UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA

Cassiano zucco

UM INDICADOR COM O *TRADINGVIEW* UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.

CHAPECÓ, SC

2019

Cassiano zucco

UM INDICADOR COM O *TRADINGVIEW* UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia da Computação, Área das Ciências Exatas e da Terra, da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC Campus de Chapecó como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Jacson Luiz Matte

Chapecó, SC

2019

Casiano zucco

UM INDICADOR COM O *TRADINGVIEW* UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia da Computação da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC Campus de Chapecó como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia da Computação.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Esp. Jacson Luiz Matte

Universidade do Oeste de Santa Catarina

Nota atribuída:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Giancarlo D. Salton

Universidade do Oeste de Santa Catarina

Nota atribuída:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Tiago Zonta

Universidade do Oeste de Santa Catarina

Nota atribuída:

*A todos aqueles que compadeceram apoio irrestrito em todos os momentos deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao universo para que todas as forças e ações terem cominados nesse fim.

Sou eternamente grato ao meu orientador por todas as horas e dedicação empregadas ao meu trabalho e sempre apontado o caminho que deveria seguir.

Agradeço os meu país Luciana e Taniomar, aos meus avós paternos Aorora e Rovilio e as meus tios Tania e Antonio, por toda e força e suporte para que pudesse concluir esse trabalho.

Agradeço irrestritamente a todos meus amigos que me ajudaram em momentos de solidão e nervosismo.

Agradeço a comunidade Python, Scikit-learn e scihub por existirem.

Sou grato a todas experiencia vividas e conhecimento obtidos através UNOESC de Chapecó com que fez me tornar uma pessoa melhor.

Sou eternamente grato ao tempo que convivi na UNOESC devido à grande amizade que fiz para minha vida Élvis P. Martello.

Agradeço todos aqueles que emanaram energia positiva para que eu conseguisse cumprir este trabalho da melhor forma possível.

Por fim, enalteço uma pessoa em especial, ajudou a seguir em frente ao fim deste trabalho.

Obrigado a todos!

*Treine enquanto eles dormem,*

*estude enquanto eles se divertem,*

*persista enquanto eles descansam,*

*e então, viva o que eles sonham.*

*(Provérbio Japonês)*

resumo

A Nuvem de *Ichimoku* possui regras bem definidas para a operação, entretanto ocorrem vários falsos positivos, ocasionando no prejuízo. Um sistema hibrido de inteligência artificial pode ajudar os *traders* a diminuir o risco de perda de capital no mercado financeiro. Para isso a união ANFIS com as Nuvem de Ichimoku é criado um novo indicador que simplifica a tomada de decisão para os trader na entrada em operações no mercado financeiro. A ANFIS desenvolvida (Python) com técnicas de rede neural artificial (*Scikit-learn*) e logica Fuzzy (*Scikit-fuzzy*) gerará um novo indicador apresentará a probabilidade de três situações ocorrerem (comprado, vendido ou aguardar), integrada a uma plataforma web (*Django*) apresenta gráficos de preço em tempo real (*TradingView*) do Bitcoin (BTCUSD) e empresa B3 (B3SA3).

A pesquisa é aplicada, terá forma de abordagem qualitativo, para atingir os objetivos será exploratória com o procedimento técnico bibliográfico.

Com o resultado obtidos pode-se concluir, mesmo não concretizada a ANFIS de forma completa, apenas com a construção da base de dados e desenvolvimento da rede neural artificial, é possível auxiliar os *traders* na tomada de decisão para entrar em uma operação, de forma precisa e obter lucros.

(188 palavras)

**Palavras-chave**: ANFIS. Mercado Financeiro. Nuvem de *Ichimoku*. Inteligência Artificial. *Traders*.

abstract

Consiste na apresentação clara e concisa dos pontos mais relevantes do trabalho. É redigido pelo autor, em português, antecedendo as listas e os elementos textuais. O resumo deve ser composto por uma seqüência de frases completas e não por uma enumeração de tópicos. O resumo deve contemplar uma contextualização junto ao tema, o problema principal/macro, o propósito o objetivo geral, a metodologia utilizada, os principais resultados, bem como uma breve síntese das considerações finais (conclusão) do seu trabalho. Na redação dar preferência ao uso da terceira pessoa do singular ou impessoal e do verbo na voz ativa. O resumo deverá ter de 200 a no máximo 500 palavras e deverá ser redigido em uma única folha. Evitam-se a utilização de símbolos, fórmulas, equações, ilustrações e outros elementos que não sejam absolutamente necessários. Não podem ser feitas citações ou citar autores. Deverá ser digitado em espaço de 1,5, letra tamanho 12, sem recuo de parágrafo. Ao final, deve constar as palavras-chave do trabalho, ou seja, as palavras principais que representam o trabalho. Veja exemplo abaixo. Um bom Resumo foca principalmente no Proposito, nos Resultados e nas Conclusões.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

[Figura 1 - Gráfico Bitcoin no tempo gráfico de 1D 20](#_Toc24916407)

[Figura 2 - Gráfico Bitcoin apresentado eixos X e Y 20](#_Toc24916408)

[Figura 3 - *Candlesticks* 21](#_Toc24916409)

[Figura 4 - *Tenkan e Kijun* 22](#_Toc24916410)

[Figura 5 - *Senkou A, Senkou B e Chikou* 23](#_Toc24916411)

[Figura 6 - *Kumo* 23](#_Toc24916412)

[Figura 7 - Informações do grafíco 24](#_Toc24916413)

[Figura 8 - Gráfico B3SA3 intervalo 1D entrada operação 24](#_Toc24916414)

[Figura 9 - Gráfico B3SA3 intervalo 1D saída operação 26](#_Toc24916415)

[Figura 10 - Conjuntos nebulosos e pertinência 30](#_Toc24916416)

[Figura 11 - Estrutura da *Fuzzy* 30](#_Toc24916417)

[Figura 12 - Modelo de ANFIS 33](#_Toc24916418)

[Figura 13 - Processo para realização do Indicador 37](#_Toc24916419)

[Figura 14 - Estrutura da ANFIS desenvolvida 43](#_Toc24916420)

[Figura 15 - Resultados compilados BTCUSD 49](#_Toc24916421)

[Figura 16 – Resultado compilados B3SA3 50](#_Toc24916422)

**LISTA DE QUADROS**

[Quadro 7 - Regras antecedentes, regras consequentes e conjuntos difusos 44](#_Toc24916423)

[Quadro 8 - Conjuntos nebulosos 44](#_Toc24916424)

[Quadro 1 - Resultados RNA BTCUSD 45](#_Toc24916425)

[Quadro 2 - Resultados RNA B3SA3 45](#_Toc24916426)

[Quadro 3 - Resultados RNA V2 46](#_Toc24916427)

[Quadro 4 - Resultados RNA V3 47](#_Toc24916428)

[Quadro 5 - Resultados RNA V4 48](#_Toc24916429)

[Quadro 6 - Resultados RNA V5 48](#_Toc24916430)

**LISTA DE TABELAS**

[Tabela 1: Quantitativos artigos encontrados bases 38](#_Toc24951648)

[Tabela 2 - Pesos X Regras 41](#_Toc24951649)

**LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS**

ANFIS - *Adaptative Neuro Fuzzy Inference System*

API -Application Programming Interface

BPNN - *Backpropagation Neural Network*

FOREX - *Foreign Exchange Market*

IA - Inteligência Artificial

LR - *Logistic Regression*

MLP - *Multi Layer Perceptron*

NN - *Neural Network*

PNN - *Probabilistic Neural Network*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

1.1 OBJETIVOS 14

1.1.1 Objetivo Geral 15

1.1.2 Objetivos Específicos 15

1.2 Organização do TRABALHO 15

2 revisão da literatura 17

2.1 mercado financeiro 17

*2.2 Trader* 18

2.3 *TradingView* 18

2.4 NUVEM DE *ichimoku* 22

2.5 BTCUSD 26

2.6 B3SA3 26

2.7 TÉCNICAS DE IA NAS ÁREA DE MERCADO FINANCEIRO 27

2.7.1 Redes Neurais Artificiais 27

*2.7.2* Logica *fuzzy* 29

2.7.3 Sistema Hibrido 31

2.7.4 ANFIS 31

*2.8 Python* 33

2.8.1 *Scikit-Learn* 34

*2.8.2 Scikit-fuzzy* 34

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS 36

3.1 CAMPO OU ÁREA de estudo 36

3.2 Caracterização DA METODOLOGIA DE PESQUISA 36

3.2.1 Fluxo de realização da pesquisa 36

3.3 questões de pesquisa 38

3.4 aplicação da METODOLOGIA DE PESQUISA 38

3.4.1 Construção do Referencial Teórico 39

3.4.2 Desenvolvimento do Sistema Computacional 40

3.4.2.1 Base de dados 40

3.4.2.2 ANFIS 42

3.4.3 Experimentos 45

3.4.4 População e Amostra 50

3.4.5 Coleta e Análise dos Dados 50

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 54

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 55

referências 56

APÊNDICES e/ou anexos 59

# INTRODUÇÃO

No mercado financeiro, o risco de perder dinheiro é constante. Esse risco está diretamente ligado ao seu principal membro: o ser humano. Existem meios para impedir esta máxima, através do aperfeiçoamento nos instrumentos de operação no mercado financeiro, para a melhor previsão de um ativo, visando minimizar os riscos de prejuízos, e aumentando o lucro (BRITO, 2013). Um desses instrumentos está sendo as pesquisas em inteligência artificial, que indica o uso de um sistema híbrido, normalmente envolvendo redes neurais artificiais e lógica *Fuzzy* chamado ANFIS (BAHRAMMIRZAEE, 2010).

O sistema hibrido chamado de ANFIS é o mais indicado pela literatura para o mercado financeiro, onde há alto risco de perda de capital. Para o aprimoramento na diminuição do risco de prejuízo, inúmeros estudos foram desenvolvidos na área da inteligência artificial (BAHRAMMIRZAEE, 2010). As pesquisas avançaram nos últimos tempos com o propósito de auxiliar os *traders* na tomada de decisão ao entrar em uma operação em ativos, visando minimizar os riscos, e aumentando o lucro (BRITO, 2013).

Em decorrência dessas considerações, este trabalho propõe uma construção do indicador aplicando a técnica de IA híbrida, a ANFIS, juntamente com o indicador Nuvens de *Ichimoku* (SADEKAR, 2016). Assim, com o intuito de possibilitar a predição de uma tendência, um indicador com IA pode ajudar os *traders* na tomada de decisão. O indicador mostrará de forma simples três opções para tomada de decisão: se deve aguardar para operar; entrar em operações da forma comprada; ou entrar em operações de forma vendida. Esse será implementado em linguagem de programação *Python*, focado na criptomoeda Bitcoin no par Dólar com o código: BTCUSD e a ação da empresa de bolsa de valores brasileira B3 com o código B3SA3.

Este novo indicador com ANFIS pode ajudar os *traders* a minimizar o erro quando entrarem em operações para os ativos BTCUSD e B3SA3.

O componente banco de dados foi construído com o histórico de preço desses citados acima e as regras de operação registradas por Sedekar (2016). A parte da RNA multicamada constituinte da ANFIS é desenvolvida com bibloteca *Scikit-learn* baseada em *Python*. A fração da *Fuzzy* na ANFIS escrita com *skfuzzy*, entretanto devido à complexidade com a identificação e construção da base de dados não foi possível implementar de forma funcional a *Fuzzy* para obter a ANFIS completa.

OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados os objetivos para a elaboração deste trabalho.

Objetivo Geral

Auxiliar os *traders* a minimizar o erro em operações, com uma ferramenta em formato de indicador, que mostra a probabilidade de acertar a entrada da operação da forma comprada ou vendida, e também mostra quando se deve aguardar, pois não há possibilidade de operar o ativo, isso através de técnicas híbridas de IA chamada ANFIS.

Objetivos Específicos

* Elencar as características da Nuvem de *Ichimoku* nas operações do mercado financeiro.
* Conhecer e identificar as características de uma ANFIS.
* Identificar os requisitos para modelar o indicador.
* Desenvolver o indicador para determinar a entrada mais adequada em operações dos ativos estudados
* Testar e avaliar o indicador com *traders* em operações

## Organização do TRABALHO

Esta monografia está estruturada em cinco capítulos. No capítulo 1 está a Introdução, é apresentado a ideia geral do trabalho, contendo uma breve parte sobre os assuntos do mercado financeiro, o envolvimento da IA, quem é o *trader*, argumentado a delimitação do tema, problematização e a justificativa da pesquisa. Para encerrar o capitulo, são apresentados os objetivos gerais e específicos.

No capítulo 2, Revisão da Literatura, é descrito o referencial teórico que baseia a pesquisa, de suma importância o entendimento as Nuvem de *Ichimoku* para o restante da leitura e entre outros aspectos que fundamentam o desenvolvimento da pesquisa são explanados neste capítulo.

No capítulo 3, procedimentos metodológicos e técnicos, são apresentado os componentes imprescindíveis para a concretização desta pesquisa e a construção da aplicação proposta. A apresentação da área de estudo do trabalho, a caracterização da metodologia, o fluxo da realização da pesquisa, a questão de pesquisa e a aplicação da metodologia são abordadas neste capítulo.

No capítulo 4, está a apresentação e análise dos dados, são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais, e desenvolvimento da aplicação proposta. É demonstrado o processo de desenvolvimento, testes e os resultado dos testes efetuados.

No capítulo 5, as considerações finais, é apresentada a reavaliação dos resultados de pesquisa apurado aos objetivos e a questão proposta.

# 

# revisão da literatura

Neste capítulo, abrangerá todas as áreas que fundamenta o trabalho. Está segmentado pelos conceitos relacionados ao mercado financeiro, tecnologias e referências aplicadas para a criação do indicador

## mercado financeiro

Um breve histórico sobre mercado acionário. Começou na Bélgica com as primeiras negociações controladas em Antuérpia. A primeira empresa com seu capital aberto foi Companhia das Índias Orientais, que vendia ações de seus barcos, caso houvesse saques ou naufrágios, não perdia todo o seu capital. Isso se espalhou para outras empresas da Europa (MAHON, 2019). No Brasil, a fundação da primeira instituição de negociação do estilo que temos hoje, foi em São Paulo, no fim do século XIX.

Uma ação, é um pedaço da propriedade de uma empresa com capital aberto, que representa uma proporção da própria, e está em alguma bolsa de valores a ser negociada financeiramente pelos *Traders* (MITCHELL, 2019).

A abertura de capital de qualquer empresa, em uma bolsa, é para a obtenção de financiamento, geralmente para expansão. Para isso, ela oferece ao público uma pequena fatia denominada oferta pública inicial (IPO), com um valor intrínseco. Após o IPO, a instituição coloca o resto das ações para negociação.

Assim sendo, o preço sofre oscilações, pois é regulado pela lei da oferta e da demanda. Uma ação desejável por todos, o preço tende a mover-se para cima, portanto, será vendida com valor maior que o anterior e terá mais t*raders* querendo comprá-la. Entretanto, quando perder este valor ou interesse, começa a mover-se para baixo, assim, diminuindo o valor oferecido pela ação. Para ser negociada novamente, será quando, o valor oferecido de venda encontre um valor oferecido para compra (MAHON, 2019).

As compras ou vendas acontecem com os t*raders*, fazendo análises dos ativos com seus conhecimentos e estratégias geralmente, através do gráfico de preço dos ativos desejados. No Brasil, a bolsa de valores é a B3, o dia-a-dia do Pregão abre às 10:00Hr e fechas às 17:00. Em criptomoedas e FOREX o mercado é 24/7.

## *Trader*

O *trader*, ou negociante, é o indivíduo que se beneficia com a volatilidade dos preços de ativos para retirar lucros, com operações de compra e venda no mercado financeiro de ativos da bolsa, FOREX ou criptomoedas (INFOMONEY, [201-?]). Ele é principal agente para mercado funcionar, pois precifica o valor dos ativos de qualquer mercado. Quando mais volátil for o mercado, maior é o índice de lucratividade, entretanto, também é grande o risco de perder um grande montante de dinheiro, isso é incerto, difere devido ao nível de experiência do agente.

O *trader* permanece por longos períodos observando gráficos, estudando indicadores e identificando ciclos de mercados para montar uma estratégia, em que na maioria das vezes retornará lucro ao seu criador. Esse especulador nunca ficará posicionado em um ativo por vários anos, pois fará diversas entradas e saídas em curtos intervalos de tempo. É possível dividi-los em duas escolas. Ambos têm a finalidade de lucrar com a volatilidade do preço dos ativos, com entradas compradas ou vendidas, o que muda é o tempo máximo da operação aberta. O investidor escolhe qual faz sentido ao seu estilo. Os que fazem operações de curto prazo (abrir e fechar posições no mesmo dia) visualizam gráficos de no máximo 1 hora, são conhecidos como Day *Traders*. Já os que preferem tempos mais longos (vários dias) costumam olhar gráficos diários dos ativos e são conhecidos como Swing *Traders*.

Qualquer pessoa pode ser um *trader*. Atualmente, ainda, não há, no Brasil, uma cadeira universitária para formação de *traders*, porém, pesquisando de forma simples sobre “cursos de *Trader*” no Google, é possível achar várias opções. Geralmente, os profissionais que acabam tornando-se t*rader* são da área de exatas ou finanças, por possuírem afinidade com o setor do mercado financeiro.

## *TradingView*

O *TradingView*, é uma plataforma on-line em tempo real com gráficos de ativos da maioria dos mercados acionários, FOREX ou criptomoedas. Pode ser acessado em qualquer navegador moderno através do sitio eletrônico https://*TradingView*.com ou dos aplicativos para Android e iOS (TRADINGVIEW, 2017).

Com um cadastro simples, mas que não é necessário, é disponibilizado uma enorme diversidade de ferramentas e indicadores para análise técnica. Além do mais, oferece uma plataforma própria para o desenvolvimento de indicadores, pode consultar e compartilhar, ideias e indicadores com outros *traders*. O todo das ferramentas e indicadores podem ser usufruídas na plataforma de forma gratuita, mas também há recursos pagos, como exportar os dados apresentados no gráfico (TRADINGVIEW, 2019).

Para a realização do presente trabalho, pretendia-se usada a biblioteca gráfica desenvolvida em HTML5, onde possui os gráficos de preço e outros indicadores difundidos no mercado e também a API aberta, que recebe os valores para constituir o gráfico em tempo real, que é desenvolvida pelo *TradingView* (TRADINGVIEW, 2018). O conjunto de ambos é essencial para apresentar o gráfico em diversos intervalos de tempo recebendo os dados de preço conforme são gerados (tempo real), BTCUSD e B3SA3, e igualmente para com o indicador Nuvem de *Ichimoku*. Após, esses dados são enviados para processamento pela ANFIS.

A seguir na Figura 1, meramente ilustrativa, é apresentado o gráfico da forma como o usuário visualiza um ativo financeiro na plataforma. Ele está apresentando o candlesticks no gráfico da criptomoeda Bitcoin no intervalo de tempo de 1 dia (1D), com o indicador Nuvem de *Ichimoku* (será explicado cada elemento separadamente). Nas extremidades do gráfico (nas bordas da página) e possível ver a quantidade extrema de ferramentas que são utilizadas para demarcar lucros, inserir indicadores, demarcar onde o preço pode chegar, o percentual de crescimento no período específico, a área de valor, prospecção de crescimento do valor do ativo, dentre outros (TRADINGVIEW, 2017).

Figura - Gráfico Bitcoin no tempo gráfico de 1D



Fonte - *TradingView* (https://www.*TradingView*.com/), 2019. Editado pelo Autor.

Na Figura 2, as duas marcações numéricas indicam que, número um (1), está marcando o eixo Y do gráfico, onde é apresentado o valor do ativo, e o número dois (2), está apresentando o eixo X do gráfico, onde é apresentado os dias ou horas em um período de tempo.

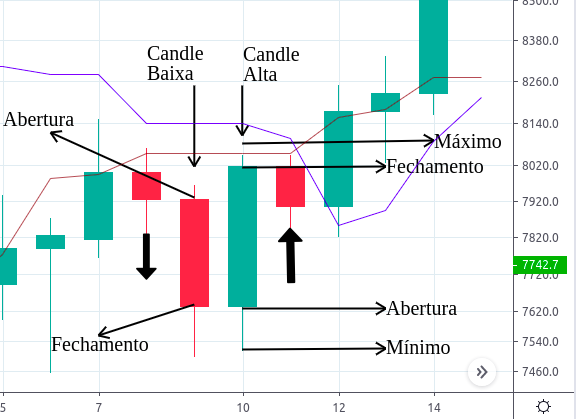
Figura - Gráfico Bitcoin apresentado eixos X e Y



Fonte - *TradingView* (https://www.*TradingView*.com), 2019. Editado pelo Autor.

Na Figura 3 são apresentados os *candlesticks*, é uma das formas convencionais de mostrar o preço do ativo, é usado para acompanhar a evolução do preço dos ativos no decorrer do tempo e ele registra o histórico de preço para uma análise retroativa.

Figura - *Candlesticks*



Fonte - *TradingView* (https://www.*TradingView*.com), 2019. Editado pelo Autor.

Um *candle* tem quatro propriedades: a abertura, o fechamento, o máximo e a mínima. Esses valores são dados pela precificação do ativo. Esses elementos formam um *candle* de alta como o de baixa. Visualizado um *candle* de alta geralmente apresenta-se na cor verde e este registra quando o preço do ativo está subindo. Caso o preço de abertura registrado está abaixo do preço de fechamento, diz-se que o mercado, naquele período de tempo, negociou o ativo e fez o mesmo subir do preço inicial, no momento de abertura, até seu preço final, no fechamento. Na maioria dos casos, o ativo busca valores além da abertura e fechamento, porém, não foi concretizado no momento, esses são marcados como máxima e mínima. A máxima é sempre parte superior do candle (sendo de alta ou baixa) e a mínima sempre na parte inferior (igualmente a máxima). O candle de baixa tem a abertura com valor maior e o fechamento com um valor inferior no período, assim, registra-se a perda de valor do ativo no período em especifico.

O *candle* é dividido em 2 partes. A primeira fica entre a abertura e o fechamento, a segunda parte fica da abertura ao mínimo e do fechamento a máxima, são chamadas de corpo e sombra, respectivamente. A cor do *candle* também pode ser preto e branco, entretanto, na plataforma do *TradingView*, pode-se configurar conforme sua preferência. E por último, o *candle* possui o período, é determinado pelo tempo gráfico, o qual demonstra de quanto em quanto tempo um novo *candle* será apresentado. Geralmente, esses tempos são de 1 minuto (1m), 5 minutos (5m), 15 minutos (15m), 30 minutos (30m), 1 hora (1H), 4 horas (4H) e 1 dia (1D) (TRADINGVIEW, 2017).

## NUVEM DE *ichimoku*

A Nuvem de *Ichimoku* é o indicador utilizado neste trabalho. Na Figura 4 serão apresentadas duas das cinco médias, a *Tenkan* e a *Kinju*. Na mesma imagem, anexada em outra página, indica-se essas duas médias. A média acima do número um indica a *Kinju*, que é calculada com base no valor dos últimos vinte e seis candles. Abaixo do número dois tem-se a outra média, *Tenkan*, calculada com base nos últimos nove candles. Esses valores, juntamente com o número cinquenta e dois, trazem o equilíbrio do mercado (SEDEKAR, 2016).

Figura - *Tenkan e Kijun*



Fonte - *TradingView* (https://www.*tradingview*.com), 2019. Editado pelo Autor.

As outras 3 medias são chamadas de *Senkou* A, *Senkou* B e *Chikou*. A *Senkou* A é calculada através de média entre a *Tenkan* e a *Kinju*. A *Senkou* B é média dos últimos cinquentas e dois candles. A *Chikou* é um indicador de momentum que mostra o valor atual atrasado em 26 candles. A Figura 5 indica as medias com marcadas com seus nomes marcados.

Figura - *Senkou A, Senkou B e Chikou*



Fonte - *TradingView* (https://www.*tradingview*.com), 2019. Editado pelo Autor.

A Figura 5 mostra uma área preenchida em verde entre as medias citadas anteriormente, está será apresentada na Figura 6.

Figura - *Kumo*

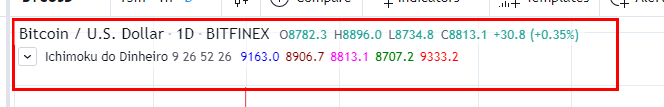


Fonte - *TradingView* (https://www.*tradingview*.com), 2019. Editado pelo Autor.

A Figura 6 apresenta a *Kumo*[[1]](#footnote-1), é o principal componente do indicador, pois mostra a indicação futura para o ativo, ela está posicionada a 26 períodos a frente do último *candle*. Ela é formada pela união das *Senkou’s*, quando a *Senkou* B está sobre a *Senkou* A nuvem é vermelha e indica que há possibilidade de o valor do ativo cair. Portanto, quando a *Senkou* A está sobre a *Senkou* B a nuvem está verde e indica possibilidade de o valor do ativo crescer. Ainda na Figura 6 é possível ver todos os componentes do indicador Nuvem de Ichimoku juntos.

Por fim, na Figura 7, mostra as informações de valor do gráfico apresentado e do(s) indicador(es) usado(s), qual indicador está sendo usado e seus parâmetros.

Figura - Informações do grafíco

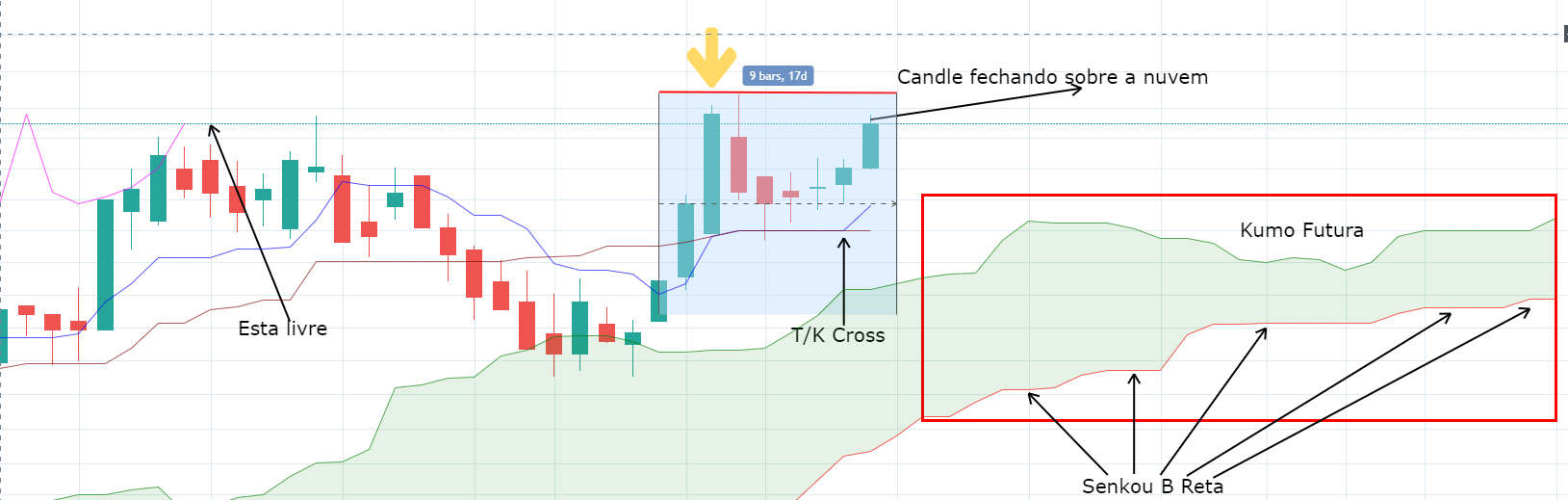


Fonte - *TradingView* (https://www.*tradingview*.com), 2019. Editado pelo Autor.

Na Figura 7 é mostrado o indicador das Nuvem de *Ichimoku*, com os parâmetros padrões, esses podem ser customizado, porem o criador Goichi Hosoda diz que esses números são equilíbrio do mercado (SADEKAR, 2016). Acima desta linha, tem informação de qual é o ativo, e o período de tempo do gráfico, nesse gráfico é igual a 1D, e a qual é a *Exchange* [[2]](#footnote-2). Na continuidade da linha há informações de abertura (O), máxima (H), mínimo (L) e fechamento (C) do último candle, e se está subindo ou descendo em relação ao dia anterior, em quantos pontos e porcentagem.

A Figura 8 apresenta o gráfico do ativo B3SA3 com o indicador a Nuvem de *Ichimoku*. Cada ativo constrói uma formação específica, mas as características anteriormente apresentadas continuam presentes.

Figura - Gráfico B3SA3 intervalo 1D entrada operação



Fonte - *TradingView* (https://www.*tradingview*.com), 2019. Editado pelo Autor.

A Figura 8 para demonstrar a forma de operação no índice B3SA3 com Nuvem de *Ichimoku*, descrita por SADEKAR (2016). A estratégia é nomeada por “*T/K Cross”,* que nada mais é que o cruzamento da *Tenkan* com a *Kinju* ou vice-versa.

Pode ser analisado da seguinte forma: os *candles* estão fechando sobre a nuvem, indicando tendência de alta, como mostrado na imagem. Em outras palavras, o preço acima das medias e acima da nuvem é um sinal forte para compra.

Com o *candle* de alta do dia 3/1, indicado pela seta amarela, fez com que a *Tenkan* se aproxima da *Kinju* e quase a ultrapassa-se, porém ambas se mantiveram no mesmo valor até dia 10/01. No dia 11/01 houve propriamente dito a “*T/K Cross*” o sinal mais forte para o início da analise a estratégia, portanto temos o primeiro sinal forte para realizar a operação de compra.

A segunda indicação de compra ocorre quando o preço (fechamento dos *candles*) está acima da T/K, conforme mostrado na imagem.

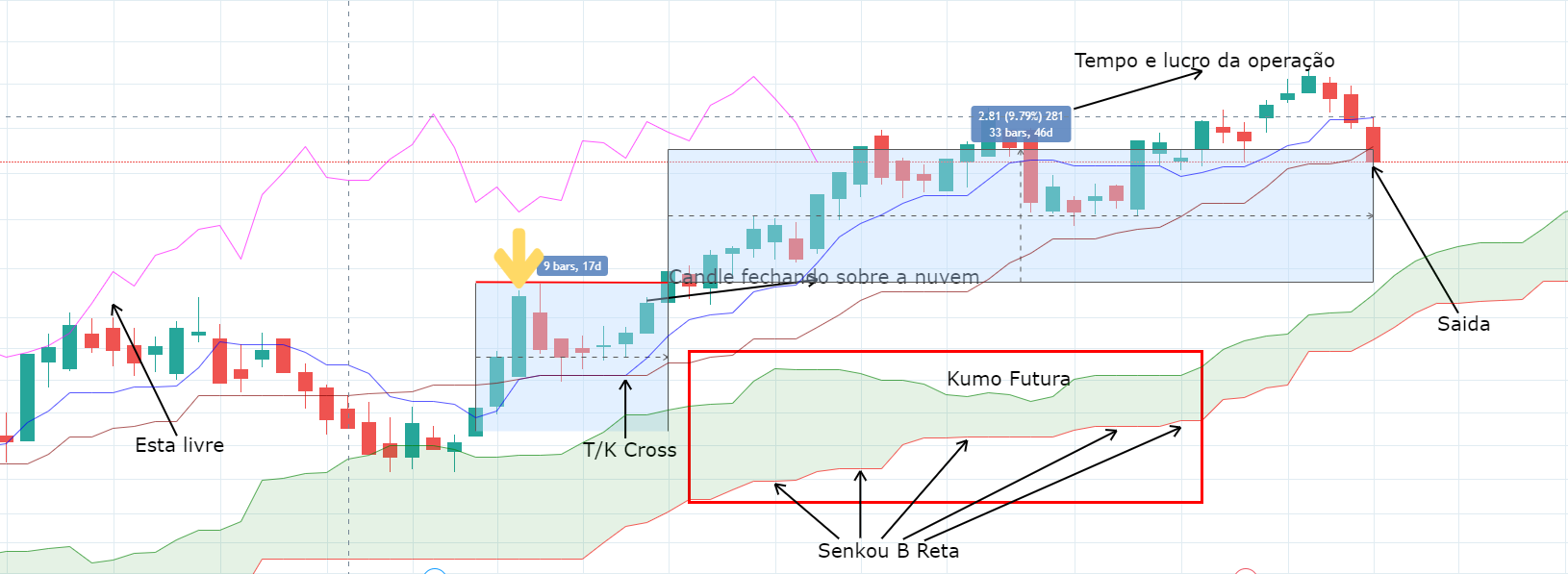
O terceiro indicativo está na *Kumo* futura (indicada pelo retângulo vermelho), quando está apresenta-se na cor verde indica sinal de compra. Uma “Sub-Indicação”, para reforçar o sinal de compra ocorreria se *Senkou* A e B estivessem apontando para cima, no entanto apenas *Senkou* A está indicando subida, enquanto a *Senkou* B está reta. Este é um bom indicativo, pois se o preço regressar ao preço da média, ela estando reta, apresentará uma resistência, e para o preço atravessar a média para baixo será muito custoso.

A quarta, e mais importante indicação, é o indicador de momentum: a *Chikou*. Acima dela é necessário um horizonte vago. Quando livre da turbulência do preço, abre-se a oportunidade para subida do ativo.

Para entrar nessa operação, será colocada uma ordem para entrar comprado acima do *candle* mais alto nos últimos 9 períodos (marcados com o quadro azul), que é o *candle* do dia 4/1, a ordem de compra pode ser colocada na linha vermelha.

A quantia de dinheiro da entrada da operação é dada pelo gerenciamento de risco do *trader*, bem como a saída da operação. Uma estratégia padrão para sair da operação é quando o preço cruzar abaixo da *Kinju*.

Figura - Gráfico B3SA3 intervalo 1D saída operação



Fonte - TradingView (https://www.tradingview.com), 2019. Editado pelo Autor.

A Figura 9 mostra a operação, ela durou 46 dias e rendeu em torno de 9,79% (sem as taxas da casa de câmbio), na saída, indicada pela seta na figura acima, o lucro depende muito da estratégia do *trader* e de seu gerenciamento de risco.

## BTCUSD

Este é o codinome para encontrar o Bitcoin nas *Exchange* que o detém para negociações no mercado de criptomoedas.

O Bitcoin teve seu *White Paper* lançado em 31/10/2008 por Satoshi Nakamoto denominado “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*” com o intuito de, como o próprio Nakamoto (2008) escreveu: “Uma versão de dinheiro eletrônico puramente ponto-a-ponto permitiria que pagamentos online fossem enviados diretamente de uma pessoa para outra sem propomos uma solução ao problema do gasto duplo utilizando uma rede ponto-a-ponto. ”

Ficou possivelmente conhecido em todo o planeta após os fatos do ano de 2017. No dia 01/01/17 iniciou suas negociações em U$ 996.6. Após o passar dos dias em 17/12/17 atingiu a sua marca mais alta de U$ 19810.0.

## B3SA3

B3SA3 esse é o codinome para encontrar as ações da B3 na bolsa de valores brasileira. A B3 é a empresa que possui os direitos oficiais para ser a bolsa de valores brasileira sendo a quinta maior bolsa de valores do mundo, com a capitalização de mercado em treze bilhões (MOREIRA, 2017). Em comparação com o Bitcoin, a volatilidade é inferior. Em 2017, do começo do ano ao seu maior pico, em meados de outubro, foram aproximadamente 58% no aumento do valor de suas ações.

## TÉCNICAS DE IA NAS ÁREA DE MERCADO FINANCEIRO

No artigo de Bahrammirzaee (2010) ele elenca 281 estudos com linha de pesquisa para ferramentas desenvolvidas com IA para serem utilizadas no setor financeiro. Estas pesquisas abrangem áreas distribuídas entre disponibilidade de crédito, tendência de mercados, falência de bancos, gestão de ativos, preços de IPO, etc.

O artigo reúne as pesquisas em 3 grandes áreas de estudo financeiro, a primeira sendo a avaliação de crédito, a segunda como seleção de carteiras de ativos e a última em previsão e planejamento financeiro. O autor enfatiza na comparação do desempenho desses métodos com os métodos tradicionais. De 83 estudos mostrados pelo autor todos são comparados a Redes Neurais Artificiais, em 59 dos casos a RNA saiu melhor do que um método tradicional, nas 3 grandes áreas. De 91 estudos mostrados pelo autor, todos são comparados com Sistemas Híbridos, que desses, em 81 dos estudos, esse sistema saiu-se melhor que o sistema comparado.

### Redes Neurais Artificiais

A Ferramenta que surgiu para auxiliar na resolução dos problemas complexos do mundo real, é inspirada no sistema nervoso central humano (o cérebro).

O princípio da rede neural artificial é conseguir o mesmo processamento dos dados do cérebro humano em máquinas através dos neurônios (KAASTRA; BOYD, 1995).

A RNA é usada largamente em previsões, pois é um método poderoso e adapta-se facilmente às mudanças das variáveis, adequado aos mercados que tem mudança repentina diárias. Para ter possibilidade de processar e conseguir prever é necessário o treino, isto é o processo de aprendizado para a rede identificar padrões. Outra característica, é a facilidade no trabalho com grandes quantidades de dados, mas o treino não deve ser feito com muitos dados, pois muito poder computacional é requerido (KAASTRA; BOYD, 1995).

Em uma RNA o neurônio matemático é análogo ao biológico, possui sinais de entrada, similar aos dendritos. A frente, na estrutura há os pesos sinápticos, local que atribui valor prudente a entrada, justamente como as sinapses, esses pesos são ensinados treinando a rede neural artificial. Depois, o combinador linear, (análogo ao corpo celular) (KHAN ACADEMY, 2013) ele agrega todos os sinais e pesos para potencial de ativação. Na RNA tem-se um elemento que não existe em forma biológica, o limiar de ativação ou *Bias*. Em casos que todas entradas forem nulas pode agir transformando sua saída em não nula. Antes da saída tem-se a função de ativação, fazendo o papel de axônio, ele limita a saída em um intervalo de valores (TRASK, 2019).

A forma geral de funcionamento é, um sistema que tem como entrada um dado qualquer, processa e gera um aprendizado para tomar decisões ou fazer algum tipo de previsão. Por tanto, podemos simular diversas questões financeiras como: previsão de comportamento do *trader*, avaliação financeira, aprovação de crédito, gestão de carteiras de ativos, avaliação de risco hipotecário, classificação de risco de investimento em renda fixa. Em todos os casos anteriores, é possível melhorar a tomada de decisão e diminuir o risco da perda do capital, devido que o mercado financeiro é demasiado de incertezas, é o domínio apropriado para RNA (BAHRAMMIRZAEE, 2010).

Para a rede neural artificial funcionar é preciso treiná-la, para conseguir fazer o que foi designada. Em uma rede neural artificial teremos a camada de entrada, a camada oculta e a camada de saída, respectivamente. Na camada oculta, o neurônio em si, é onde ocorre a interligação de todas as variáveis de entradas para que gerarem uma saída. Atrelado a camada oculta, citado anteriormente, tem-se os pesos das sinapses. Eles têm a função de amplificar ou diminuir o valor da entrada. Esses valores que são setados para que a rede neural artificial tenha um resultado esperado. Para melhor performance, em algumas redes, é usado o método de treinamento com *backpropagation*, ele faz a atualização destes pesos (será comentado após). Dentro do neurônio, na camada oculta, há funções de normalização, elas geralmente deixam o valor entre 0 até 1 (PONCE DE LEON F. DE CARVALHO, 2009).

Na primeira vez que é executado, os pesos das ligações, possuem um valor que foi colocado no primeiro treinamento, então, a rede processa a entrada, originando em uma saída. Com este valor da saída, é possível afirmar, se é satisfatório ou necessita de ajustes nos pesos das ligações. Para ajustar os pesos e minimizar o erro da rede, é usado o processo de backpropagation, onde é usado funções da matemática, geralmente derivadas parciais do erro, para atualizar os pesos da rede e gerar uma saída mais próxima do esperado (PONCE DE LEON F. DE CARVALHO, 2009). Na saída é adicionada a função de erro, a rede neural artificial faz o backpropagation automaticamente com a iteração referente ao último erro, atualizando os valores para uma próxima tentativa de acerto (MENDES N. SILVA, 2003).

Para atualizar de forma suave é introduzida a taxa de aprendizagem que faz parte da otimização da rede. É um valor setado para fazer operações matemáticas junto ao peso antigo e a derivada, assim compõem um novo peso. Para encontrar o valor ideial é necessário o alinhamento de todas estas variáveis (MENDES N. SILVA, 2003).

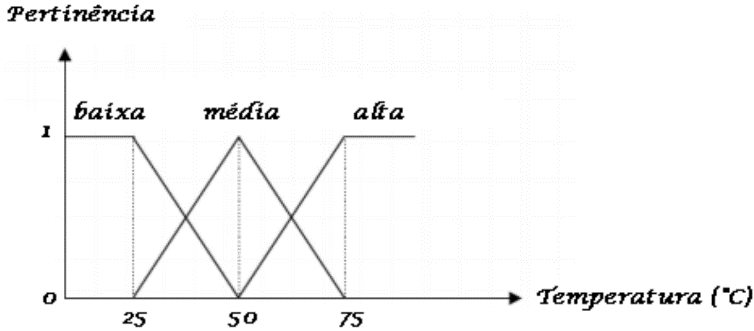
No estudo do Kaastra e Boyd (1995) proveram, na prática, a identificação do sucesso da aplicação. Assim, dividiram em 3 fatores chave para desenvolver uma Rede neural artificial para previsão de dados temporais econômicos. Primeiro é necessário paciência, tempo e recursos para experimentar o grande número de parâmetros que existe. Segundo o pesquisador, deve conter de rotinas para verificar *walk-forward*, otimização da camada oculta e teste na combinação das variáveis de entrada. Por último, o pesquisador deve fazer uma biblioteca com os registros das combinações dos parâmetros, assim é possível identificar o que é bem-sucedido do que não é. Ainda escreve que na prática, o desenvolvimento envolve muitas tentativas e erros.

### Lógica *Fuzzy[[3]](#footnote-3)*

É conceito de lógica booleana, com a diferença de transformar em multinível os valores de 0 até 1. Portanto, a lógica *Fuzzy* recebe uma entrada com linguagem natural, então atribui valores de 0 até 1, para que o processamento seja aproximado do raciocínio humano. A aplicação correta para o mesmo é quando usado com dados vagos e incertos (RIGNEL; CHENC; LUCAS, 2011).

Tem-se como exemplo, determinar um grupo de meia idade. No método booleano, é considerado nessa faixa, apenas quando completar os trinta e cinco anos e até cinquenta e cinco anos. Devido a isso, a pessoa com trinta e quatro anos não é considerada na meia idade, mas ela está aproximando-se a idade, devido a esses dados vagos, a resolução está no uso da lógica difusa (RIGNEL; CHENC; LUCAS, 2011). Para classificar corretamente algum dado com *Fuzzy*, é preciso de conjuntos nebulosos com respectivo grau de pertinência, que varia nos valores infinitos de 0 a 1. O nome desses conjuntos é dado por uma variável linguística, geralmente é algo como, no caso da temperatura, ela pode assumir os valores: baixo, médio e alto. Este exemplo pode ser visto na Figura 10 a seguir como exemplo.

Figura - Conjuntos nebulosos e pertinência

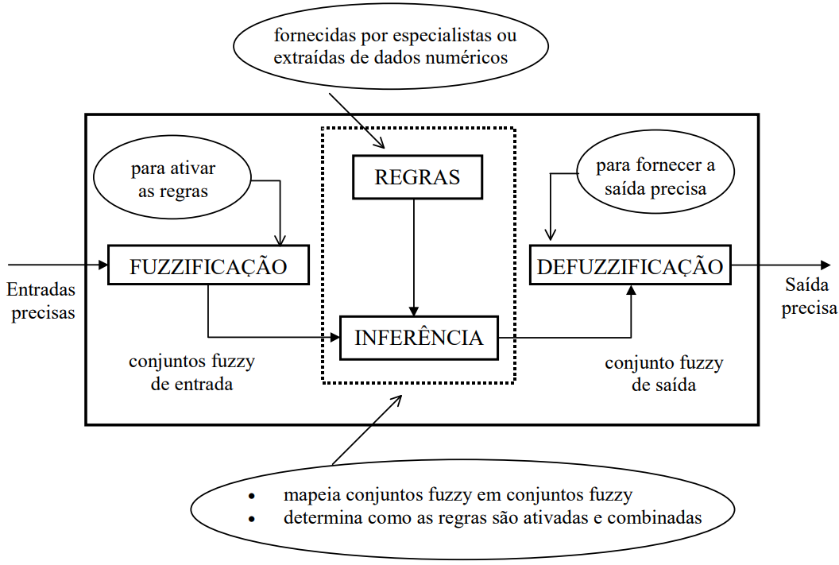


Fonte - RIGNEL; CHENC; LUCAS, 2011

Os valores recebidos das variáveis de entrada, são processados pelas regras de modelagem das funções de pertinência, esse processo tem o nome de fuzzificação, assim transformados em números para fazerem partes dos conjuntos difusos, tornando-se parte das variáveis linguísticas (GOMIDE; GUDWIN, 1994).

Após essa etapa, é obtido os dados processados, antes que sejam entendidos para serem executados é necessário fazer a defuzzificação. A defuzzificação, interpreta os dados fuzzificados através de função matemática, retornando um dado contendo a informação precisa para o sistema tomar a decisão correta. A Figura 11 abaixo mostra esse processo explicado acima de forma detalhada.

Figura - Estrutura da *Fuzzy*



Fonte - GOMIDE; GUDWIN, 1994

Na pesquisa de Leu, Lee e Jou (2009) sobre *Fuzzy* para predizer taxa de câmbio, em vários estudos é usado apenas o histórico de preço para construir o modelo de predição. De acordo com o estudo deles, vários fatores implicam no preço do câmbio, portanto, eles propuseram usar dois fatores, mas encontraram dificuldades para achar, então, resolveram usando distância Euclidiana para encontrar dois fatores semelhantes. A conclusão do trabalho mostrou que técnica desenvolvida superou o modelo da rede neural artificial e passeio aleatório.

### Sistema Hibrido

Há uma série de pesquisas sendo feitas na neurobiologia, com o intuito de entender o funcionamento das combinações de funções do cérebro para acarretar em uma ação apenas. Imitando o cérebro humano, um Sistema Híbrido é robusto e eficiente no processamento de paradigmas de aprendizagem, integrando técnicas de IA com bancos de dados para resolução de problemas (BAHRAMMIRZAEE, 2010).

Modelos híbridos são chamados assim, quando há dois modelos acoplados como um só, (por exemplo RNA e *Fuzzy*). Pode haver dois modelos de acoplamento, isso determina por onde será consumido os dados gerados. Caso os dados forem escritos por um modelo em arquivo, e outro modelo consumir da lá, é considerado acoplamento fraco. Entretanto, caso os dados gerados forem passados diretos de um ao outro, o modelo de acoplamento é forte (BAHRAMMIRZAEE, 2010).

### ANFIS

A ANFIS é altamente usada na nova disciplina de estudos financeiros, a *financial Cybernetics*, criada nos últimos anos, devido aos extensivos esforços em pesquisas para conseguir mais oportunidades em aumentar o lucro no mercado financeiro (ABBASI; ABOUEC, 2008).

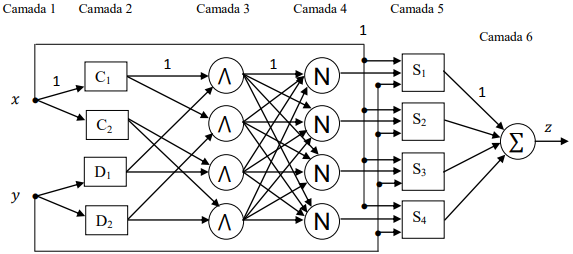
A ANFIS é derivada do conceito de rede neural artificial adaptativa, refere-se a todas as redes neurais com aprendizado supervisionado, como *Perceptron*, *Perceptron* Multicamadas, entre algumas outras. A combinação vantajosa da RNA com a lógica *Fuzzy* traz consigo uma nova forma de um componente robusto para o aprendizado. Ela teve seu conceito e desenvolvimento por Jrys segundo Sarfaraz and Afsar (2005, apud FAGHANI et al., 2014). Ela possui a capacidade de tornar conceitos incertos, variáveis ambíguas e/ou imprecisas em modelos matemáticos definidos para a tomada de decisão em casos de incerteza.

Para desenvolvimento não é necessário ter uma formulação implícita, a IA é uma rede neural artificial com regras *IF-ELSE* para um par de entradas (X e Y) derivando em uma saída (Z). Os algoritmos de treinamento integrados a IA ajustam os parâmetros das funções de entrada e da saída para obter um resultado com fidelidade (NEGNEVITSKY, 2001). Para o treinamento é usado o algoritmo de aprendizado de redes neurais supervisionadas, onde é apresentado um vetor de entrada, com os valores de X, para um vetor de saída Y, com os valores desejados. O algoritmo de treino mais usado e recomendado é o *backpropagation* (NEGNEVITSKY, 2001). A ANFIS traz consigo uma forma simples de implementar, simplificando o fato de dar peso as ligações, trazendo esse conceito mais próximo da lógica usada pelos humanos.

A Seguir a Figura 12 desenha o modelo conceitual, explicando de forma simples este divide-se em: fuzzificação, base de regras, inferência e defuzzificação mixados em forma de RNA e com algoritmos de treinamento para ajustar erro encontrado entre saída esperada com a entrada que fora dado. Esmiuçando a Figura 12

1. A camada um recebe as duas variáveis de entradas (X e Y).
2. A camada dois, abriga duas funções de pertinência para cada entrada, mapeado para cada conjunto nebuloso, esses podem ser otimizados com algoritmos de treinamento ou de otimização.
3. A terceira camada, possui as funções de ativação fixas.
4. A camada quatro, é responsável pela normalização dos valores processados anteriormente.
5. A quinta camada, é interligada com a entrada para o processamento da função de ativação, que também pode passar por um processo de aprendizagem.
6. Na última camada, é feito o somatório de todas as saídas anteriores, assim apresentando a saída geral do sistema ANFIS (FONSECA 2012).

Figura - Modelo de ANFIS



Fonte - Fonseca 2012

De forma sucinta, a grande questão da ANFIS, é encontrar a função de ativação para a segunda camada que traga maior precisão.

## *Python*

É uma linguagem de programação orientada a objetos, interpretada e interativa com licença de código aberto. Amplamente empregada para desenvolvimento de programas para qualquer sistema operacional. É linguagem orientada a objetos com tipagem dinâmica e forte, as variáveis são definidas em tempo de execução.

O *bytecode* (a tradução da linguagem escrita para interpretação pelo processador), é gerado na interpretação, não havendo alterações, não precisa ser gerado novamente. Em relação às outras linguagens, a endentação é característica forte, pois os blocos são definidos por ela, sendo assim, feita a identificação de começos e fins (BORGES, 2010).

Neste trabalho a linguagem é integrada principalmente com bibliotecas da área da IA e de framework para interfaceamento web. A implantação da RNA é construída com a biblioteca chamada de *Scikit-learn*. Para a construção da Logica *Fuzzy,* também é usada biblioteca indexada pela *SciKits* que contempla o ecossistema da *SciPy*, chamada de *Scikit-Fuzzy*. O framework para a interface web é nomeado de *Django*. Para a manipulação dos dados do *dataset* armazenado em arquivo .CSV foi utilizado a biblioteca Pandas.

### *Scikit-Learn*

A biblioteca *Scikit-learn* é a biblioteca que crescimento no meio do aprendizado de máquina entre os não especialistas da área da ciência da computação, com a maior facilidade na implantação e com a distribuição através de licença livre (BSD) prevendo o estado da arte no meio das caixas de ferramentas existentes em *Python* (PEDREGOSA et al., 2011) .

A biblioteca possui diversos algoritmos para desenvolver, testar e validar o aprendizado de máquina, pois há algoritmos para redes neurais com otimização de pesos nas funções de ativação, para separação de conjuntos, para treinamentos e para métricas, como o *MLPClassifier* (*Perceptron* multicamadas), o “*train\_test\_split*”, o método supervisionado “*fit*” e o classificador de rótulos “*accuracy\_score*”, respectivamente, todos usados neste trabalho.

Os algoritmos de RNA de classificação separam conjuntos de dados pelas características apresentadas assim formando grupos de classes, para isso é necessário dar peso as características, esses são calculados matematicamente por funções de ativação que adentram na não linearidade. Para dividir os dados do *dataset* entre treinamento e teste, o algoritmo de separação permite essa ação seja válida. Com o algoritmo de treino é feito a coleta dos parâmetros que construíram a IA e assim classificar os dados para cada classe criada anteriormente, então os dados de teste são confrontados com os que foram preditos anteriormente. E para saber caso a rede realmente ficou adequada as necessidades é usado algoritmos de métricas para validar ela no âmbito que foi inserida (SCIKIT-LEARN, 2019).

### *Scikit-fuzzy*

A *Scikit-fuzzy* é uma biblioteca, como apresentada na sessão 2.8.1, que faz parte do desenvolvimento baseado no conjunto de ferramentas voltada ao ecossistema de softwares passa matemática, ciência e engenharia de código aberto baseado em *Python* nomeado *SciPy* (*SCIKIT-FUZZY*, 2019).

A Fuzzy implementada com essa biblioteca é a lógica retratada na sessão 2.7.2. a biblioteca possui vários algoritmos desenvolvidos para logica difusa, a *scikit-fuzzy* apresenta no portal web a principal função na documentação para solucionar do problema da gorjeta, conhecido no meio da lógica difusa é usado para ilustrar o comportamento complexo a partir de conjunto compacto de intuitivo de regras, que é resolvido com o modulo chamado de “*control*” de forma simples e intuitiva criando as regras antecedentes e consequentes para os conjuntos nebulosos, após o processo de fuzzificação e defuzzificação para obter a saída computada, nos pontos específicos do processo é possível plotar as saídas de forma gráfica (SCIKIT-FUZZY, 2019?).

E além do mais a biblioteca apresenta a API com todas essas funções da forma separada possibilitando a fusão de vários parâmetros para criar uma lógica totalmente exclusiva para solução do problema (SCIKIT-FUZZY, 2019).

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

Nas próximas subcapítulos será apresentado os procedimentos e métodos que foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

## CAMPO OU ÁREA de estudo

Estudo é voltado para a ANFIS, aplicada com a biblioteca e API do *TradingView*, tendo ela como base para processar os dados da Nuvem de *Ichimoku*, focado ao estudo criptomoeda Bitcoin no par BTCUSD e empresa da bolsa de valores com o código B3SA3.

## Caracterização DA METODOLOGIA DE PESQUISA

Com o intuito de caracterizar a pesquisa para o leitor. A mesma, tem como natureza ser uma pesquisa aplicada, pois almeja-se criar um indicador para auxiliar os Traders. De acordo com Gerhardt e Souza (2009), este tipo de pesquisa “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.”

A respeito da forma de abordagem, a pesquisa apresenta característica qualitativa, de acordo com Gerhardt e Souza (2009). Em relação a qualitativa, é pelo fato de ser necessário alcançar métricas e acurácia mínima para funcionamento adequado.

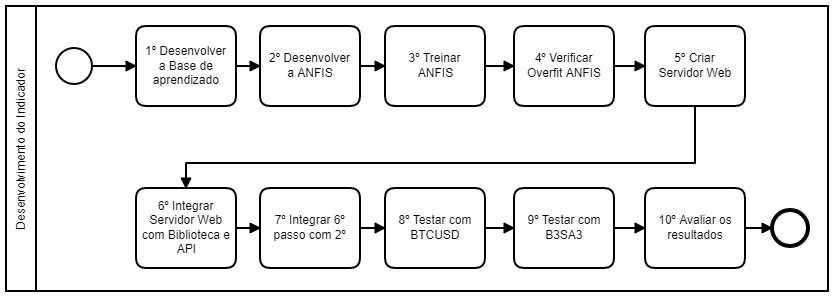
Para atingir os objetivos projetados no capítulo três (3), este trabalho, é uma pesquisa exploratória. Devido que, para chegar ao resultado, será necessário o levantamento bibliográfico do assunto. Com base em GIL (2012), “estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito”.

Quanto ao procedimento técnico, este presente trabalho caracteriza-se como bibliográfica. De acordo com SILVA e MENEZES (2001), é considerada uma pesquisa bibliográfica, quando é elaborada através de matérias publicados por outros autores, existentes em livros, artigos, e material disponível na internet.

### Fluxo de realização da pesquisa

O intuito deste trabalho, como dito anteriormente na subseção 1.3.1 Objetivo Geral, é auxiliar os Traders na tomada de decisão. Para esboçar o fluxo do trabalho, foram feitos alguns processos, para obtenção do resultado. Para melhor compreensão, a Figura 13 abaixo foi criada. Ela demonstra o fluxograma em forma de notação de processo de negócio, apresentando o que deve ser feito para conclusão do Indicador.

Figura - Processo para realização do Indicador



Fonte - Autor

1. Selecionado as características para criar a base, em seguida encontrado essas características nos ativos BTCUSD e B3SA3 no período de 01/2013 a 12/2017. Com isso, foi criado um arquivo para cada, com todos estes dados com o intuito foi de ensinar a ANFIS a identificar os padrões.
2. Realizou-se o desenvolvimento da ANFIS apresentado na subseção 2.2.4 referentes ao conceito estudado por Faghani et al. (2014)
3. Avaliado o desenvolvimento, para ter certeza que foi desenvolvido de forma correta como dito por Faghani et al. (2014) e podendo ser comparada com outros estudos indicados em Bahrammirzaee (2010). Após a validação do funcionamento, foi usado a base desenvolvida no primeiro passo para treinar a ANFIS, com isso passará a identificar os padrões requeridos, começando com a formulação do indicador.
4. Verificar se há alguma possibilidade que a ANFIS necessita aprender mais, ou em caso contrário, ela aprendeu em demasiado, assim tendo que revalida-la, nesse passo ouve alguns impedimentos que serão citados ao longo do projeto.
5. Criar o servidor web, a princípio, para elaboração deste trabalho, é local no notebook do autor. Desenvolvendo o backend estruturado para receber ANFIS, e o frontend no que compreende de botões e ações que serão requeridas para integração com API.
6. Integrar a biblioteca gráfica do TradingView, onde possuirá as questões salientadas na subseção 2.1.1, fazendo com que a base do indicador seja criada.
7. Este processo é onde o indicador será criado efetivamente unindo todas as partes.
8. Processamento do BTCUSD em momentos mais próximos do atual. Nenhum desses momentos não foram usados para criar a base de teste do primeiro processo, assim obterá os resultados em quais períodos eram de entrar na operação. O décimo processo é avaliado o B3SA3.
9. No último processo, com os resultados obtidos nos processos anteriores, serão comparados com resultado de outros indicadores no mesmo período, analisado e comparado qual obteve melhor resultado em questões de ganho em percentual.

## questões de pesquisa

* Como auxiliar os *Traders* na tomada de decisão em operações financeiras, a partir da adição de um novo indicador com IA, para a análise gráfica com o *TradingView*?

## aplicação da METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo será explanado sobre como foi construído a o referencial teórico, qual técnica foi utilizada para desenvolvimento do sistema computacional, como foi coletado os dados dos participantes do estudo para a validação da pesquisa.

### Construção do Referencial Teórico

A construção do referencial teórico foi através de consulta a bases de dados difundidos em meios eletrônicos, em busca de procurar e elencar nos acervos o melhor método para a construção deste trabalho, as palavras chaves pesquisadas e quantitativo de artigos encontrado por base encontram-se na Tabela 1.

Tabela : Quantitativos artigos encontrados bases

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Base** | **Palavra-chave pesquisada** | **2016 antes** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **Total** |
| **Google Academico** | trade system intelligence artificial | 374000 | 31500 | 33900 | 35600 | 41100 | **516100** |
| financial markets intelligence artificial | 20600 | 21500 | 23700 | 27900 | 26800 | **120500** |
| artificial neural networks | 1100000 | 104000 | 148000 | 93000 | 70000 | **1515000** |
| forecast trading fuzzy | 17100 | 4980 | 5460 | 6200 | 4580 | **38320** |
| finacial market | 6600 | 552 | 590 | 581 | 378 | **8701** |
| stock market forecasting | 743000 | 33400 | 34300 | 34100 | 27500 | **872300** |
| forecasting cryptocurrency intelligence artificial | 246 | 186 | 532 | 1500 | 1930 | **4394** |
| fuzzy logic | 1150000 | 73900 | 67600 | 62700 | 46100 | **1400300** |
| **Total** | **3411546** | **270018** | **314082** | **261581** | **218388** | **4475615** |
| trade system intelligence artificial | 10710 | 1099 | 1251 | 1694 | 2245 | **16999** |
| financial markets intelligence artificial | 4813 | 515 | 610 | 898 | 1275 | **8111** |
| artificial neural networks | 76041 | 7839 | 8637 | 10891 | 13881 | **117289** |
|  | forecast trading fuzzy | 3393 | 542 | 565 | 675 | 732 | **5907** |
| **ELSEVIER** | finacial market | 40 | 5 | 3 | 3 | 4 | **55** |
| stock market forecasting | 27948 | 2821 | 2890 | 3024 | 3669 | **40352** |
| forecasting cryptocurrency intelligence artificial | - | 2 | 2 | 12 | 39 | **55** |
| fuzzy logic | 39099 | 3898 | 3877 | 4258 | 4582 | **55714** |
| **Total** | **162044** | **16721** | **17835** | **21455** | **26427** | **244482** |
| trade system intelligence artificial | - | - | - | - | 64839 | **64839** |
| financial markets intelligence artificial | - | - | - | - | 25067 | **25067** |
| artificial neural networks | - | - | - | - | 27312 | **27312** |
|  | forecast trading fuzzy | - | - | - | - | 6735 | **6735** |
| **Springer** | finacial market | - | - | - | - | 10783 | **10783** |
| stock market forecasting | - | - | - | - | 13586 | **13586** |
| forecasting cryptocurrency intelligence artificial | - | - | - | - | 15587 | **15587** |
| fuzzy logic | - | - | - | - | 11557 | **11557** |
| **Total** | **0** | **0** | **0** | **0** | **175466** | **175466** |

Fonte: O autor

Todos os termos pesquisados foram em inglês devido ao fato que há maior numero de pesquisas nessas áreas (Google Academic foi pesquisado em todos os idiomas). Devido ao grande numero de resultado, no Google Academic foi filtrado por maior numero de citações aos trabalhos, e nos outros 2 foi pesquisado por relevância e ligada a área da computação.

Dentre todas essas obras estudadas destacam-se 3, que se considera as principais referências que nortearam o referencial teórico do trabalho.

* A pesquisa de Bahrammirzaee (2009) material que mostrar qual a IA mais indicada ao mercado financeiro.
* O Livro “*how to make money trading the ichimoku system*” de Sedekar (2016) embasou todos os conteúdos da Nuvem de *Ichimoku.*
* A pesquisa de Abbasi e Abouec (2008) referência necessária para entender a estrutura da ANFIS.

Sobre as bases de conhecimentos, o Google Academic, é uma ferramenta voltada para consulta de artigos e documentos científicos, retornando publicações de outras fontes, como universidades, centros de pesquisa, comunidades científicas e até mesmo das outras 2 fontes pesquisadas. A Elsevier é editora holandesa que contribui com networking todo o meio cientifico em prol da humanidade. E a Springer é líder mundial em um portifólio cientifico, técnico e medico ajuda pesquisadores de academias e setores corporativos de P&D.

### Desenvolvimento do Sistema Computacional

Esta sessão apresenta como foi desenvolvido o indicador idealizado nessa monografia

#### Base de dados

A aquisição dos dados para a construção da base para este trabalho das ações da B3 (B3SA3) e da criptomoeda Bitcoin no par dólar (BTCUSD) foram com os dados encontrados no site do TradingView. Anteriormente cogitou-se em obter esses dados através do site da investing.com, contudo no dia 23/09 o TradingView liberou a funcionalidade de baixar os dados gráficos de qualquer ativo presente no site com qualquer indicado integrado para todos aqueles que possuam contas do tipo “PRO+” e “PREMIUM” (TRADINGVIEW, 2019).

Após o download desses dados, ambos foram convertidos do formato CSV para XLSX através do programa Excel, pois facilita a manipulação dos dados e inserção de formulas. A tabela, contém as informações de: data, fechamento, abertura, máxima, mínima dos candles; E o valor das cinco medias constituintes da Nuvem: *Chikou*, *Tenkan*, *Kinju*, *Senkou* A, *Senkou* B. A Figura 14 mostrar a tabela após convertida com os respectivos nomes do cabeçalho e valores contidos em cada.

Figura - Base de Dados



Fonte - Autor

Com essas informações, realizam-se os cálculos das regras de operação da estratégia “*T/K Cross*”, conforme citado por Sedekar (2014) e descrito no subcapítulo 2.4. Para abranger as regras, três novas colunas para cada umas das quatro regras, foram criadas. São três, pois foram enumeradas 3 situações: entrar comprado, entrar vendido ou aguardar; para cada uma. Após, foram setados pesos entre 0 e 1 para cada uma dessas doze situações, para a gerar medias que indicam uma porcentagem de entrar comprado ou vendido, estes pesos foram setados pelo Autor com base na experiencia própria na atuação no mercado financeiro.

A seguir na Tabela 2 apresenta o peso colocado para cada uma das 12 situações com o respectivo nome. O nome possui um número agregado, o número 0 indica aguardar, o número 1 indica comprado e o número 2 indica vendido.

Tabela 2 - Pesos X Regras

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Peso** | 0,2 | 1 | 1 | 0,2 | 1 | 1 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 0,8 |
| **Nome** | Chikou0 | Chikou1 | Chikou2 | T/K 0 | T/K 1 | T/K 2 | Preco X T/K 0 | Preco X T/K 1 | Preco X T/K 2 | Kumo 0 | Kumo 1 | Kumo 2 |

Fonte - Autor

A Tabela 3 contém os dados copiados da base de dados do BTCUSD, assim se torna melhor o entendimento das regras. Na explicação da regra será explicado o porquê especificamente destas linhas (na linha 54 a Senkou B está sem valor, pois na data ela não poderia ser calculada pela falta de dados do ativo).

Tabela - Dados retirados da base de dados

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Coluna | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| Linha | Date | Fechamento | Abertura | Máxima | Mínima | Chikou | Tekan | Kinju | Senkou A | Senkou B |
| 54 | 2011-10-30T00:00:00Z | 3,5 | 3,85 | 3,85 | 3,2 | 2,72 | 3,31 | 4,24 | 6,8775 |  |
| 79 | 2011-11-29T00:00:00Z | 2,72 | 2,69 | 3,23 | 2,69 | 4,29 | 8,63 | 8,63 | 3,7725 | 7,035 |
| 102 | 2011-12-25T00:00:00Z | 4,27 | 4,32 | 4,32 | 4,27 | 6,22 | 4 | 3,71 | 8,625 | 8,61 |

Fonte - Autor

A Tabela 4 mostra os cálculos para cada uma das 3 situações para a regra referente a Chikou. Foi copiada a linha 54, pois a Chikou é plotada 26 períodos antes do período atual. O período atual está situado na linha 79[[4]](#footnote-4).

Tabela - Cálculos para a Chikou

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome** | Chikou0 (Coluna K) | Chikou1 (Coluna L) | Chikou2 (Coluna M) |
| **Formula** | =SE(E(SE(F54<D54;1;0);SE(F54>E54;1;0));1;0) | =SE(F54>D54;1;0) | =SE(F54<E54;1;0) |

Fonte – Autor

A Tabela 5 demonstra os cálculos para detectar o cruzamento da *Tenkan* com a *Kinju.* Foi copiada a linha 79, pois é a linha que representa a data atual, que o trader está olhando no momento presente, e as medias *Tenkan* e *Kijun* são plotadas nessa data presente.

Tabela - Cálculos para a T/K

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome** | T/K 0 (Coluna N) | T/K 1 (Coluna O) | T/K 2 (Coluna P) |
| **Formula** | =SE(G79=H79;1;0) | =SE(G79>H79;1;0) | =SE(G79<H79;1;0) |

Fonte – Autor

A Tabela 6 apresenta os cálculos detectando a posição do preço em relação a T/K.

Tabela - Cálculos para a Preço x T/K

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome** | Preco X T/K 0 (Coluna Q) | Preco X T/K 1 (Coluna R) | Preco X T/K 2 (Coluna S) |
| **Formula** | =SE(E(NÃO(R79=1);  NÃO(S79=1));1;0) | =SE(E(C79>G79;C79>H79;  B79>G79;B79>H79);1;0) | =SE(E(C79<G79;C79<H79;  B79<G79;B79<H79);1;0) |

Fonte – Autor

A Tabela 7 exibe os cálculos que verificam a indicação da *kumo* futura. Foi copiado a linha 102 pois a *kumo* é plotada 26 períodos a frente do período atual (momento presente).

Tabela - Cálculos para a Kumo futura

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome** | Kumo 0 (Coluna T) | Kumo 1 (Coluna U) | Kumo 2 (Coluna V) |
| **Formula** | =SE(I102=J102;1;0) | =SE(I102>J102;1;0) | =SE(I102<J102;1;0) |

Fonte – Autor

Com os estes pontos definidos, foram geradas duas medias ponderadas, em cada uma delas é considerado apenas os pontos que influenciam para entrar comprado, e outra com os pontos que indicam a entrada vendido. Com os valores dessas medias são calculadas as três hipóteses (entrar comprado, vendido ou aguardar). Se o valor da diferença entre as medias for menor que 20%, a saída é um indicativo para aguardar, caso a diferença seja maior do que esse valor, indica-se a média com a maior precedência calculada. A Tabela 8 indica esses cálculos.

Tabela - Cálculo das medias e Resultados

|  |  |
| --- | --- |
| **Nome** | **Formula** |
| Media Comprada  (Coluna W) | =SOMA(SOMARPRODUTO(K79\*$K$2);SOMARPRODUTO(L79\*$L$2);SOMARPRODUTO(N79\*$N$2);SOMARPRODUTO(O79\*$O$2);SOMARPRODUTO(Q79\*$Q$2);SOMARPRODUTO(R79\*$R$2);SOMARPRODUTO(T79\*$T$2);SOMARPRODUTO(U79\*$U$2);)/($K$2+$L$2+$N$2+$O$2+$Q$2+$R$2+$T$2+$U$2) |
| Media Vendida  (Coluna X) | =SOMA(SOMARPRODUTO(K41\*$K$2);SOMARPRODUTO(M41\*$M$2);SOMARPRODUTO(N41\*$N$2);SOMARPRODUTO(P41\*$P$2);SOMARPRODUTO(Q41\*$Q$2);SOMARPRODUTO(S41\*$S$2);SOMARPRODUTO(T41\*$T$2);SOMARPRODUTO(V41\*$V$2))/($K$2+$M$2+$N$2+$P$2+$Q$2+$S$2+$T$2+$V$2) |
| Aguardar  (Coluna Y) | =SE(ABS(W41-X41)<0,2;0;1) |
| Resultado Parcial  (Coluna Z) | =SE(W41>X41;1;2) |
| Resultado  (Coluna AA) | =SE(Y41=0;0;Z41) |

Fonte - Autor

Após os cálculos, o resultado é obtido apenas em “Resultado (Coluna AA)”.

#### Requisitos funcionais e não funcionais

Para a elaboração deste trabalho, será necessário elencar alguns requisitos. Na área de requisitos há duas classificações.

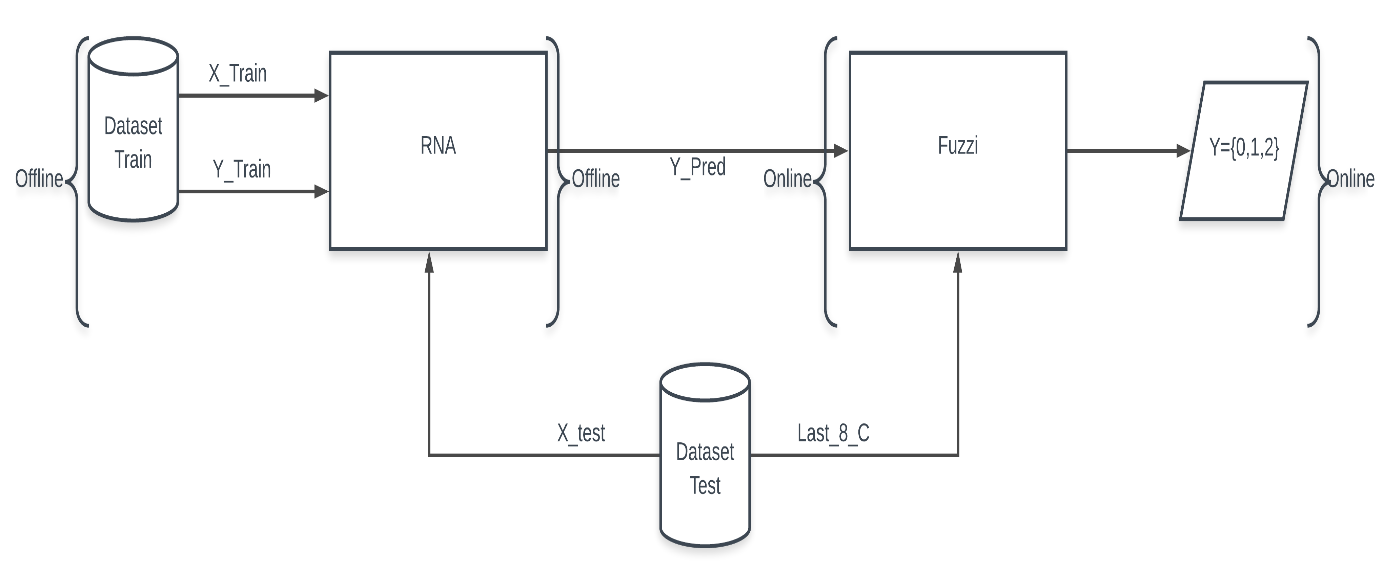
Requisitos Funcionais, são a especificação de como o sistema deve executar as ações. É a especificação da forma que o sistema deve reagir com as entradas (SOMMERVILLE, 2007). Por exemplo, o sistema deve ter na tela principal o gráfico de ambos os ativos.

O outro são os Requisitos Não Funcionais. Eles delineiam a maneira que o sistema deve exercer suas funções (SOMMERVILLE, 2007). Por exemplo, o sistema deve ser elaborado em uma linguagem de programação multiplataforma.

#### ANFIS

O sistema hibrido foi desenvolvido conforme o modelo conceitual por Fonseca (2012) apresentado na seção 2.7.4. A seguir uma figura descrevendo a estrutura da ANFIS desenvolvida para este projeto.

Figura - Estrutura da ANFIS desenvolvida



Fonte - Autor

Por primeiro foi desenvolvida a base de dados de treino, como descrito anteriormente. Em seguida, construída a RNA com a linguagem de programação Python com as bibliotecas da *scikit-learn* chamada de *sklearn.neural\_network* importando a função *MLPClassifier*, como citado na sessão 2.8.1. A construção do código foi padrão para o funcionamento padrão da rede. O código lê o banco de dados do arquivo com o módulo de ferramentas para processamento de arquivos da bibloteca chamada de “pandas” e faz a distribuição dos dados contidos no banco de dados para as variáveis determinadas pelo autor, após esse processo é executada a MLPClassifier (classe da RNA Perceptron multicamadas no *Scikit-learn*) para aprender com a base de dados, assim gerando uma saída com a predição para cada entrada de dados, após é confrontado com uma base de testes.

No âmbito da lógica Fuzzy, seria criado um sistema de controle difuso que modelaria como poderia entrar em uma operação no mercado financeiro ranqueando as três possibilidades de forma percentual de 0% a 100% com alguns pontos apresentado por Sedekar (2016). No longo do livro de Sedekar (2016) cita dicas que podem melhor o nível de assertividade do leitor no mercado financeiro operando com as Nuvens, por tanto, ao utilizar o indicador podemos considerar várias questões além das 4 regras da estratégia “T/K Cross”, as regras antecedentes e consequentes para elencar os conjuntos nebulosos foram retiradas de dicas que Sedekar (2016) citas em parte especial do livro, o quadro X traz as regras que foram elaboradas através das dicas.

Quadro - Regras antecedentes, regras consequentes e conjuntos difusos

|  |  |
| --- | --- |
| **Regra antecedentes** | **Conjunto Difuso** |
| 1 - O Preço está longe da *Kumo*, em uma escala de 0 a 10? | longe, perto, dentro |
| 2 - A *Senkou* B futura está muito tempo reta, em uma escala de 0 a 10? | bastante, pouco, mediano |
| 3 - A *Kumo* está muito tempo grossa, em uma escala de 0 a 10? | bastante, pouco, mediano |
| 4 - O fechamento do *candle* está longe da *Kinju*, em uma escala de 0 a 10? | bastante, pouco, dentro |
| 5 - O preço está muito acima, será vai voltar a escala normal, em uma escala de 0 a 10? | sim, não, talvez |
| 6 - A *Kinju* está reta, em uma escala de 0 a 10? | bastante, pouco, mediano |
| **Regra consequentes** | **Fuzzy Set** |
| entrar comprado em uma escala de 0% a 100%? | forte, fraco, médio |
| aguardar para operar em uma escala de 0% a 100%? | forte, fraco, médio |
| entrar vendido, em uma escala de 0% a 100%? | forte, fraco, médio |

Fonte - Autor

Com as regras prontas e o valor dos conjuntos difusos, tornou-se possível montar os conjuntos difusos, que são os IF-ELSE para a tomada de decisão perante as regras, estes conjuntos só foram possíveis devido as dicas retiradas do livro do Sedekar (2016) aliado com a experiencia do autor. Foi pensado em 3 conjuntos, pois como foram elencadas 3 possível situações (comprado, vendido ou aguardar) se tornaria mais fácil de obter um resultado percentual para cada uma (mostrado regras consequentes), o Quadro 8 subdividido entre as 3 situações, mostra de forma genérica (pseudocódigo) como foi implementado no algoritmo da Fuzzy. Os números apresentados no Quadro 8 são referentes aos números presentes no Quadro 7.

Quadro - Conjuntos nebulosos

|  |
| --- |
| **Comprado** |
| Se 1 for perto, e 2 for pouco, e se 3 for pouco, e se (4 for perto ou se (6 for bastante e se 5 for sim)), então comprado será alto.  **=1=p&2=p&3=p&(4=p|(6=b&5=s))** |
| Se 1 for dentro, e 2 for mediano, e se 3 for mediano, e se 4 for pouco ou se 5 for talvez, então comprado será médio  **=1=d&2=m&3=m&(4=p|5=t))** |
| Se 2 for bastante, e 3 for bastante, então comprado será baixo |
| **Aguardar** |
| Se o 2 for bastante, e 5 for não, então aguardar será alto |
| Se (1 for dentro ou 2 for mediano), e 3 for mediana, e 4 for longe e 5 for não, então aguardar será médio |
| Se (1 for longe ou 2 for bastante), e 3 for bastante, e 4 for perto, e 5 for não, então aguardar será baixo |
| **Vendido** |
| Se 1 for perto, e 2 for pouco, e 3 for pouco, e (4 for perto ou (6 for bastante e se 5 for sim)), então vendido será alto. |
| Se 1 for dentro, e 2 for mediano, e 3 for mediano, e (4 for mediano ou se 5 for talvez), então vendido será médio. |
| Se 2 for bastante, e 3 for bastante, então vendido será baixo. |

Fonte - Autor

Devido aos atrasos no cronograma do TCC, houve impedimentos estudar a biblioteca da Fuzzy a fundo para integrar com a RNA, assim sendo, não foi possível construir o algoritmo e então o autor ficou sem condições possíveis para obter resultado satisfatórios.

### Experimentos

Para medir a assertividade da rede, foi usado a métrica de acurácia, que retorna um valor de 0 até 1, através da bibloteca também da scikit-learn chamada de *sklearn.metrics* importando a função accuracy\_score.

### População e Amostra

As amostras serão criadas baseados nos ativos BTCUSD e B3SA3 no período de 01/2013 a 01/2017

(Para analisar a satisfação do usuário, com relação a interação com o sistema, este trabalho usará um questionário baseado no método de Escala Linket. Likert (1934) propôs um conjunto de itens que variam de discordo totalmente (nível 1) até concordo totalmente (nível 5), em relação ao que se pede ao sujeito entrevistado, no caso o *trader* usuário do indicador, para manifestar o grau de concordância com o mesmo. Após é feito uma média do nível para cada item, tendo assim um resultado.)

### Coleta e Análise dos Dados

Dentro de qualquer modelo que você escolher para desenvolver sua pesquisa, os testes e a validação ou avaliação da sua pesquisa se fará presente.

Geralmente um objetivo ou questão de pesquisa, justifica a realização da avaliação da pesquisa. Desta forma, torna-se obrigatório descrever como isso será feito.

Na seção anterior você especificou que fará parte desta avaliação, especificando sua população e amostra ou descrevendo os participantes da pesquisa. Pois bem, que questionários ou formulários estes deverão responder?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Questionário de avaliação do grau de satisfação da ANFIS aplicada ao mercado financeiro  ***(ordem sem sentido)***  Questão 1. Dos indicadores conhecidos do mercado esse parece ser como confiável?  ( ) Sim.  ( ) Parcialmente.  ( ) Não.  Questão 2. Comparado aos indicadores existentes, em termos de usabilidade esse é intuitivo?  ( ) Sim.  ( ) Parcialmente.  ( ) Não.  Questão 3. O indicador mostrou entradas em operações que você julgaria corretas?  ( ) Sim.  ( ) Parcialmente.  ( ) Não.  Questão 4. Você usaria apenas esse indicar no seu setup?  ( ) Sim.  ( ) Em alguns casos.  ( ) Não.  Questão 5. Indicador apontou muitos sinais falsos?  ( ) Sim.  ( ) Em alguns casos.  ( ) Não.  Questão 6. Apenas com a RNA, o indicador apresentou ser eficiente?  ( ) Satisfatório.  ( ) Razoável.  ( ) Insatisfatório.  Questão 7. Indicador apresentou muitas entradas duvidosas e após se tornaram em entradas reais?  ( ) Sim.  ( ) Em alguns casos.  ( ) Não.  Questão 8. O sistema retornou à predição em um tempo razoável?  ( ) Sim.  ( ) Em alguns casos.  ( ) Não.  Questão 9.  Questão 10.  Observações e Sugestões:   |  | | --- | |  | |  | |  | |

# APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

## Base de dados

Com a metodologia aplicada a construção da base de dados foi feita e ficou assim: ....

## rEQUESITOS FUNCIONAIS E não FUNCIONAIS

## anfis

Os dados do *Dataset* *Train*, são segmentados pela função da biblioteca da Scikit-learn, em 75% da base para treino e o restante para teste, entre as datas citada, o *Dataset* *Test*, ambos estão no mesmo arquivo, entretanto, não é computado.

## Experimentos

Com ela, executado dez vezes para cada verificação, a acurácia para o par BTCUSD ficou em uma média de 1, conforme resultado registrado código apresentado no Quadro 1.

Quadro - Resultados RNA BTCUSD

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/BTC\_USD.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | activation='relu',alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,max\_iter=200,momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 1.00 |

Fonte - Autor

E estes mesmos métodos foram usados para a B3SA3, estão registrados abaixo.

Quadro - Resultados RNA B3SA3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/B3SA3.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | activation='relu',alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,max\_iter=200,momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 0.99 |

Fonte - Autor

Devido ao dos resultados estarem acima do esperado, o *Dataset* foi desenvolvido pelo autor, os cálculos para obter os valores de decisão referente as regras escritas por Sedekar (2016) foram feitos com fórmulas matemáticas do Excel, semelhante a forma das formulas para a tomada de decisão de entrar comprado/vendido ou aguardar. Devido a isso, mudado a os parâmetros de ativação (em negrito) parar tentar obter um resultado diferente, porém não foi obtido, como mostrado no quadro 3:

Quadro - Resultados RNA V2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/BTC\_USD.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='logistic'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,max\_iter=200,momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 1.00 |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/B3SA3.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='logistic'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,max\_iter=200,momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 0.99 |

Fonte - Autor

Devido ao resultado obtido, novamente tentado alterar o parâmetro de ativação, resultado obtido exibido no Quadro 4:

Quadro - Resultados RNA V3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/BTC\_USD.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='tahn'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,max\_iter=200,momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 1.00 |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/B3SA3.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='tahn'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,max\_iter=200,momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 0.99 |

Fonte - Autor

Outra vez obtido resultado semelhantes, alterando a função de ativação, desta vez foi alterado a quantidade de iteração da rede, e resultado obtido exibido no Quadro 5:

Quadro - Resultados RNA V4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/BTC\_USD.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='tahn'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,**max\_iter=1000,**momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 1.00 |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/B3SA3.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='tahn'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,hidden\_layer\_sizes=(100,),learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,**max\_iter=1000,**momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 0.99 |

Fonte - Autor

Na quinta e última verificação, devido aos outros resultados neste foi alterado o parâmetro o parâmetro das camadas ocultas, exposto no Quadro 6:

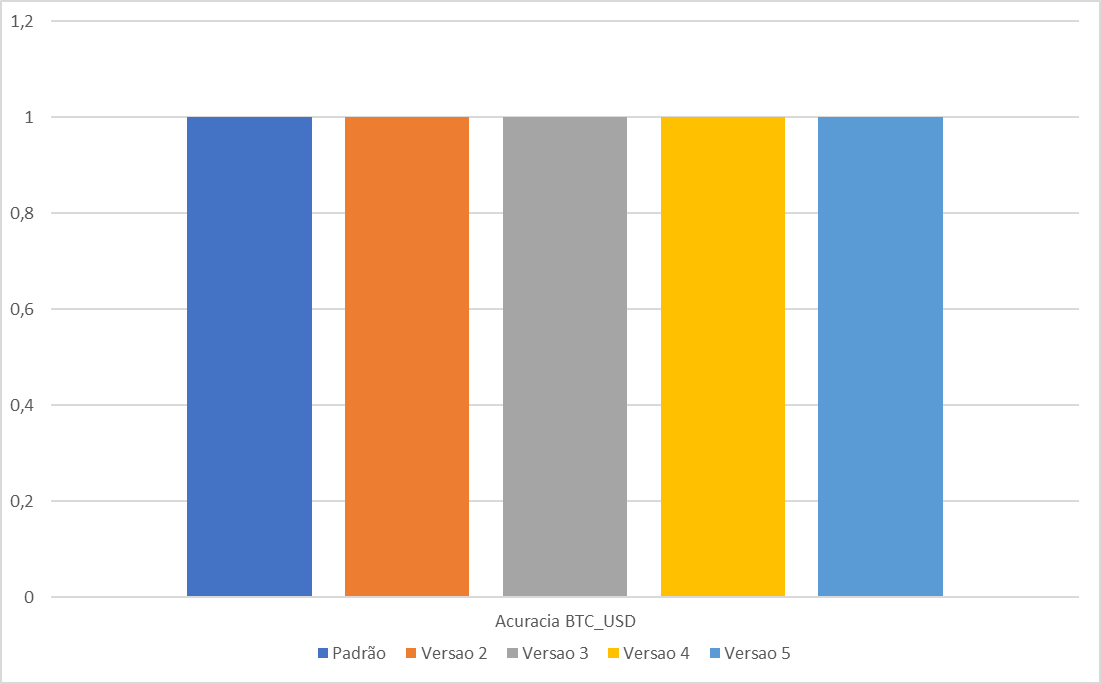
Quadro - Resultados RNA V5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/BTC\_USD.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='logistic'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,**hidden\_layer\_sizes=(1000,),**learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,**max\_iter=2000,**momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 1.00 |
| Caminho dados | Campo dos dados da tabela | Dados da MLPClassifier | Acurácia |
| ~/Documentos/IAFinancialmarket/B3SA3.csv | Chikou0,Chikou1,Chikou2,T/K 0,T/K 1,T/K 2,Preco X T/K 0,Preco X T/K 1,Preco X T/K 2,Kumo 0,Kumo 1,Kumo 2 | **activation='logistic'**,alpha=0.0001,batch\_size='auto',beta\_1=0.9,beta\_2=0.999,early\_stopping=False,epsilon=1e08,**hidden\_layer\_sizes=(1000,),**learning\_rate='constant',learning\_rate\_init=0.001,**max\_iter=2000,**momentum=0.9,n\_iter\_no\_change=10,nesterovs\_momentum=True,power\_t=0.5,random\_state=None,shuffle=True,solver='adam',tol=0.0001,validation\_fraction=0.,verbose=False,warm\_start=False | 0.99 |

Fonte – Autor

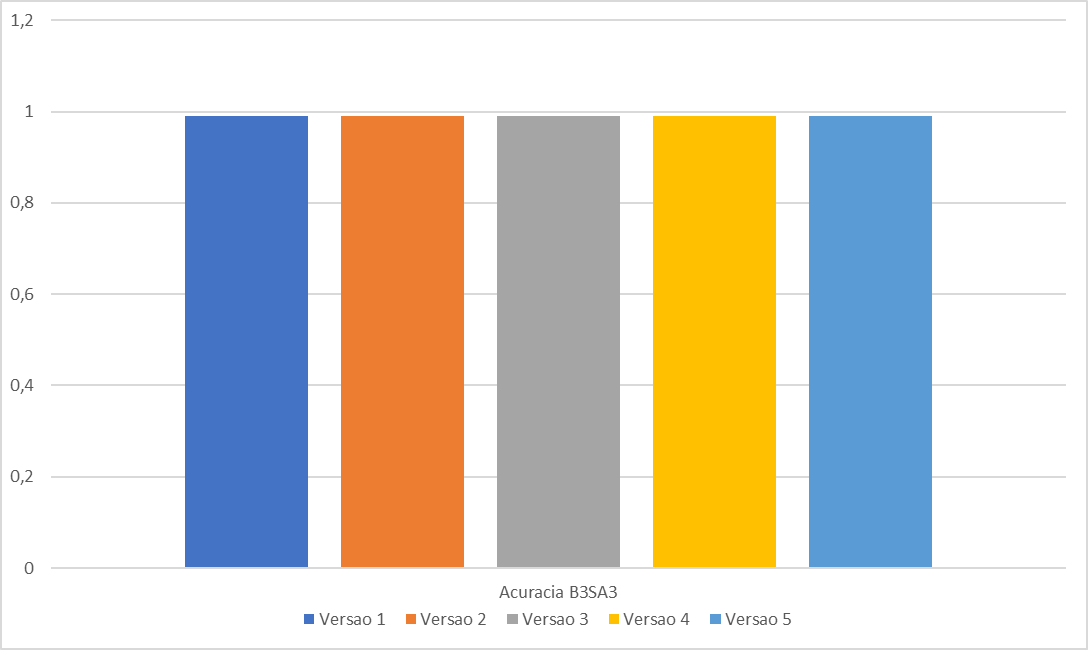
A Figura X representa um gráfico das 5 versões feitas apresentadas nos quadros acima, contém a informação da acurácia no eixo y, no eixo x é a informação da versão executada.

Figura - Resultados compilados BTCUSD



Fonte – Autor

Figura – Resultado compilados B3SA3



Fonte - Autor

Devido as dúvidas geradas dos resultados da métrica, feito comparação com o diagrama de dispersão das regras de todas entre si para verificar qual tinha dispersão entre si, resultado obtidos são apresentados na Figura X abaixo.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas **CONSIDERAÇÕES FINAIS**, deve-se reavaliar os resultados obtidos em relação aos objetivos e perguntas de estudo.

1. Os resultados obtidos respondem às perguntas de estudo?
2. Os objetivos propostos foram alcançados: se não foram totalmente, em que nível e/ou porque não foram alcançados, quais as dificuldades?
3. Seja breve, conciso e coerente. Uma conclusão não pode se contrapor a outra. Se isto acontecer, tente explicar de forma racional e conveniente, não amontoe aleatoriamente explicações. Argumente sistematicamente, acomodando racionalmente os fenômenos observados ou resultados obtidos.

Deve-se comentar o cumprimento dos objetivos propostos e responder às perguntas de estudo, além disso, deve-se consolidar e responder o problema estudado.

referências

ABBASI, Ebrahim; ABOUEC, Amir**. Stock Price Forecast by Using Neuro-Fuzzy Inference System. International Journal Of Economics And Management Engineering**: World Academy of Science, Engineering and Technology. [s. L.], p. 1114-1117. out. 2008. Disponível em: <https://www.waset.org/publications/9547>. Acesso em: 24 mar. 2019.

AGUILLAR, Beatriz. "Maior dificuldade do Day Trade é o psicológico". [Entrevista concedida a] Investing.com Brasil. **Investing.com**, 26 mar. 2019.

BAHRAMMIRZAEE, Arash. **A comparative survey of artificial intelligence applications in finance**: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems. 2010. 31 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Signals, Images, And Intelligent Systems Laboratory, University Paris-est-creteil (upec), Lieusaint, 2009.

BORGES, Luiz Eduardo. **Python para Desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Novatec, 2010. 320 p.

BRITO, Osias Santana de. **MERCADO FINANCEIRO**: estruturas, produtos, serviços, riscos, controle gerencial. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 408 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=hjhnDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\_ge\_summary\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 19 abr. 2019.

KHAN ACADEMY. **Anatomia de um neurônio**. [*S. l.*]: Khan Academy, 2013. Videoaulas. Disponível em: https://pt.khanacademy.org/science/biology/human-biology/neuron-nervous-system/v/anatomy-of-a-neuron. Acesso em: 29 mar. 2019.

TRASK, Andrew. **Grokking Deep Learning**. [*S. l.*]: Manning Publications Co, 2019. Disponível em: https://livebook.manning.com/book/grokking-deep-learning/about-this-book/. Acesso em: 22 mar. 2019.

PONCE DE LEON F. DE CARVALHO, André. **Redes Neurais Artificiais**. [*S. l.*]: Department of Computer Science University of São Paulo, 2009. Disponível em: http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/andre/research/neural/index.htm#topicos. Acesso em: 22 mar. 2019.

FAGHANI, Fatemeh et al. **Designing a Stock Trading System Using Artificial Nero Fuzzy Inference Systems and Technical Analysis Approach**. International Journal Of Academic Research In Accounting, Finance And Management Sciences. [s. L.], p. 76-84. jan. 2014. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.681.9437&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 24 mar. 2019.

FONSECA, Carlos André Guerra. Estrutura ANFIS Modificada para Identificação e Controle de Plantas com Ampla Faixa de Operação e não Linearidade Acentuada. 2012. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de PÓs-graduaÇÃo em Engenharia ElÉtrica e de ComputaÇÃo, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012. Disponível em: <http://www.uern.br/professor/arquivo\_baixar.asp?arq\_id=7185>. Acesso em: 11 jun. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SOUZA, Aline Corrêa de. **Métodos de Pesquisa**. 2009. 114 f.

Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Graduação Tecnológica Planejamento e

Gestão Para O Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto

Alegre, 2009. Disponível em:

<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p. Disponível em:

<https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\_resource/content/1/como\_ela

borar\_projeto\_de\_pesquisa\_-\_antonio\_carlos\_gil.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019.

INFOMONEY. **O QUE FAZ UM TRADER?** [201-?]. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/trader>. Acesso em: 18 maio 2019.

KAASTRA, Iebeling; BOYD, Milton. **Designing a neural network for forecasting financial and economic time series**. Elsevier. [s. L.], p. 215-236. 23 mar. 1995.

Likert, R., Roslow, S. & Murphy, G. (1993). A simple and reliable method of scoring the

Thurstone attitude scales. Personnel Psychology (Original publicado em 1934).

LEU, Yungho; LEE, Chien-pang; JOU, Yie-zu. **A distance-based fuzzy time series model for exchange rates forecasting**. Elsevier. [s. L.], p. 8107-8114. maio 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417408007471>. Acesso em: 08 maio 2019.

MAHON, Mike Mc. **HOW THE STOCK MARKET WORKS**. Disponível em: <https://www.tradingacademy.com/financial-education-center/how-the-stock-market-works.aspx>. Acesso em: 22 jan. 2019.

MITCHELL, Cory. **How Does the Stock Market Work**? 2019. Disponível em: <https://www.investopedia.com/articles/investing/082614/how-stock-market-works.asp>. Acesso em: 9 fev. 2019.

MOREIRA, Marli. **Fusão entre BM&FBovespa e Cetip cria a B3, 5ª maior bolsa de valores do mundo**. 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-03/fusao-entre-bmfbovespa-e-cetip-cria-b3-5a-maior-bolsa-de-valores-do-mundo>. Acesso em: 30 mar. 2017.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin**: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. [s. L.]: Www.bitcoin.org, 2008. 9 p. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 01 maio 2019.

OLIVÉ, A., **Conceptual Modeling of Information Systems**, Springer, 2007.

RIGNEL, Diego Gabril de Sousa; CHENC, Gabriel Pupin; LUCAS, Carlos Alberto. UMA **INTRODUÇÃO A LÓGICA FUZZY**. Revista Eletronica de Sistema de Informaçao e Gestao Tecnologica. [s. L.], p. 17-28. 01 mar. 2011. Disponível em: <http://www.logicaFuzzy.com.br/wp-content/uploads/2013/04/uma\_introducao\_a\_logica\_Fuzzy.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2019.

SADEKAR, Balkrishna. **HOW TO MAKE MONEY TRADING THE ICHIMOKU SYSTEM**: GUIDE TO CANDLESTICK CLOUD CHARTS. New Delhi: Vision Books, 2016. 213 p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração**

**de Dissertação.** 3. ed. Florianópolis: Ufsc, 2001. 121 p. Disponível em:

<https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia\_de\_pesquisa\_e\_elaboracao\_de\_teses\_e\_dissertacoes\_4ed.pdf>. Acesso em: 12 maio 2019.

SOMMERVILLE, I., **Engenharia de Software**, 8ª Edição. São Paulo: Pearson – Addison Wesley, 2007.

TRADINGVIEW. **Agora você pode exportar e baixar dados em um arquivo CSV!.** [S. l.]: TradingView, 25 set. 2019. Disponível em: https://www.tradingview.com/blog/pb/export-chart-data-in-csv-14395/. Acesso em: 1 out. 2019.

TRADINGVIEW. **Saiu a Nova Biblioteca Gráfica e Terminal de Negociação V 1.12**. [*S. l.*]: TradingView, 23 fev. 2018. Disponível em: https://www.tradingview.com/blog/pb/new-stable-charting-library-trading-terminal-v-1-12-6960/. Acesso em: 1 ago. 2019.

TRADINGVIEW. **Nova Seção De Educação Lançada Com Um Curso De Trading Exclusivo E Gratuito**. [*S. l.*]: TradingView, 12 jul. 2017. Disponível em: https://www.tradingview.com/blog/pb/new-education-section-launched-exclusive-free-trading-course-4682/. Acesso em: 12 dez. 2018.

NEGNEVITSKY, M. **Artificial intelligence**: a guide to intelligent systems. 277 p.

PEDREGOSA, Fabian et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python. **Journal of Machine Learning Research**, [S. l.], ano 2011, v. 12, p. 2825-2830, 11 out. 2011. Disponível em: http://www.jmlr.org/papers/volume12/pedregosa11a/pedregosa11a.pdf. Acesso em: 7 set. 2019.

SCIKIT-LEARN. **USER Guide**. [S. l.]: Scikit-learn, 2019. Disponível em: https://scikit-learn.org/stable/user\_guide.html. Acesso em: 15 nov. 2019.

SCIKIT-FUZZY. **User Guide**. [S. l.]: Scikit-fuzzy, 2019. Disponível em: https://scikit-fuzzy.readthedocs.io/en/latest/user\_guide.html#user-guide. Acesso em: 17 out. 2019.

SCIKIT-FUZZY. **Fuzzy Control Systems**: The Tipping Problem. [S. l.]: Scikit-fuzzy, 2019?. Disponível em: https://scikit-fuzzy.readthedocs.io/en/latest/auto\_examples/plot\_tipping\_problem\_newapi.html. Acesso em: 15 out. 2019.

APÊNDICES e/ou anexos

**Exemplo de: APÊNDICE A – ou ANEXO A –**

1. **Apêndice:**

São os elementos desenvolvidos pelo próprio autor, tais como: um texto, um gráfico, uma tabela etc. É uma complementação da argumentação do trabalho, ou seja, sua colocação no corpo do trabalho não é relevante.

1. **Anexo:**

São os elementos desenvolvidos por terceiros, ou seja, não foram elaborados pelo autor do trabalho e servem de fundamentação, comprovação e ilustração ao assunto que está sendo trabalhado.

1. Kumo em japonês traduzido para português significa nuvem [↑](#footnote-ref-1)
2. Exchange em inglês traduzido para o português significa corretora ou casa de câmbio [↑](#footnote-ref-2)
3. Fuzzy em inglês traduzido para o português significa confuso [↑](#footnote-ref-3)
4. Deste ponto para baixo todas as linhas serão situadas como 79. [↑](#footnote-ref-4)