



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI**  
**CAMPUS PROFESSOR ALEXANDRE ALVES DE OLIVEIRA – PARNAÍBA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**TIAGO RIBEIRO DE SOUSA**

**PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO DE PREDIÇÃO DA TENDÊNCIA  
DOS PREÇOS DE AÇÕES NA BOLSA DE VALORES**

**PARNAÍBA-PI**

**2018**

**TIAGO RIBEIRO DE SOUSA**

**PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO DE PREDIÇÃO DA TENDÊNCIA  
DOS PREÇOS DE AÇÕES NA BOLSA DE VALORES**

Monografia submetida ao Curso de Bacharelado em  
Ciência da Computação da Universidade Estadual do  
Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de  
Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Barros de Sousa

**PARNAÍBA  
2018**

S725p Sousa, Tiago Ribeiro de.

Proposta de um modelo matemático de predição da tendência dos preços de ações na bolsa de valores / Tiago Ribeiro de Sousa. - 2018. 46f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade Estadual do Piauí - UESPI, Curso Bacharelado em Ciência da Computação, *Campus* Prof. Alexandre Alves de Oliveira, Parnaíba-PI, 2018.

“Orientador(a): Prof. Dr. Sérgio Barros de Sousa.”

1. Bolsa de Valores. 2. Predição. 3. Série Temporal.  
4. Modelo Matemático. I. Título.

CDD: 004

Ficha elaborada pelo Serviço de Catalogação da Biblioteca Central da UESPI

Grasielly Muniz (Bibliotecária) CRB 3/1067

**TIAGO RIBEIRO DE SOUSA**

**PROPOSTA DE UM MODELO MATEMÁTICO DE PREDIÇÃO DA TENDÊNCIA  
DOS PREÇOS DE AÇÕES NA BOLSA DE VALORES**

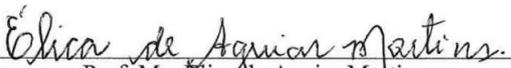
Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira, como parte das exigências da disciplina de Estágio Supervisionado, requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Barros de Sousa

Monografia Aprovada em: **28 de julho de 2018.**

**BANCA EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Sérgio Barros de Sousa  
Orientador - UESPI

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Élica de Aguiar Martins  
Avaliador - UESPI

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Gildario Dias Lima  
Avaliador - UFPI

## **DEDICATÓRIA**

Dedico primeiramente a Deus, que me deu saúde e motivação, à minha mãe, aos meus amigos, e a todos que me apoiaram e incentivaram para que eu chegasse até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do curso de Ciência da Computação, meus sinceros agradecimentos, não apenas pelos ensinamentos, mas também pelo incentivo, confiança e amizade nesses anos de convivência.

Aos meus amigos de curso, pela amizade, pelo bom convívio e incentivo nas horas difíceis.

Aos meus parentes que se envolveram diretamente com a minha formação, me ajudando quando precisava e que me incentivaram para que eu pudesse seguir em frente.

Ao meu eterno Deus que me deu a vida e a saúde para que eu conseguisse realizar meus objetivos e sonhos, que me proporcionou bênçãos e que fez com que eu concluísse a minha graduação.

## **EPIGRAFE**

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante.” (Augusto Branco)

## RESUMO

A evolução econômica de um país está ligada a expansão contínua da sua capacidade de produção, depende da relação dos investimentos em capital e recursos humanos. A cada dia as empresas incorrem a uma série de esforços para se manterem competitivas, investem na aquisição de mão de obra qualificada, adquire novos equipamentos, dentre outros métodos para melhorar seu processo de evolução. Algumas empresas possuem seu capital aberto, que é uma sociedade anônima cujo capital social é formado por ações, com isso toda iniciativa de investimento é apoiada na iniciativa de captação de fundos através de ações na bolsa de valores. As ações representam a menor fração do montante social da empresa, em decorrência disso, o adquirente de uma ação torna-se proprietário de uma pequena parte da empresa. Com o advento da globalização, os mercados de capitais tornaram-se mais acessíveis à população em geral, ampliando cada vez mais o consumo de ações por diversos tipos de pessoas na bolsa de valores. A Bolsa de Valores revela-se como um ambiente inclusivo no tocante ao fornecimento de meios para que qualquer pessoa possa comprar e/ou vender uma ação. Diante das oportunidades de retorno financeiro que o mercado de ações pode trazer aos investidores, muitas pessoas veem na bolsa de valores oportunidades de obter rendimentos a partir do investimento do seu capital. Muitos investidores que estão começando a investir no mercado mobiliário sentem imensa dificuldade de conseguir encontrar oportunidades aplicar o seu capital. Diante dessa problemática, o objetivo do trabalho foi propor um modelo matemático para previsão da oscilação dos preços das ações, utilizando como base de cálculo os intervalos de variação dos preços de abertura de fechamento das mesmas. Um dos diferenciais do modelo desenvolvido nesse trabalho, está em sua aplicabilidade na histórica dos preços utilizando algoritmos computacionais exclusivamente matemáticos, diferindo dos algoritmos que utilizam técnicas de RNA, previsão de valores de ações com o uso de algoritmos baseados em inteligência computacional, que apesar de eficiente, já são objeto de estudo de inúmeras pesquisas nesta área, o que deixa uma lacuna para a aplicação de algoritmos numéricos com esse objetivo. Aplicando o modelo foi possível prever a oscilação da tendência de forma a auxiliar os investidores na tomada de decisão no momento da escolha entre comprar ou vender uma ação.

**PALAVRAS-CHAVES:** Bolsa de Valores, Predição, Série Temporal, Modelo Matemático

## **ABSTRACT**

The economic evolution of a country is linked to the continuous expansion of its production capacity, depends on the ratio of investments in capital and human resources. Every day companies make a series of efforts to remain competitive, invest in the acquisition of skilled labor, acquire new equipment, among other methods to improve their evolution process. Some companies have their capital stock, which is a public limited company whose share capital consists of shares, with which every investment initiative is supported in the initiative of raising funds through stock exchange shares. The shares represent the smallest fraction of the company's social value, as a result, the acquirer of a share becomes the owner of a small part of the company. With the advent of globalization, capital markets have become more accessible to the population at large, increasingly expanding the consumption of stocks by various types of people on the stock exchange. The Stock Exchange proves to be an inclusive environment in providing the means for anyone to buy and / or sell a stock. Given the opportunities for financial returns that the stock market can bring to investors, many people see on the stock exchange opportunities to earn income from the investment of their capital. Many investors who are starting to invest in the furniture market feel immense difficulty in being able to find opportunities to apply their capital. In view of this problem, the present work aims to propose a mathematical model to predict the oscillation of stock prices, using as basis of calculation the intervals of the opening prices of closing them. One of the differentials of the model developed in this work is its applicability in the historical price using computational algorithms exclusively mathematical, differing from algorithms that use RNA techniques, prediction of values of actions with the use of algorithms based on computational intelligence, which despite efficient, are already the subject of numerous studies in this area, which leaves a gap for the application of numerical algorithms for this purpose. Applying the model it was possible to predict the oscillation of the trend in order to assist investors in decision making when choosing between buying or selling a stock.

**KEYWORDS:** Stock Exchange, Prediction, Temporal Series, Mathematical Model

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Exemplo de gráfico de linha. ....	20
Figura 2. Exemplo de um gráfico de barra. ....	20
Figura 3. Exemplo de gráfico de <i>candle</i> . ....	21
Figura 4. Gráfico de candle com os preços da empresa ABEV3. ....	22
Figura 5. Linhas de tendências utilizadas na análise técnica. ....	24
Figura 6. Fórmula do indicador RSI. ....	25
Figura 7. Indicador RSI aplicado sobre os preços da empresa BBAS. ....	26
Figura 8. Indicador estocástico aplicado sobre os preços do ativo BBAS3. ....	27
Figura 9. Fórmula para o cálculo do indicador BB. ....	28
Figura 10. Indicador BB aplicado sobre os preços da empresa ABEV3. ....	28
Figura 11. Etapas usadas para as simulações. ....	29
Figura 12. Tela principal do Meta Trader 5. ....	30
Figura 13. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa ABEV3. ....	33
Figura 14. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa BBAS3. ....	34
Figura 15. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa BBDC4. ....	35
Figura 16. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa ITUB4. ....	36
Figura 17. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa PETR4. ....	37
Figura 18. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa VALE3. ....	37
Figura 19. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pela primeira versão do modelo aplicado na empresa ABEV3. ....	39
Figura 20. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pela segunda versão do modelo aplicado na empresa ABEV3. ....	41
Figura 21. Código com o loop responsável pela importação dos preços das ações. ....	42
Figura 22. Função responsável pela inserção dos dados no banco. ....	42
Figura 23. Função responsável pela aplicação do modelo nos preços das ações. ....	43
Figura 24. Código para geração do gráfico com os valores das variações. ....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de dados e intervalo de datas importados por empresa. ....	29
Tabela 2 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ABEV3. ....	34
Tabela 3 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa BBAS3.....	35
Tabela 4 – Agrupamento da diferença dos preços previstos e ocorridos da empresa BBDC4.	35
Tabela 5 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ITUB4.....	36
Tabela 6 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa PETR4. ....	37
Tabela 7 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa VALE3. ....	38
Tabela 8 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ABEV3. ....	40
Tabela 9 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ABEV3. ....	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABEV3	Ambev SA
BBAS3	Banco do Brasil SA
BBDC4	Banco Bradesco SA Preference Shares
ITUB4	Itaú Unibanco Holding SA Preference Shares
PETR4	Petróleo Brasileiro SA Petrobras Preference Shares
VALE3	Vale SA
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
PHP	Hypertext Preprocessor

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 A BOLSA DE VALORES .....</b>	<b>16</b>
2.1 ANÁLISE DE MERCADO.....	16
2.2 ANÁLISE TÉCNICA.....	17
2.3 ANÁLISE FUNDAMENTALISTA.....	18
2.4 REPRESENTAÇÃO DOS PREÇOS DAS AÇÕES .....	18
<b>2.4.1 Tipos de Gráficos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1.1 Gráfico de Linhas .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1.2 Gráfico de Barras .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.1.3 Gráfico de <i>Candle</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>3 SÉRIES TEMPORAIS FINANCEIRAS .....</b>	<b>23</b>
3.1 TENDÊNCIAS .....	23
3.1 INDICADORES TÉCNICOS PARA PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS .....	24
<b>3.1.1 Relative Strenght Index (RSI) .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1.2 Stochastic Oscillator (Stoch).....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.3 Bollinger Bands (BBs) .....</b>	<b>27</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 DEFINIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO.....	31
4.2 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE VALIDAÇÃO .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>33</b>
5.1 ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO .....	39
5.2 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE .....	42
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o advento da globalização, os mercados de capitais tornaram-se mais acessíveis à população em geral, ampliando cada vez mais o consumo de ações por diversos tipos de pessoas na bolsa de valores. Essa demanda reflete-se proporcionalmente no número de operações comerciais de compra e venda de ações que ocorrem diariamente, o que torna a predição do comportamento dos valores das ações uma ciência cada vez mais especializada e dependente de ferramentas de processamento de dados em larga escala, deixando para trás o paradigma de que a experiência dos economistas seja o único instrumento para prever o quanto uma ação vai subir ou cair, tendo em vista que diversos fatores podem influenciar na direção da tendência do preço da ação de uma empresa.

Prever o quanto uma ação pode oscilar e o sentido da tendência é o que deseja muitos investidores, porém não existem garantias de que um sistema consiga fazê-lo de forma permanente e com totalidade de acertos, porém é possível prever o mercado com a utilização de probabilidades e estatísticas.

Perante as oportunidades de retorno financeiro que o mercado de ações pode trazer aos investidores, muitas pessoas veem na bolsa de valores oportunidades de obter rendimentos a partir do investimento do seu capital.

Alguns investidores iniciantes no mercado de ações sentem imensa dificuldade de conseguir encontrar oportunidades aplicar o seu dinheiro. Dentre as dificuldades existentes, destaca-se a dinâmica que o preço de uma ação ocorre, obedecendo a demanda de oferta/procura dos investidores pelo ativo, tornando o seu preço, de certa forma, imprevisível.

De modo a diminuir esse problema, ferramentas capazes de utilizar métodos para previsão de séries temporais são criadas, fornecendo para o usuário final as previsões para auxiliarem em suas análises de investimentos.

Analisar gráficos, entender os diversos comportamentos que o preço de uma ação pode adotar, mesmo para quem já é experiente, não é tarefa fácil e nem óbvia, até mesmo por causa da grande quantidade de informação existente em um gráfico que registra tais preços.

Diante da problemática apresentada acima, o presente trabalho tem como objetivo propor um modelo matemático para previsão da variação dos preços das ações tendo como base de cálculo os preços de abertura de fechamento das mesmas. Assim como também: (i) conceituar Bolsa de Valores e apresentar as características dos tipos de análise do mercado financeiro, (ii) conceituar Séries Temporais, apresentando as principais características das Séries Temporais Financeiras e o uso dos indicadores utilizados para compreender a

movimentação dos preços dos ativos, (iii) desenvolver um modelo matemático de predição da variação da tendência dos preços das ações utilizando os preços de abertura e fechamento dos ativos, (iiii) desenvolver um sistema para, com os dados resultantes do modelo matemático aplicado aos preços, gerar o gráfico para mostrar o sentido da tendência das ações.

Afim de prever matematicamente a tendência da oscilação dos preços na bolsa de valores e gerar o gráfico com os resultados, o sistema usa o modelo para calcular a variação, que é objeto principal para basear o sentido da oscilação. Ao final foi possível realizar simulações com o sistema que gera um gráfico de linhas onde é mostrado o resultado revelando se a tendência irá oscilar para cima ou para baixo, aumentando ou diminuindo o valor da cotação predita para um dia a frente.

Um dos diferenciais do modelo desenvolvido nesse trabalho, está em sua aplicabilidade na série histórica dos preços utilizando algoritmos computacionais exclusivamente matemáticos, diferindo dos algoritmos que utilizam técnicas de RNA para predição de valores de ações com o uso de algoritmos baseados em inteligência computacional, que apesar de eficiente, já são objeto de estudo de um número grande de pesquisas nesta área, o que deixa uma lacuna para a aplicação de algoritmos numéricos com esse objetivo.

Com a finalidade de demonstrar os resultados do modelo, foram analisados os preços das ações de 6 empresas na bolsa de valores, sendo elas, ABEV3, BBAS3, BBDC4, ITUB4, PETR4, VALE3. Aplicando o modelo na série historiográfica dos preços já ocorridos foram obtidos os resultados que estão apresentados na seção 5 que contém a demonstração do modelo aplicado nas ações das respectivas empresas. Como dados de entrada para o modelo foram utilizados os preços de abertura e fechamento das ações, com os dados utilizados foi possível obter uma aproximação da tendência ocorrida.

Esse trabalho está organizado da seguinte forma:

O capítulo 2, apresenta o embasamento teórico sobre a bolsa de valores, conceituando-a e apresentando os tipos e maneiras das operações no mercado mobiliário, assim como os métodos de análise do mercado. Mostrando também as diferentes abordagens de como os operadores se utilizam dos métodos para conseguir comprar ou vender uma ação.

No capítulo 3, é feita a apresentação de modelos de análise de séries temporais, bem como sua aplicação em séries temporais com tendência, e também são descritos modelos matemáticos utilizados nos indicadores técnicos usados na observação do comportamento de uma ação.

O capítulo 4 apresenta os métodos e os materiais utilizados neste projeto.

No capítulo 5, em resultados e discussões, são apresentados gráficos com os resultados dos valores obtidos executando o sistema desenvolvido no trabalho e usando o modelo proposto com as tendências ocorridas.

Finalmente no capítulo 6 são apresentadas as conclusões e as propostas para trabalhos futuros, assim como as dificuldades que surgiram neste trabalho.

## 2 A BOLSA DE VALORES

Em definição, a bolsa de valores é um local, físico ou eletrônico, onde títulos e valores mobiliários emitidos por empresas são negociados. Os títulos mais negociados na bolsa de valores são as ações. Quando as ações são negociadas na bolsa eletrônica, as ordens de compra e venda são enviadas pelas corretoras. Ao coincidir os preços de compradores e vendedores é dado o fechamento da operação (SOBRINHO VIEIRA, 1997).

O Brasil possui uma bolsa de valores: a Bolsa de Valores do Estado de São Paulo mais conhecida como Bovespa e atualmente definida com a sigla B3, que negocia os ativos de aproximadamente 330 empresas brasileiras.

Como afirma (GOMES, 1997), na bolsa de valores são negociadas somente as ações de empresas públicas ou privadas que preencham os requisitos por elas definidos. Cada uma poderá estabelecer requisitos próprios para que assim suas ações sejam negociadas no mercado. Essas empresas deverão ter na CVM, registro de companhia aberta. Considera-se companhia aberta aquela cujas ações estejam admitidas à negociação em bolsa ou no mercado de balcão.

De acordo com (JUNIOR, 2013), o mercado acionário, ou de ações, é um segmento do Mercado de Capitais que tem como principal função promover a negociação de ações, compreendida em dois momentos distintos: a colocação primária de ações novas emitidas pelas empresas e a negociação secundária de ações que já foram colocadas em circulação previamente. A negociação primária permite a capitalização das empresas por disponibilizar parte de seu capital para negociações em Bolsa, já a secundária gera uma capitalização para os investidores que realizarem negociações lucrativas.

### 2.1 ANÁLISE DE MERCADO

O mercado de capitais, como afirma (LAMEIRA, 2003) citado POR (OSÓRIO, 2010) possui dois modelos de avaliação que procuram compreender e propor estratégias para a compra e venda de ações de uma determinada empresa: O modelo fundamentalista e o modelo técnico.

O modelo fundamentalista é baseado em variáveis macroeconômicas que tem influência direta ou indireta no valor da empresa e analisa econômicos e contábeis da empresa.

O modelo técnico é diferente, este por sua vez, baseia-se em dados históricos das ações da empresa no mercado, propondo modelos a partir de padrões identificados na

representação gráfica das variações que os preços demonstram em um determinado período de tempo (MURPHY, 1999).

Analisar valores históricos dos pregões das ações na bolsa de valores não é um trabalho tão conveniente, tendo em vista que de acordo com o período escolhido, poderá ser necessária a análise de milhões de dados.

A observação das tendências da série histórica, ainda é um problema de análise de predição pois destacar a força de queda ou de subida em pregões exige-se que se tenha um conjunto de dados aliado a uma ferramenta capaz de analisar esse comportamento de forma rápida e dinâmica, o que só é possível utilizando algoritmos computacionais valendo-se da análise numérica.

Atualmente no Brasil existem muitas pessoas que operam na bolsa de valores com o auxílio de ferramentas computacionais que possam lhes explicitar uma clara indicação de tendência da oscilação dos preços das ações. Porém, atualmente o comportamento preditivo vem sendo muito explorado pela ciência da computação, sendo feito por meio de técnicas como: redes neurais artificiais, mineração de dados, lógica *fuzzy* e algoritmos genéticos entre outros. Isso deixa um vazio na experimentação de aplicação de modelos de predição que utilizam técnicas de análise numéricas da oscilação das séries históricas dos preços das ações para indicar a tendência que o preço irá seguir, sendo ela de alta ou de baixa.

## 2.2 ANÁLISE TÉCNICA

A análise técnica leva em consideração a análise dos preços, volumes e contratos em aberto no mercado. Baseia-se na análise de gráficos, visando prever tendências futuras dos preços. Em resumo é o estudo da dinâmica do mercado através da análise dos sinais que o próprio mercado emite através da precificação das ações. Os preços sempre se movem em tendência que levam em conta a constante mudança de atitudes de investidores em resposta a diferentes forças. Utiliza principalmente o histórico dos movimentos de preços e volumes e outras estatísticas, e ignora fatores como ambiente econômico, eventos políticos, política fiscal do governo e tendências industriais. Pode-se dizer que a análise técnica tem como principal linha de fundamento a análise gráfica do histórico dos preços da ação e pelo seu desempenho ao longo de diversos períodos de tempo, e para isso dispõe de uma infinidade de ferramentas capazes de gerar uma previsão que se aproxima dos movimentos das ações. A dinâmica do preço de uma ação ocorre de acordo com a demanda de oferta/procura dos investidores pelo ativo, o que torna o seu preço, de certa forma, imprevisível (LELIS, 2007).

Na análise técnica é possível identificar as variações dos preços e muitas oscilações de mercado que ocorrem a todo momento, como notícias, tragédias e acontecimentos extraordinários que afetam o preço de uma ação naquele momento e são refletidos quase instantaneamente nas ferramentas gráficas (HAYASHI, 2017).

Diante disso, dispondo apenas de dados básicos como o preço atual de uma ação, seu histórico, seus preços máximo, médio e mínimo do dia, valores de abertura e fechamento, alguns dos mais talentosos investidores e estudiosos do planeta adicionaram a eles seu conhecimento e suas experiências para desenvolver métodos capazes de, como afirmam, interpretar o movimento aparentemente incoerente dos gráficos de preços, mostrando sinais valiosos sobre qual será o próximo passo a ser dado pelo mercado e, diante disso, que tipo de posições o investidor deve assumir (MARCA, 2017).

### 2.3 ANÁLISE FUNDAMENTALISTA

A análise fundamentalista é a ferramenta utilizada para entender os fundamentos econômico-financeiro de uma empresa. Ela serve de auxílio para o investidor avaliar como está a operacional e financeira da empresa com o intuito de definir se é interessante ou não investir dinheiro em suas ações na bolsa de valores. Com ela é possível visualizar uma espécie de raio x das empresas, entendendo como estão os fatores que afetam o desempenho da empresa e o valor de suas ações (MARCA, 2017 *apud* WAWZENIAK, 2013).

Nessa análise, um estudo é baseado nas informações existentes sobre a empresa alvo, com o objetivo de identificar a longo prazo se as ações da empresa sofrerão uma valorização que justifique a aquisição. Ela projeta um preço que as ações podem atingir durante um período de tempo, na maior parte das vezes, esse intervalo é de meses ou anos (HAYASHI, 2017).

Levando em conta esses fatores, (LELIS, 2007) conclui que, a análise fundamentalista avalia até que ponto uma variação de cenário pode afetar uma empresa e como ela suporta e supera essas adversidades. Tendo como resultado a descoberta se o preço da ação está sobrevalorizado ou subvalorizado para o cenário esperado.

### 2.4 REPRESENTAÇÃO DOS PREÇOS DAS AÇÕES

Um gráfico de preços representa basicamente o comportamento exato de uma ação ao longo do período de tempo. Ele também representa todas as expectativas dos participantes

do mercado, que em um duelo constante, geram o equilíbrio perfeito, ou seja, um ponto onde as forças se igualam. Em cada novo instante do mercado e a cada novo segundo um novo ponto de equilíbrio é disputado e desenhado nos gráficos, que serão mostrados para os investidores (MARCA, 2017).

(GUARNIERI, 2006) destaca que a utilidade das figuras gráficas reside na constatação, por observações passadas, da ocorrência de determinada formação e o caminho percorrido pelos preços dos ativos, onde se é possível estabelecer uma relação entre a figura gráfica e a provável evolução da cotação a ser seguida após sua formação no futuro.

### **2.4.1 Tipos de Gráficos**

Os gráficos são objeto de estudos dos investidores que utilizam a análise técnica para investir em ações, o principal argumento para esse tipo de análise é o da repetição da história, com possíveis pequenas diferenças, porém com padrões gráficos que se repetem ao longo do tempo, essa análise utiliza vários tipos de gráficos com o propósito de prever as tendências dos preços no futuro. Busca prever o comportamento do preço possibilitando uma decisão quanto a compra ou venda deste, e visa sempre obter o lucro nas transações (MURPHY, 1999).

#### **2.4.1.1 Gráfico de Linhas**

Um tipo de gráfico muito utilizado pelos investidores é gráfico de linhas, exemplificado na figura 1. O valor que será utilizado em um gráfico de linhas como informação para gerar a linha de preços é o valor de fechamento dos ativos. Nenhum outro dado, como mínima ou máxima do dia, serão graficamente demonstrados ao investidor (MARCA, 2017).



Figura 1. Exemplo de gráfico de linha.  
(Fonte: (Apligraf, 2016))

### 2.4.1.2 Gráfico de Barras

Existe também outro tipo de gráfico, o gráfico de barras, exemplificado na figura 2; esse registra toda a movimentação do preço de uma ação no decorrer de um período, como por exemplo, um dia, uma semana, um mês e até um ano. Apesar disso pode também representar apenas alguns minutos, como 1, 2, 5, 10, 15, ou 30. Isso depende das opções disponibilizadas no seu provedor de gráficos (MARCA, 2017).



Figura 2. Exemplo de um gráfico de barra.  
(Fonte: (MARCA, 2017))

### 2.4.1.3 Gráfico de *Candle*

O gráfico de *candle* é constituído por cinco dados básicos: o preço de abertura, o preço de fechamento, o preço maior preço, o menor preço e o sentido do período, que pode ser para cima ou para baixo. O que indica se um *candle* é positivo ou negativo é o seu

preenchimento. Se o mesmo for vazio ou verde, será positivo, indicando que o preço da ação teve o valor de fechamento maior que o valor de abertura. Se for cheio ou vermelho, será negativo, indicando que o preço da ação teve o valor de fechamento menor que o valor de abertura (MARCA, 2017).

Pode-se mencionar uma importante e muito usada técnica que é a *CandleSticks*. É uma técnica de análise que foi desenvolvida no Japão e que apresenta uma forma particular de esboçar o gráfico que representa os preços dos ativos e também tem alguns padrões particulares de comportamento. O objetivo da análise usando esse tipo de gráfico para representar a variação dos preços de um determinado período é a facilidade de visualização das informações como a de abertura e fechamento e assim o processo de análise torna-se muito mais acessível (LELIS, 2007).

Na figura 3 tem-se o exemplo de um *candle* e suas variações, na figura 3a tem o exemplo de um *candle* de baixa, em que a ação teve o preço de abertura maior que o de fechamento e na figura 3b, um *candle* de alta, significando que a ação teve o preço de abertura menor que o de fechamento.

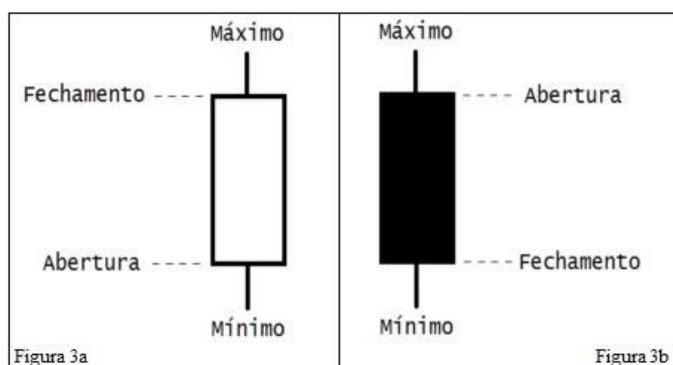


Figura 3. Exemplo de gráfico de *candle*.  
Fonte: (Adaptado de MARCA (2017))

Para melhor exemplificar, a figura 4 mostra um exemplo de um gráfico de *candle* contendo os valores reais das ações da empresa ABEV3 no período de 15/02/2018 a 04/04/2018 com intervalo de tempo de um dia.



Figura 4. Gráfico de candle com os preços da empresa ABEV3.  
Fonte: O autor.

Nesse exemplo, usando a análise *CandleSticks* é fácil notar as variações dos preços e a tendência dos mesmos. O que torna seu uso bastante eficiente na análise do sentido da oscilação da tendência. Justificando assim, o motivo de ser um dos mais usados pelos investidores.

### 3 SÉRIES TEMPORAIS FINANCEIRAS

A definição geral de uma série temporal segundo (LIMA, 2011), é qualquer sequência de dados estocásticos ordenados obtidos levando em conta intervalos regulares no tempo, observados por um período especificado. É conhecida como série histórica, e pode ser obtida através da observação dividida em períodos como, diária, mensal, semestral, assim como também em períodos submúltiplos, como cotações de minuto a minuto, hora em hora, de uma ação ou índice da bolsa de valores.

A sua principal característica consiste na interdependência entre os valores, o que exige a preservação de sua ordem no tempo (WOLFF; SOUZA, 2010).

Dentro desse escopo as séries temporais financeiras têm sido um tópico muito explorado na literatura dos últimos anos, são séries que modelam determinado indicador econômico, seja ele o valor do dólar, rendimento da poupança, entre outros.

Segundo (BECKER, 2010), análise destas séries permite descrever uma dependência dos dados em relação ao tempo e ter uma previsão de valores futuros.

Adiante complementa afirmando que, os métodos que existem para realizar as previsões de tais séries são classificados como quantitativos e baseiam-se na premissa de que observações passadas contém as informações sobre o padrão de comportamento da série e esse padrão é recorrente de acordo com o tempo. Os métodos de previsão têm como objetivo distinguir o padrão que possa estar contido nas observações e então usar esse padrão para prever valores futuros. Com isso, pela identificação desse componente, a previsão para períodos de tempo subsequentes ao observado pode ser desenvolvida, tendo com isso um indicador quanto a tendência dos valores futuros.

#### 3.1 TENDÊNCIAS

Conforme (PENTEADO; BARROS, 2003) definem, tendência é a representação de uma mudança consistente nos preços.

A direção que o preço toma, quando vista em um gráfico, tem um padrão de ziguezague. As definições que distinguem os tipos de direções são dadas por: direção ascendente (tendência de alta), direção indefinida (tendência lateral) e direção descendente (tendência de baixa). Isso é derivado durante o período de tempo em que o preço permanece em determinada direção. A tendência de alta ocorre com a valorização dos ativos, e a diminuição nas reações de desvalorização. A tendência de baixa acontece com o aumento da

desvalorização e a diminuição nas reações de valorização (IQUIPAZA; BRESSAN; AMARAL, 2010).

A figura 5 exemplifica os três tipos de tendência definidas anteriormente.

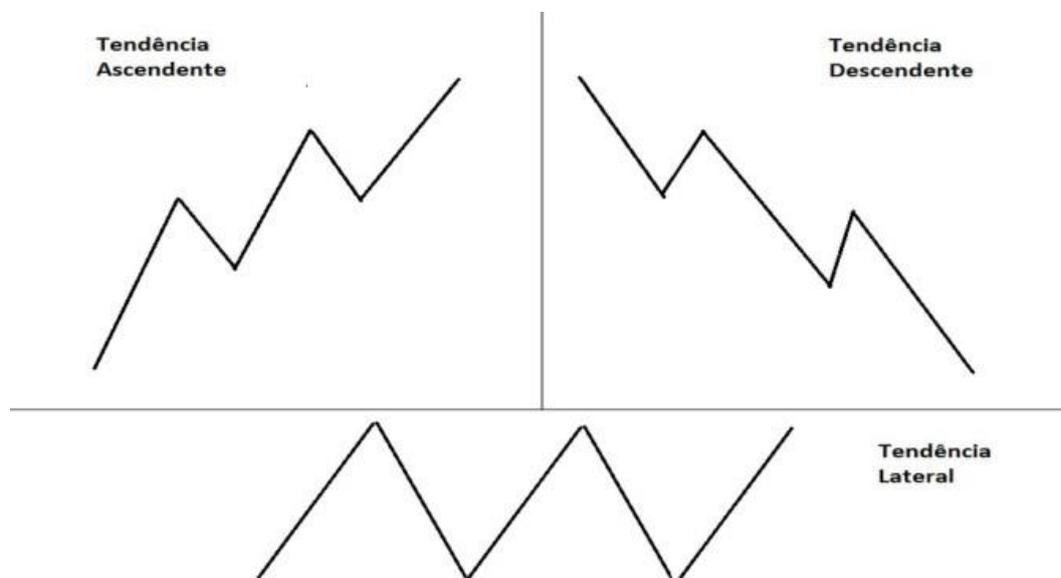


Figura 5. Linhas de tendências utilizadas na análise técnica.  
(Fonte: (HAYASHI, 2017))

### 3.1 INDICADORES TÉCNICOS PARA PREVISÃO DE SÉRIES TEMPORAIS

A utilização de indicadores técnicos para compreender a movimentação dos preços dos ativos negociados na bolsa de valores é de suma importância. Eles podem ajudar na identificação das tendências, assim como também, de seus pontos de reversão (VIDOTTO; ZAMBON, 2009).

Os indicadores técnicos são bem parecidos com as técnicas usadas como previsão financeira, especialmente os indicadores técnicos que representam a análise do mercado acionário, são também, considerados pioneiros no segmento de previsão. São utilizados para informar a tendência atual do mercado e momentos de reversão, isso permite indicar quando comprar ou vender ações nos pontos de reversão da tendência (JUNIOR, 2013 *apud* COSTA, 2008).

Estes indicadores são categorizados em rastreadores de tendência e osciladores, no grupo de rastreadores de tendência encontram-se as Médias Móveis (MM), *Moving Average Convergence/Divergence* (MACD), *Average Direcional Index* (ADX), *On-Balance Volume* (OBV) e outros. Entre os osciladores, tem-se o *Stochastic Oscillator* (Stoch), Índice de Força Relativa (IFR) e outros (MASILI, 2014 *apud* Elder, 1993).

Neste trabalho serão discutidos quatro, afim de conotar o funcionamento do indicador desenvolvido no projeto. Estes que são os principais como afirmado por (JUNIOR, 2013) e por (MASILI, 2014), as Médias Móveis (MM), o *Relative Strenght Index* (RSI), *Stochastic Oscillator* (Stoch), e as *Bollinger Bands* (BBs).

Adiante serão descritas as definições destes indicadores.

### 3.1.1 Relative Strenght Index (RSI)

Foi criado em 1978 por Welles Wilder para medir a força e a velocidade da movimentação atual dos preços dos ativos comparando a média dos preços que fecharam em alta com os preços que fecharam em baixa obedecendo um determinado intervalo de tempo (JUNIOR, 2013).

A fórmula do indicador utiliza duas variáveis de entrada para exibir o coeficiente que será considerado para a previsão. A média dos preços que fecharam em alta ( $\sum \varphi$ ) e a média dos preços que fecharam em baixa ( $\sum \omega$ ), denotado na figura 6. Para o RSI é comum utilizar uma janela de tempo para usar os preços, de nove ou quatorze dias (JUNIOR, 2013 *apud* COSTA, 2008).

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + \frac{\sum \varphi}{\sum \omega}}$$

Figura 6. Fórmula do indicador RSI.  
Fonte: (JUNIOR, 2013)

Para interpretar este indicador existem várias formas. Provavelmente a mais utilizada é a de levar em consideração o sinal de compra no momento em que, se o indicador tendo descido abaixo de 30, volte a ultrapassar este valor, e a de apontar um sinal de venda sempre que, após ultrapassar o valor de 70, este volte a cruzar em sentido abaixo deste valor (OSÓRIO, 2010).

A figura 7 mostra este indicador usando como parâmetro o período de quatorze dias aplicado sobre os valores dos preços das ações da BBAS3 no período de 28 de agosto de 2017 a 1 de dezembro de 2017.



Figura 7. Indicador RSI aplicado sobre os preços da empresa BBAS.

Fonte: O autor.

### 3.1.2 Stochastic Oscillator (Stoch)

Idealizado por George Lane, este oscilador avalia a posição relativa do preço de fechamento comparada ao ponto mais baixo, conforme o número de dias selecionado, em relação à diferença entre o ponto mais alto e o mais baixo. Os preços de fechamento do ativo tendem a se situarem próximos às máximas do período de operações quando a força de declínio dos preços aumenta e podem até alcançar novas máximas, mas o fechamento se posiciona próximo às mínimas do período de operação (MASILI, 2014 *apud* BIGALOW, 2002).

O Stoch funciona primeiramente calculando o estocástico bruto (%K) através da seguinte fórmula:

$$\%K = \frac{C_{hoje} - L_n}{H_n - L_n} \times 100,$$

onde:

$C_{hoje}$  = fechamento de hoje

$L_n$  = o ponto mais baixo dentro do intervalo de dias escolhido

$H_n$  = o ponto mais alto dentro do intervalo de dias escolhido

$n$  = número de dias para o estocástico

Com o resultado dessa fórmula obtém-se a média simples do estocástico bruto (%D), da seguinte forma:

$$\%D = \frac{\text{Soma de } M \text{ períodos de } (C_{hoje} - L_n)}{\text{Soma de } M \text{ períodos de } (H_n - L_n)} \times 100$$

O Stoch foi elaborado para obter um resultado entre 0 e 100%. Nele são demarcadas duas linhas de referência que varia entre 20% e 80%. Seu funcionamento se dá da forma que se o valor do estocástico estiver abaixo da linha de 20%, o ativo está sobre vendido, indicando tendência de alta, indicando uma oportunidade de compra, e quando estiver acima de 80% o ativo está sobre comprado, indicando uma oportunidade de venda (MASILI, 2014).

A figura 8 mostra um exemplo do deste indicador aplicado sobre os preços das ações da BBAS3 no período entre 28 de agosto de 2017 e 3 de janeiro de 2018.

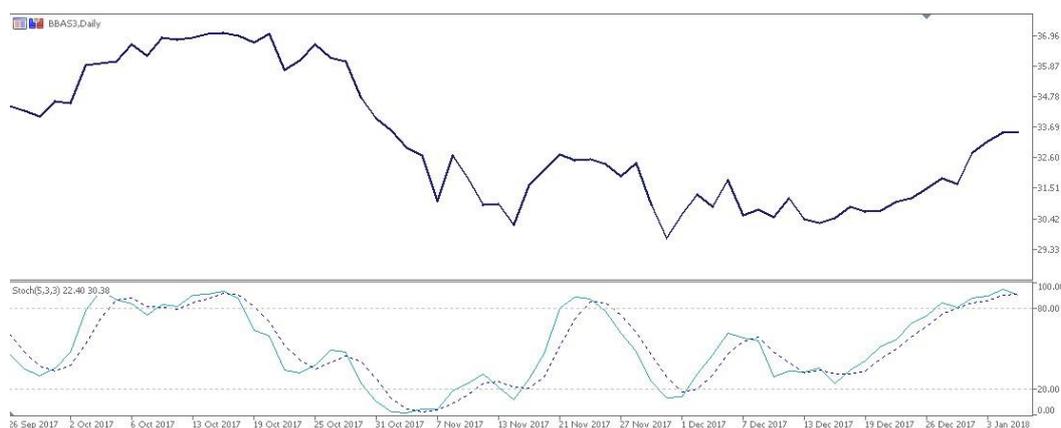


Figura 8. Indicador estocástico aplicado sobre os preços do ativo BBAS3.  
Fonte: O autor.

### 3.1.3 Bollinger Bands (BBs)

Criadas na década de 80 por John Bollinger, mostram zonas de *sobrecompra* e *sobrevenda* da cotação de um ativo (JUNIOR, 2013).

São formadas basicamente por três curvas que mostram informações sobre a dinâmica do mercado. Elas oferecem uma maneira de detectar o risco em relação ao retorno do investimento utilizando a análise dos limites de volatilidade esperados para o ativo (ALVES, 2015).

Como descrito em (JUNIOR, 2013), as linhas que formam as BB são: (i) banda central (Banda Média), (ii) banda superior, e a (iii) banda inferior. O cálculo desse indicador é mostrado na figura 9, onde, (i) é calculada através da média móvel dos últimos  $n$  dias, (ii) sua

definição é a partir da soma da banda média com o desvio-padrão e a (iii) é obtida usando a diferença da banda média com o desvio-padrão.

As bandas de Bollinger mostram informações importantes como, oscilação do preço, preço alvo, estreitamento, sinalização de compra, sinalização de venda (JUNIOR, *apud* 2013).

$$BBs = BM_{ni} \pm D * \sqrt{\frac{\sum (x_i - BM_{ni})^2}{n}}$$

Figura 9. Fórmula para o cálculo do indicador BB.  
(Fonte: (JUNIOR, 2013))

A figura 10 mostra o indicador Bandas de Bollinger aplicado sobre a série histórica dos preços das ações da empresa ABEV3 no período de 21 de dezembro de 2017 a 29 de março de 2018.

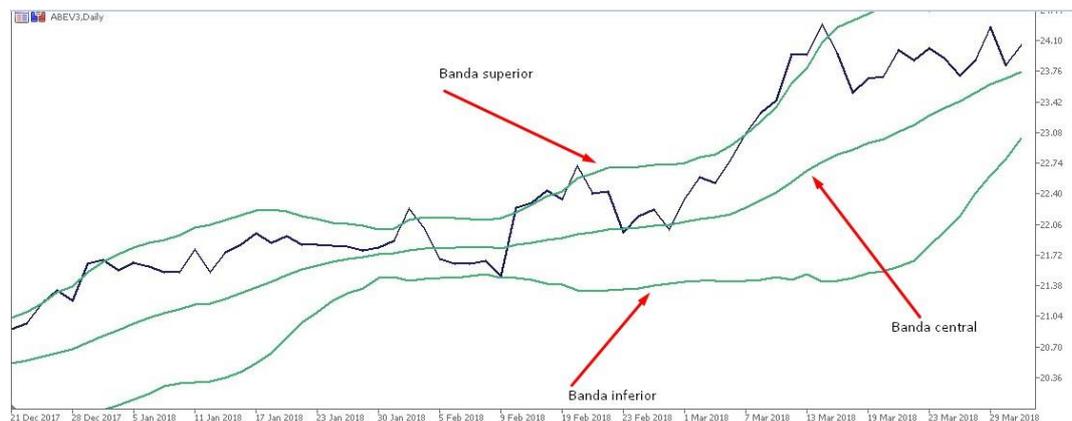


Figura 10. Indicador BB aplicado sobre os preços da empresa ABEV3.  
Fonte: O autor.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo foi proposto para prever a oscilação da tendência dos preços das ações na bolsa de valores utilizando como variáveis os preços de abertura e fechamento dos ativos. Foram feitas simulações com o sistema aplicando o modelo nos preços das empresas selecionadas para este trabalho. Para que as simulações fossem realizadas, foi preciso obter a série histórica de cada uma das empresas contendo os valores de seus preços.

A tabela 1 relaciona os dados utilizados para estas simulações, organizados por nome do ativo, o código da empresa, a data inicial, a data final, e a quantidade de preços disponibilizados para gerar o gráfico de linhas mostrando as tendências previstas.

Tabela 1 – Quantidade de dados e intervalo de datas importados por empresa.

Código da Empresa	Data inicial	Data final	Quantidade de preços
ABEV3	04/01/2016	14/02/2018	524
BBAS3	05/01/2016	09/02/2018	522
BBDC4	11/01/2016	15/02/2018	520
ITUB4	13/01/2016	02/02/2018	511
PETR4	15/01/2016	15/02/2018	516
VALE3	04/01/2016	16/02/2018	526

Fonte: O autor.

Em todo o trabalho, foi seguida a sequência de etapas contidas na figura 11.

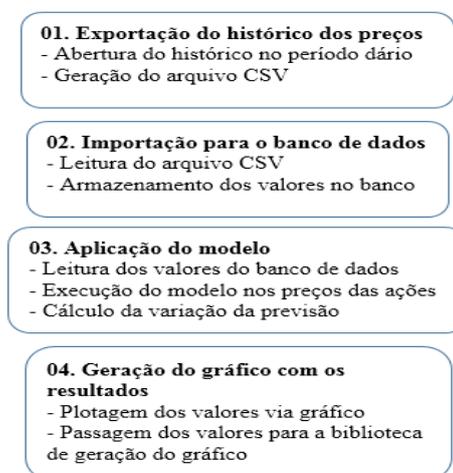


Figura 11. Etapas usadas para as simulações.

Fonte: O autor.

Na etapa de exportação do histórico de preços, os dados foram disponibilizados para que o sistema realizasse a aplicação do modelo nos preços das ações.

Com os dados disponíveis, na fase de importação, foi feita a leitura e em seguida o armazenamento destes no banco de dados do sistema. Posteriormente, para geração do gráfico, foi realizada a aplicação do modelo em cada preço e calculada a variação prevista.

Para exportar o histórico dos preços das ações, foi utilizada a plataforma Meta Trader 5, “uma plataforma de negociação eletrônica que permite ao *trader* visualizar gráficos completos de preços e detectar oportunidades de compra e venda de ativos com agilidade e efetividade” (BONA, 2017).

A figura 12 mostra a tela principal do aplicativo Meta Trader 5.



Figura 12. Tela principal do Meta Trader 5.

Fonte: O autor.

O arquivo gerado pelo *software* contém em sua primeira coluna a data da cotação, na segunda estão contidos os preços de abertura, a quarta apresenta a relação dos preços máximos, a terceira, dos preços mínimos, a quinta os preços de fechamento, a sexta coluna contém a variação mínima do ativo para o período, e por último a sexta contém o volume que foi negociado.

Para realizar as simulações com o modelo usando os dados das empresas escolhidas, optou-se por desenvolver um sistema que, a partir dos resultados, gera um gráfico de linhas apresentando os valores preditos e os valores reais das variações.

Foi usado o *Framework PHPExcel* para a leitura de cada dado da planilha, responsável pelo fornecimento dos dados às variáveis necessárias para a execução dos comandos de inserção no banco de dados do sistema.

#### 4.1 DEFINIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

O modelo foi construído de modo a fazer a previsão do valor dos preços de abertura assim como também o valor dos preços de fechamento das ações, permitindo calcular a variação que foi resultante da subtração destes valores; e a partir do resultado, indicar o sentido da oscilação.

Foi usada a média dos últimos sete preços ocorridos, subtraindo o sétimo preço ocorrido, essa diferença foi elevada ao quadrado, e desse resultado é somado a média entre os preços sexto e sétimo ocorridos.

O modelo foi definido com a fórmula da equação (1).

$$P = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^7 Pr_{n-i} - Pr_{n-7} \right)^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=6}^7 Pr_{n-i} \quad (1)$$

Sendo:

$Pr_{n-7}$  : sétimo preço ocorrido anteriormente ao atual.

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^7 Pr_{n-i}$  : média dos preços ocorridos desde o anterior até o sétimo a partir deste.

$\frac{1}{n} \sum_{i=6}^7 Pr_{n-i}$  : média dos preços sexto e sétimo a partir do atual.

Destaca-se de antemão que o escopo da construção do modelo foi servir como ferramenta auxiliadora na qual o investidor possa tomar uma posição de compra ou venda, não excluindo a experiência e nem outros métodos de análise. Dessa forma, com o modelo definitivo não se teve a pretensão de esgotar todas as maneiras de prever matematicamente o comportamento da série histórica dos preços na Bolsa de Valores, tendo em vista os fatores externos influenciadores da oscilação do mercado mobiliário.

#### 4.2 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE VALIDAÇÃO

Para realizar as simulações, foi desenvolvido um sistema que, a partir dos resultados obtidos, gerou um gráfico mostrando as tendências da oscilação dos preços dos ativos tanto ocorridas quanto previstas pelo modelo.

O software foi desenvolvido na linguagem PHP com a atribuição de importar os dados contidos na planilha para o banco de dados e posteriormente fazer a leitura dos valores necessários para o cálculo da variação predita e gerar o gráfico mostrando os resultados.

Para o banco de dados optou-se pelo *Mysql*, um Sistema Gerenciador de banco de Dados disponibilizado gratuitamente sob licença GPL que o define como um sistema Open Source.

Na reprodução do gráfico, foi utilizado a biblioteca em *JavaScript* criada pela empresa Google, o *Google Charts*.

Dentre as opções de tipos de gráficos disponibilizados nessa biblioteca, para esse trabalho foi escolhido o gráfico de linhas. O gráfico gerado apresenta duas linhas para indicar a oscilação, a linha em azul mostra a variação dos preços ocorrida, e a linha vermelha mostra a variação dos preços prevista pelo modelo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre as 20 em maiores empresas de capital aberto com ações sendo cotadas na BM&FBovespa, encontramos a ABEV3, BBAS3, BBDC4, ITUB4, PETR4 e a VALE3 (SANT'ANA, 2017). Dessas foram importados os preços das ações a partir de janeiro de 2016 e usados para a realização das simulações.

Como resultante da importação dos dados das ações de cada empresa e a aplicação do modelo usando o sistema criado nesse trabalho, foi gerado um gráfico para cada empresa para mostrar a variação ocorrida assim como a variação predita e também foi feito um agrupamento das faixas das diferenças entre os preços previstos pelo modelo e os valores reais.

Mediante o cálculo da predição do valor de abertura e fechamento do ativo, usando os preços dos últimos sete valores ocorridos, o modelo foi projetado para prever a oscilação do preço um dia a frente.

A figura 13 mostra o gráfico gerado a partir das tendências ocorridas e previstas pelo modelo definitivo, dos preços da empresa ABEV3.

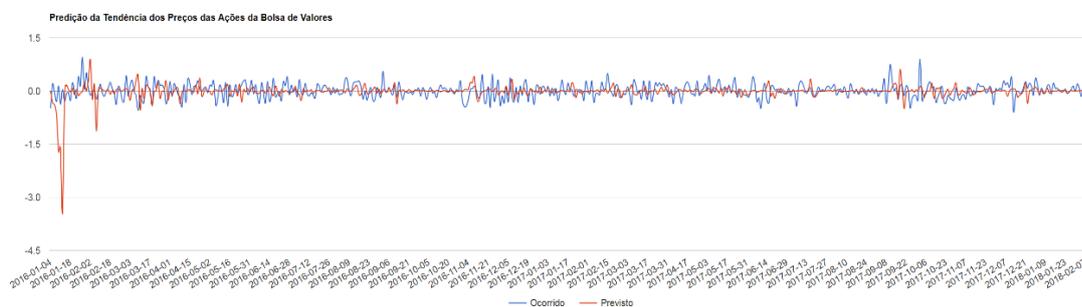


Figura 13. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa ABEV3.

Fonte: O autor.

Os resultados obtidos também foram agrupados em faixa de preços de modo a relacionar a quantidade que se encontrava o valor da diferença entra a variação ocorrida e a prevista.

Como afirma (NASCIMENTO, 2015), “os resultados de predições calculadas aproximando-se em até 50 centavos, é realizável, pois, para os especialistas, aproximações abaixo de 50 centavos são consideradas eficientes”.

Partindo desse princípio foi feito o agrupamento da diferença entre os valores previstos pelo modelo o os preços reais da empresa ABEV3, para as 524 cotações importadas.

A tabela 2 mostra o agrupamento feito para a faixa de preços categorizados em até 50 centavos, entre 50 centavos e 1 real, e também a quantidade para diferenças acima de 1real.

Tabela 2 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ABEV3.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	486	04/01/2016	93%
Entre 50 centavos e 1 real	28	à	5%
Maior que 1 real	5	14/02/2018	1%

Fonte: O autor.

Nesse teste o modelo teve o melhor desempenho, verificou-se que na maior parte, a diferença entre os preços preditos e os reais está na faixa de até 50 centavos.

Assim como no ativo ABEV3, o modelo também foi aplicado na série histórica dos preços das ações da empresa BBAS3, a partir das tendências ocorridas e previstas pelo modelo, foi gerado o gráfico para demonstração mostrado na figura 14.

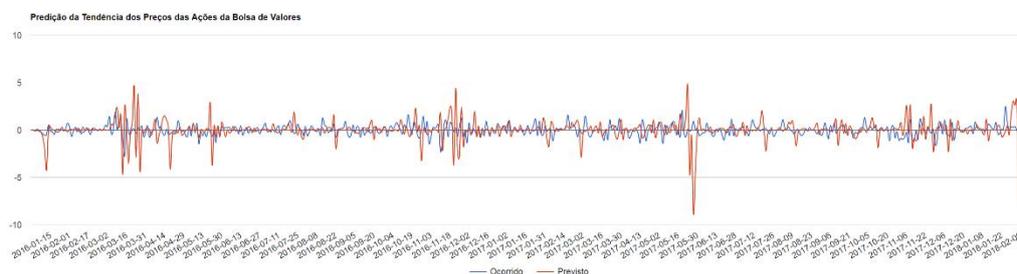


Figura 14. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa BBAS3.

Fonte: O autor.

Para a empresa, o agrupamento da diferença para os preços da referida empresa também foi feito. Levando em conta a mesma separação das diferenças dos preços feita nas ações da empresa apresentada anteriormente.

Na tabela 3 está relacionada a quantidade de acordo com a faixa dos valores, dos 522 preços importados.

Tabela 3 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa BBAS3.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	242	05/01/2016	46%
Entre 50 centavos e 1 real	132	à	25%
Maior que 1 real	148	09/02/2018	28%

Fonte: O autor.

O gráfico apresenta dispersão entre os preços em algumas partes, indicando que valores maiores de diferenças surgiram provavelmente devido a fatores externos que o modelo não leva em conta. Apesar dessa inconsistência, para a BBAS3 o modelo também obteve manteve a maior parte dos preços preditos com diferença entre os valores preditos pelo modelo e os reais na faixa de até 50 centavos.

Para as simulações feitas com os preços da empresa BBDC4, o gráfico da figura 15 apresenta o resultado da aplicação do modelo nas ações deste ativo.

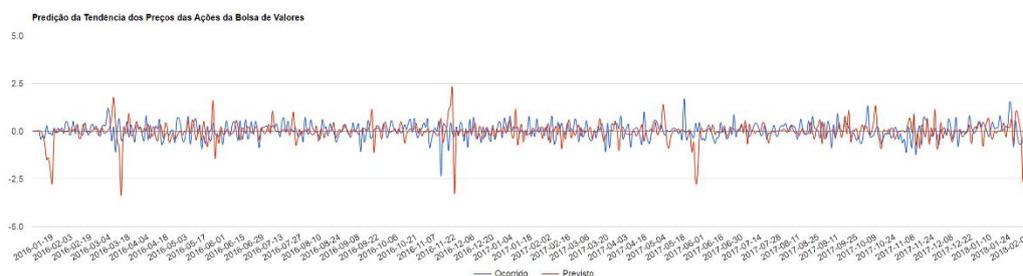


Figura 15. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa BBDC4.

Fonte: O autor.

A tabela 4 mostra a relação da quantidade e porcentagem dos preços agrupados por faixa de em relação a diferença de previsão e o valor ocorrido, dentre os 520 valores importados.

Tabela 4 – Agrupamento da diferença dos preços previstos e ocorridos da empresa BBDC4.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	325	11/01/2016	63%
Entre 50 centavos e 1 real	126	à	24%
Maior que 1 real	69	15/02/2018	13%

Fonte: O autor.

No teste com as ações da empresa BBDC4 o modelo também teve desempenho satisfatório, tendo em vista que foi possível ter no grupo de ações preditas com diferenças de até 50 centavos a maior parte dos preços.

A figura 16 mostra o gráfico contendo os valores de variação previstos assim como os ocorridos para os preços da empresa ITUB4.

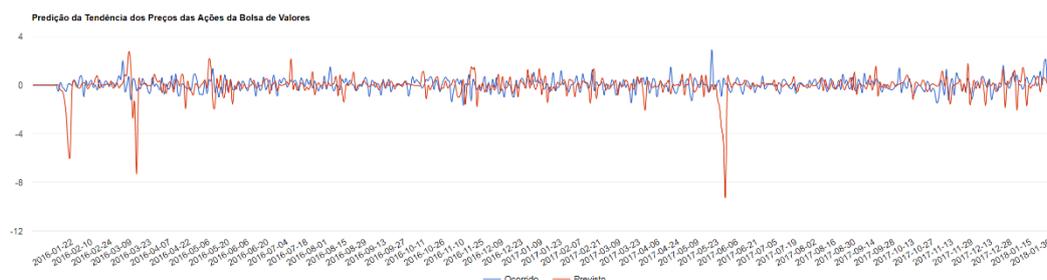


Figura 16. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa ITUB4.

Fonte: O autor.

Foram importados 511 valores de preços do ativo, a tabela 5 contém a relação da diferença entre o preço ocorrido e o previsto, mostrando a quantidade e a porcentagem agrupados por faixa de preços.

Nesse teste são identificadas em algumas partes do gráfico partes onde o modelo apresentou divergência em relação aos valores reais, levando em conta a possibilidade de interferências exteriores à empresa, o modelo conseguiu manter o maior grau de proximidade entre os preços na faixa de 50 centavos.

Tabela 5 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ITUB4.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	262	13/01/2016	51%
Entre 50 centavos e 1 real	142	à	28%
Maior que 1 real	107	02/02/2018	21%

Fonte: O autor.

De maneira análoga, a PETR4 também teve em seus preços o modelo aplicado, resultando no gráfico da figura 17 onde se encontram projetados os valores das variações preditas e ocorridas.

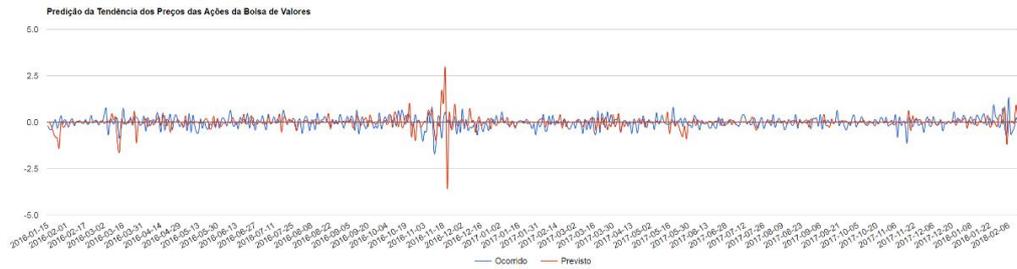


Figura 17. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa PETR4.

Fonte: O autor.

A quantidade de preços importados da empresa foi 516, a tabela 6 relaciona por quantidade a diferença dos preços preditos pelo modelo e os que ocorreram. Também foi feito o agrupamento aplicado como todos os outros ativos aqui demonstrados.

Tabela 6 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa PETR4.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	416	15/01/2016	81%
Entre 50 centavos e 1 real	80	à	16%
Maior que 1 real	20	15/02/2018	4%

Fonte: O autor.

Para a simulação realizada com os preços das ações da empresa PETR4, o comportamento das variações preditas pelo modelo originou pouca dispersão, confirmado com os resultados apresentados na tabela anterior, onde mais de 80% dos preços preditos encontram-se com diferença entre os valores reais na faixa de 0 a 50 centavos.

Por último foram importados os dados dos preços da empresa VALE3, originando assim o gráfico que está contido na figura 18 no qual são mostradas as variações ocorridas, e também as previstas após o modelo ser aplicado sobre os seus preços.

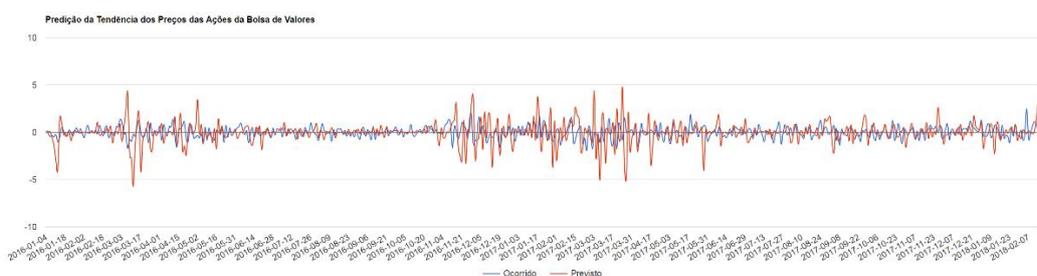


Figura 18. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pelo modelo aplicado na empresa VALE3.

Fonte: O autor.

Também foi feito o agrupamento para demonstrar a faixa de variação da diferença entre os preços ocorridos e os previstos.

A tabela 7 relaciona a quantidade assim como também a porcentagem representativa desses valores.

Tabela 7 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa VALE3.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	206	04/01/2016	39%
Entre 50 centavos e 1 real	136	à	26%
Maior que 1 real	184	16/02/2018	35%

Fonte: O autor.

Para as ações da empresa VALE3 o modelo menor grau de acerto ou aproximação, porém, assim como em todos os outros testes a maior parte dos preços previstos está agrupada nas faixas de diferenças de até 50 centavos.

Para todas as empresas em que as simulações foram realizadas, o modelo obteve grau de desempenho satisfatório com relação à diferença entre os valores previstos e os ocorridos.

## 5.1 ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Inicialmente o modelo proposto nesse trabalho foi desenvolvido para prever os preços de abertura e fechamento para calcular a variação da tendência usando a média dos preços anterior e ante anterior e desse valor subtraia-se o preço o preço ocorrido a um dia atrás. Na equação (2) foi utilizada a média dos sete valores anteriormente ocorridos, subtraído do preço anterior, a esse valor somou-se o sétimo valor ocorrido da cotação.

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^7 Pr_{n-i} - Pr_{n-1} + Pr_{n-7} \quad (2)$$

Onde:

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^7 Pr_{n-i}$  : média dos sete valores anteriormente ocorridos

$Pr_{n-1}$  : preço anterior.

$Pr_{n-7}$  : sétimo valor da cotação acontecido anteriormente.

Foi realizada uma simulação aplicando o modelo nas ações da empresa ABEV3, a figura 19 mostra o gráfico resultante dos valores das variações preditas pelo modelo e as ocorridas.

Como esse estudo não visa um comparativo entre as formas de modificações de um modelo matemático, mas tentar chegar a um modelo onde se aproxime ao valor ocorrido o máximo possível, não será aplicado o mesmo em todas as empresas escolhidas neste trabalho, foi escolhida apenas uma, a ABEV3, para somente apresentar a evolução do modelo.

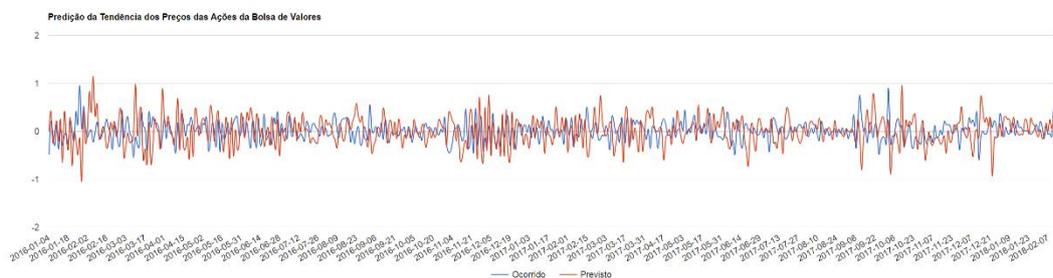


Figura 19. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pela primeira versão do modelo aplicado na empresa ABEV3.

Fonte: O autor.

Foi observado uma grande dispersão entre os valores das variações ocorridas e preditas, e também pouca quantidade de preços que tiveram seus valores próximos aos valores

ocorridos; a partir disso foi realizada uma alteração no modelo, mesmo que o propósito não fosse chegar a exatamente ao valor da variação, mas conseguir chegar ao melhor resultado possível.

Na tabela 8 estão relacionadas a diferença dos valores preditos agrupados por faixa de preços.

Tabela 8 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ABEV3.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	441	04/01/2016	84%
Entre 50 centavos e 1 real	80	à	15%
Maior que 1 real	3	14/02/2018	1%

Fonte: O autor.

Como forma de melhoria do modelo no tocante a predição dos valores das variações, foi feito um ajuste para considerar a soma do preço ante anterior e o quinto preço ocorrido.

Para isso foi usada a equação (3), que utilizou a média dos últimos cinco preços e desse valor subtraiu-se o preço ante anterior somado com o quinto valor ocorrido.

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 Pr_{n-i} - Pr_{n-1} + Pr_{n-5} \quad (3)$$

Onde:

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 Pr_{n-i}$  : média cinco últimos preços ocorridos.

$Pr_{n-2}$  : preço ante anterior.

$Pr_{n-5}$  : quinto preço ocorrido.

De maneira análoga à simulação com a primeira versão do modelo, foi feita a importação dos preços da empresa ABEV3 para o banco de dados para gerar o gráfico com os resultados do cálculo do modelo aplicado às cotações do ativo.

Na figura 20 está contido o gráfico originado pelo sistema após aplicação do modelo nos preços da referida empresa.

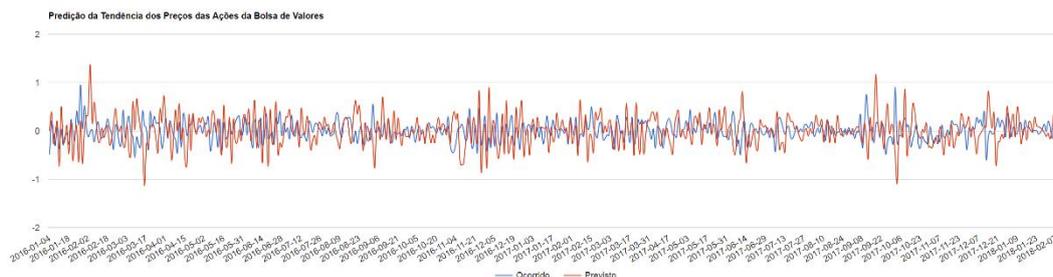


Figura 20. Gráfico demonstrativo das variações da tendência dos preços ocorridos e previstos pela segunda versão do modelo aplicado na empresa ABEV3.

Fonte: O autor.

Também foi feita a tabela comparativa para a diferença dos preços preditos por essa versão do modelo, a tabela 9 mostra os valores gerados pela aplicação do mesmo nas ações da empresa escolhida.

A tabela relaciona as diferenças obtidas pela subtração da variação ocorrida com a variação predita. Obteve-se pequeno melhoramento em relação a versão anterior do modelo.

Tabela 9 – Agrupamento da diferença entre os preços previstos e ocorridos por faixa de preço da empresa ABEV3.

Faixa de preço	Quantidade	Período	Porcentagem
Até 50 centavos	445	04/01/2016	85%
Entre 50 centavos e 1 real	74	à	14%
Maior que 1 real	5	14/02/2018	1%

Fonte: O autor.

Para que fosse possível chegar ao modelo definitivo descrito na seção 4.1 deste trabalho, foi preciso algumas etapas, estas foram discutidas anteriormente e serviram como embasamento no processo de construção, assim então foi possível propor um modelo para auxiliar os operadores na tomada de decisão ao investir na Bolsa de Valores.

## 5.2 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Nessa seção serão explicados os conteúdos do código que foram necessários para a importação da série temporal dos preços e para a geração do gráfico, toda a parte que serviu somente como auxílio não será objeto da discussão.

Para desenvolvimento do software de importação dos dados das ações foi escolhida a linguagem Web PHP, com ela foi construído um sistema capaz de armazenar em no banco de dados, os valores das cotações dos ativos da empresa a ser aplicado o modelo a partir do arquivo gerado pela ferramenta disponibilizada pelas corretoras autorizadas a operar na Bolsa de Valores.

A figura 21 mostra o loop responsável pela leitura dos dados, o mesmo apresenta o comando que armazena no banco de dados os valores lidos da planilha. Para cada variável dentro do loop, o *Framework* forneceu todos os dados formatados conforme o tipo escolhido.

```

for ($linha = $ultima_linha; $linha >= 2; --$linha) {

    $data      = $worksheet->getCellByColumnAndRow(1, $linha)->getCalculatedValue();
    $data      = date_format(Date::excelToDateTimeObject($data), "Y-m-d");
    $abertura  = $worksheet->getCellByColumnAndRow(2, $linha)->getCalculatedValue();
    $fechamento = $worksheet->getCellByColumnAndRow(5, $linha)->getCalculatedValue();

    $variacao = $fechamento-$abertura;
    $quantidade++;

    if ($atualiza == 1) {
        $funcao->ExecutaQuery("INSERT INTO predibolsa.acoes (data, preco_abertura, preco_fechamento, variacao) VALUES
        (CAST('". $data ." AS DATE), $abertura, $fechamento, $variacao)");
    }
}

```

Figura 21. Código com o loop responsável pela importação dos preços das ações.  
Fonte: O autor.

A classe responsável pela execução dos comandos do banco de dados está contida na figura 22, sua função é estabelecer a conexão e executar os comandos de inserção.

```

<?php

class Funcoes{

    private $servidor = "localhost";
    private $usuario = "root";
    private $senha = "";
    private $banco = "predibolsa";
    private $conexao;

    public function __construct(){
        $this->conexao = new PDO("mysql:host = $this->servidor; dbname = $this->banco", $this->usuario , $this->senha);
        $this->conexao->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
    }

    public function ExecutaQuery($query){ // Função para executar queries sem retorno. Ex: INSERT, ALTER, DROP, etc
        try{
            $this->conexao->exec($query);
        }catch(PDOException $e){
            $e->getMessage();
        }
    }
}

```

Figura 22. Função responsável pela inserção dos dados no banco.  
Fonte: O autor.

A função somente foi responsável pelo recebimento de um comando *sql* a ser executado, e por conectar ao banco escolhido para que fossem registrados os valores importados.

A figura 23 mostra a classe responsável pelo cálculo sobre os valores onde para cada preço foi feita a chamada das funções encarregadas pelo retorno, a classe foi projetada de modo a ser manipulada para quando necessário, ocorrer o ajuste no modelo, assim não optou-se por fazê-la de modo dinâmico, pois cada alteração no modelo foi feita de modo manual sendo diferente para cada quantidade de preços usados para o cálculo.

```
public function Calcula($id){

    $abertura1 = $this->Abertura($id+1);
    $abertura2 = $this->Abertura($id+2);
    $abertura3 = $this->Abertura($id+3);
    $abertura4 = $this->Abertura($id+4);
    $abertura5 = $this->Abertura($id+5);
    $abertura6 = $this->Abertura($id+6);
    $abertura7 = $this->Abertura($id+7);
    $media_abertura = ($abertura1+$abertura2+$abertura3+$abertura4+$abertura5+$abertura6+$abertura7)/7;
    $media_ab_ult = ($abertura6 + $abertura7)/2;

    $fechamento1 = $this->Fechamento($id+1);
    $fechamento2 = $this->Fechamento($id+2);
    $fechamento3 = $this->Fechamento($id+3);
    $fechamento4 = $this->Fechamento($id+4);
    $fechamento5 = $this->Fechamento($id+5);
    $fechamento6 = $this->Fechamento($id+6);
    $fechamento7 = $this->Fechamento($id+7);
    $media_fechamento = ($fechamento1+$fechamento2+$fechamento3+$fechamento4+$fechamento5+$fechamento6+$fechamento7)/7;
    $media_fech_ult = ($fechamento6 + $fechamento7)/2;

    $abertura_prevista = pow($media_abertura - $abertura7, 2) + $media_ab_ult;
    $fechamento_previsto = pow($media_fechamento - $fechamento7, 2) + $media_fech_ult;

    $variacao_prevista = $fechamento_previsto-$abertura_prevista;

    return $variacao_prevista;
}
```

Figura 23. Função responsável pela aplicação do modelo nos preços das ações.  
Fonte: O autor.

Como citado anteriormente, as variáveis foram construídas para possibilitar a alteração de qualquer maneira para encontrar o melhor modelo de previsão possível, na figura está contido na classe o cálculo responsável por aplicar o modelo definitivo nas ações já contidas no banco de dados.

A figura 24 apresenta o código necessário para exibir o resultado em forma de gráfico de linhas.

```

<?php
    $dias          = array();
    $variacao_ocorrida = array();
    $variacao_prevista = array();
    $qtd = $funcao->Result("COUNT(id)");

    for ($i = 1; $i <= $qtd; $i++) {
        $dias[$i]          = $funcao->Data($i);
        $variacao_ocorrida[$i] = $funcao->Fechamento($i)-$funcao->Abertura($i);
        $variacao_prevista[$i] = $funcao->Calcula($i);
    }
?>

<script type="text/javascript">
    google.charts.load('current', {'packages':['corechart']});
    google.charts.setOnLoadCallback(drawChart);

    function drawChart() {
        var data = google.visualization.arrayToDataTable([
            ['Data', 'Ocorrido', 'Previsto'],
            <?php for ($i = $qtd; $i >= 1; $i--) {
                ?>
                ['<?php echo $dias[$i]; ?>', <?php echo $variacao_ocorrida[$i]; ?>, <?php echo $variacao_prevista[$i]; ?>],
                <?php
            } ?>
        ]);

        var options = {
            title: 'Predição da Tendência dos Preços das Ações da Bolsa de Valores',
            curveType: 'function',
            legend: { position: 'bottom' }
        };

        var chart = new google.visualization.LineChart(document.getElementById('line_chart'));

        chart.draw(data, options);
    }
</script>

```

Figura 24. Código para geração do gráfico com os valores das variações.  
Fonte: O autor.

Dessa forma, os dados foram lidos e posteriormente utilizados para que o gráfico final fosse gerado, onde a partir dele foi possível ver o comportamento das tendências geradas posteriormente à aplicação do modelo em cada preço das ações de uma empresa satisfazendo o objetivo (iii) descrito no capítulo 1.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Esse trabalho propôs um modelo matemático de predição da oscilação dos valores dos preços das ações na bolsa de valores, não se pretendeu desenvolver um artefato de análise exclusivo, mas colaborar com a experiência do investidor, e nem se procurou ser uma ferramenta exclusiva para análise, tendo em vista a grande influência dos fatores externos nos preços de uma ação, como falado na seção 2.3.

O modelo final desenvolvido nesse trabalho utiliza os 7 últimos preços ocorridos, tanto de abertura quanto e fechamento, para prever a variação de um dia a frente. Além de servir como uma forma de auxílio para os operadores da bolsa de valores, tal modelo pode ser usado em abordagens de trabalhos que utilizem métodos estritamente matemáticos para previsão de séries temporais, pois para os valores resultantes são exclusivamente a cotação dessa série.

O mesmo ainda foi concebido e aplicado nas ações de 6 empresas escolhidas para esse trabalho, não há conhecimento dos resultados quando utilizado em um número significativo de empresas ou em todas dos diferentes setores da economia, com tal modelo também não é possível chegar ao resultado exato do valor do preço da ação, pois o método considera apenas os valores de abertura e fechamento das ações para o dia.

Na concepção de um trabalho científico é natural que surjam pontos que visem melhorar o seu propósito, com isso esse trabalho também apresenta proposta para estudos futuros: (i) com relação a obtenção dos dados, em todos em que o modelo foi aplicado, foram dados brutos, ou seja, sem passar por nenhum tipo de pré-cálculo para que fosse obtido alguma melhoria quanto aos resultados afetados por fatores externos, valores significativamente grandes também entram no cálculo, isso dá um maior peso em períodos em que tem-se a proveniência de intervenções capazes de influenciar nos preços, (ii) criar um mecanismo capaz de fazer algum tipo de leitura de notícias que puderem vir a afetar no preço da ação de uma empresa, ou até mesmo que leve em conta o seu tamanho, para determinar o quanto tal fato pode ser influenciador no preço da mesma. (iii) baseado na dificuldade de obter um modelo estritamente matemático capaz de predizer exatamente a tendência da ação, fazer melhorias usando o mesmo método para construção do modelo que foi por meio de tentativas e comparação de resultados, assim sendo possível futuramente atingir o objetivo de prever com maior grau de exatidão a variação dos preços.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S. **Uso de técnicas de computação social para tomada de decisão de compra e venda de ações no mercado brasileiro de bolsa de valores.** Tese de Doutorado, UnB, 2015
- BECKER, M. H. **Modelos para previsão em séries temporais: uma aplicação para a taxa de desemprego na região metropolitana de porto alegre.** Trabalho de Conclusão de Curso-UFRGS, 2010.
- BONA, A. **O QUE É METATRADER E COMO FUNCIONA?** Disponível em: <<https://andrebona.com.br/o-que-e-metatrader-e-como-funciona/>>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- GOMES, F. R. **A Bolsa de Valores brasileira como fonte de informações financeiras.** v. 2, n. 2, p. 189–202, 1997.
- GUARNIERI, O. C. **Um Estudo Empírico da Eficiência da Análise Técnica como Instrumento na Predição do Comportamento dos Preços das Ações: O Caso Embraer.** Dissertação de Mestrado - UNITAU, 2006.
- HAYASHI, A. H. **Processo para predição de preços das ações no mercado financeiro com uso de Big Data.** Dissertação de Mestrado - IPT, 2017.
- IQUIAPAZA, R. A.; BRESSAN, A. A.; AMARAL, H. F. **Previsão Não-linear de Retornos na BOVESPA : Volume Negociado em um Modelo Auto-Regressivo de Transição Suave.** v. D, p. 149–171, 2010.
- JUNIOR, M. M. DE O. L. **Proposta de um modelo de predição da bolsa de valores usando uma abordagem híbrida.** Dissertação de Mestrado - UFMA, 2013.
- LELIS, L. H. S. DE. **Aprendizagem Semi-Supervisionada aplicada à Engenharia Financeira.** Dissertação de Mestrado - UFMG, 2007.
- LIMA, F. G. **Modelos de previsão de séries temporais financeiras com combinação de filtros de Kalman e Wavelets.** Tese de Mestrado - USP, 2011.
- MARCA, E. C. **Mercado de ações e a análise técnica como principal ferramenta.** Unoesc & Ciência ACSA, p. 59–66, 2017.
- MASILI, M. **Osciladores, padrões de candlesticks e variações de preços de ativos financeiros: um estudo preliminar sobre a relação entre esses fatores no mercado de ações.** n. January, 2014.
- MURPHY, J. J. **Technical Analysis in Financial Markets.** 1999.
- NASCIMENTO, T. P. DO. **Um Serviço Baseado em Algoritmos Genéticos para Predição da Bolsa de Valores.** Dissertação de Mestrado - UFMA, 2015.
- OSÓRIO, J. **A análise técnica e o mercado português: MACD E RSI.** Trabalho de Conclusão de Curso - UFRGS, 2010.
- PENTEADO, M. A.; BARROS, D. **Uma avaliação estatística da análise gráfica no mercado de ações brasileiro à luz da teoria dos mercados eficientes e das finanças comportamentais.** Dissertação de Mestrado - USP, 2003.

SANT'ANA, J. **Conheça as 20 maiores empresas de capital aberto do Brasil.** Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/nova-economia/conheca-as-20-maiores-empresas-de-capital-aberto-do-brasil-axgiib32w169d97e0uce56a7n>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

SOBRINHO VIEIRA, B. B. **Mercado Financeiro.** p. 1–57, 1997.

VIDOTTO, R. S.; ZAMBON, A. C. **O Moving Average Convergence- Convergence - Divergence como Ferramenta para a Decisão de Investimentos no Mercado de Ações.** Revista de Administração Contemporânea, p. 291–309, 2009.

WOLFF, L.; SOUZA, A. M. **Análise do índice bovespa sob enfoque de séries temporais.** 2010.