

**Universidade de Brasília - UnB
Curso de Engenharia de Redes de
Telecomunicações**

PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO

**ESTUDO DE VIABILIDADE DO RSI EM TRANSAÇÕES
AUTOMATIZADAS**

**Autor: Álvaro Roberto Cavalcante Santos
Orientador: Vinícius Pereira Gonçalves**

Brasília, Dezembro de 2018



ÁLVARO ROBERTO CAVALCANTE SANTOS

ESTUDO DE VIABILIDADE DO RSI EM TRANSAÇÕES AUTOMATIZADAS

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Redes de Telecomunicações da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Redes de Telecomunicações.

Orientador: Doutor Vinícius Pereira Gonçalves.

**Brasília, DF
2018**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

Santos, Álvaro Roberto Cavalcante.

Estudo de viabilidade do RSI em transações automatizadas /

Álvaro Roberto Cavalcante Santos. Brasília: UnB, 2018.

103 p. : il. ; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília

Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2013. Orientação: Vinícius

Pereira Gonçalves .

1. Trade. 2. Relative Strength Index. 3. Robô 3 I. Gonçalves, Vinícius Pereira. II. Doutor.

CDU Classificação

ESTUDO DE VIABILIDADE DO RSI EM TRANSAÇÕES AUTOMATIZADAS

Álvaro Roberto Cavalcante Santos

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Redes de Telecomunicações da Faculdade de Tecnologia UnB, da Universidade de Brasília, em (data da aprovação 05/12/18) apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. Dr. Vinícius Pereira Gonçalves, UnB
Orientador

Prof. Dr. Alexandre Solon Nery, UnB
Membro Convidado

Prof. Dr. Daniel Chaves Café, UnB
Membro Convidado

RESUMO

O trabalho apresenta o estudo de viabilidade do uso do RSI (Relative Strength Index) em transações automatizadas com foco em *Exchange* de Bitcoin. Foi estabelecido uma base de dados com o histórico de transações da criptomoeda, Bitcoin, do Mercado Bitcoin para que o algoritmo analisador decida, baseado no índice RSI, comprar, vender ou fazer nada. Após a simulação, os dados obtidos foram tratados em gráficos para um melhor entendimento. Desta forma, o trabalho oferece informações sobre análise gráfica e a discussão da eficácia do modelo adotado para a futura criação de um robô que faça transações automatizadas.

Palavras-chave: Análise gráfica. Robô. *Trade*. Índice de Força.

ABSTRACT

This article presents the feasibility study of the use of RSI (Relative Strength Index) in automated transactions focused on Bitcoin Exchange. For this purpose, a database was established with the transaction history of Bitcoin from the Bitcoin Market and the analyzer algorithm to decide, based on the RSI index, to buy, sell or do anything. After the simulation, the data were transformed into graphs for a better understanding. In this way, the work offers information about graphical analysis and the discussion about the effectiveness of the model adopted for the future creation of a robot that makes automated transactions.

Keywords: Graphical analysis. Robot. Trade. Relative. Relative Strength Index.

LISTA DE FIGURAS

1	Exemplo de gráfico de linha.....	12
2	Diagrama da vela de alta e de baixa.....	13
3	Exemplo de gráfico de velas.....	13
4	Análise básica do RSI.....	14
5	Análise “ <i>Failure swing</i> ” do RSI.....	17
6	Resposta de requisição do histórico de transações do Mercado Bitcoin.....	20
7	Diagrama DER da tabela vela.....	22
8	Diagrama DER da tabela ação.....	29
9	Ajuste de vela de 15 minutos com média de 7 velas.....	31
10	Ajuste de vela de 15 minutos com média de 14 velas.....	32
11	Ajuste de vela de 15 minutos com média de 28 velas.....	32
12	Ajuste de vela de 30 minutos com média de 7 velas.....	33
13	Ajuste de vela de 30 minutos com média de 14 velas.....	33
14	Ajuste de vela de 30 minutos com média de 28 velas.....	34
15	Ajuste de vela de 1 hora com média de 7 velas.....	34
16	Ajuste de vela de 1 hora com média de 14 velas.....	35
17	Ajuste de vela de 1 hora com média de 28 velas.....	35
18	Ajuste de vela de 12 horas com média de 7 velas.....	36
19	Ajuste de vela de 12 horas com média de 14 velas.....	36
20	Ajuste de vela de 12 horas com média de 28 velas.....	37
21	Ajuste de vela de 1 dia com média de 7 velas.....	37
22	Ajuste de vela de 1 dia com média de 14 velas.....	38
23	Ajuste de vela de 1 dia com média de 28 velas.....	38
24	Lucro total por ajuste.....	39

LISTA DE SÍMBOLOS

Siglas

API Application Programming Interface

B3 Brasil Bolsa Balcão

CVM Comissão de Valores Mobiliários

RSI Relative Strength Index

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVO	8
1.1.1 OBJETIVO GERAL	8
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.2 METODOLOGIA	9
1.3 JUSTIFICATIVA	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 ANÁLISE DE ATIVOS	10
2.1.1 ANÁLISE FUNDAMENTALISTA	10
2.1.2 ANÁLISE TÉCNICA	11
2.1.3 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	11
2.2 RSI	14
2.2.1 CÁLCULO DO ÍNDICE	14
2.2.2 INTERPRETAÇÃO DO ÍNDICE	16
2.3 BITCOIN	17
2.4 MERCADO DE BITCOINS	18
2.5 API: MERCADO BITCOINS	19
3 DESENVOLVIMENTO	21
3.1 CRIAÇÃO DO HISTÓRICO DE TRANSAÇÕES	21
3.2 ANÁLISE DO PREÇO BASEADA NO RSI	23
3.2.1 PESQUISADOR DE VELAS (SUBPROCESSO I)	24
3.2.2 CALCULADORA RSI (SUBPROCESSO II)	26
3.2.3 ANALISADOR (SUBPROCESSO III)	28
3.3 CÁLCULO DO GANHO	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 GRÁFICOS	31
4.2 ANÁLISE DOS GRÁFICOS	39
4.3 AJUSTE ÓTIMO	41
5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

O número de investidores na bolsa de valores brasileira vem aumentando ao longo dos anos, principalmente após cair durante a crise econômica de 2008 (BONALDI, 2018). Esse aumento é consequência da aplicação dos planos e esforços da CVM (Comissão de Valores Mobiliários) que, por exemplo, propôs educação financeira para crianças (PAVINI, 2018) e pelos esforços da B3 (explicar a sigla) com propaganda. Tais atitudes acarretaram em um crescimento superior a 18% no número de investidores registrados na B3 (Brasil Bolsa Balcão) (ALVARENGA, 2018).

Com a perspectiva de crescimento desse mercado, é importante saber as técnicas aplicadas e sua eficácia para que alcance o proposto. De forma a limitar esse estudo, o objeto de análise será o índice RSI (Relative Strength Index) e sua eficiência na análise do mercado de bitcoins.

1.1 OBJETIVO – arrumar o índice

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar o estudo do uso do RSI para previsão da movimentação futura de um ativo financeiro, além de viabilizar o seu uso em transações automáticas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar bolsas de bitcoin que tenham API bem estruturada;
- Entender o funcionamento do índice RSI para automatizar o cálculo e interpretação;
- Realizar simulações para verificar a efetividade do índice;
- Analisar os dados do experimento;
- Apresentar e discutir o dados obtidos.

1.2 METODOLOGIA

Inicialmente, será feita uma pesquisa exploratória a fim de descobrir mais sobre o RSI. Nessa fase a pesquisa será feita por meio de livros e artigos científicos relacionados ao tema, bem como sites especializados.

O ativo financeiro escolhido foi a criptomoeda Bitcoin. Logo, realizou-se uma pesquisa sobre as bolsas de criptomoedas que negociam com a moeda brasileira, o Real, para escolher a que tenha a melhor documentação da API. Após a automatização da análise gráfica, foi desenvolvido simulações utilizando o histórico de transações do mercado escolhido para conhecer a efetividade do índice RSI. O método foi testado pelo histórico de preços da bolsa, obtendo assim o rendimento e a efetividade de cada ajuste do índice.

1.3 JUSTIFICATIVA

O conhecimento sobre o mercado financeiro ainda não é difundido, apesar do crescimento de investidores. Dessa forma, esse trabalho visa oferecer algumas informações sobre a análise de ativos financeiros a partir da análise gráfica usando o RSI. Destarte, os investidores poderão julgar a eficácia do índice e pensar como utilizá-lo da melhor forma.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ANÁLISE DE ATIVOS

O investidor que deseja participar do mercado necessita de alguma forma saber o que está comprando. A análise de ativos serve para o investidor entender o real valor e a possibilidade do lucro com a compra do ativo.

A análise do ativo é, sem dúvida, a parte crítica do investimento. Nesse momento, as carteiras são criadas e uma boa análise diminuirá o risco para o investidor. Sabendo disso, tem-se duas correntes de análises com maior aceitação, a análise fundamentalista e a gráfica (YOSHIKAWA, MALAIA e MATTEI, 2009).

2.1.1 Análise Fundamentalista

A análise fundamentalista pode ser feita por qualquer pequeno investidor, analisando os números da empresa desejada, por meio das informações dadas pelo mercado, pela corretora ou pela própria empresa, que disponibiliza profissionais responsáveis pelo relacionamento com o investidor (YOSHIKAWA, MALAIA e MATTEI, 2009).

O estudo é focado na situação econômica e financeira da empresa, bem como a situação atual da economia e o grau de confiança do investidor (YOSHIKAWA, MALAIA e MATTEI, 2009). Essas informações mostram a força que a empresa tem para continuar crescendo e ser um investimento lucrativo.

Desse modo, as informações disponibilizadas pelas empresas devem passar pelo crivo da Comissão de Valores Mobiliários(CVM), autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda, que disciplina o mercado de valores brasileiro. A sua principal função é verificar se as informações repassadas são verídicas, se não induzem o analista ao erro. Vale ressaltar que a CVM não age no mercado de criptomoedas, já que ele é um mercado sem qualquer tipo de regulação.

2.1.2 Análise Técnica

A análise gráfica é um estudo desenvolvido por profissionais do mercado de ações que, com o passar dos anos, acumulou experiência suficiente para diagnosticar o valor futuro das mesmas, mediante análise histórica do movimento de alta ou queda de seus valores de mercado (YOSHIKAWA, MALAIA e MATTEI, 2009). Esse tipo de análise utiliza, por conclusão, apenas o valor atual do ativo para decidir o valor futuro.

O mercado veio evoluindo junto o surgimento de outras necessidades, consequenciando no desenvolvimento de novas teorias, dessas, a mais conceituada é a teoria de Charles Dow. De acordo com Dow, os preços das ações seguem uma tendência de alta ou baixa - a longo, médio e/ou curto prazos. Para analisar essas tendências, deve ser levado em consideração o volume de negócios e os índices de mercado (YOSHIKAWA, MALAIA e MATTEI, 2009). A teoria de Dow tem influência direta no índice RSI sendo a base dela.

2.1.3 Representações Gráficas

Para tentar facilitar o entendimento do movimento do preço das ações é de praxe que gráficos sejam usados. Os gráficos mais utilizados são os de linha e de vela, os quais desenvolvem diferentes funções. Os gráficos são dimensionados para que a distância entre pontos consecutivos represente um determinado intervalo de tempo.

Os gráficos de linha são formados por pontos consecutivos ligados. Cada ponto representa os preços de fechamento de um período. Nesse tipo de gráfico há menos informação, fazendo com que a análise seja mais simples.



Figura 1. Exemplo de gráfico de linha.

Outra forma de representação é o gráfico de vela, o qual cada período é representado por uma vela. A vela traz várias informações do período como demonstrado na Figura (2). É possível ver o preço de abertura e fechamento do período, a cor (com a função de apontar se o fechamento foi acima ou abaixo da abertura) e o valor máximo e mínimo alcançado.

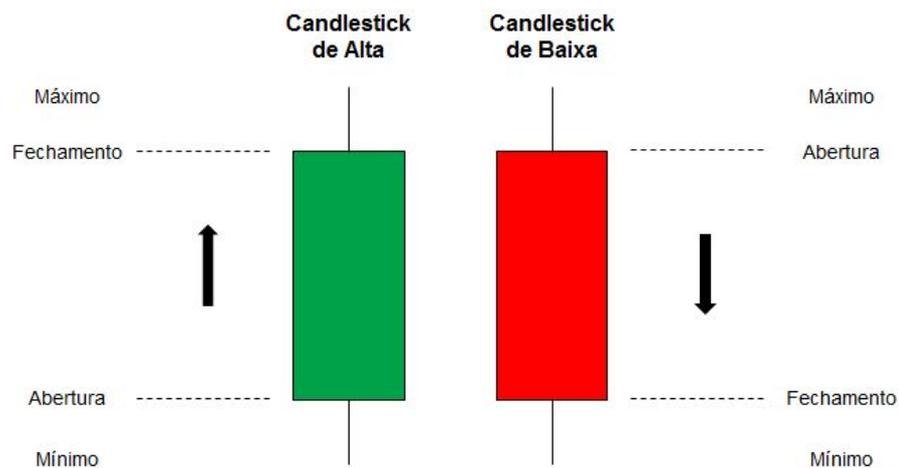


Figura 2. Diagrama da vela de alta e de baixa.



Figura 3. Exemplo de gráfico de velas.

Os tipos de análise gráfica e seus modelos de representação gráfica são de suma importância para que haja compreensão de forma simplificada do movimento do mercado. No exercício que envolve a proposta deste trabalho, será utilizada a abstração da vela como representação do resumo do mercado durante um determinado intervalo de tempo, motivo o qual se faz necessária entendê-la.

2.2 RSI

O engenheiro mecânico, J. Welles Wilder Junior, se tornou um analista técnico de ações. Com o conhecimento avançado em matemática, ele criou várias técnicas que pretendiam prever os movimentos de preço de ações.

Um dos índices mais conhecidos é o RSI. Esse índice admite que o preço de um ativo se comporta como uma mola, quando tensionado para um lado - tende a deslocar-se de volta para o seu centro, ou seja, quando um ativo é muito comprado ou muito vendido seu preço sobe ou desce e, após um intervalo de tempo, tende a voltar para o seu preço “real”.

O índice tenta demonstrar matematicamente quando o ativo é comprado ou vendido demasiadamente. Quando um ativo aumenta ou diminui seu preço rapidamente é considerado sobrecomprado (overbought) ou sobrevendido (oversold). Mas para o RSI, a demonstração do índice deve alcançar 70 e 30 respectivamente (WILDER, 1978).

2.2.1 Cálculo do índice

O RSI se utiliza de médias para descrever a força de movimento do preço. Após uma determinada quantidade de períodos p , a média é calculada segundo a Eq (1). Depois de ter sido calculada a primeira média, para que não seja preciso carregar sempre p valores, as médias são calculadas de acordo com a Eq (2) onde x é o valor atual. É indicado que a quantidade de períodos utilizada na média seja de 7, 14 ou 28 (WILDER, 1978), porém esse ajuste pode ser feito a gosto do analista.

$$M(p) = \frac{\sum_{n=1}^p X_n}{p} \quad (1)$$

$$M(p)_{atual} = \frac{(M(p)_{anterior:(p-1)}) + X}{p} \quad (2)$$

O índice utiliza o parâmetro RS que é o quociente de duas médias como mostrado na Eq.(3). O numerador é a média dos fechamentos em alta, caso o período tenha fechado em baixa deve ser considerado o valor 0 para esse período. O denominador, por sua vez, é a média dos fechamentos em baixa, caso o período tenha fechado em alta deve ser considerado o valor 0 para esse período.

$$RS = \frac{M(n)_{up}}{M(n)_{down}} \quad (3)$$

Por fim, o índice é calculado de acordo com a Eq.(4). Como RS nunca é menor que zero, o RSI nunca será menor que 0. Quando RS é muito grande, o RSI tende a 100, mas nunca é maior.

É considerado sobrecomprado quando o RSI alcança o valor de 70, nesse caso $M(n)_{up}$ ficou muito maior que $M(n)_{down}$ (WILDER, 1978). Assim a tendência é que os clientes comecem a vender o ativo para realizar o lucro e, por consequência, o preço venha a cair.

É considerado sobrevendido quando o RSI alcança o valor de 30, nesse caso $M(n)_{down}$ ficou muito maior que $M(n)_{up}$ (WILDER, 1978). Assim a tendência é que os clientes comecem a comprar o ativo para se posicionar e o preço, por sua vez, suba.

$$RSI = 100 - \left[\frac{100}{1 + RS} \right] \quad (4)$$

2.2.2 Interpretação do índice

A forma indicada de interpretar o RSI é a forma básica ou analisando o *failure swing* (WILDER, 1978). A análise básica diz que após ultrapassar o limite, seja ele 30 para sobrevendido ou 70 para sobrecomprado, e voltar ao limite ou se posicionar antes dele como indicado na Figura (4), o analista deve vender caso o RSI tenha estado sobrecomprado ou comprar caso o RSI tenha estado sobrevendido.

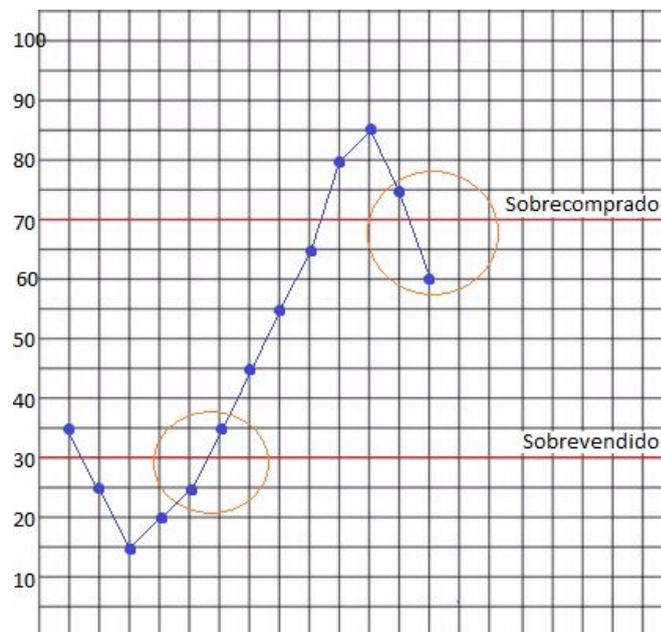


Figura 4. Análise básica do RSI.

A maneira *failure swing* é baseada na ideia que dois picos consecutivos decrescentes, ou dois vales consecutivos crescentes, demonstram perda de força da tendência. Quando isso acontece, após o RSI ultrapassar o ponto de falha como indicado na Figura (5), o analista deve se posicionar comprando caso tenha estado sobrevendido, ou vendendo, caso tenha estado sobrecomprado.

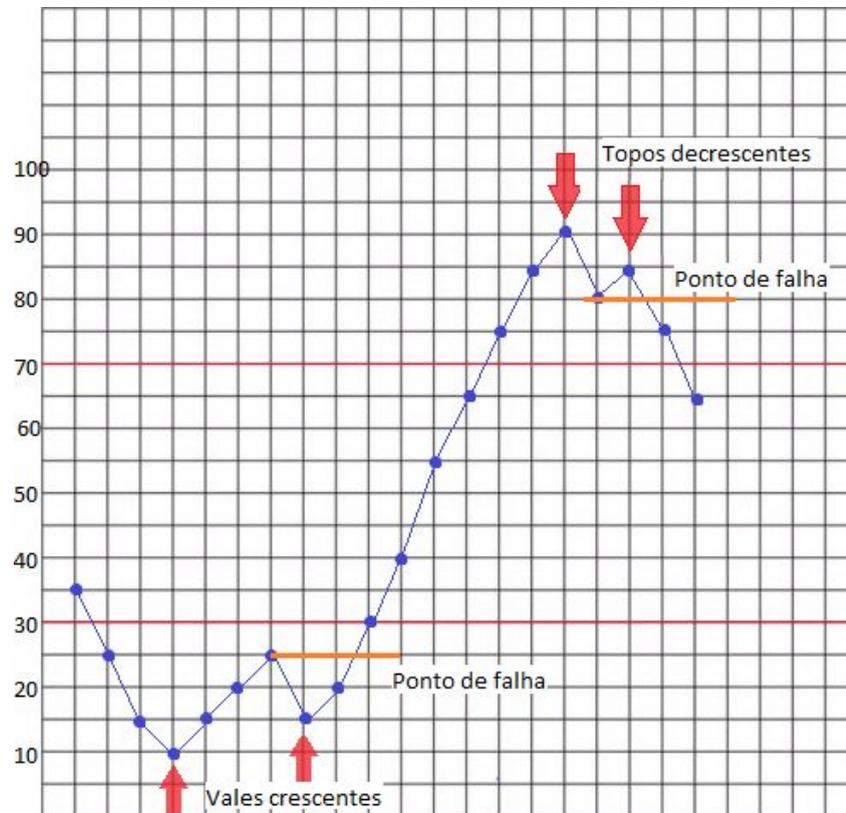


Figura 5. Análise “Failure swing” do RSI.

O cálculo do índice e a maneira que ele será interpretado foram discutidos nessa seção. Ambos são peças-chave deste trabalho e devem ser entendidos com clareza.

2.3 BITCOIN

As moedas digitais são chamadas de criptomoedas, sendo a Bitcoin (BTC), a mais famosa. Criada em 2008, por Nakamoto (2008), a BTC foi colocada em circulação com o intuito de ser uma alternativa às moedas estatais. Sabe-se que há mais de 16.800.000 bitcoins em circulação (SÁ, 2018), podendo ser transferidas de uma pessoa para outra, sem a necessidade de transitar por bancos ou qualquer outra instituições financeiras através de um protocolo seguro que impede transações inválidas. Novas moedas são criadas gradualmente para pessoas que usam o seu poder computacional para validar transações e registrar no *Blockchain*, as pessoas que realizam esse trabalho são conhecidos como mineiros. O Blockchain é

semelhante a um livro-razão que registra todas as transferências de bitcoins entre usuários.

O Bitcoin foi criado para ser uma moeda descentralizada, que não pudesse ser rastreada e que fosse imune ao problema do gasto duplo (NAKAMOTO, 2008). Para isso utiliza uma rede em que cada nó tem o registro de todas as transações já feitas.

A impossibilidade de rastrear o Bitcoin a tornou uma moeda confiável, mas também alavancou o número de crimes cibernéticos (Balduzzi e Ciancaglini, 2015). Com uma maior utilização, a cotação do Bitcoin teve um crescimento e, inúmeros investidores começaram a especular em cima do novo ativo, logo ela se tornou uma opção viável para pessoas que queriam investir em um outro mercado.

2.4 MERCADO DE BITCOINS

Grandes volumes de bitcoins são negociados diariamente em diversos *websites* que funcionam como bolsas de criptomoedas, também chamadas de bolsas de bitcoin ou *exchanges* de bitcoin, estes *websites* criam um ambiente onde usuários podem negociar bitcoins por moedas fiduciárias ou virtuais. Isso é parte de um mercado global de criptomoedas, onde usuários podem transferir e negociar fundos em tempo real. Diferentemente de bolsas que negociam ações, o mercado de criptomoedas funciona por 24 horas, todos os dias.

Existem diversas bolsas de bitcoin, com diferenças em relação ao preço do bitcoin, o volume negociado, as taxas cobradas e outros fatores. Além das alterações, existem outras características nas bolsas de bitcoins que dificultam a atuação de investidores operando manualmente, uma delas é a existência de robôs atuando no mercado que se apresentam como concorrentes ao usuário. O funcionamento 24 horas do mercado também dificulta a atividade do usuário, porque pode ocorrer variações de preço em horários que o usuário não está ativo no mercado e podem causar perda. Diversas bolsas de bitcoin disponibilizam Interface de Programação de Aplicativos, ou em inglês Application Programming Interface,

(API), que pode ser usada por pessoas com conhecimento em programação para criar robôs.

Diante de inúmeras opções, mas por justificativas já citados neste trabalho, o mercado escolhido foi o Mercado Bitcoin, pois, para complementar, esse mercado não se limita a oferecer apenas um ambiente seguro, mas também uma API muito bem documenta e tem como idioma o português.

2.5 API: MERCADO BITCOIN

A API é a interface por onde os programas requisitam dados e enviam ações à Exchange. O Mercado Bitcoin dividiu a API em duas partes: a primeira é a API de negociações e, por meio dela, pode-se requisitar dados da conta do usuário ou realizar transações; a segunda é a API de dados, nela é possível requisitar o histórico de transações de uma forma bem detalhada bem como a lista de ordens estabelecidas.

Entre os métodos exposto acima, a que mais se aplicou no trabalho foi a de listagem do histórico de transações. Ou seja, a chamada é feita pela *url* (explicar o que é) apresentada abaixo, utilizando o método *GET* do *HTTP* onde `<from>` é a data inicial e `<to>` é a data final do intervalo requisitado.

<https://www.mercadobitcoin.net/api/coin/trades/<from>/<to>/>

A resposta vem em um *array JSON* como na Figura (6). Percebe-se que há objetos que representam uma transação, cada objeto tem a *data* em *UNIX TIMESTAMP*, o preço em que a moeda foi vendida ou comprada, a quantidade, o *tid* que é o identificador da transação e por final, o tipo de transação.

```
[
  {
    'date': 1502993741,
    'price': 14086.00000000,
    'amount': 0.03840000,
    'tid': 797861,
    'type': 'sell'
  },
  {
    'date': 1502993741,
    'price': 14086.00101000,
    'amount': 0.08519000,
    'tid': 797860,
    'type': 'sell'
  }
]
```

Figura 6. Resposta de requisição do histórico de transações do Mercado Bitcoin.

Foi demonstrado como o método de interesse da API do Mercado Bitcoin opera - retornando as transações que é o insumo básico do processo decisório.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 CRIAÇÃO DO HISTÓRICO DE TRANSAÇÕES

Para realizar a simulação e torná-la mais rápida, foi decidido que as transações registradas da Exchange seriam gravadas em um banco de dados. O Código(1) apresenta o script utilizado para realizar essa tarefa.

```

1 public void criarHistoricoTranscoes() {
2     if (!canResearch())
3         return;
4     Vela currentCandle = getLastCandle();
5     String currentDate = (currentCandle == null) ? firstTransactionDate :
Long.toString(currentCandle.getData_fechamento() + 1);
6     currentCandle = new Vela();
7     JSONArray trades = api.getTrades(currentDate);
8     JSONObject trade;
9
10    while (canContinueResearching(trades)) {
11        for (int i = 0; i < trades.length(); i++) {
12            try {
13                trade = trades.getJSONObject(i);
14                /* Já existe registro na vela e a data do trade está fora do intervalo
atual. */
15                if (!currentCandle.isEmpty() && !isInInterval(trade, currentDate)) {
16
17                    String initDate =
calculateInitialIntervalDate(Long.toString(currentCandle.getData_abertura()));
18
19                    currentCandle.setData_abertura(Long.valueOf(initDate));
20                    currentCandle.setData_fechamento(Long.valueOf(initDate) +
(secondsPerCandle - 1));
21                    dao.create(currentCandle);
22                    System.out.println("Date: " + Time.unixToDate(initDate));
23                    currentCandle = new Vela();
24
25                }
26                currentCandle = addTransactionToCandle(trade, currentCandle);
27                currentDate = Long.toString(currentCandle.getData_fechamento());
28            } catch (JSONException e) {
29                e.printStackTrace();
30            }
31        }
32        trades = api.getTrades(currentDate);
33    }
34 }

```

Código 1. Criação do histórico de transações.

A estrutura de dados utilizada foi a representação de uma vela com período de um minuto, como pode ser visto no diagrama da Figura 7.

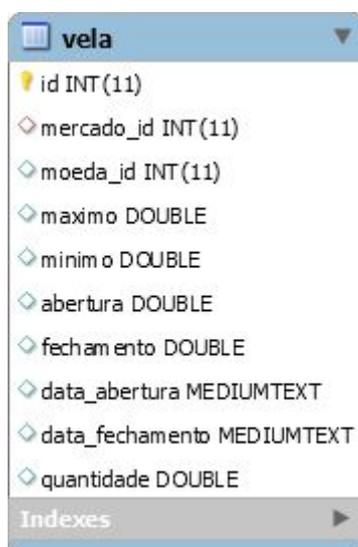


Figura 7. Diagrama DER da tabela vela.

O algoritmo de busca de velas consiste em dois laços aninhados em que o primeiro requisita à API do Mercado Bitcoin. Esse laço verifica após requisitar novas transações se o retorno foi nulo. Caso seja verdade a fase de busca de velas estará terminada.

O segundo laço é responsável por percorrer o *array* agrupando as transações que foram feitas dentro do mesmo período de um minuto. Uma vez agrupada, é criada uma classe espelho Vela que posteriormente será utilizada para persistir as informações por meio da classe DAO (*Data Access Object*) que faz as operações no banco de dados. O laço verifica se o *array* terminou, caso aconteça o laço se encerra para que possa ser requisitado mais transações.

O período de vela de um minuto foi usado para que outras velas, com períodos diferentes, pudessem ser feitas apenas com um simples agrupamento de velas de um minuto. Um período menor, como um segundo, agruparia pouca informação e aumentaria o gasto de memória de forma desnecessária.

O processo foi demorado, porém a praticidade de se ter a informação alocada em disco é um diferencial na eficiência da simulação.

Após o processo de pesquisa e persistência das velas, foi gravado um total de 683.833 velas que representam transações que aconteceram do começo de

dezembro de 2013 até final de setembro de 2018. Essa quantidade de velas trouxe possibilidade de testar o algoritmo de decisão em momentos diferentes do ativo o que traz robustez ao resultado.

3.2 ANÁLISE DO PREÇO BASEADA NO RSI

A simulação foi pensada para que a eficiência do RSI fosse testada e confrontada diante de vários ajustes. Os parâmetros ajustáveis foram o período de representação da vela e a quantidade de velas usadas na média móvel do RSI.

O período de representação da vela é relacionado com a quantidade de tempo que as transações foram analisadas e agrupadas para formá-la. Por exemplo, uma vela de quinze minutos representa transações que ocorreram em um determinado intervalo de tempo de quinze minutos. Na prática, um período de vela maior diminui a quantidade de análises feitas. Devido ao aumento da distância entre essas análises, por isso é interessante entender se esse fator reflete alguma influência positiva no índice.

Foram escolhidos seis períodos de representação diferentes para serem simulados, tendo como critério a obtenção de períodos espaçados de maneira que pudesse descrever cenários totalmente diferentes um dos outros. Os cenários estão descritos na Tabela (1).

Tabela 1. – Período de representação da vela.

Período
15 minutos
30 minutos
1 hora
12 horas
1 dia
15 dias

Na Eq. (2) é percebido como a média usada no RSI é calculada. Ela é, sucintamente, uma média ponderada, onde a média anterior tem peso $p-1$, enquanto a amostra atual tem peso 1. Quanto maior for o p menor será o peso da nova amostra e mais “rígida” será a média, ou seja, ela demora mais tempo para aumentar, ou diminuir, o seu valor à medida que novas amostras vão sendo adicionadas a ela. O p observado na Eq. (2) é a quantidade de velas usadas na média móvel, por isso é interessante variar a quantidade de velas para entender se há aperfeiçoamento quando a média se torna mais rígida.

O padrão do RSI é utilizar 14 velas em sua média (WILDER, 1978). Logo, foi escolhido um múltiplo, 28 velas, e um submúltiplo, 7 velas, para compor os ajustes simulados. Os ajustes estão descritos na Tabela (2).

Tabela 2. – Quantidade de velas usadas na média.

Quantidade
7
14
28

Cada ajuste de média foi simulado com todos os ajustes de vela, ao final foram obtidos 18 gráficos.

Nessa etapa, foi necessário estabelecer três subprocessos. O primeiro é o responsável por requisitar as velas de um minuto que estão gravadas no banco de dados e, depois, agrupá-las de acordo com o período estabelecido. O segundo é calcular o índice RSI a partir da vela recebida do primeiro subprocesso. O terceiro é analisar o índice obtido do subprocesso anterior e gravar a ação no banco de dados para uma análise posterior.

3.2.1 Pesquisador de velas (Subprocesso I)

As únicas entradas desse processo são: a data de abertura e o período de representação da vela. Com essas duas informações, o pesquisador envia uma requisição ao banco de dados para selecionar as velas que têm: a data de abertura maior que a data passada como parâmetro; a data de fechamento menor que a data

de abertura mais o período da vela. O Código (2) apresenta o algoritmo responsável por retornar a próxima vela.

```

1 public Vela PegarProximaVela() {
2     previousVela = currentVela;
3     Long currentEndDate = currentDate + analysisPeriod - 1;
4     Integer begin = null;
5     Integer end = null;
6     for (int i = count; i < velas.size(); i++) {
7         Vela vela = velas.get(i);
8         if (isInsideInterval(vela)) {
9             if (begin == null) {
10                begin = i;
11            } else {
12                end = i;
13            }
14        } else {
15            if (begin == null) {
16                currentVela = getIdleVela();
17                incrementDate();
18                return currentVela;
19            }
20
21            end = (end == null) ? begin + 1 : end + 1;
22            List<Vela> sublist = velas.subList(begin, end);
23            currentVela = condenser.condense(sublist);
24            currentVela.setData_abertura(currentDate);
25            currentVela.setData_fechamento(currentEndDate);
26            incrementDate();
27            count = (end < velas.size()) ? end : velas.size();
28            return currentVela;
29        }
30    }
31    if(hasNoMoreVelas) {
32        end = (end == null) ? begin + 1 : end + 1;
33        List<Vela> sublist = velas.subList(begin, end);
34        currentVela = condenser.condense(sublist);
35        currentVela.setData_abertura(currentDate);
36        currentVela.setData_fechamento(currentEndDate);
37        incrementDate();
38        count = (end < velas.size()) ? end : velas.size();
39        return currentVela;
40    }
41    setMoreVelas();
42    return getNextVela();
43 }

```

Código 2. Algoritmo que procura a próxima vela.

As velas retornadas precisam ser tratadas para se tornarem uma única vela que junte todas as informações das outras. As velas são entregues a um condensador de velas que realiza esse trabalho, em seguida é retornada para que possa ser usada no cálculo do índice.

3.2.2 Calculadora RSI (Subprocesso II)

Esse processo também tem apenas duas entradas, a quantidade de velas da média e a amostra para calcular a média. Cada vez que o subprocesso I termina, há um retorno da vela que é prontamente entregue para calculadora que a processa.

O processo se dá de duas formas. Quando a quantidade de amostras passadas à calculadora é menor que a quantidade de velas estabelecida para calcular a média, a amostra é guardada. Quando, finalmente, se tem exatamente a quantidade de velas para calcular, a média é calculada, em seguida o cálculo do RSI é realizado e retornado para ser utilizado no subprocesso III.

É interessante ressaltar que há um tempo de inatividade proporcional a quantidade de velas necessárias para ser calculada a média. Esse tempo foi chamado de tempo de aquecimento que é o tempo necessário para que o RSI tenha seu primeiro valor calculado.

Na prática o código foi dividido em dois. A primeira parte Código(3) calcula o RS e a segunda Código(4) se utiliza do RS para calcular o índice RSI.

```

1 public void calcularRS() {
2     if (previous == null) {
3         return;
4     }
5     Double previousClose = previous.getFechamento();
6     Double currentClose = current.getFechamento();
7     if (currentClose > previousClose) {
8         gain = BigDecimalCalculation.subtract(currentClose,
9         previousClose).doubleValue();
10        loss = 0.0;
11    } else if (currentClose < previousClose) {
12        gain = 0.0;
13        loss = BigDecimalCalculation.subtract(previousClose,
14        currentClose).doubleValue();
15    } else {
16        gain = 0.0;
17        loss = 0.0;
18    }
19    averageGain.setNextSample(gain);
20    averageGain.calculate();
21    averageLoss.setNextSample(loss);
22    averageLoss.calculate();
23
24    Double avgGain = averageGain.getAverage();
25    Double avgLoss = averageLoss.getAverage();
26    if (avgGain != null && avgLoss != null) {
27        if (avgLoss == 0 && avgGain == 0) {
28            rs = 1.0;
29        } else if (avgLoss == 0) {
30            rs = Double.MAX_VALUE;
31        } else {
32            rs = BigDecimalCalculation.divide(avgGain, avgLoss).doubleValue();
33        }
34    }
35 }

```

Código 3. Cálculo do RS.

```

1 public void calcularRSI() {
2     rs.calculate();
3     if (rs.getRs() != null) {
4         rsi = 100.0;
5         BigDecimal rsValue = new BigDecimal(rs.getRs().toString());
6         Double sub;
7         if (rs.getRs().equals(Double.MAX_VALUE)) {
8             sub = 100.0;
9         } else {
10            sub = BigDecimalCalculation
11            .divide(100.0, BigDecimalCalculation.sum(rsValue.doubleValue(),
12            1.0).doubleValue())
13            .doubleValue();
14        }
15        rsi = BigDecimalCalculation.subtract(rsi, sub).doubleValue();
16    }
17    setNewRecord(new RSISRecord(rsi, rs));
18 }

```

Código 4. Cálculo do RSI.

3.2.3 Analisador (Subprocesso III)

Após o tempo de aquecimento, o subprocesso III pode ser iniciado. Sua única entrada é o índice RSI que é registrada. A análise é feita a partir do Código (5).

```

1 public Action Analisar(Double rsi) {
2     Action acao = Action.IDLE;
3     setCurrentRsi(rsi);
4     acao = failureSwingSystem();
5     if (acao == Action.IDLE)
6         acao = basicSystem();
7     return acao;
8 }
9 private Action failureSwingSystem() {
10    if (mark == null)
11        return Action.IDLE;
12
13    if (previousStatus == Status.OVERSOLD) {
14        return (mark < current) ? Action.BUY : Action.IDLE;
15    } else if (previousStatus == Status.OVERBOUGHT) {
16        return (mark > current) ? Action.SELL : Action.IDLE;
17    } else {
18        return Action.IDLE;
19    }
20
21 }
22
23 private Action basicSystem() {
24    if (previousStatus == null)
25        return Action.IDLE;
26
27    if (previousStatus == Status.NORMAL) {
28        return Action.IDLE;
29    }
30
31    if (status != Status.NORMAL) {
32        return Action.IDLE;
33    }
34
35    return (previousStatus == Status.OVERSOLD) ? Action.BUY : Action.SELL;
36 }

```

Código 5. Analisador RSI.

O analisador tem o único papel de reconhecer os padrões básico e “*failure swing*”, já discutidos na seção 2.2.2. Ao utilizar um algoritmo que grave as movimentações passadas, sem precisar gravar todos os pontos, o XX conseguirá identificar os padrões, como também a falta de padrões.

O algoritmo realiza sua análise e, como saída do processo, retorna apenas três possíveis respostas COMPRA, VENDA e OCIOSO.

Com a resposta do algoritmo analisador é possível então gravar a resposta no banco de dados para que possa ser examinada posteriormente. Para isso foi criada uma tabela representada no diagrama da Figura (8). Nela pode ser gravada o tipo da ação tomada indicada pelo algoritmo (COMPRA, VENDA ou OCIOSO), como também o registro do preço do ativo no ato da ação e a data.

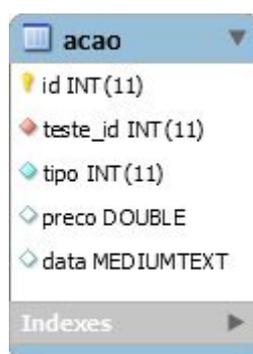


Figura 8. Diagrama DER da tabela ação.

O registro é importante para que etapa de avaliação da eficiência possa ser feita e refeita sem que todos os processos anteriores tenham que ser refeitos. Com os dados gravados, houve a economiza de tempo, mesmo gastando mais memória, entretanto, essa ação é de suma importância para a criação e ajuste do algoritmo de avaliação.

3.3 CÁLCULO DO GANHO

Após análise das velas e a criação do histórico de ações para cada ajuste é necessário examiná-las para calcular o ganho. O ganho é calculado de acordo com Código (6).

```

1 public JSONObject run() throws JSONException {
2     Acao acao = null;
3     while (acoes.size() != 0) {
4         for (int i = 0; i < acoes.size(); i++) {
5             acao = acoes.get(i);
6             if (previousAction != acao.getTipo()) {
7                 if (acao.getTipo() == Action.BUY) {
8                     buyPrice = acao.getPreco();
9                 } else if (acao.getTipo() == Action.SELL) {
10                    sellPrice = acao.getPreco();
11                    Double gain = sellPrice / buyPrice;
12                    Calendar date = Calendar.getInstance();
13                    date.setTime(new Date(acao.getData() * 1000));
14                    if (!hasYear(date.get(Calendar.YEAR)))
15                        putNewYear(date.get(Calendar.YEAR));
16
17                    putNewAction(date.get(Calendar.YEAR), date.get(Calendar.MONTH),
18                                date.get(Calendar.DAY_OF_MONTH),
19                                gain);
20                    previousAction = acao.getTipo();
21                }
22            }
23            acoes = getAcoes();
24        }
25        return gain;
26    }
27 }

```

Código 6. Cálculo do ganho

Basicamente a rotina que avalia o ganho percorre, em sequência temporal, os registros da tabela de ação que pertencem a uma determinada simulação. A rotina, pelo observado, primeiro localizará uma decisão de compra e, após achá-la, registrará o valor de compra e passará a procurar a próxima decisão que seja de venda. Quando obtém sucesso na procura, o avaliador registra o preço de venda, a data de venda e calcula o ganho percentual dividindo o valor de venda pelo de compra. O ganho é registrado na data de venda do ativo em uma tabela para que posteriormente possa ser transformada em gráfico.

Por sua vez, a rotina passa a ignorar decisões de compra caso a última decisão registrada foi de compra, e o mesmo acontece para as decisões de venda - caso a decisão anterior seja de venda. Em outras palavras, o programa entende que quando se tem o ativo comprado não tem como comprar mais, e quando se vende o ativo, não há como vender mais. Esse comportamento foi adotado para conquistar simplicidade na solução.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a simulação os dados obtidos foram transformados em gráficos para uma melhor visualização e compreensão do resultado. Cada gráfico representa o lucro percentual de um determinado ajuste para cada mês dos anos de 2013 a 2018.

4.1 GRÁFICOS

Nesta seção serão apresentados os gráficos discutidos em seções posteriores.

Velas de 15 minutos com média de 7 velas

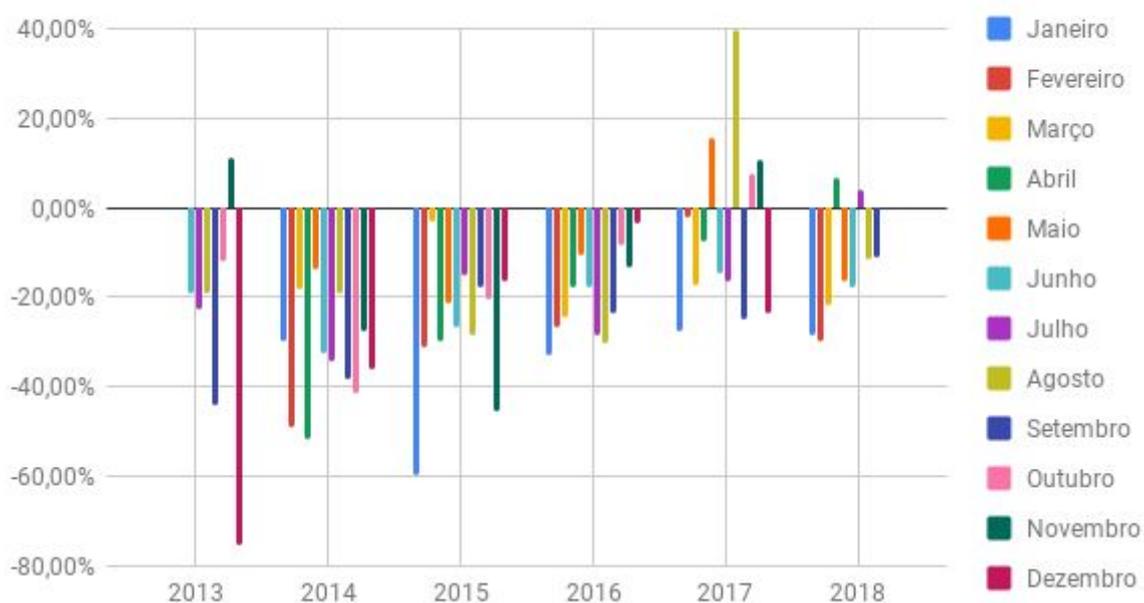


Figura 9. Ajuste de vela de 15 minutos com média de 7 velas.

Velas de 15 minutos com média de 14 velas

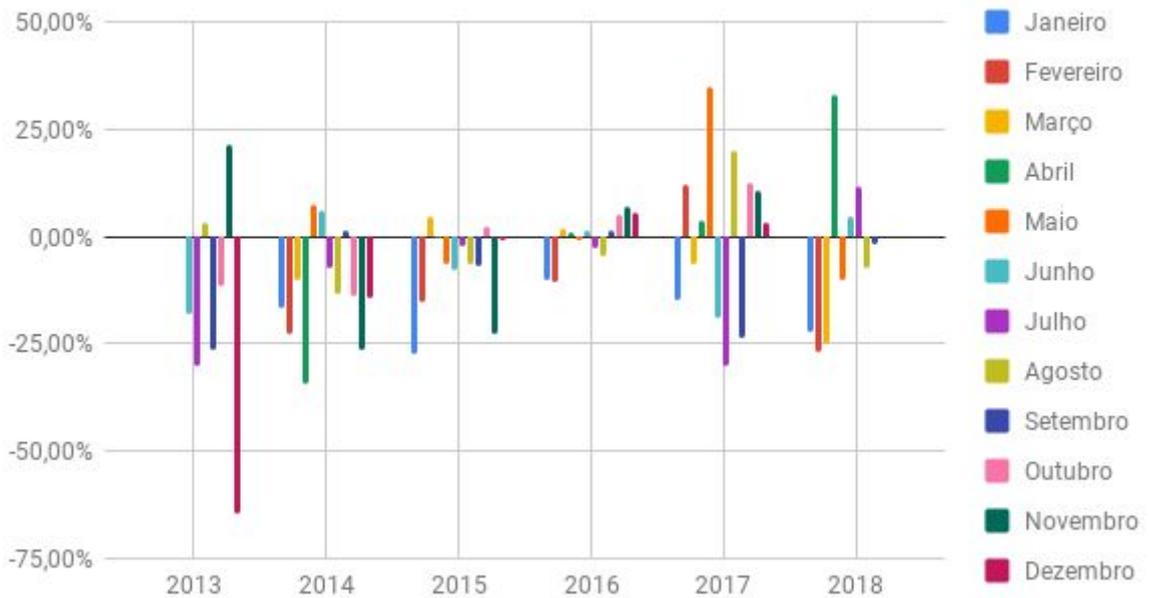


Figura 10. Ajuste de vela de 15 minutos com média de 14 velas.

Velas de 15 minutos com média de 28 velas

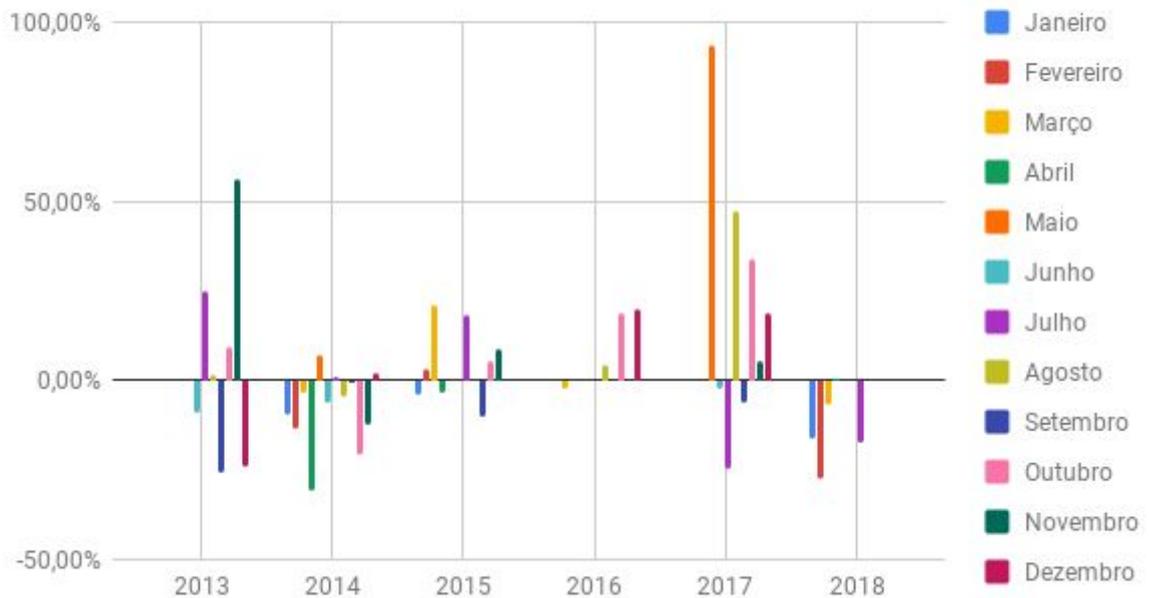


Figura 11. Ajuste de vela de 15 minutos com média de 28 velas.

Velas de 30 minutos com média de 7 velas

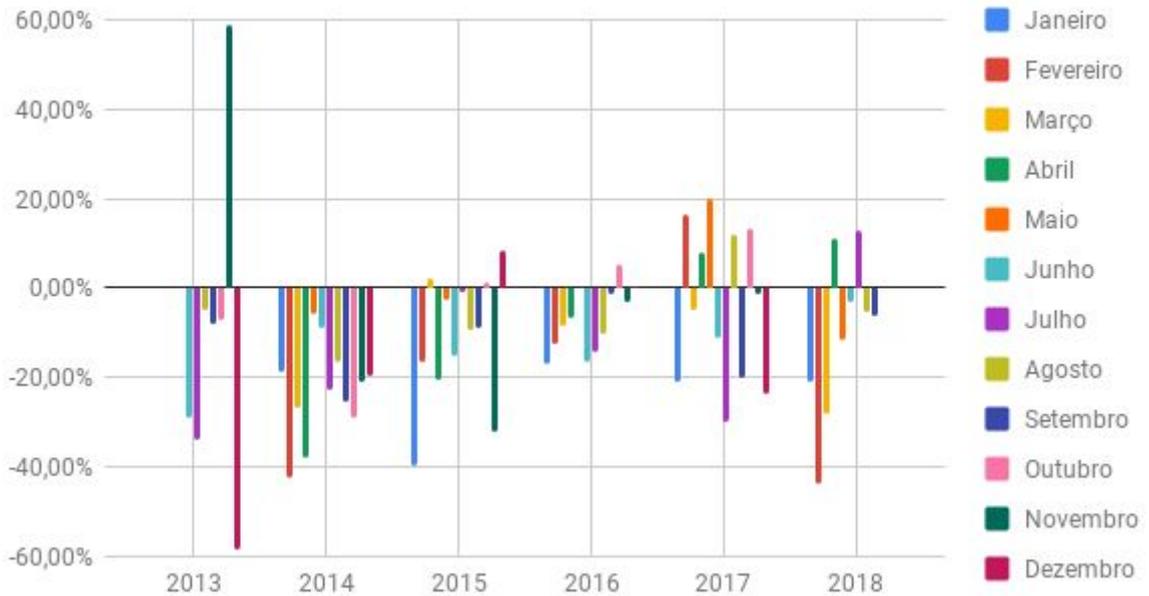


Figura 12. Ajuste de vela de 30 minutos com média de 7 velas.

Velas de 30 minutos com média de 14 velas

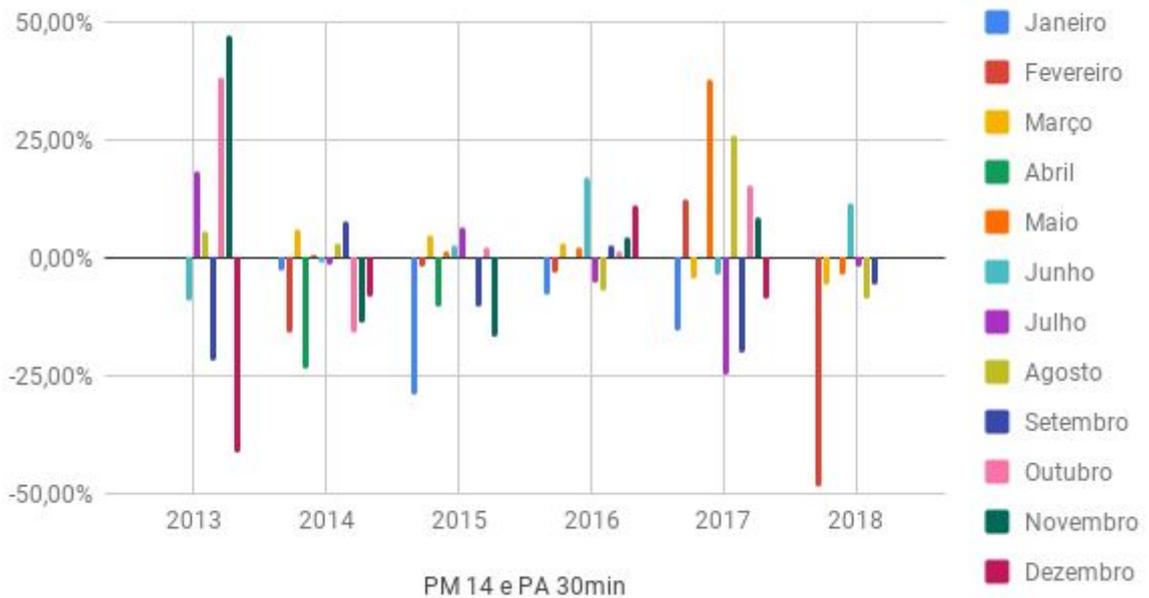


Figura 13. Ajuste de vela de 30 minutos com média de 14 velas.

Velas de 30 minutos com média de 28 velas

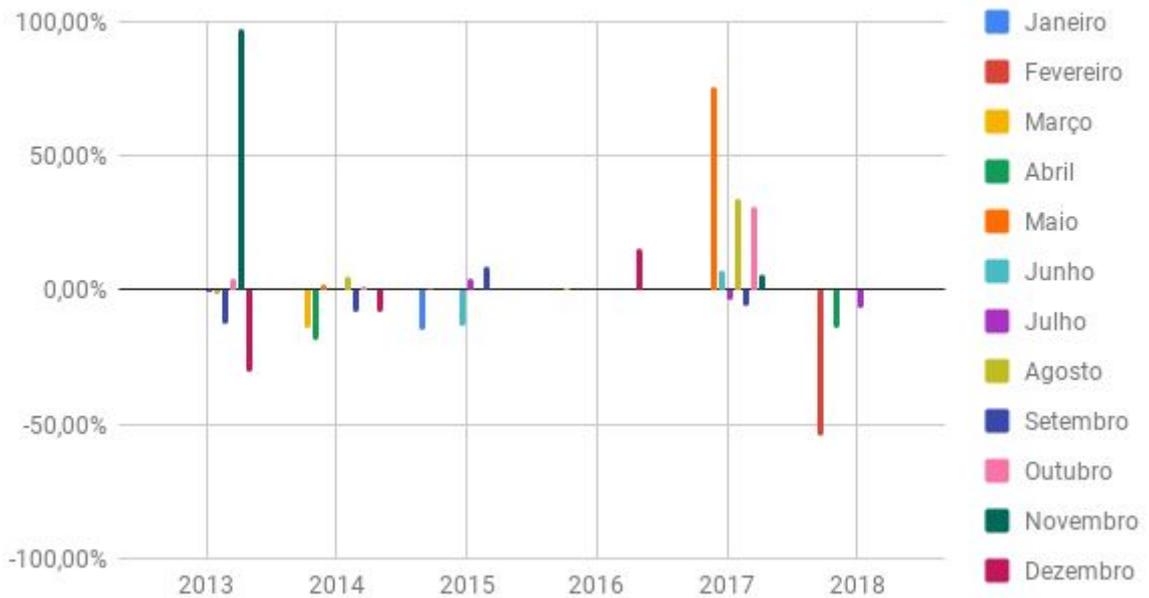


Figura 14. Ajuste de vela de 30 minutos com média de 28 velas.

Velas de 1 hora com média de 7 velas

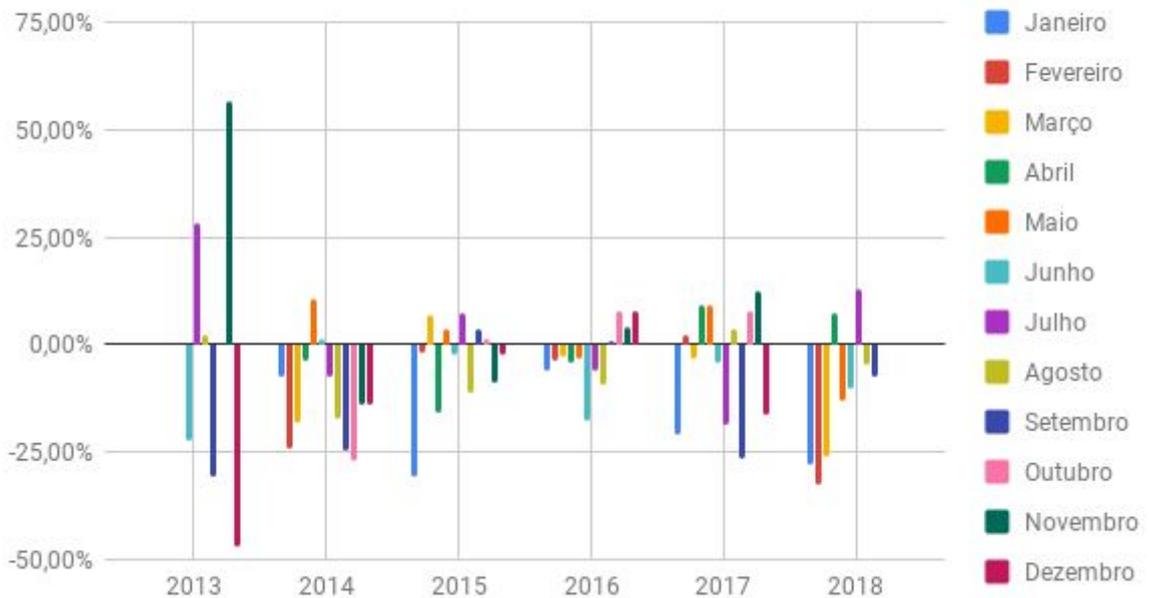


Figura 15. Ajuste de vela de 1 hora com média de 7 velas.

Velas de 1 hora com média de 14 velas

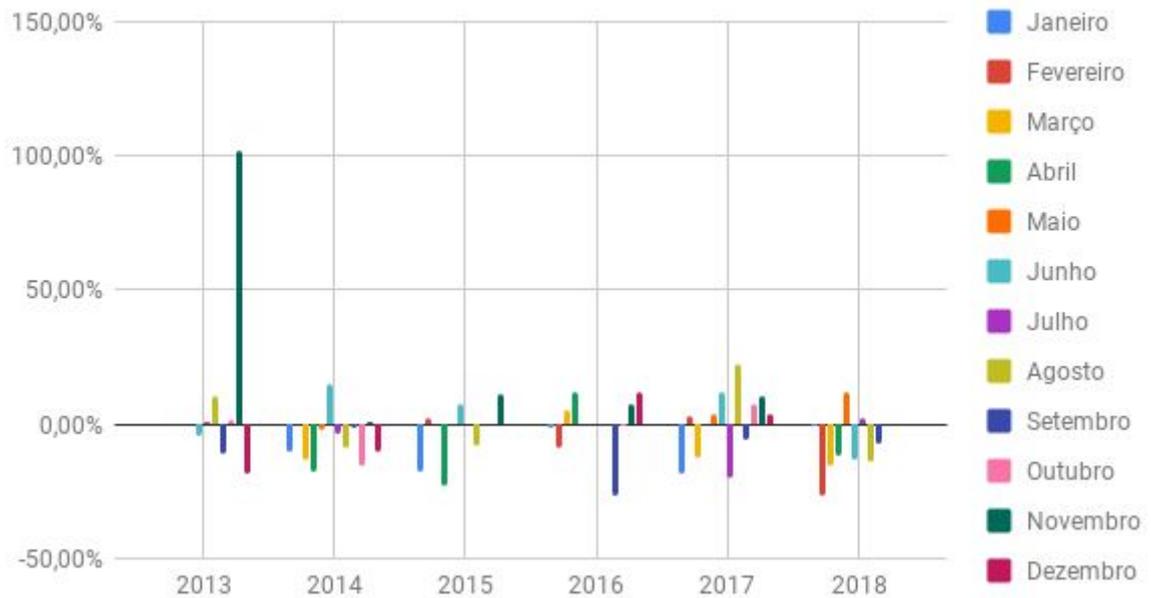


Figura 16. Ajuste de vela de 1 hora com média de 14 velas.

Velas de 1 hora com média de 28 velas

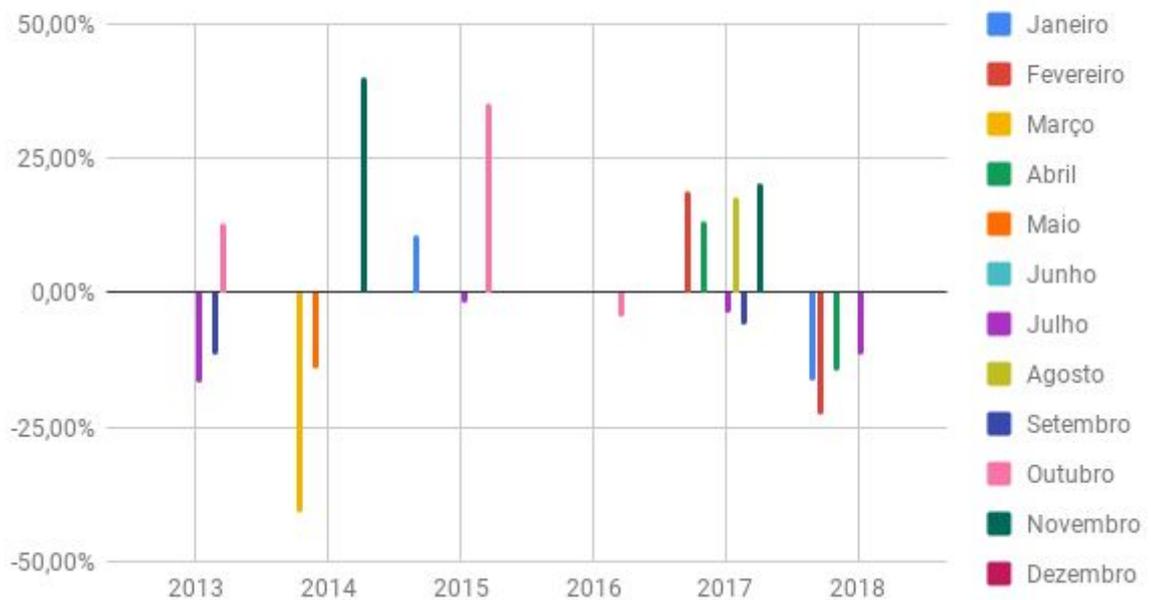


Figura 17. Ajuste de vela de 1 hora com média de 28 velas.

Velas de 12 horas com média de 7 velas

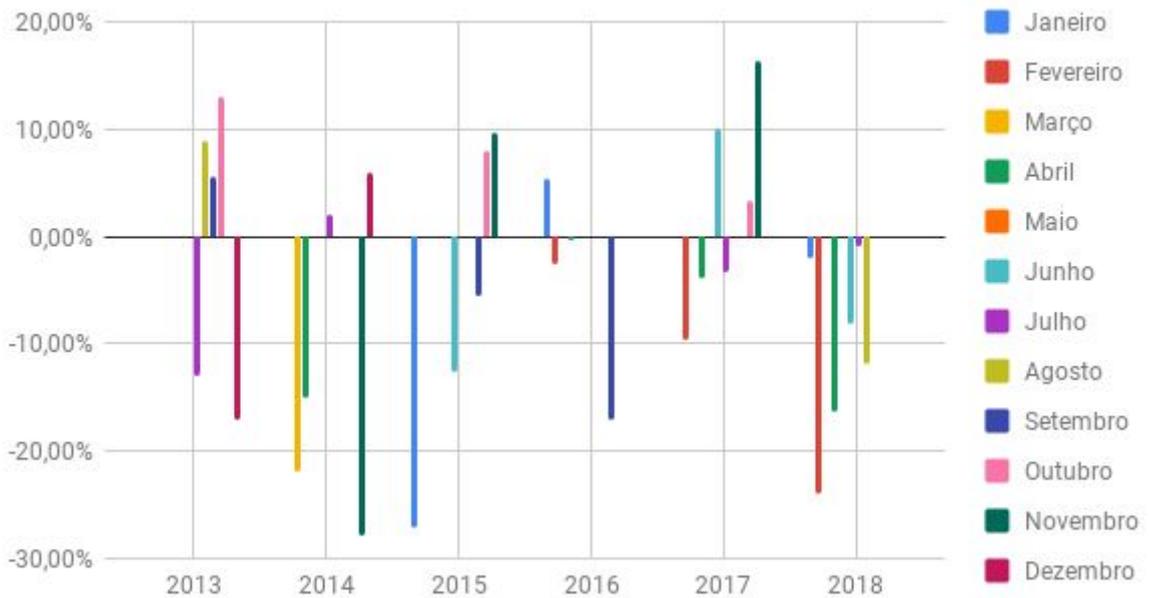


Figura 18. Ajuste de vela de 12 horas com média de 7 velas.

Velas de 12 horas com média de 14 velas

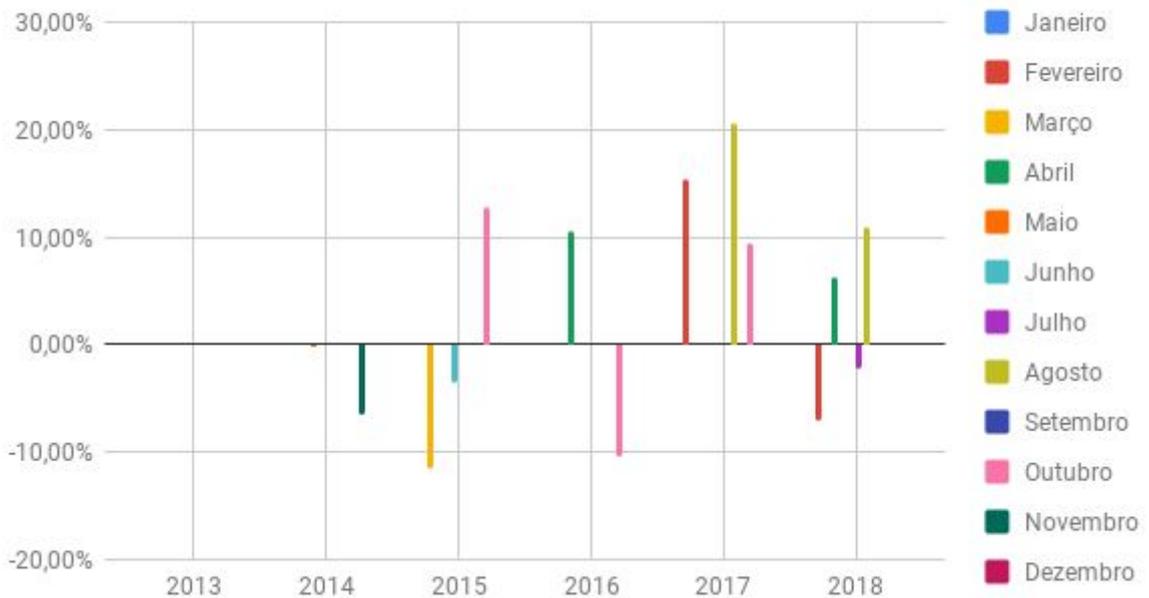


Figura 19. Ajuste de vela de 12 horas com média de 14 velas.

Velas de 12 horas com média de 28 velas

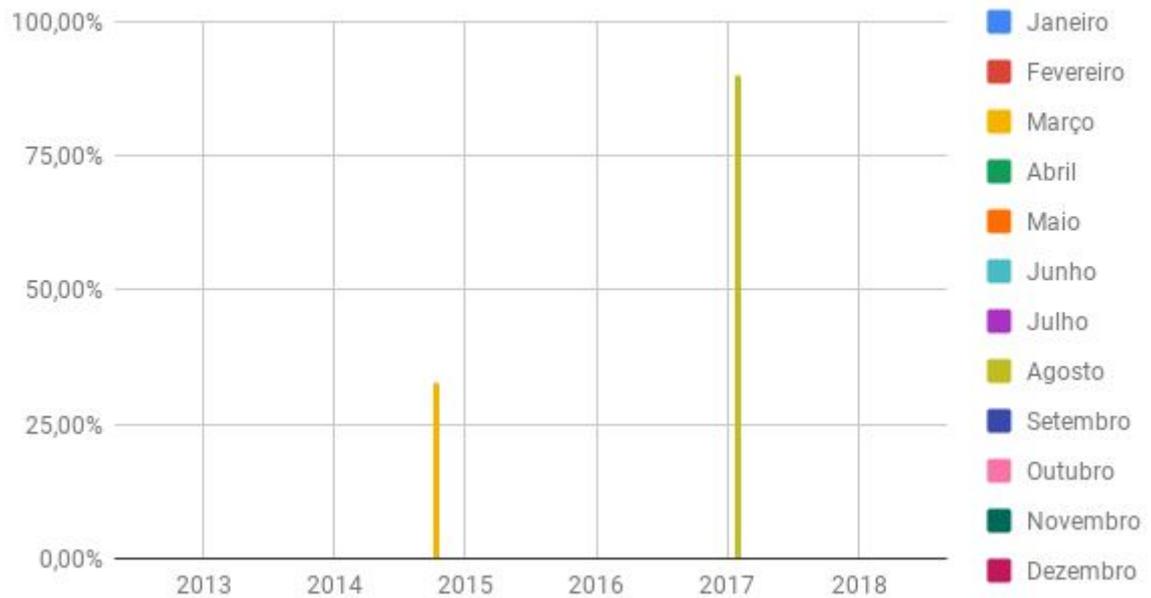


Figura 20. Ajuste de vela de 12 horas com média de 28 velas.

Velas de 1 dia com média de 7 velas

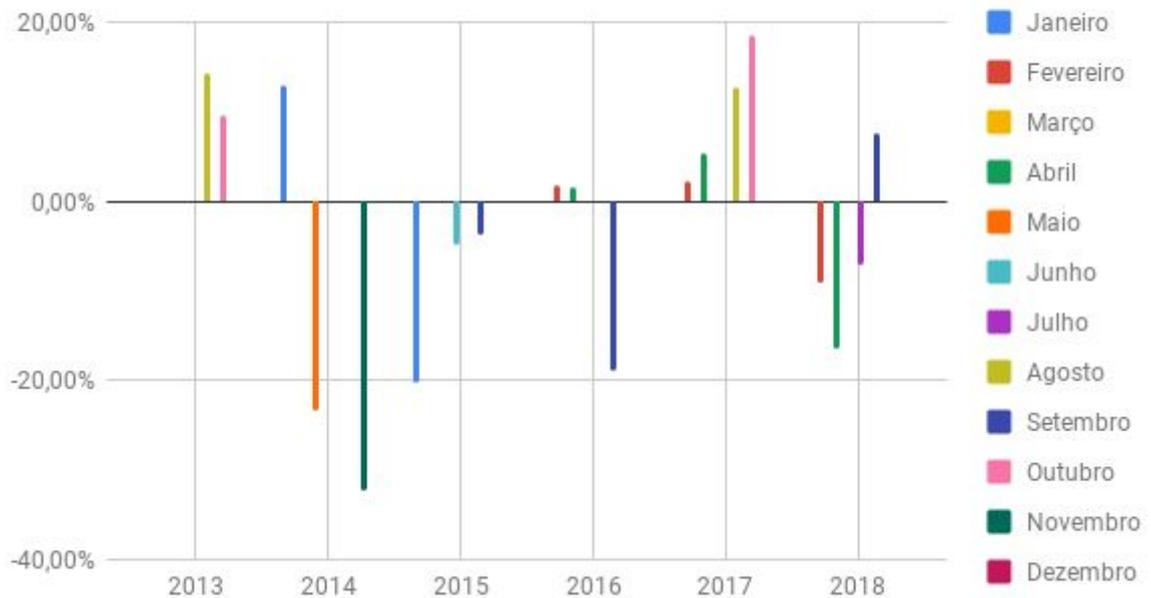


Figura 21. Ajuste de vela de 1 dia com média de 7 velas.

Velas de 1 dia com média de 14 velas

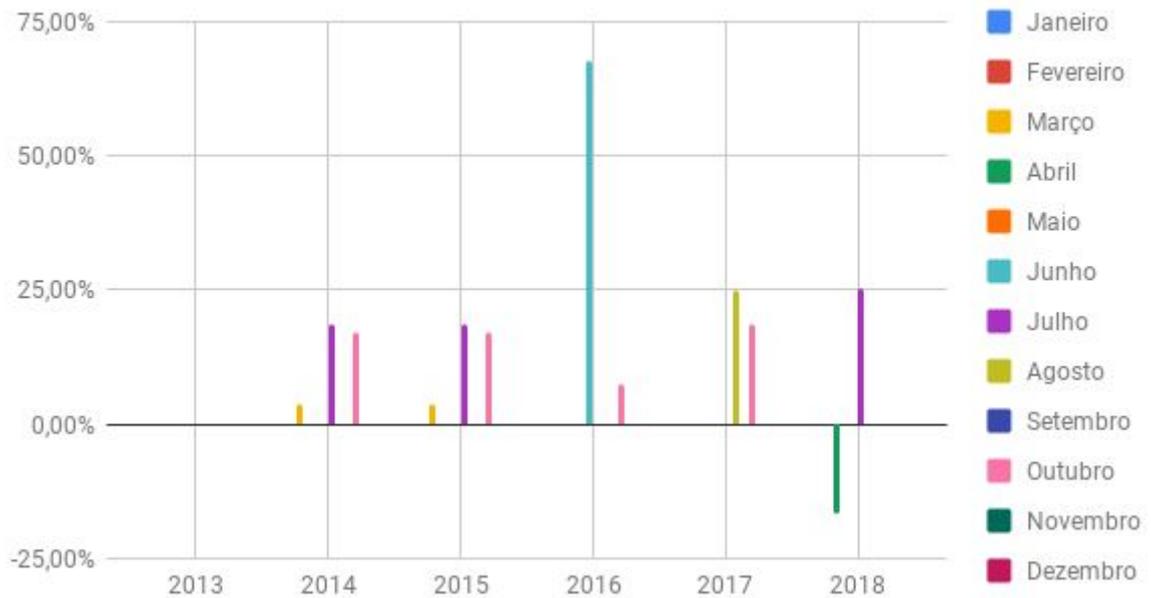


Figura 22. Ajuste de vela de 1 dia com média de 14 velas.

Velas de 1 dia horas com média de 28 velas

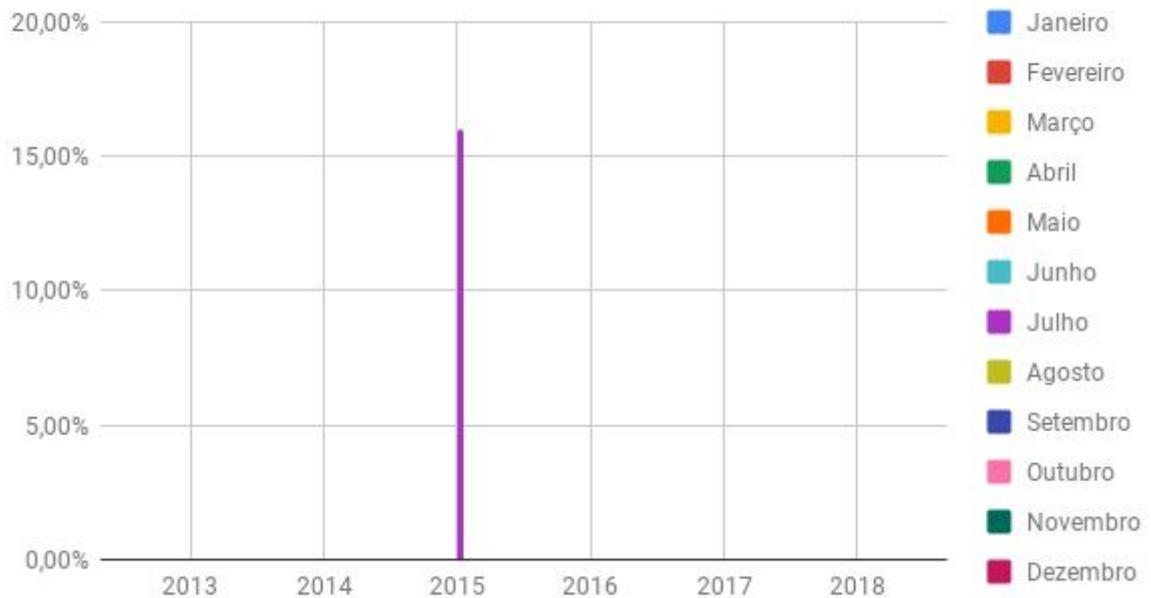


Figura 23. Ajuste de vela de 1 dia com média de 28 velas.

Lucro histórico de cada ajuste

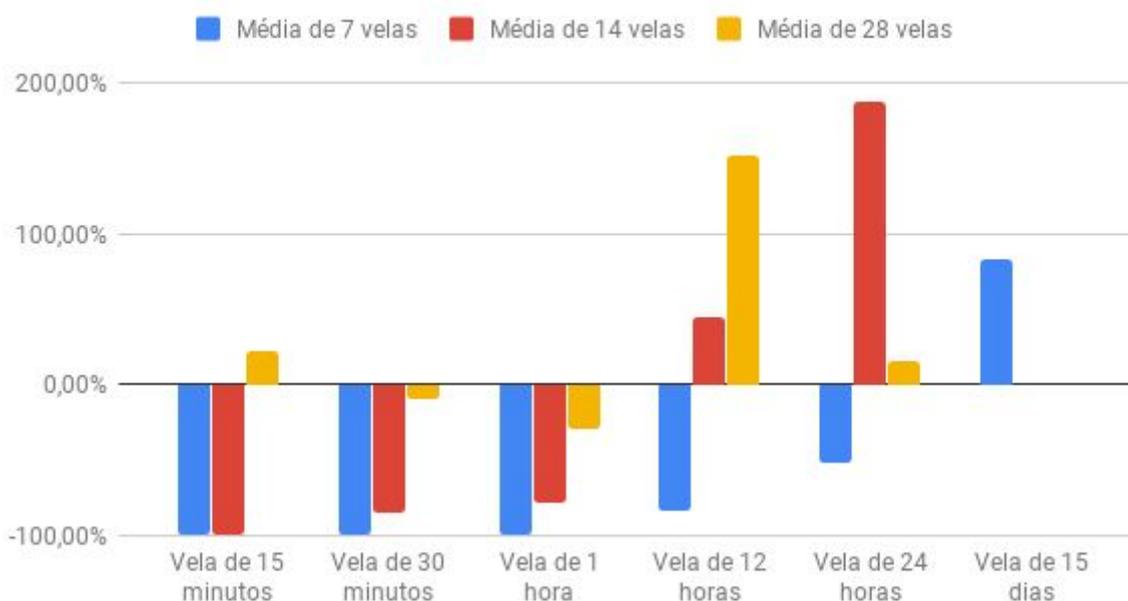


Figura 24. Lucro total por ajuste.

4.2 ANÁLISE DOS GRÁFICOS

Os gráficos apresentados na seção 4.1 seguem padrões notáveis. Eles demonstram como é importante saber ajustar o índice para que se possa contribuir de forma efetiva na análise de quem quer comprar ativos.

O primeiro padrão notável é o que mantém o período da vela constante e variou a quantidade de velas por média - ocorreu uma diminuição clara da quantidade de transações efetuadas. Tais quantidades não foram contabilizadas nessa simulação, porém é evidente que entre a figura (9) e a figura (11) há uma queda da quantidade de barras, além do gráfico ter se tornado mais ralo. Esse padrão pode ser visto também para os outros ajustes de período de vela.

O paradigma anteriormente descrito acontece porque com um quantidade maior de velas o peso da média anterior no cálculo da média atual, como pode ser

visto na Eq.(2), se torna muito maior em relação a uma quantidade menor de velas. Essa importância maior da média anterior faz o peso da amostra atual pequeno, tornando a média mais resistente a variações bruscas. Para ocorrer uma grande variação é necessário várias amostras, ou que uma amostra seja muito maior que a média, tendo na segunda hipótese uma ocorrência mais rara, já que não somente a amostra usada para fazer a média é o preço de fechamento do ativo, como também as variações comuns não são grandes.

Por fim, caso haja pouca mudança, o valor do índice, que é calculado a partir dessa média, não sofre grande variação e não consegue ultrapassar os níveis de limite. Isso faz com que o índice seja mais fidedigno ao que realmente está acontecendo no mercado, apenas mudanças duradouras são expostas pelo RSI quando a média é calculada com mais amostras. Menos oportunidades de transações serão apreciadas, entretanto serão mais confiáveis.

O segundo padrão observado é que quanto maior for o período de vela, menos transações ocorrem. O padrão pode ser explicado pela janela de oportunidade menor que existe quando o período de vela é maior. Quando a vela representa um curto intervalo de tempo, em um mês, mais amostras do RSI são calculadas e mais possibilidades de transação podem ocorrer, quando é aumentado esse intervalo, essas oportunidades naturalmente diminuem.

Quando o período de vela é curto, as oscilações normais do mercado são observadas de forma mais forte pelo índice. Já com intervalos maiores essas oscilações não são contabilizadas e, apenas o aumento real do preço do ativo é avaliado. Então, o período da vela pode ser entendido como um filtro para as oscilações dos preços diários. É aconselhável que seja ajustado o período de vela para um intervalo mediano, para que possam ser filtradas essas oscilações e que mesmo assim a quantidade de possíveis operações não sejam tão baixas.

4.3 AJUSTE ÓTIMO

A figura (24) da seção 4.1 apresenta o lucro total obtido por cada ajuste durante a simulação. Fica claro que o ajuste de vela de um dia e média de 14 velas figura (22) é o ajuste ideal para esse ativo. Ele é o ajuste que conseguiu ter mais lucro total, além disso, conseguiu ter uma grande quantidade de transações durante o período de simulação, sendo que a maioria dessas simulações foram positivas.

O resultado comprova a hipótese levantada na seção 4.2, um ajuste que utiliza métricas medianas obtém um maior sucesso que um ajuste com valores extremos. O ajuste mediano consegue filtrar as oscilações de forma a avaliar o ganho real do valor do ativo.

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O trabalho apresentou alguns aspectos importantes sobre a análise de ativos financeiros, suas diferenças e suas formas de encarar o estudo do mercado. Ele teve foco na análise técnica com o uso do índice RSI como uma alternativa para a lógica decisória automatizada.

A grande contribuição deste trabalho foi reunir um compilado de informações acerca do tema de análise gráfica e trazer dados cooperam na compreensão no que tange a melhor forma de usar o RSI.

As simulações feitas a partir do histórico do mercado de bitcoins trouxe alguns resultados importantes. Ficou claro que os ajustes modificam muito o valor do índice calculado e, por consequência, a decisão é modificada. Com uma mesma linha histórica, tivemos lucros e prejuízos bem variados e conseguimos achar um ajuste excepcional.

Cabe ressaltar que nem sempre um volume de transações maior é garantia de um lucro total maior, às vezes, como analisado, é melhor ter poucas transações com maior efetividade.

A lógica automatizada de decisão comportou-se positiva para o ajuste, teve um lucro razoável em um período de cinco anos e mostrou ser capaz de tomar decisões. Apesar disso, seu volume ainda é pequeno, o que torna a solução pouco eficiente e deve ser encarado como uma limitação.

Para trabalhos futuros, outros índices devem ser testados e comparados aos resultados deste presente estudo. Novas maneiras de interpretação do RSI podem ser propostas e comparadas com a maneira utilizada nesta pesquisa. Ademais, o trabalho pode ser usado como ponto de partida para construção de uma ferramenta

que automatize a decisão e as transações utilizando as APIs disponíveis do mercado escolhido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PAVINI, A. CVM quer educação financeira para crianças a partir de 3 anos, 2018. Disponível em:
<<https://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/cvm-quer-educacao-financeira-para-criancas-a-partir-de-3-anos/>>. Acesso em: 20 novembro 2018.

ALVARENGA, D. Bovespa ganhou mais de 110 mil novos investidores em 2018, 2018. Disponível em:
<<https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/10/04/bovespa-ganhou-mais-de-110-mil-novos-investidores-em-2018.ghtml>>. Acesso em: 20 novembro 2018.

SÁ, V. 80% de Todos os Bitcoins já Foram Minerados, 2018. Disponível em:
<<https://portaldobitcoin.com/80-de-todos-os-bitcoins-ja-foram-minerados/>>. Acesso em: 21 novembro 2018.

BONALDI, E. V. O PEQUENO INVESTIDOR NA BOLSA BRASILEIRA: Ascensão e queda de um agente econômico. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v33n97/0102-6909-rbcsoc-33-97-e339710.pdf>>. Acesso em: 20 novembro 2018

SAFFI, P. A. C. Análise Técnica: Sorte ou Realidade?. London Business School, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbe/v57n4/a13v57n4.pdf>>. Acesso em: 20 novembro 2018

YOSHIKAWA, K. K. C.; MALAIA M. C. B. T.; MATTEI, C. Mercado de Capitais: técnicas para avaliação de carteira de ações para pessoa física, 2009. Disponível em:
<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos09/401_401%20Mercado%20de%20capitais%20-%20tecnicas%20para%20avaliacao%20de%20carteira%20de%20acoes%20para%20pessoa%20fisica.pdf>. Acesso em: 20 novembro 2018

WILDER, J.L. **New Concepts In Technical Trading System.** Greensboro: Trend Research, 1978.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008.

Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 21 novembro 2018.

Benício, A. A. Bitcoin a moeda digital que se tornou realidade. 2015. Disponível em: <<https://www.blackhat.com/docs/eu-15/materials/eu-15-Balduzzi-Cybercrmine-In-The-Deep-Web-wp.pdf>>. Acesso em: 21 novembro 2018.

Balduzzi, M.; Ciancaglini, V. Cybercrime in the Deep Web. 2015. Disponível em: <<https://www.blackhat.com/docs/eu-15/materials/eu-15-Balduzzi-Cybercrmine-In-The-Deep-Web-wp.pdf>>. Acesso em: 21 novembro 2018.

MERCADOBITCOIN. Mercadobitcoin: Bolsa de bitcoin online. 2018. Disponível em: <<https://www.mercadobitcoin.com.br>>. Acesso em: 21 novembro 2018.