



**RENAN GONÇALVES**

**AUTOMAÇÃO DA ANÁLISE E MODELAGEM  
DE SÉRIES TEMPORAIS NO CONTEXTO DO  
MERCADO FINANCEIRO BRASILEIRO**

**LAVRAS – MG**

**2023**

**RENAN GONÇALVES**

**AUTOMAÇÃO DA ANÁLISE E MODELAGEM DE SÉRIES  
TEMPORAIS NO CONTEXTO DO MERCADO FINANCEIRO  
BRASILEIRO**

Monografia apresentada à  
Universidade Federal de Lavras, como  
parte das exigências do Curso de  
Engenharia Controle e Automação,  
para a obtenção do título de Bacharel

Prof. Dr. Danton Diego Ferreira  
Orientador

Rodrigo Menezes Sobral Zacaroni  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder sabedoria e capacidade para alcançar mais um sonho em minha vida, a meu orientador Prof. Dr. Danton Diego Ferreira, a meu coorientador Rodrigo Menezes Sobral Zacaroni, a meus pais, minha irmã e minha namorada por me darem apoio e motivação nos meus objetivos.

## **RESUMO**

O presente trabalho busca desenvolver uma metodologia de análise de séries temporais financeiras no contexto do mercado financeiro brasileiro. Devido às novas tecnologias e módulos disponíveis para automação da aquisição e tratamento de dados, abre-se um espaço para novas metodologias no que diz respeito à criação automática de modelos estatísticos. Serão referenciadas as principais obras de literatura e artigos no que diz respeito à econometria e séries temporais no mercado financeiro, propondo a utilização destes conceitos na automação da modelagem e análise de séries temporais do custo de ativos utilizando a linguagem de programação R, as ferramentas do Google Finance e seus módulos disponíveis na internet. Foi criado um algoritmo que automatiza a aquisição de dados de uma cesta de ações das empresas listadas na bolsa de valores de São Paulo através da plataforma Google Finance, e então foram tratadas 52 séries temporais dividindo-se em bases de treino e teste para a criação de modelos estatísticos de séries temporais utilizando-se os modelos ARIMA através de um algoritmo que automatiza a sua parametrização. Após a criação dos modelos, foi analisado o erro quadrático médio classificando os ajustes conforme a sua qualidade.

**Palavras-chave: Mercado Financeiro, Séries Temporais Financeiras, ARIMA.**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>7</b>
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
3.1 MERCADO FINANCEIRO .....	7
3.2 SÉRIES TEMPORAIS FINANCEIRAS .....	9
3.3 MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS PELO MÉTODO ARIMA.....	10
3.31 TENDÊNCIA.....	11
3.32 SAZONALIDADE .....	12
3.33 CICLOS .....	12
3.34 ALEATÓRIO.....	13
3.35 ESTACIONARIEDADE .....	13
3.36 AUTOCORRELAÇÃO .....	14
3.4 GOOGLE FINANCE.....	15
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
4.1 AQUISIÇÃO DOS DADOS.....	15
4.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>17</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>8. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das características mais importantes da Séries Temporais (ST) é a sua ampla utilização em diversas áreas da ciência. Independente do contexto, trata-se de uma ferramenta que permite a avaliação de fenômenos e acontecimentos ao longo do tempo, além de possibilitar o desenvolvimento de técnicas mais avançadas na análise de dados.

Na economia o uso de ST é amplamente difundido nos mais diversos âmbitos. As séries de ativos financeiros proporcionaram analistas a possibilidade de avaliar os valores em diferentes horizontes temporais, fornecendo visões de curto, médio e longo prazo sobre as alterações de preços e indicadores econômicos. Essas análises auxiliam na tomada de decisões dos investidores de todos os perfis, permitindo que estes tenham uma visão mais clara e controlada do mercado financeiro.

Na estatística podemos encontrar diversas técnicas que estudam o comportamento dos dados e a correlação entre variáveis que possibilitam inferências sobre o futuro com base ... nos dados históricos. Na abordagem de Séries Temporais, essa possibilidade ocorre graças à propriedade de autocorrelação presente nos dados, que revela a dependência entre as observações ao longo do tempo.

. Sendo assim, o desenvolvimento de modelos de previsão de séries temporais é baseado na premissa de que os dados do passado exercem algum nível de influência nos dados futuros. No contexto econômico esse tipo de análise histórica pode ser utilizado de forma integrada com as conjunturas atuais e análises fundamentalistas para guiar os investidores de maneira orientada a dados.

A tarefa de previsão do preço de ativos financeiros pode ser bastante desafiadora, uma vez que há diversos fatores externos relacionados à macroeconomia, inclusive fatores comportamentais dos investidores que podem influenciar significativamente nos resultados da previsão. Por isso, é importante estudar técnicas e métodos computacionais que possam auxiliar os analistas nessa tarefa, possibilitando uma vantagem competitiva na leitura do mercado.

(PATEL. et al., 2015)

Este trabalho apresentará uma revisão bibliográfica sobre os modelos estatísticos frequentemente utilizados na área econométrica e também um experimento realizado utilizando dados públicos do histórico de preços das ações de empresas listadas na Bolsa de Valores do Brasil, a B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), analisando a possibilidade de utilização de modelos estatísticos da

classe ARIMA (*Autorregressive Integrated Moving Average*) em diferentes papéis e horizontes temporais, selecionando uma parcela dos dados para o treino do modelo e outra parte para validação. Como resultado deste experimento, busca-se o ranking das ações que melhor se adequaram nesta técnica de previsão.

Os dados de negociação de preços na bolsa de valores do Brasil estão disponíveis na internet em diversas plataformas. Uma forma de buscar os dados é através da API da Google denominada Google Finance, que pode ser acessada facilmente através do aplicativo Google Planilhas e a função “GOOGLEFINANCE”. Dessa forma, inserindo na função o código da ação, podemos fazer a requisição dos dados de abertura, fechamento, máxima e mínima nos intervalos de tempo diário, semanal, mensal ou superior.

## **2 OBJETIVO**

A proposta deste trabalho é apresentar um algoritmo que permite obter dados financeiros da Bolsa de Valores brasileira por meio da ferramenta Google Finance, bem como automatizar a criação de modelos da classe ARIMA, utilizando a linguagem R. Como resultado, serão identificados as ações e os períodos de tempo em que o modelo obteve melhor desempenho na previsão do preço de fechamento.

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção, será apresentada uma síntese desse conceito aplicados neste trabalho. Serão explorados os conceitos de mercado financeiro, séries temporais financeiras, organização de séries temporais, modelagem de séries temporais pelo método ARIMA, utilização da ferramenta Google Finance, preparação dos dados e plotagem de séries temporais.

### **3.1 MERCADO FINANCEIRO**

Com base em conceitos apresentados por Oliveira et al. (2006), Mellagi Filho e Ishikawa (2007) e Fortuna (2002). É possível descrever o mercado financeiro como a integração entre os

atores financeiros que estão superavitários e os que estão com necessidade de recursos para investimentos. Intermediando assim o fluxo de capital que supre as necessidades de agentes econômicos que em determinados períodos de tempo não possuem renda suficiente para suprir suas necessidades de consumo.

Nesse sentido, é necessária uma estrutura de instituições que possa sustentar o fluxo de capitais e fazer a intermediação entre os agentes que possuem capital e aqueles que vivem de investimento.

No Brasil, o principal indicador econômico que mede o desempenho das ações negociadas na bolsa de valores é o Ibovespa, trata-se do agrupamento das principais e mais importantes empresas de capital aberto do país.

A bolsa de valores do Brasil, denominada B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), é uma das principais empresas de infraestrutura de mercados financeiros no mundo. É uma sociedade de capital aberto que integra os principais índices Ibovespa, IBrX-50, IBrX e Itag, entre outros. É uma das maiores em valor de mercado, sendo destaque mundial no setor de bolsas (B3, 2021).

Segundo Assaf Neto (1999), o processo de desenvolvimento econômico de um país é consequência direta do mercado de capitais, a aproximação entre agentes deficitários e superavitários gera o aproveitamento dos recursos extras e promove o aumento da produtividade geral da economia.

Os títulos negociados na bolsa de valores são os instrumentos pelos quais os investidores recebem direitos de participação nas sociedades anônimas, em contrapartida aos recursos que são alocados na estrutura financeira da empresa (Pinheiro, 2009). As ações são exemplos de títulos representativos que confere ao investidor alguns direitos e benefícios (Castro, 1979).

Assaf Neto (1999) também discorre sobre os ganhos que os detentores de ações recebem, especificando-os em quatro tipos:

1. Dividendos: fruto dos resultados da empresa, são uma fração do lucro gerado pela empresa no seu exercício social;
2. Bonificação: distribuição de novas ações equivalente à quantidade de capital investido, a emissão de novas ações ocorre em decorrência da incorporação de reservas da própria empresa;
3. Valorização: resulta da elevação do valor de mercado da empresa;

4. Direitos de subscrição: os acionistas também podem exercer papel na governança da empresa, devendo ser consultados previamente às decisões de aumento de capital.

No entanto, segundo Arceno (2019) o que atrai ou afasta os investidores de determinadas ações, em geral é o preço real e a sua valorização ou desvalorização no decorrer do tempo. Esse cálculo é acompanhado nos diversos índices, que são indicadores de desempenho de um conjunto de ações. O cálculo dos índices é o resultado de processos complexos que envolvem os preços das ações negociadas diariamente. Esses processos geraram grandes quantidades de dados, que são transformados em informações utilizadas na tomada de decisão dos investidores.

### **3.2 SERIES TEMPORAIS FINANCEIRAS**

No campo de estudo da econometria, engenharia e ciências naturais ocorrem fenômenos que são registrados em intervalos de tempo, Corrar e Theófilo (2004) mencionam que há uma diferença fundamental que distingue as séries temporais de uma amostra aleatória simples, que é a vinculação das observações com a ordem cronológica de registro desses valores. Portanto os períodos de tempo são propriedades essenciais para o estudo de séries temporais de qualquer natureza.

O agrupamento de valores no contexto econômico como: preço das ações, indicadores macroeconômicos, lucros e dividendos. Quando registrados continuamente em períodos constantes formam séries temporais financeiras (Souza, 2006).

Para Helers (2004), as propriedades de uma série temporal podem ser observadas a partir da decomposição em uma tendência, um componente cíclico ou sazonal e um componente aleatório ou ruído. Essa abordagem permite que seja identificado padrões em cada item e a partir disso podemos criar previsões para valores futuros. Por conseguinte, pode-se construir modelos que poderão estimar valores futuros, levando-se em consideração os valores passados de determinada variável.

As estimativas baseadas em modelos de séries temporais foram divididas em quatro abordagens segundo Gujarati (2000):

1. Modelos de Regressão;

2. Modelos de Equações Simultâneas;
3. Modelos auto-regressivos integrados de média móvel (ARIMA)
4. Modelos de auto-regressão vetorial (VAR)

Kaboudan e Sarkar (2008), afirmam que em modelos estatísticos convencionais poderiam ter a performance reduzida a partir da elevada complexidade e múltiplos fatores que são fontes de variação, à vista disso, métodos computacionais podem ser convenientes na modelagem de séries temporais. Souza (2006) concorda com essa afirmação e também observa que em séries financeiras, geralmente há baixa correlação serial e agrupamento de volatilidade e isso dificulta a modelagem estatística para esses processos.

### **3.3 MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS PELO MÉTODO ARIMA**

Os métodos de modelagem das séries temporais a partir de modelos matemáticos foram sumarizados e descritos na década de 70 pelos autores Box e Jenkins (1970) no livro *Time Series Analysis: forecasting and control*, nos quais se destacaram os modelos autorregressivos integradores de médias móveis (ARIMA) pelas suas aplicações na econometria, resultando em diversos outros trabalhos publicados por Schwert (1987), Bos et al (2002) e mais recentemente pelos autores Bender e Keiel (2018).

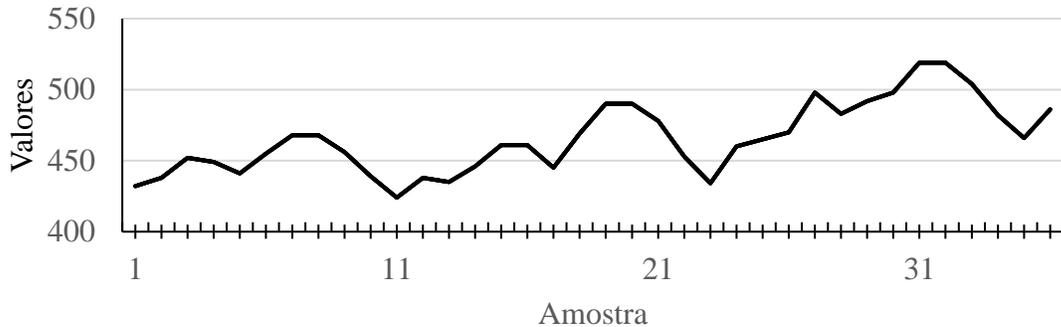
Três estágios fundamentais foram listados pela metodologia original segundo Box e Jenkins (1970) que são:

1. Identificação;
2. Estimação de parâmetros;
3. Checagem diagnóstica.

No primeiro estágio os dados são selecionados de algum processo específico com base no contexto do procedimento estudado, de acordo com a metodologia específica e análise de dados. Em seguida, parâmetros são estimados a partir da solução de algum problema de maximização ou minimização de funções objetivas e por fim são aplicados testes para validação estatística dos modelos que poderão ser usados para estimativas e predições.

O processo de modelagem dos dados consiste em caracterizar a série original com base em componentes como a tendência, sazonalidade, ciclos e um aleatório; em classificações que determinam se a série é estacionária ou não estacionária, e também a partir de outros conceitos como a correlação que estão listados nos itens a seguir, que são a decomposição da série temporal de exemplificada na Figura 1.0.

FIGURA 1.0 – Exemplo de uma série temporal.

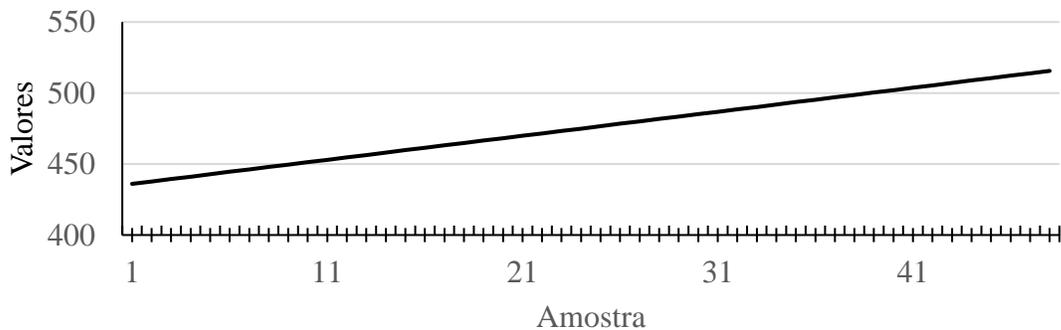


Fonte: Do Autor (2023).

### 3.3.1 TENDÊNCIA

A tendência é o padrão de crescimento ou decrescimento da variável estudada em determinado período de tempo (FIGURA 1.1).

FIGURA 1.1 – Exemplo de tendência em uma série temporal.

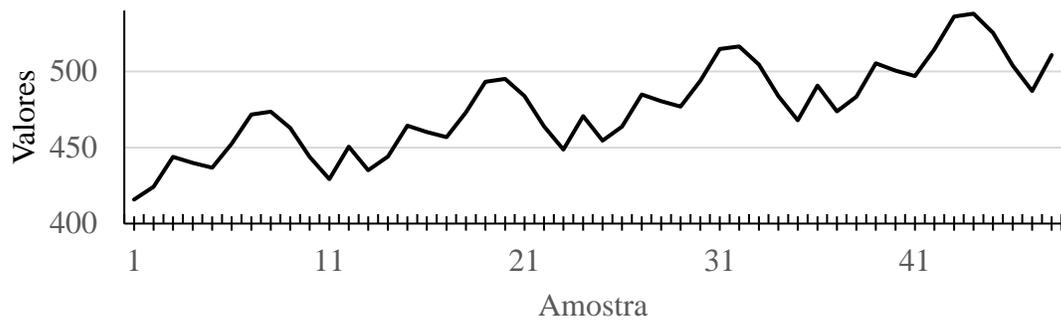


Fonte: Do Autor (2023).

### 3.3.2 SAZONALIDADE

São padrões de comportamento que se repetem em períodos específicos de acordo com a variável estudada (FIGURA 1.2).

FIGURA 1.2 – Exemplo de sazonalidade em uma série temporal.

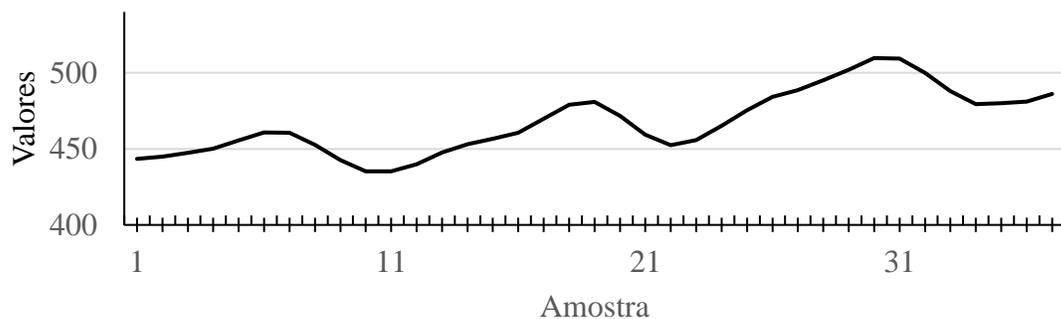


Fonte: Do Autor (2023).

### 3.3.3 CICLOS

São oscilações mais longas, não tão regulares que tendem a variar ao entorno de uma linha de tendência (FIGURA 1.3).

FIGURA 1.3 – Exemplo de ciclos em uma série temporal.

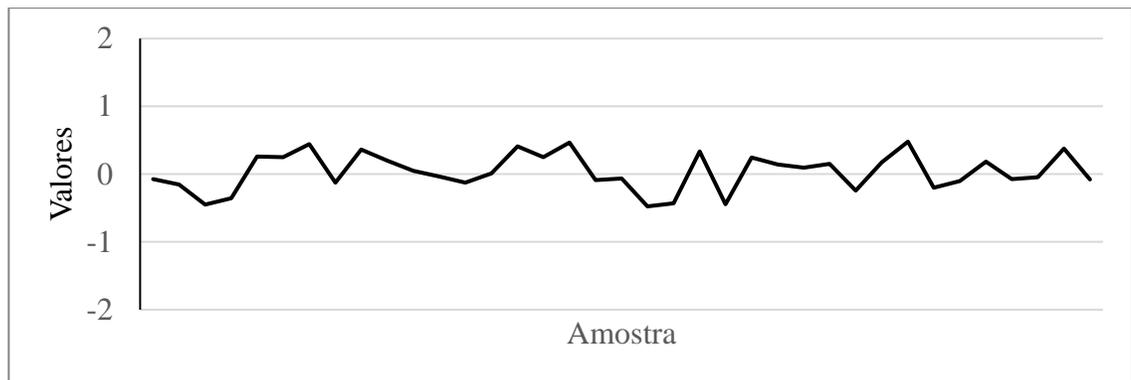


Fonte: Do Autor (2023).

### 3.3.4 ALEATÓRIO

Capta os efeitos aleatórios que não foram incorporados pela modelagem da série temporal, ou seja, os resíduos (FIGURA 1.4).

FIGURA 1.4 – Exemplo de ciclos em uma série temporal.

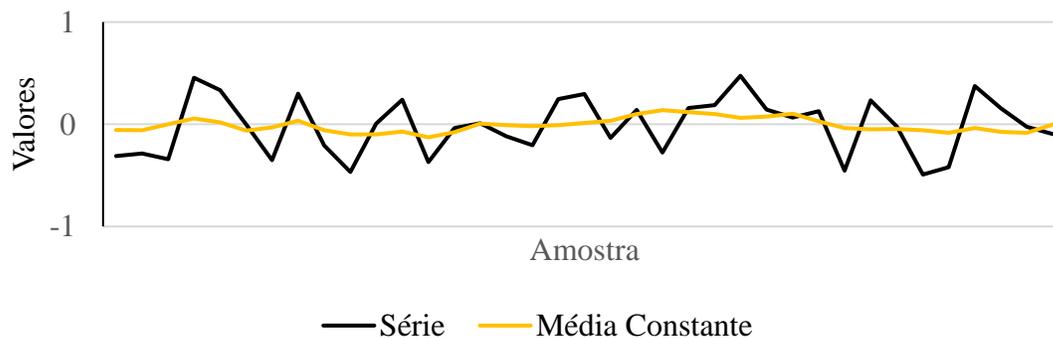


Fonte: Do Autor (2023).

### 3.3.5 ESTACIONARIEDADE

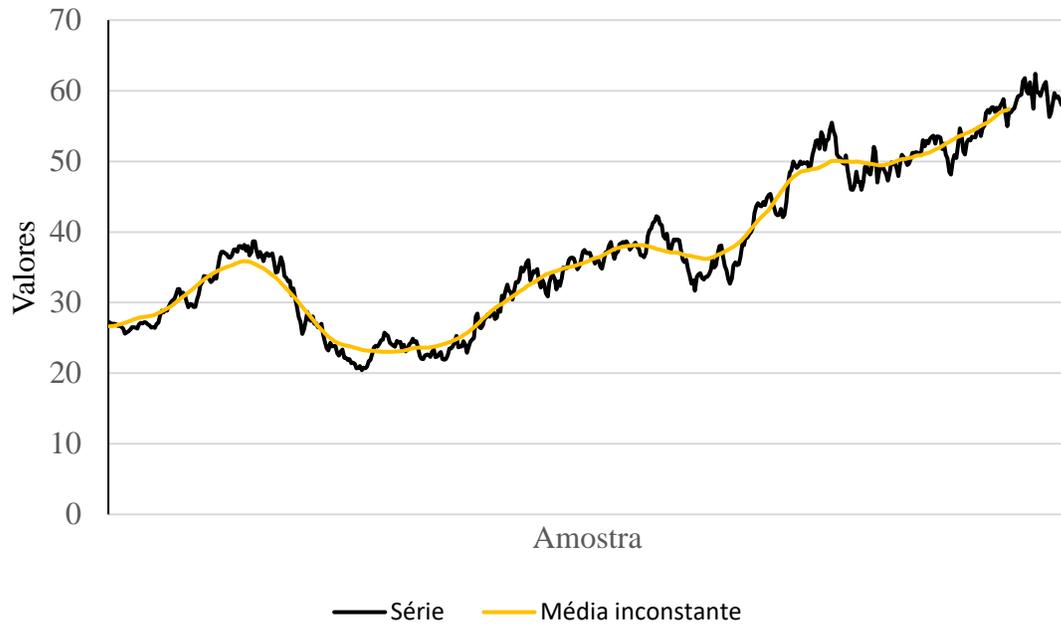
Classificação que determina se os dados variam ao entorno da mesma média ao longo do tempo (FIGURA 1.5) ou se tem média inconstante (FIGURA 1.6).

FIGURA 1.4 – Exemplo de série temporal estacionária.



Fonte: Do Autor (2023).

FIGURA 1.4 – Exemplo de série temporal não estacionária.

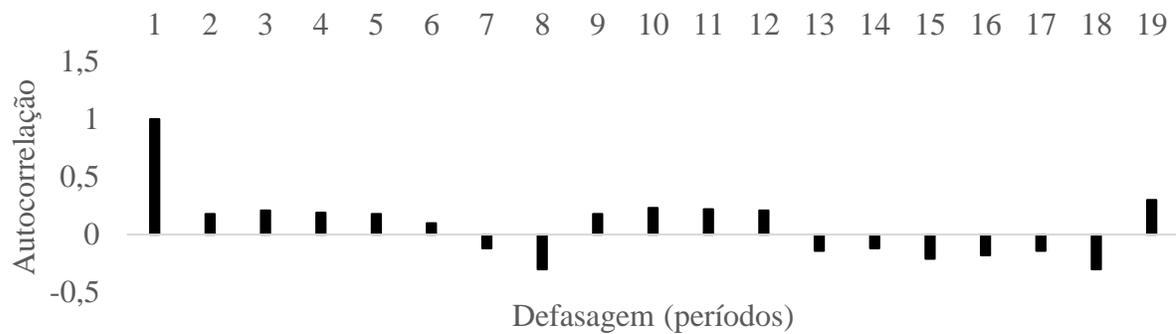


Fonte: Do Autor (2023).

### 3.3.6 AUTOCORRELAÇÃO

O conceito é semelhante ao de correlação entre duas variáveis, porém trata-se da correlação entre a série e às observações passadas da própria série com uma defasagem padrão (FIGURA 1.7).

FIGURA 1.4 – Série da autocorrelação em função do período defasado.



Fonte: Do Autor (2023).

### 3.4 GOOGLE FINANCE

Desde 2006, a empresa Google disponibiliza uma plataforma que apresenta dados e informações sobre o mercado financeiro dos diversos países, atualmente o sistema está em versão beta, porém é possível obter cotações de abertura, fechamento, entre outros indicadores financeiros de diversas empresas no mundo GOOGLE (2023).

A obtenção de dados financeiros é possível através do aplicativo Google Planilhas disponível gratuitamente para usuários cadastrados na plataforma executando a função “GOOGLEFINANCE()” em qualquer célula da planilha online. Os detalhes de execução da função, bem como a documentação completa é disponibilizado no próprio site da empresa GOOGLE (2023), utilizando-se corretamente os parâmetros de busca de acordo com o código da ação, ticker e o atributo de data é retornado em uma lista contendo as datas e preços referentes à busca.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa seção será apresentada a metodologia aplicada no desenvolvimento de uma automação da rotina de modelagem de séries temporais financeiras.

### 4.1 AQUISIÇÃO DOS DADOS

A fonte dos dados será a plataforma Google Finance, e a extração dos dados será feita pelo aplicativo Google Planilhas. Para cada empresa listada na bolsa de valores serão realizadas modelagens das séries temporais do preço das ações no período de dois anos ou menos, conforme a disponibilidade dos dados.

Além disso, cada série temporal adquirida pelo método será dividida em duas partes, sendo uma para treino do modelo e outra para aplicação do teste, este método torna a modelagem mais próxima da aplicação de um modelo real e evita que o resultado seja enviesado pelo *overfitting*.

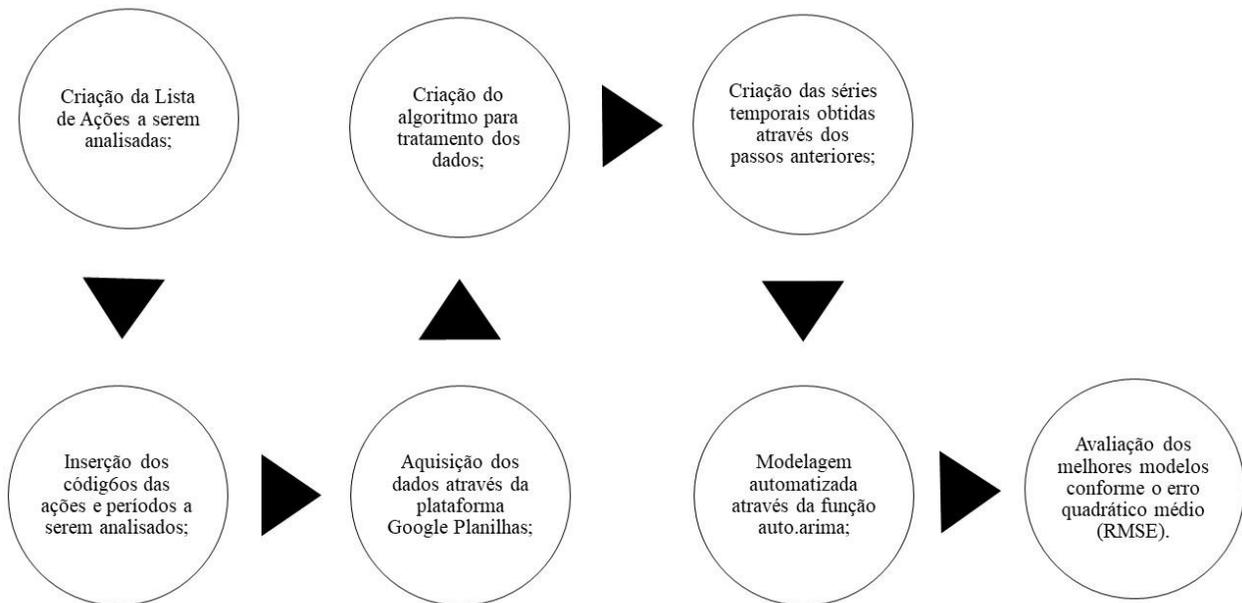
Para os dados de treino serão utilizados 80% dos dados, ordenados do mais antigo para o

mais recente, e para o teste do modelo e cálculo do erro serão utilizados os 20% restantes que correspondem aos dados mais recentes das séries temporais.

## 4.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS

No processo de automação do processamento se dá através da programação de um script em linguagem R para buscar os dados no aplicativo Google Planilhas através do navegador, criar o script de modelagem de séries temporais e disponibilizar os resultados de forma analítica, de acordo com o diagrama representado na figura 2.

FIGURA 2 – Fluxograma do algoritmo de automação da análise de séries temporais.



Fonte: Do Autor (2023).

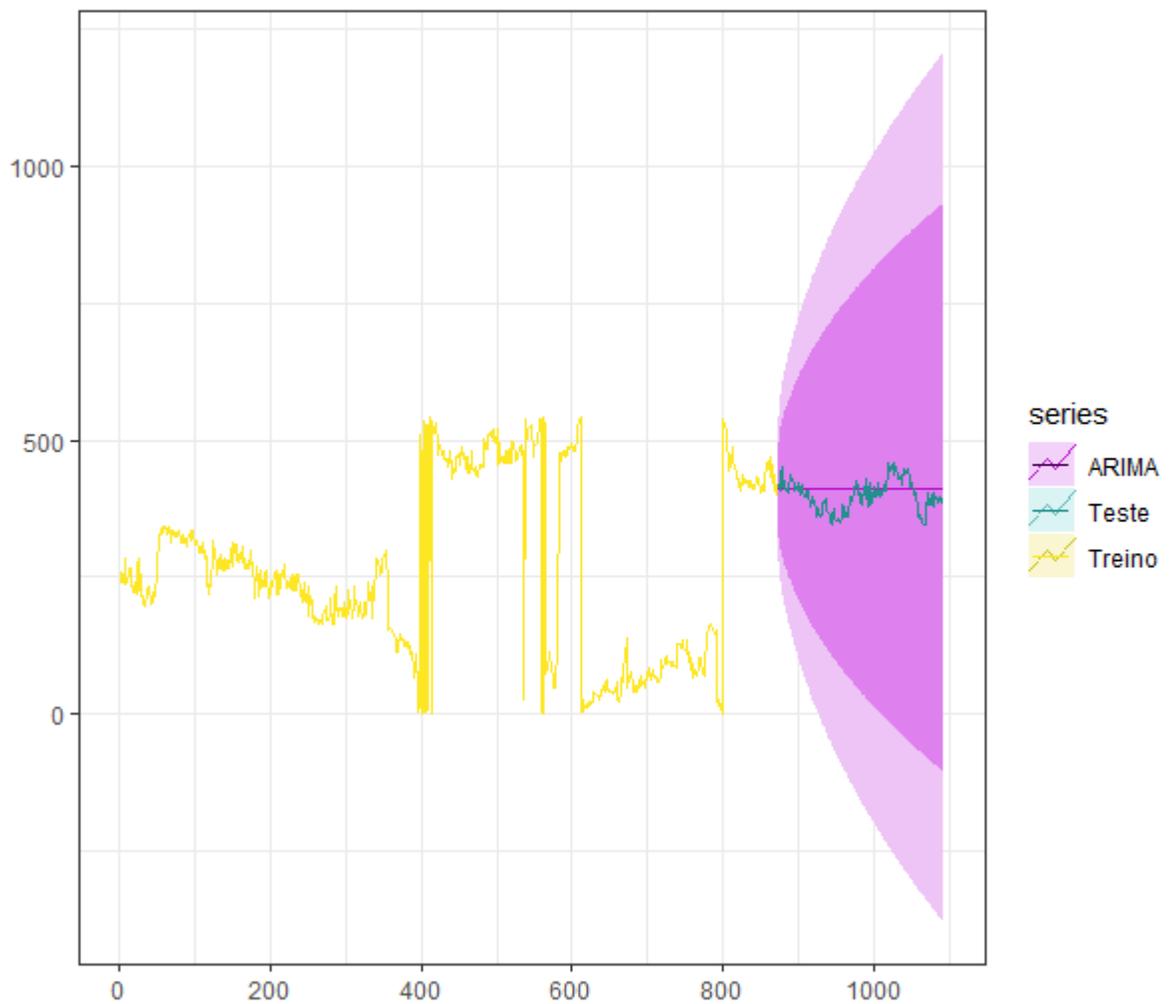
No que se refere à parametrização e decomposição dos modelos ARIMA, será utilizado a função “auto.arima” da biblioteca “forecast” na sua versão 8.20, que provisiona métodos e ferramentas para análise e automação da modelagem de séries temporais, disponível no repositório oficial da linguagem R CRAN.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De todas as empresas listadas na B3, 52 foram encontradas na plataforma Google Finance disponíveis para consulta através do aplicativo Google Planilhas. Estas empresas compuseram a cesta de ações que serão analisadas pelo algoritmo.

O resultado da função `auto.arima` é um intervalo de confiança no qual a predição poderá estar contido, um exemplo de saída analítica do algoritmo está na figura 3.

FIGURA 3 – Gráfico gerado através da saída do algoritmo para uma série temporal.



Fonte: Produzido pelo autor com base nos dados do experimento realizado.

Na figura 3, é possível verificar que houve um resultado totalmente incluído no intervalo de confiança do resultado, chegando em um RMSE de 31,09.

Para análise geral deste trabalho, os resultados foram separados de acordo com o erro em 4 diferentes classes, através de uma estatística envolvendo todos os modelos. A média geral do erro das 52 séries temporais foi de 93,36 com o desvio padrão de 104,37 e mediana 48,81. Isso evidencia que houveram séries em que o modelo captou muito bem as variações e outras em que o erro aleatório proveniente de variações não captadas pelo modelo foi maior.

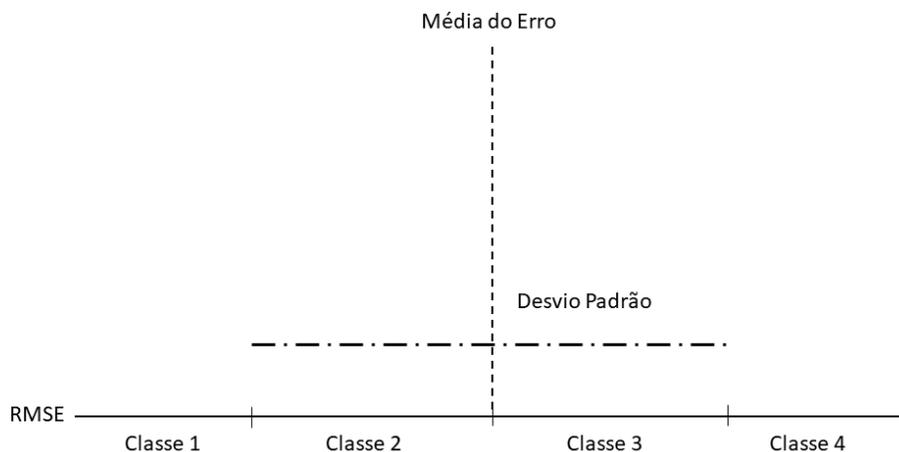
Para a classificação das séries de acordo com o erro foram criados 4 grupos de acordo com a média e desvio padrão dos resultados, neste contexto é importante evidenciar que se trata de uma classificação arbitrária e que os resultados não estão distribuídos de acordo com a curva normal.

As classes dos resultados serão construídas da seguinte forma:

1. Modelos em que o RMSE está abaixo da média, subtraída de 0,5 desvio padrão.
2. Modelos em que o RMSE está abaixo da média e acima de 0,5 desvio padrão.
3. Modelos em que o RMSE está abaixo da média adicionada de 0,5 desvio padrão.
4. Modelos em que o RMSE está acima da média adicionada de 0,5 desvio padrão.

A Figura 4 ilustra a classificação do modelo de acordo com o esquema proposto:

FIGURA 4 – Esquema de classificação de acordo com o RMSE.



Fonte: Produzido pelo autor com base nos dados do experimento realizado.

De acordo com a classificação proposta, os resultados foram distribuídos nas classes conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Frequência da classificação dos modelos de acordo com a metodologia proposta.

<b>Classe</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Frequência</b>
Classe 1	0	42	24
Classe 2	42	93	10
Classe 3	93	145	4
Classe 4	145	$\infty$	14

Fonte: Produzido pelo autor com base nos dados do experimento realizado.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto econométrico, os resultados evidenciam as proposições de Box e Jenkins (1970) em seus estudos sobre séries temporais, mostrando que os modelos ajustados obtiveram ajustes com erros variáveis. Cabe ao analista decidir se os modelos podem ser aplicados em suas práticas econômicas.

Os resultados deste trabalho buscaram reforçar os conceitos antigos, porém com uma abordagem computacional que abre novas possibilidades em diversos campos de estudo, visto que a automação da aquisição de dados através de robôs é uma fonte de dados diversa que podem ser utilizadas em estudos que correlacionam variáveis de diferentes áreas e com o uso de diversos modelos estatísticos da atualidade.

## 7 CONCLUSÃO

A evolução computacional das últimas décadas permite o uso de técnicas avançadas que necessitam de grande quantidade de dados e processamento, propiciando maior poder de análise e validação dos conceitos econômicos de maneira prática. Além disso, a possibilidade de testar diferentes modelos matemáticos em diferentes variações de tempo amplia a visão sobre os dados e permite a classificação e a distinção dos ativos que possuem as melhores métricas de ajuste estatístico.

Neste estudo foram utilizados os dados públicos disponibilizados na internet, do preço de fechamento diário de uma cesta de ações das empresas negociadas na bolsa de valores de São Paulo que estão disponíveis para consulta na plataforma Google Finance. Essa metodologia pode ser aplicada em outros contextos que contenham séries temporais, seguindo os métodos de ajuste propostos por Box e Jenkins (1978) e suas variações.

Para se fazer uma análise econômica, outros contextos econômicos deverão ser analisados, levando em consideração que antes de se classificar o resultado obtido como positivo ou negativo, deverão ser entendidas diversas outras fontes de variação que foram captadas ou não pelo modelo e os conceitos macroeconômicos que integram o entendimento dos fatos.

No entanto, não foi delimitado para este trabalho nenhuma análise econômica e nem recomendação do uso de modelos na prática econômica de maneira profissional, do mesmo modo com investimentos em empresas ou índices. Também não foi realizada a análise de resultados no contexto econômico, sendo assim, somente foram avaliados os ajustes econométricos da modelagem de séries temporais.

Conclusivamente, somente resultados positivos de um modelo matemático não é garantia absoluta de retornos financeiros em aplicações ou investimentos, pois trata-se de uma análise acessória que consegue captar um conjunto limitado de variações de um fenômeno real.

## 8 REFERÊNCIAS

ARCENO, C. Mercado de Ações: uma abordagem no âmbito da educação financeira. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

ASSAF NETO, A. Mercado Financeiro. São Paulo: Atlas, 1999.

BOS. C. S.; FRANCES P. H.; OOMS. M.; “Inflation, forecast intervals and long memory regression models,” *International Journal of Forecasting*, vol. 18, no. 2, pp. 243 – 264, 2002.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. *Time Series Analysis: forecasting and control*. Holden Day, 1970.

CASTRO, H. O. P. (org.). *Introdução ao Mercado de Capitais*. Rio de Janeiro: IBMEC, 1979.

CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. *Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração: contabilometria*. São Paulo, SP: Atlas, 2004.

FORTUNA, E. *Mercado Financeiro: produtos e serviços*. 15. Ed. Re. e atual. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 242p

GUJARATI, D. N. *Econometria Básica*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2006.

HELERS, R.S. *Análise de Séries Temporais*. Tese (Doutorado em Estatística) Departamento de Estatística, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

KABOUDAN, M; SARKAR, A. Forecasting prices of single family homes using GIS-defined neighborhoods. *Journal of Geographical Systems* 10: 23-45.

KEIEL, Guilherme; BENDER, Fernando Augusto. Modelagem de séries temporais financeiras: uma abordagem estatística para a identificação de modelos de média condicional. *Scientia cum Industria*, v. 6, n. 1, p. 22-28, 2018.

KIRSTEN, Heitor André. *Comparação entre os modelos holt-winters e redes neurais para previsão de séries temporais financeiras*. 2009.

MELLAGI FILHO, Armando; ISHIKAWA, Sérgio. *Mercado financeiro e de*

capitais. São Paulo, Atlas, 2007 335p.

OLIVEIRA, Virgínia. et al. Mercado Financeiro: uma abordagem prática dos principais produtos e serviços. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2006. 486p.

PATEL, J. et al. Predicting stock and stock price index movement using Trend Deterministic Data Preparation and Machine Learning Techniques. **Expert Systems with Applications**, Elsevier Ltd, v. 42, n. 1, p. 259-268, 2015. ISSN 09574174. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.040>.

PINHEIRO, J.L. Mercado de Capitais: Fundamentos e Técnicas. São Paulo: Atlas 2009. 5<sup>a</sup> ed.

SCHWERT, G. W. Effects of model specification on tests for unit roots in macroeconomic data. *Journal of Monetary Economics*, vol 20, no. 1. pp. 73 – 103, 1987.

SOUZA, L. V. Programação Genética e Combinação de Preditores para Previsão de Séries Temporais. 2006. 145 f. Tese (Doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia). Departamento de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.