade de apenas 19%.

**Figura 26 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no S&P500 - Teste 2**



**Fonte: Autoria própria.**

Como o primeiro ponto de suporte coincidiu com o menor preço de suporte, o ponto de referência para a Figura 26 foi selecionado aleatoriamente, sendo localizado em 4049,35. A partir desse ponto, foram analisados 39 níveis, dos quais 7 foram acertos e 32 erros, resultando em uma assertividade de 18%.

**Figura 27 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no S&P500 - Teste 3**



**Fonte: Autoria própria.**

Na análise da Figura 27, a nota dó foi registrada em 4216,45. Para essa figura, foram analisados 21 pontos, dos quais apenas 1 apresentou acerto, resultando em uma assertividade de 5%.

## 6.2.3.6 Dólar/Real

Para ilustrar um exemplo de câmbio de moedas, optou-se pelo Dólar, que é amplamente reconhecido como a moeda de maior relevância global. Conforme evidenciado na Tabela 12, a variação de preço do Dólar é relativamente baixa, o que resulta em uma proximidade significativa entre os níveis de suporte e resistência. Esse fenômeno também é percebido pela tolerância, estabelecida em 0,05.

Tabela 12 – Suportes e Resistências no par Dólar/Real

<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>	<b>Preço</b>	<b>Indicador</b>
5,48	Resistência	5,01	Suporte
5,09	Suporte	4,97	Suporte
5,13	Resistência	5,07	Resistência
4,93	Suporte	4,95	Resistência
5,30	Resistência	4,92	Resistência
5,13	Suporte	4,87	Suporte
5,26	Resistência	4,95	Resistência
5,24	Resistência	4,76	Suporte
5,10	Suporte	4,93	Resistência
5,34	Resistência	4,91	Resistência
4,89	Suporte	4,83	Suporte
5,00	Resistência	5,00	Resistência
4,94	Suporte	4,90	Suporte
5,12	Resistência	5,01	Resistência
4,75	Suporte	4,99	Resistência
4,87	Resistência	4,89	Suporte
4,76	Suporte	5,00	Resistência
4,70	Suporte	5,00	Resistência
4,84	Suporte	4,95	Suporte
5,00	Resistência	5,05	Resistência
4,85	Suporte	4,95	Suporte

4,82	Suporte	5,19	Resistência
4,84	Suporte	5,24	Suporte
5,22	Resistência	5,33	Suporte

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 13 exibe todos os níveis harmônicos identificados nos três testes realizados.

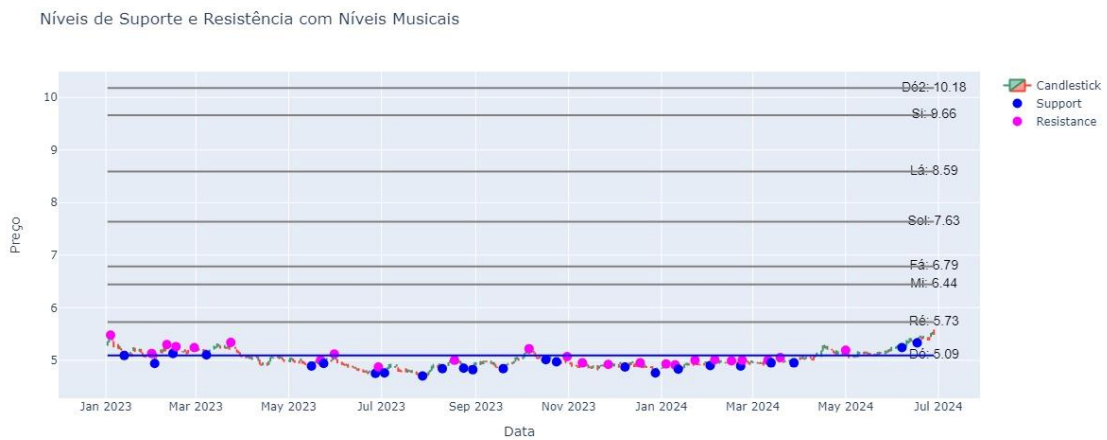
Tabela 13 - Níveis das notas musicais no par Dólar/Real

	Teste 1	Teste 2	Teste 3
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	5,09	4,70	4,82
<i>Ré</i>	5,73	5,29	5,42
<i>Mi</i>	6,44	5,95	6,10
<i>Fá</i>	6,79	6,27	6,43
<i>Sol</i>	7,63	7,05	7,23
<i>Lá</i>	8,59	7,93	8,13
<i>Si</i>	9,66	8,92	9,15
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	10,18	9,40	9,64

Fonte: Autoria própria.

A Figura 28 ilustra o primeiro teste, no qual o primeiro suporte está localizado em 5,09. Como foram analisados apenas os pontos de referência com preços superiores ao valor selecionado, a maioria dos pontos não foi incluída na amostra para análise da assertividade. Dessa forma, restaram 12 pontos, dos quais 4 foram acertos e 8 foram erros, resultando em uma assertividade de 33%.

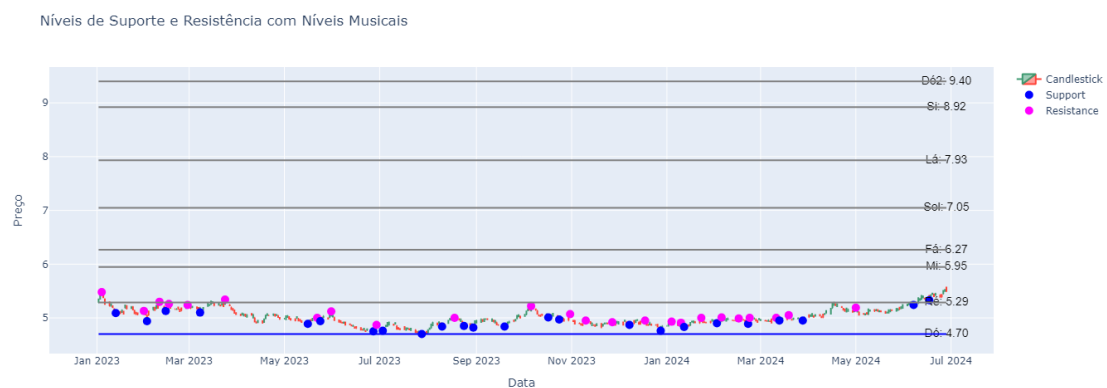
**Figura 28 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no par Dólar/Real - Teste 1**



**Fonte: Autoria própria.**

No segundo teste, o suporte com o menor preço encontrado foi 4,70, conforme ilustrado na Figura 29. As resistências e suportes identificados variaram entre as notas dó e ré, entretanto, apenas 2 pontos foram considerados acertos, devido à tolerância estabelecida, enquanto 28 pontos foram classificados como erros, resultando em uma assertividade de apenas 7%.

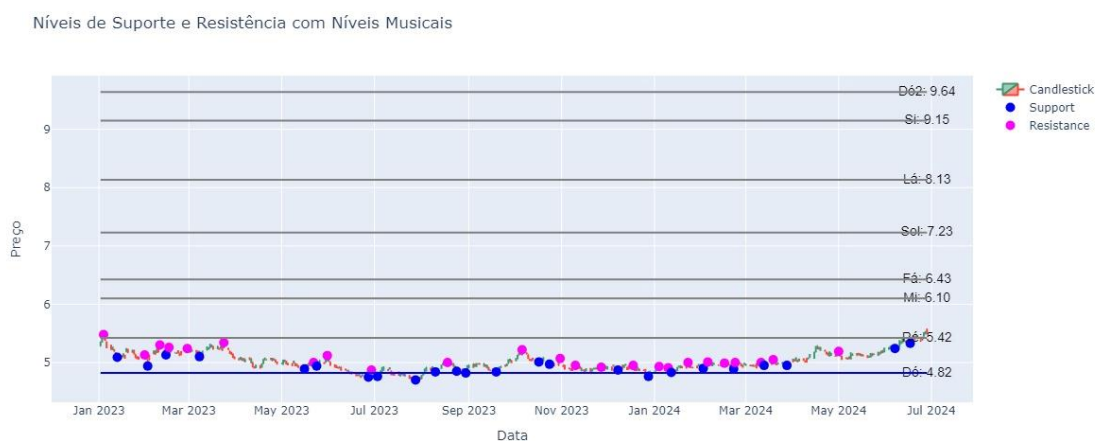
**Figura 29 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no par Dólar/Real - Teste 2**



**Fonte: Autoria própria.**

No terceiro teste, foi selecionado o preço de 4,82, que aparentemente representa o local com maior concentração de pontos próximos, conforme observado na Figura 30. No entanto, foram analisados 25 pontos, dos quais apenas 3 foram acertos, resultando em uma assertividade de 12%.

**Figura 30 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no par Dólar/Real - Teste 3**



**Fonte: Autoria própria.**

Apesar da volatilidade extremamente baixa do dólar, a maioria dos pontos analisados ficou fora da tolerância calculada.

### 6.2.3.7 Bitcoin (BTC)

No último teste realizado, foi escolhida a maior criptomoeda existente, o Bitcoin. Esses ativos são conhecidos por sua alta volatilidade, e, entre todos os ativos analisados, o Bitcoin foi o que apresentou a maior discrepância entre o preço mínimo e o preço máximo. Para a tolerância foi adotado um valor de 1405,96.

Tabela 14 – Suportes e Resistências no Bitcoin

Preço	Indicador	Preço	Indicador	Preço	Indicador
24.167,20	Resistência	25.520,70	Suporte	40.297,50	Suporte
23.368,00	Resistência	25.880,60	Suporte	38.521,90	Suporte
21.539,40	Suporte	28.089,30	Resistência	43.839,00	Resistência
25.134,10	Resistência	25.362,60	Suporte	41.879,20	Suporte
22.861,60	Suporte	25.404,40	Suporte	42.264,80	Suporte
22.199,00	Suporte	24.930,30	Suporte	52.820,10	Resistência
19.628,30	Suporte	26.840,50	Resistência	52.945,10	Resistência
26.514,70	Resistência	26.415,50	Suporte	63.913,10	Resistência
27.276,70	Suporte	27.488,80	Resistência	73.750,10	Resistência
31.005,60	Resistência	26.011,50	Suporte	68.200,00	Resistência
29.995,80	Resistência	27.259,50	Resistência	71.727,70	Resistência
29.820,10	Resistência	26.558,30	Suporte	64.559,90	Suporte
26.415,10	Suporte	35.150,40	Resistência	72.715,40	Resistência
25.890,60	Suporte	37.926,30	Resistência	60.919,10	Suporte
28.432,00	Resistência	34.948,50	Suporte	67.234,00	Resistência
26.574,60	Suporte	35.671,00	Suporte	56.555,30	Suporte
25.434,90	Suporte	36.750,10	Suporte	65.494,90	Resistência
27.332,20	Resistência	44.408,70	Resistência	60.208,80	Suporte
24.797,20	Suporte	40.234,60	Suporte	71.946,50	Resistência
31.375,60	Resistência	40.530,30	Suporte	66.357,00	Suporte
29.777,30	Suporte	41.676,50	Suporte	65.056,90	Suporte
31.814,50	Resistência	43.804,80	Resistência	67.188,30	Resistência
29.988,00	Resistência	45.899,70	Resistência	58.601,70	Suporte
30.176,80	Resistência	41.705,40	Suporte		
25.409,10	Suporte	43.566,30	Resistência		

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 14, é possível observar que, devido à alta volatilidade, o número de suportes e resistências identificados foi superior ao de outros ativos, totalizando 73 pontos.

Tabela 15 – Níveis das notas musicais no Bitcoin

	Teste 1	Teste 2
<i>Dó<sup>Médio</sup></i>	19628,25	38521,89
<i>Ré</i>	22081,78	43337,13
<i>Mi</i>	24842,00	48754,27
<i>Fá</i>	26170,99	51362,51
<i>Sol</i>	29442,38	57782,83
<i>Lá</i>	33122,67	65005,69
<i>Si</i>	37263,01	73131,40
<i>Dó<sup>maior</sup></i>	39256,50	77043,78

Fonte: Autoria própria.

Para esse investimento, foram realizados apenas dois testes, uma vez que os preços ultrapassaram todos os níveis harmônicos. Na Figura 15, é possível visualizar todos os níveis harmônicos identificados pelo indicador.

Figura 31 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Bitcoin - Teste 1



Fonte: Autoria própria.

A Figura 31 ilustra o primeiro teste, no qual foi selecionado o menor preço de suporte, fixado em 19682,30. Foram analisados 35 pontos, os quais se encontraram dentro dos preços das ondas harmônicas. Desses 35 pontos, 30 foram acertos, resultando em uma assertividade de 86%.

**Figura 32 – Plotagem dos Níveis Harmônicos no Bitcoin - Teste 2**



**Fonte: Autoria própria.**

No segundo teste, foi selecionado o suporte com o menor preço após os suportes do primeiro teste, tendo 38521,90 como referência, conforme ilustrado na Figura 32. Com a significativa alta do preço do Bitcoin, mesmo com a criação de novos níveis harmônicos, foi possível realizar o teste até a nota Sí. Foram registrados 13 acertos e 8 erros, resultando em uma assertividade de 62%.

## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou a possível relação entre as frequências das ondas musicais e os níveis de suporte e resistência em ativos do mercado financeiro, propondo um modelo de indicador técnico baseado em notas harmônicas. Por meio da análise de ativos selecionados, buscou-se avaliar a eficácia do método para identificar pontos de reversão nos gráficos e contribuir para a previsibilidade dos movimentos de preço.

Os testes realizados indicaram que a assertividade do indicador técnico de notas musicais apresentou resultados limitados, com uma quantidade restrita de topos e fundos identificados próximos aos suportes e resistências calculados, mesmo com a aplicação de uma margem de tolerância fundamentada na volatilidade dos ativos. Excluindo o Bitcoin, que obteve uma assertividade elevada devido à forte valorização durante a amostragem, todos os outros ativos analisados apresentaram assertividade limitada. Isso sugere que, embora a proposta seja conceitualmente interessante, sua aplicabilidade prática enfrenta desafios, possivelmente decorrentes da complexidade dos movimentos do mercado financeiro e da influência de fatores exógenos nos preços.

Como sugestão para estudos futuros, seria interessante explorar amostras maiores, abrangendo dados históricos mais antigos até o momento atual. Além disso, recomenda-se realizar testes em diferentes cenários de mercado, como tendências de baixa e tendências laterais. Outra possibilidade seria buscar novas formas de otimizar as análises para melhorar a assertividade do indicador, como a aplicação de métodos alternativos para definir a tolerância. Também seria relevante realizar comparações com outros indicadores técnicos, como a extensão de Fibonacci, a fim de avaliar a eficácia relativa da abordagem proposta, bem como testar sua aplicabilidade em diferentes ativos, tanto do mercado tradicional quanto do setor de criptomoedas. Além disso, sugere-se a implementação de testes de compra e venda baseados nos sinais do indicador, com o objetivo de quantificar o lucro ou prejuízo gerado, permitindo uma análise mais precisa de sua viabilidade operacional no mercado financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ABE, M. **Manual de análise técnica**. São Paulo: Novatec Editora, 2009.
- ALGOTRADING101. **Yfinance Library – A Complete Guide**. 2020. Disponível em: <https://algotrading101.com/learn/yfinance-guide/>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- ALURA. **Pandas Python: o que é, para que serve e como instalar**. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/pandas-o-que-e-para-que-serve-como-instalar>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- BORGES, A. N.; RODRIGUES, C. G. **Introdução à física acústica**. São Paulo: LF Editorial, 2018.
- BÚSSOLA DO INVESTIDOR. **Teoria de Dow na Análise Técnica**. 2014. Disponível em: <https://www.bussoladoinvestidor.com.br/teoria-de-dow/>. Acesso em: 26 maio 2023.
- B3. **Carteira do Dia**. 2024. Disponível em: [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa-composicao-da-carteira.htm](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa-composicao-da-carteira.htm). Acesso em: 20 nov. 2024.
- B3. **O que é a Bolsa de Valores? Saiba tudo sobre o assunto**. 2022. Disponível em: <https://borainvestir.b3.com.br/tipos-de-investimentos/renda-fixa/o-que-e-a-bolsa-de-valores-saiba-tudo-sobre-o-assunto/>. Acesso em: 31 maio 2023.
- B3. **Uma análise da evolução dos investidores pessoas físicas na B3**. 2022. Disponível em: [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/perfil-pessoas-fisicas/perfil-pessoa-fisica/](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/perfil-pessoas-fisicas/perfil-pessoa-fisica/). Acesso em: 25 maio 2023.
- CHAVES, D. A. T. **Análise técnica e fundamentalista: divergências, similaridade e complementariedades**. São Paulo: USP, 2014.
- CORREIA, J. S. **Operando na Bolsa de Valores utilizando análise técnica**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.
- DEBASTIANI, C. A. **Candlestick: um método para ampliar lucros na Bolsa de Valores**. São Paulo: Novatec Editora, 2007.
- EDWARDS, R. D.; MAGEE, J.; BASSETTI, W. H. C. **Technical analysis of stock trends**. 11. ed. Estados Unidos: CRC Press, 2018.
- ELDER, A. **Como se transformar em um operador e investidor de sucesso**. 15. ed. Países Baixos: Elsevier, 2004.

HILPISCH, Y. **Python for finance: mastering data-driven finance**. 2. ed. O'Reilly Media, 2019.

KLEPPNER, D.; KOLENKOW, R. J. **An introduction to mechanics**. Reino Unido: Cambridge University Press, 2013.

KOBORI, J. **Análise fundamentalista: como obter uma performance superior e consistente no mercado de ações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

LEMOS, F. **Análise técnica dos mercados financeiros**. 2. ed. São Paulo: Saraiva Uni, 2018.

LITEFINANCE. **Trading em Forex usando el indicador fractal**. 2024. Disponível em: <https://www.litefinance.org/es/blog/for-beginners/mejores-indicadores-forex/que-es-un-fractal-trading/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MANDELBROT, B.; HUDSON, R. L. **The (MIS)Behavior of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward**. Basic Books, 2006.

MURPHY, J. J. **Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading methods and applications**. Penguin, 1999.

NORONHA, M. **Análise Técnica: teorias, ferramentas, estratégias**. Rio de Janeiro: Editec, 1995.

PLUMMER, T. **The law of vibration: the revelation of William D. Gann**. Reino Unido: Harriman House, 2013.

PYPI. **Numpy**. Disponível em: <https://pypi.org/project/numpy/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PYTHON. **What is Python? Executive Summary**. Disponível em: <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SCHWAGER, J. J. **Getting started in technical analysis**. Estados Unidos: Wiley, 1999.

SMITH, W. F. **Waves and oscillations: a prelude to quantum mechanics**. 1. ed. Reino Unido: Oxford University Press, 2010.

SUBRAHMANYAN, N.; LAL, B. **Waves and oscillations**. 2. ed. Índia: Vikas Publishing House, 2009.

WILDER, J. W. **New concepts in technical trading systems**. Trend Research, 1978.

WILLIAMS, B. **Trading chaos: aplicando técnicas especializadas para maximizar seus lucros**. 1. ed. Editora Letramento, 2022.

## APÊNDICE A – Código para plotagem das Resistências, Suportes e Níveis Harmônicos

```

#Criando um dataframe para extrair os dados pela biblioteca yfinance, nesse exemplo PETR4
df = yf.download('PETR4.SA', start='2023-01-01', end='2024-06-30')

#2 condições para ser considerado um suporte, os 2 candles anteriores precisam ter o preço mínimo maior que o candle de referencia, o mesmo vale para os 2 candles subsequentes
def is_support(df,i):
    cond1 = df['Low'][i] < df['Low'][i-1]
    cond2 = df['Low'][i] < df['Low'][i+1]
    cond3 = df['Low'][i-1] < df['Low'][i-2]
    cond4 = df['Low'][i+1] < df['Low'][i+2]
    return (cond1 and cond2 and cond3 and cond4)

#Criar uma coluna chamado 'Suporte' e completar com NaN
df['Suporte'] = np.nan

#Começando pelo 3 candle do dataframe, se for suporte fornecer a mínima do preço do candle, se não escrever 'false'
for i in range(2, len(df) - 2):
    if is_support(df, i):
        df['Suporte'].iloc[i] = df['Low'][i]
    else:
        df['Suporte'].iloc[i] = False

#2 condições para ser considerado uma resistência, os 2 candles anteriores precisam ter o preço máximo menor que o candle de referencia, o mesmo vale para os 2 candles subsequentes
def is_resistance(df,i):
    cond1 = df['High'][i] > df['High'][i-1]
    cond2 = df['High'][i] > df['High'][i+1]
    cond3 = df['High'][i-1] > df['High'][i-2]
    cond4 = df['High'][i+1] > df['High'][i+2]
    return (cond1 and cond2 and cond3 and cond4)

#Criar uma coluna chamado 'Resistência' e completar com NaN
df['Resistência'] = np.nan

#Começando pelo 3 candle do dataframe, se for resistência fornecer a máxima do preço do candle, se não escrever 'false'
for i in range(2, len(df) - 2):
    if is_resistance(df, i):
        df['Resistência'].iloc[i] = df['High'][i]
    else:
        df['Resistência'].iloc[i] = False

# Identificar suportes e resistências
levels = []

for i in range(2, df.shape[0] - 2):
    if is_support(df, i):
        levels.append((df.index[i], df['Low'][i].round(2), 'Support'))
    elif is_resistance(df, i):
        levels.append((df.index[i], df['High'][i].round(2), 'Resistance'))

```

Fonte: Autoria própria.

## APÊNDICE B – PLANILHA COM CÁLCULOS DE ASSERTIVIDADE

			ITUB4	ITUB4_2	ITUB4_3
			25,14	22,74	26,25
			28,28	25,58	29,53
			31,82	28,78	33,22
			33,52	30,32	35
			37,71	34,11	39,38
			42,42	38,37	44,3
			47,73	43,17	49,83
			50,28	45,48	52,5
ITUB4	0,59		TESTE 1	TESTE 2	TESTE 3
-		+			
25,89	26,48	27,07			
24,55	25,14	25,73	-		
26,09	26,68	27,27	a		
23,67	24,26	24,85	a		
23,45	24,04	24,63	a		
22,59	23,18	23,77	a		
22,15	22,74	23,33	a	-	
24,59	25,18	25,77	s	s	
23,93	24,52	25,11	a	a	
26,83	27,42	28,01	a	a	
25,66	26,25	26,84	a	a	-
25,61	26,2	26,79	a	a	s
27,39	27,98	28,57	s	a	a
28,01	28,6	29,19	s	s	a
28,66	29,25	29,84	a	s	a
28,54	29,13	29,72	a	s	s
25,95	26,54	27,13	a	a	s
27,13	27,72	28,31	s	a	a
28	28,59	29,18	s	s	a
25,94	26,53	27,12	a	a	s
25,77	26,36	26,95	a	a	s
26,98	27,57	28,16	a	a	a
25,96	26,55	27,14	a	a	s
25,99	26,58	27,17	s	a	a
26,07	26,66	27,25	a	a	s
30,64	31,23	31,82	s	a	a
30,62	31,21	31,8	a	a	a
33,38	33,97	34,56	s	s	a
32,11	32,7	33,29	a	a	s
31,38	31,97	32,56	s	a	a
31,6	32,19	32,78	s	a	a
33,15	33,74	34,33	s	s	s
35,36	35,95	36,54	a	a	a
33,28	33,87	34,46	s	s	a
34,3	34,89	35,48	a	a	s
32,96	33,55	34,14	s	s	s
31,94	32,53	33,12	a	a	a
33,04	33,63	34,22	s	s	s
30,77	31,36	31,95	s	a	a
30,36	30,95	31,54	a	a	a
31,15	31,74	32,33	s	a	a
			15	10	14
			24	24	16
		Total	39	34	30
		% acerto	38%	29%	47%

Fonte: Autoria própria.