

DOI: 10.33947/2316-7394-v7n1-3535

ESTUDO DA ESTATÍSTICA DE ANÁLISE TEMPORAL COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA APLICAÇÃO EM ROBÔS DE INVESTIMENTO NO AUXÍLIO DOS INVESTIDORES PARA OTIMIZAÇÃO DE GANHOS NA BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO

STUDY OF THE STATISTICS OF TEMPORAL ANALYSIS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE APPLICATION IN INVESTMENT ROBOTS IN THE AID OF THE INVESTORS FOR OPTIMIZATION OF EARNINGS ON THE SÃO PAULO STOCK EXCHANGE

Marcos Alcantara Ribeiro Duarte¹, Stephany Santana Gomes², Vinicius de Oliveira Lima³,
Vitor Santos Ferreto⁴, Edgard Ambrósio Junior⁵

RESUMO

Verifica-se que o baixo número de investidores na Bolsa de Valores em São Paulo deve-se tanto à falta de conhecimento quanto à complicação que encontram na hora de investir e até mesmo no baixo rendimento esperado. Neste artigo, a solução é o estudo para a criação de um algoritmo que possa auxiliar na criação de um robô aos investidores a obter um melhor lucro. Para o desenvolvimento do mesmo, foram feitos estudos em busca de ferramentas e técnicas específicas, para a obtenção de resultados através do uso da estatística, *machine learning* e redes neurais, apresentando os resultados em navegador. Este artigo resulta-se em uma fundamentação com ótimas técnicas para aplicabilidade, servindo para a criação do robô de investimento e até mesmo para ser utilizado como base de criação de outros algoritmos que façam uso de redes neurais e estatística.

PALAVRAS CHAVE: Estatística. Redes Neurais. Machine Learning. Inteligência Artificial

ABSTRACT

Ensure that the low number of investors in the Stock Exchange in São Paulo is due to the lack of knowledge as to the complication that they find in the hour of investing and even in the expected low income. In this article, the solution is the study for the creation of an algorithm that can aid in the creation of a robot that will help the investors to obtain a better profit. For the development of the same, studies were made in search of specific tools and techniques, to obtain results through the use of statistics, machine learning, neural networks and presenting the results in a browser. Then it results in an article based on great techniques for applicability, serving to create the investment robot and even be used as a basis for the creation of other algorithms that make use of neural networks and statistics.

KEYWORDS: Statistics. Artificial Neural Networks. Machine Learning. Artificial Intelligence

¹ Graduando em Ciências da Computação. Empresário e profissional do mercado financeiro e de capitais.

² Graduanda em Ciências da Computação.

³ Graduando em Ciências da Computação.

⁴ Graduando em Ciências da Computação.

⁵ Graduando em Ciências da Computação.

INTRODUÇÃO

A análise do histórico de preços de ativos financeiros temporais é uma das principais técnicas para a tomada de decisão de investimentos, como é feita por diversas corretoras, analistas de investimento e entusiastas que gostariam de apostar para poder usufruir de ganhos que suas ações tiveram. Entretanto, segundo registros da B3 (Outubro, 2018) temos cerca de apenas 730.582 mil investidores no Brasil, que é um valor muito pequeno para um país que possui cerca de 209.122.320 milhões de habitantes segundo o IBGE (Outubro, 2018). Uma das principais causas dessa baixa de investidores é a falta de saber como operar corretamente no mercado de ações, muitos não sabem como, quando e quais as melhores técnicas de investimento em ações ou em quais ativos investir.

Os ativos negociados em bolsa têm uma oscilação diária de preços, podendo ser mais ou menos procurado pelos investidores durante o dia de negociação. Com o advento do pregão eletrônico, muitas tecnologias foram aplicadas ao mercado de ações como os algoritmos de estratégias automatizadas. Sabendo disso, uma das possíveis soluções para que haja uma otimização de ganhos aos investidores, é a criação de um algoritmo que através de estatística e da inteligência artificial, redes neurais e *machine learning* que analise as informações fornecidas pelo usuário através de um site web, tais como valor, prazo, tempo e o risco do investimento desejado. Com estas informações, o algoritmo analisa e toma as decisões necessárias para atingir o objetivo escolhido pelo usuário. Depois da implementação dessa técnica, passa a ser mais fácil investir no mercado de ações, pois, com uma prática fácil de investir sem a necessidade de se aprofundar em como são realizadas as operações na bolsa.

MÉTODOS

O uso de séries temporais no mercado financeiro é uma das técnicas para tentar prever o comportamento dos preços numa série temporal futura, chamada assim de série estocástica ou não determinística. Uma série temporal é um conjunto de observações geradas sequencialmente no tempo (OLIVEIRA, 2007) ou ainda que “A classe de fenômenos cujo processo obser-

vacional e consequente quantificação numérica gera uma sequência de dados distribuídos no tempo é denominada série temporal [MULLER, 1996].

O estudo dessas observações chamadas aqui de dados ou série de dados são a base para o processo de criação do algoritmo que irá analisar essas informações usando modelos matemáticos de estatística para estimar o comportamento do preço na série temporal.

Ramo das matemáticas aplicadas cujos princípios decorrem da teoria das probabilidades e que tem por objeto o estudo, bem como o agrupamento metódico, de séries de fatos ou de dados numéricos. (ESTATÍSTICA, 2017).

Funções aritméticas simples de média aritmética, média ponderada, probabilidade etc, possibilitam a aplicação realizar estudos estatísticos sobre os dados da série temporal finita. Quando renovados os dados da série temporal a cada novo dado e aplicadas as mesmas técnicas, pode-se tentar prever tal comportamento futuro dos preços. Exemplo, imaginemos que as ações da Petrobras oscilaram nos últimos doze meses entre R\$ 10,00 e R\$ 20,00 os algoritmos podem realizar um estudo estatístico sobre a série temporal destes doze meses para tentar através de padrões detectar o principal comportamento dos preços. Hipoteticamente, suponhamos que durante oito meses os preços estiveram abaixo de R\$ 18,00 e somente nos últimos quatro meses os preços das ações foram cotados a R\$ 20,00. A aplicação através do algoritmo desenvolvido pode identificar em tempo real esse padrão e formar assim um novo nó/ sinapse na rede neural da aplicação no ativo Petrobrás quando o preço das ações estivesse sendo cotado para um valor acima da média destes oito meses, o software aplicaria este estudo para os investidores que selecionassem Petrobrás numa análise de perfil.

Para o desenvolvimento de conteúdos e interfaces dinâmicas e mais complexas, será utilizado o *JavaScript*, que se trata de uma linguagem de programação web, utilizada principalmente pela sua alta versatilidade e velocidade na interpretação dos códigos do algoritmo em suma do projeto e também na Inteligência Artificial. (DAMASCENO, 2017)

Em conjunto a essa linguagem de programação, se faz necessário o uso de uma ferramenta para cria-

ção de *dashboards* e indicadores, que serão importantes para que o usuário possa abstrair e compreender facilmente o resultado gerado pelo robô. Nessa situação, se faz necessário uma ferramenta de visualização de dados, que no presente artigo fora escolhido o PowerBI, da Microsoft, que é usada como ferramenta de visualização por muitas empresas para apresentação de relatórios e análises de dados.

Para o armazenamento dos dados recebidos do sistema do mercado financeiro e os dados do perfil do usuário, é necessária a utilização de um banco de dados. Segundo (Korth, 1999), “*um banco de dados é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico*”. No entanto, precisa trabalhar com esses dados e estar em constante atualização. Decidiu-se o uso de um software que é capaz de que o usuário possa inserir novos arquivos, alterar ou remover dados de acordo com a necessidade, o SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados, será utilizado então o SGBD MongoDB, devido a sua robustez, comparados com outros concorrentes, além de ser não-relacional, que diferente dos SGBD relacionais, esse não trabalha com *schemas*, além de ser capaz de suportar uma carga de dados maior. (PINTO, 2013)

Após a seleção dos dados e definição de onde será fixada a informação, é então caminho aberto para trabalhar com os dados, através do uso da Inteligência Artificial, que segundo Luger & Stubblefield (1993), “é o ramo da ciência da computação que se preocupa com a automação do comportamento inteligente”. Ela é a parte da ciência da computação voltada para o desenvolvimento de sistemas de computadores inteligentes, sistemas que exibem características, as quais nós associamos com a inteligência no comportamento humano compreensão da linguagem, aprendizado, raciocínio, resolução de problemas, etc (FEIGENBAUM, 1981). Em que, neste estudo é o que será responsável na obtenção de informações, através da seleção de perfil do usuário, com as métricas e filtros decididos pelo mesmo cruzando com dados obtidos do site de investimentos.

Uma das ramificações da IA, é o *Machine Learning*, que se trata do aprendizado de máquina,

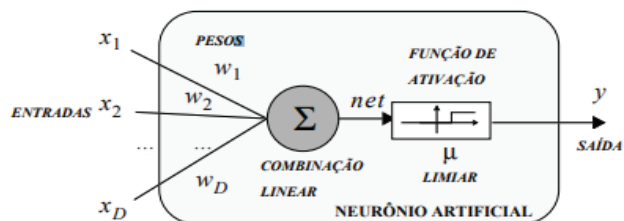
que é considerada um ramo da área de Inteligência Artificial, sendo uma área especializada no estudo e construção de sistemas que sejam capazes de aprender de forma automatizada a partir de dados (BRINK; RICHARDS, 2014). Essa tecnologia será muito utilizada no atual projeto em que a máquina aprenderá com resultados dos estudos, caso servirá ou não para outros investidores, evoluindo qualitativamente os resultados, adaptando-se ao comportamento novo do mercado.

Redes neurais artificiais (RNA), para Mueller (1996) “são modelos de técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirados na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento por meio da experiência”. Estas técnicas são aplicadas a um modelo computacional e baseadas no comportamento cognitivo do ser humano, onde os neurônios humanos reconhecem padrões e aprendem a tomar decisões baseadas nestes esquemas e comportamentos formando uma rede neural artificial. Como por exemplo, quando colocarmos as mãos sobre o fogo o nosso sistema nervoso aprende através da sensação de dor que isto é prejudicial e em uma próxima oportunidade já não colocaremos a mão em uma chama, pois, ao sentirmos o calor do fogo, o cérebro humano aprendeu que este padrão remete à dor física.

Um neurônio artificial representa uma estrutura computacional seguindo o mesmo princípio de um neurônio biológico, onde, através de sinapses que são as trocas de informações entre neurônios e funções de ativação, análise de dados lineares entre outras resultam em associações entre neurônios.

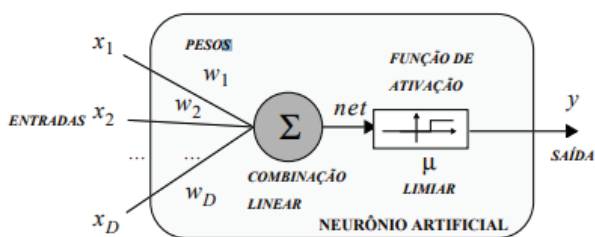
O uso de redes neurais artificiais (RNA) como técnica para a implementação das técnicas do aprendizado de máquina são imprescindíveis para que o software faça o processo decisório de forma dinâmica do melhor cenário para cada dado de entrada. A percepção dos dados de entrada e a sua classificação possibilitarão que o software faça ajustes em seu comportamento com o passar do tempo, tornando-o mais efetivo através de novas leituras temporais dos ativos do mercado e conseqüentemente uma melhor obtenção dos resultados para cada investidor.

Modelo de neurônio artificial



Fonte: (RAUBER, 2005)

Utilizando o modelo de neurônio artificial (McCulloch, 1943) conforme imagem acima, para um algoritmo baseado em RNA o processo é exatamente igual, trabalha-se com a ideia de com uma informação de entrada de dados, em que um padrão é reconhecido e armazenado. Após análise desta informação é atribuído um peso ao dado de entrada e acionada a função de combinação linear (somatória) Net, seguindo para a função de ativação e saída, onde, a escolha da função de saída é determinada pelo próprio aprendizado que o algoritmo faz através do estudo e repetição deste cenário.



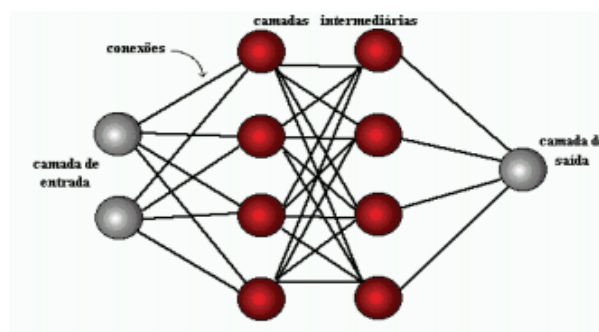
Fonte: (RAUBER, 2005)

Por exemplo, entrada x1 tem um valor n e peso igual 1 e a entrada x2 tem um valor z e peso igual a 2. O produto da entrada x1 multiplicado pelo seu peso respectivo é passado para a função soma que ativará ou não a saída para um próximo passo de acordo com o resultado encontrado. O algoritmo chamado aqui de neurônio artificial, continuará a propor este mesmo comportamento (análise de entradas de dados), onde na saída da função soma sendo o valor igual ou maior que 1 ativa o próximo passo chamado de sinapse.

	Entrada	Peso	Soma do Produto	Ativação
X1	1	2	2	1
X2	-3	4	-12	0
X3	-3	4	-12	0
X4	-3	4	-12	0
Xn	n	z	n * z	1/0

Tabela 1 – Exemplo de Valores de X

Topologia de uma rede neural artificial



Fonte: (MARTINS, 2008)

A estrutura topológica de uma rede neural se faz na criação de camadas onde após a classificação dos dados de entrada essas camadas são organizadas dinamicamente podendo ser criadas ou excluídas de acordo com o dado informado. Como, por exemplo, no caso hipotético para a classificação de ações do banco Bradesco S.A., onde para todos os estudos deste ativo será atribuído “peso 5” para o investidor conservador e conforme os resultados dos estudos temporais a própria rede neural será modificada com base neste histórico de sucesso ou insucesso para um outro peso.

O modelo de redes neurais não supervisionadas aplica-se bem a este estudo, pois, são modelos onde a própria aplicação analisa os dados de vários neurônios artificiais simultaneamente e já armazenados, utilizando essa análise para a tomada de decisão trazendo a informação de sucesso ou insucesso quanto à análise temporal efetuada.

DESENVOLVIMENTO

Com a aplicação baseada em ambiente web, utilizando um navegador à escolha do usuário, será apresentado um conjunto de telas, indicadores e dashboards com o objetivo de auxiliar os investidores

na tomada de decisão e no fornecimento de informações sobre os ativos do mercado, além de tornar a aplicação acessível a partir de qualquer lugar.



Figura 1 – Modelo de interface gráfica

Para a criação da parte visual, como o usuário irá interagir com o sistema e às entradas, foi desenvolvido baseado no padrão de boas práticas, o MVC. Tal prática é composta por três tipos de camadas: *Model*, *View* e *Controller*.

A camada *View* é composta pela programação da tela de autenticação, cadastro de informação, análise de perfil e exibição do resultado do estudo efetuado das informações. Para o seu desenvolvimento será utilizado a biblioteca React.js, que ficará responsável pelo desenvolvimento das telas da aplicação utilizando o conceito de *web-components* (conjunto de controles que permite a exibição de “dados de natureza interativa”, como gráficos ou relatórios oriundos de bases de dados analíticas entre outras formas). Manipulando o DOM (*Document Object Model*), em memória utilizando o virtual dom.

Já a camada *Controller* é responsável pelos métodos de autenticação, receber os dados provenientes do MongoDB, transformando em informação e transferindo para as camadas *View* e *Model* para seguir o fluxo do sistema. Nela será construída a lógica de análise do perfil de investidor que será composta de perguntas e filtros, tais como o valor do investimento e o tipo de risco que o mesmo está disposto a aceitar. Para realizar esse processo foi utilizado Node.js como interpretador de código Javascript, focado em migrar o Javascript do lado do cliente para o servidor realizando ações como autenticação, controle de rotas, *endpoint* e manipular conexões simultanea-

mente de forma rápida e eficiente entre outras ações.

Na camada *Model* o seu conteúdo corresponde ao armazenamento das informações e resultados das aplicações efetuadas pelos investidores. Para atender à necessidade apresentada, o MongoDB será utilizado para o armazenamento dos dados obtidos, um banco multiplataforma escrito em C++ que utiliza documentação semelhante ao JSON (JavaScript Object Notation) sendo utilizado como estrutura de transferência de dados. O JSON tem formato de fácil manipulação e leitura baseado no padrão ECMA consequentemente o output de um objeto javascript é um JSON que em relação ao XML (*Extensible Markup Language*) apresenta o mesmo tamanho e velocidade de transferência após compressão mas por JSON ser um objeto do JavaScript sua manipulação se torna uma vantagem.

Para tornar a ferramenta multiplataforma, ou seja, a possibilidade de adequação a vários dispositivos, será utilizado um modelo para facilitar o uso aos usuários, o GUI (*Graphical User Interface*) que será construído através da biblioteca Electron.js. Após a análise e ao trazer determinados dados e informações, serão exibidos em forma de indicadores e gráficos utilizando a biblioteca *ChartIQ* junto da ferramenta de visualização Power BI, que traz de forma simplificada e adaptável na página para o usuário.

Para a análise do perfil do investidor os algoritmos responsáveis também estarão na camada *Controller*. O algoritmo de IA que trabalhará na camada *Controller*, será o responsável para analisar cada nova linha no banco de dados de cada documento dos ativos, pois, já se tem uma base para a inteligência artificial atuar. Uma função recursiva atualizará o documento de oportunidades e buscará através de instruções de consulta na base dos investidores, se algum investidor obteve sucesso em sua aplicação ou se algum critério de entrada estatística foi atendido. Em caso positivo, será feita a sinapse na rede neural do investidor com o ativo em questão para aprimoramentos de *Machine Learning*.

O algoritmo de busca de oportunidades poderá ter esse escopo trazendo a ideia de oportunidades por variação estatística de médias móveis.

CONCLUSÃO

Como se trata de um estudo, este artigo está pronto para ser a base para a criação de um algoritmo para investimento, pois exhibe de forma concisa o que é imprescindível para a sua criação. Como resultados, espera-se que o *software* funcione de forma intuitiva possibilitando que os investidores que utilizarem a ferramenta para aplicar na bolsa de valores atinjam resultados significativos por cada ativo de uma forma clara e objetiva a partir da criação do robô de investimento possibilitando ainda uma base de estudos para novas criações de algoritmos que se façam uso das redes neurais e a estatística.

```
Inicio
  PrecoAtual: decimal
  MediaMensal : decimal;
  Posicao : Inteiro;
  Preco = precoatual
  posicao = 0;

  Se (PrecoAtual > MediaMensal) então
    Se posicao = 0 then
      Alertadecompra();
      Posicao := 1; //Compra
    Fim Se;
  Fim Se;

  Se (PrecoAtual < MediaMensal) então
    Se posicao = 0 then
      Alertadevenda();
      Posicao := 2; //Venda
    Fim Se;
  Fim Se;

Função MediaAritmetica()
  fechamento = ValorFechamentoDia
  Enquanto fechamento < 22 faça
    MediaMensal = (MediaMensal + fechamento) / 2
    fechamento = fechamento + 1
  Fim enquanto
  return MediaMensal
Fim funcao MediaAritmetica
```

REFERÊNCIAS

BRINK, Richards. **What is Machine Learning**. Disponível em: <https://livebook.manning.com/#/book/real-world-machine-learning/chapter-1>. Acesso em: 15 nov. 2018.

DAMASCENO, Alexandre Braga. **TaintJSec: um método de análise estática de marcação em código Javascript para detecção de vazamento de dados sensíveis**. 2017. 129 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

ESTATÍSTICA. **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (DPLP)**. 2017. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/estatistica>. Acesso em: 15 set. 2018.

FEIGENBAUM, E. Barr A. **The handbook of artificial intelligence**. Elsevier Inc., Butherworth-Heinemann, 1981.

Histórico de pessoas físicas. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/consultas/mercado-a-vista/historico-pessoas-fisicas/. Acesso em: 20 jun. 2019.

KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

LUGER, G. F.; STUBBLEFIELD, W. A. **Artificial intelligence**. 6. ed. Mexico: Editora Person, University of, 1993.

MARTINS, M. A. S.; METTE, F.; MACEDO, G. R. **A utilização de redes neurais artificiais para a estimação dos preços da Petrobrás PN na Bovespa**. 2008. Disponível em: http://seer.ufrgs.br/ConTexto/article/download/11090/pdf_5. Acesso em: 14 nov. 2018.

"MCCULLOCH, Warren S.; PITTS, Walter. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **The bulletin of mathematical biophysics**, v. 5, n. 4, p. 115-133, 1943. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02478259>. Acesso em: 19 nov. 2018.

MUELLER, A. **Uma aplicação de redes neurais artificiais na previsão do mercado acionário**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Pós-Graduação na Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/76977/104675.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 17 nov. 2018.

OLIVEIRA, Mauri Aparecido de. **Aplicação de redes neurais artificiais na análise de séries temporais econômico-financeiras**. 2007. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-31012008-112504/publico/MAURITHESE.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

PINTO, Alexandre P. et al. **Testes de performance utilizando o DB4O e MongoDB e-RAC**, v. 3, n. 1, 2013.

Projeção da população do Brasil e das unidades da federação. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 18 nov. 2018.

RAUBER, Thomas Walter. **Redes neurais artificiais**. Departamento de Informática. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil, 2005.