UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

PHILLIPE MATHEUS VIEIRA DA SILVA

AUTOMATIZAÇÃO DE ARBITRAGEM DE CRIPTOMOEDAS: DESEMPENHO DE ARBITRAGEM DE CRIPTOMOEDAS ATRAVÉS DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO

Tubarão

2021

PHILLIPE MATHEUS VIEIRA DA SILVA

AUTOMATIZAÇÃO DE ARBITRAGEM DE CRIPTOMOEDAS: DESEMPENHO DE ARBITRAGEM DE CRIPTOMOEDAS ATRAVÉS DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Ciência da Computação, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Luciano Jose Sávio

Tubarão

2021

AUTOMATIZAÇÃO DE ARBITRAGEM DE CRIPTOMOEDAS[1]

DESEMPENHO DE ARBITRAGEM DE CRIPTOMOEDAS ATRAVÉS DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO

Phillipe M. V. Silva[2]

Resumo: Quando as criptomoedas chegaram no mercado financeiro trouxeram consigo uma nova oportunidade de investimento, sendo essa através do método de arbitragem, no entanto, esse meio de investimento necessita um maior estudo e atenção ao mercado. Tendo em vista essas necessidades e algumas dificuldades no processo a serem executados pelos analistas criou-se um sistema automatizado, o qual tem como intuito auxiliar o usuário a realizar transações com maior eficiência, e com isso poder obter maior lucro. Através desta automatização foi possível analisar os resultados e levantar algumas informações e melhorias as quais podem auxiliar o sistema a atender de forma mais eficiente dentro do mercado atual.

Palavras-chaves: Arbitragem. Automatização. Criptomoedas. Desempenho.

Abstract: When cryptocurrencies arrived in the financial market, they brought with them a new investment opportunity, this being through the arbitrage method, however this investment medium needs further study and attention to the market. In view of these needs and some difficulties in the process to be performed by the analysts, an automated system was created, which aims to assist the user to carry out transactions with greater efficiency, thereby being able to obtain greater profit. Through this automation it was possible to analyze the results and raise some information and improvements which can help the system to serve more efficiently within the current market.

Keywords: Arbitration. Automated. Cryptocurrency. Performance.

---

[1] Artigo apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Graduação em Ciência da Computação da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. 2021.

[2] Acadêmico do curso de Ciência da Computação da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul. *E-mail*: phillipe.vieira1@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O mercado financeiro tem passado por diversas mudanças, sendo que muitas delas se devem ao avanço tecnológico, e é graças a esse avanço tecnológico que uma nova mudança surgiu no ano de 2009, se tratando de uma alternativa ao “dinheiro”. O Bitcoin é uma moeda digital criada com um sistema de encriptação de forma anônima, e que tem como princípio a descentralização do controle de emissão de moeda e de registro de transações. O seu controle está nas mãos de todos que participam da utilização dessa moeda, e foi com essa visão que muitas pessoas e inclusive empresas começaram a ver esse sistema financeiro com outros olhos, uma visão de interesse que em pouco tempo trouxe uma grande popularidade a “moeda”, além da sua valorização no mercado monetário (INFOMONEY, 2021).

O aumento no valor e na procura de criptomoedas iniciou uma corrida nas suas aplicações, dentre essas a que será explorada nesse artigo, é sua utilização como ativo de investimentos em operações de arbitragem. O qual é necessária uma grande análise de dados para realização de tomadas de decisões com intuito de obter o maior lucro possível, tendo ciência de que esse processo pode ser bastante árduo quando feito manualmente por um investidor ou profissional da área de investimentos desses ativos.

Através do artigo da Valor Investe (2019) podemos intender um pouco mais sobre os primeiros passos para iniciar os investimentos de arbitragem com criptomoedas, apresentando também algumas das dificuldades existentes nesse mercado. O primeiro passo importante envolve o investidor pesquisar as possíveis *exchanges* com as quais trabalhará, sendo que para definir as mesmas deve-se verificar alguns critérios e valores importantes, critérios esses referentes a segurança, garantia, suporte disponível e tempo de mercado da suposta *exchange*, além de eventuais taxas e comissões que essas possuem. Após a seleção de corretoras o próximo passo a ser dado se refere a análise e escolha da moeda a ser comprada, um ponto muito importante na arbitragem é que antes do processo de compra já se deve ter em vista a *exchange* de venda e com ela os valores relacionados, sendo eles os valores de depósito, compra, transferência, venda e saque. Após todos esses valores levantados é possível calcular os descontos e taxas envolvidas no fluxo completo, se ao final ainda houver um lucro aceitável pelo investido o processo pode ser iniciado. Esse fluxo demanda um certo tempo de análise e execução, por isso algumas vezes a oscilação da criptomoeda pode acabar inviabilizando a etapa final de venda e obtenção do lucro, tornando necessário uma outra analisa de médio a longo prazo para execução final do processo de arbitragem.

Temos como objetivo proposto desenvolver um sistema automatizado focado em arbitragem de criptomoedas. Para o alcanço do objetivo geral são necessários alguns objetivos específicos, tais como: a) implementar um sistema de mineração capaz de obter e tratar os dados para torna-los informações relevantes para as tomadas de decisão; b) desenvolver um sistema responsável pela análise de informações mineradas, onde serão levantadas heurísticas a partir da avaliação de todas as possibilidades de compras e vendas; c) criar um sistema responsável por controlar as operações, essa parte da automatização irá criar novas ordens de compra e venda conforme as tomadas de decisão passadas pelo sistema de análise, além de acompanhar a situação das mesmas até sua conclusão; d) codificar um sistema de comunicação entre os demais algoritmos automatizados, este terá como função analisar o status de cada etapa e acionar quando os demais devem iniciar ou parar seu fluxo de funcionamento, sendo essa comunicação analisada e executada conforme as regras definidas para mineração, análise e operação das ordens de negociação.

O artigo pretende executar ações de forma automatizada, por um ou mais sistemas integrados entre si, onde cada um desses sistemas serão responsáveis por um ou mais processos dentro da operação como um todo. Mas mantendo o mesmo foco de um especialista, em obter o maior lucro possível dentro do mercado de criptomoedas entre diferentes *exchanges*.

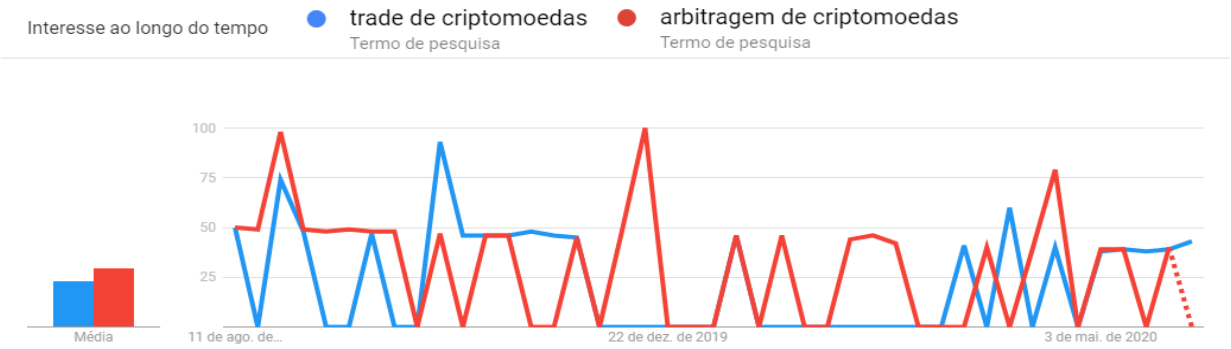
O artigo está estruturado em cinco seções, iniciando com a primeira seção que se constitui na introdução onde se apresenta uma contextualização sobre o tema e com o objetivo proposto. Na segunda seção é apresentado um pouco sobre o mercado atual de criptomoedas e descrito com maiores detalhes como funciona o método de arbitragem. Já na terceira seção deste artigo podemos identificar e entender a solução proposta, a qual está dividida em tópicos, sendo cada tópico referente a uma das três etapas da proposta de desenvolvimento do sistema automatizado. Na quarta seção temos os resultados obtidos com o desenvolvimento da solução proposta, apresentando os microsserviços separadamente. Finalizando com a quinta seção, a qual contém a conclusão do artigo e algumas definições dos próximos passos a serem realizados no desenvolvimento do sistema automatizado de arbitragem com criptomoedas.

2 A ARBITRAGEM NO MERCADO ATUAL

Conforme os estudos de Wakka (2019), estamos presenciando um período de crescente atividade no mercado de criptoativos, na data de 17 de abril de 2020 o Bitcoin bateu a marca de mais de 403 milhões de transações, tendo como média 350 mil transações por dia desde o início de suas operações, que teve início em 3 de janeiro de 2009, e no mercado financeiro esse é um dos vários atrativos para novos investidores. Dentre os investidores de criptomoedas existem diferentes meios de investimento, tendo três pontos importantes a serem considerados quando se escolhe em qual tipo de investimento irá aplicar, o risco, a liquidez e rentabilidade de cada meio. Sendo que para cada tipo de investimento também deve se considerar as variações entre os diferentes criptoativos, podendo obter maior rentabilidade, mas correndo um maior risco de perdas, ou um menor risco, mas com isso sofrendo pouca liquidez, o que pode prolongar o tempo para se atingir os rendimentos esperados.

Dentre as diversas possibilidades e estratégias de investir em criptomoedas tem-se uma que é considera a de menor risco, a técnica básica de arbitragem, tem uma volatilidade menor de seu rendimento comparado a muitas outras, mas tem como vantagem o baixo risco pois se trata de uma negociação simples de um ativo para outro, onde deve ser considerado o preço de venda superior ao seu valor na compra, sendo que essa diferença seja o bastante para gerar um lucro significativo considerando os custos de corretagem. O fato de ser um método de investimento de baixo risco tem atraído mais atenção inclusive em comparação a métodos mais conhecidos no mercado de ativos, como as técnicas de trade com criptomoedas. Na Figura 1 deste artigo é possível visualizar a tendência nas pesquisas pela técnica de arbitragem como método de investimento com criptomoedas, em comparação ao trade com criptomoedas, sendo essas informações referentes a ferramenta de pesquisas da Google.

Figura 1 – Frequência da utilização dos termos “trade de criptomoedas” (indicador azul) e “arbitragem de criptomoedas” (indicador vermelho) como pesquisa na ferramenta Google na região do Brasil, dentro do período de 08/05/2019 à 08/05/2020.



Fonte: Google Trend, 2020.

Dentre as técnicas de arbitragem a que estaremos analisando e utilizando como base nesse artigo será a técnica de arbitragem triangular, a qual tem como intuito a negociação de pares entre uma moeda e ao menos duas criptomoedas, onde o processo de negociação sempre deve iniciar e terminar em uma moeda *fiat/stable* (moeda de menor variação de seu valor no mercado, como o dólar ou o real), e após uma avaliação e comparação de valores entre os pares disponíveis já visando todas as etapas a serem executadas, após definido o par inicial se realiza a primeira ordem de transação, onde está se trata de uma ordem de compra, nessa compra é obtida o primeiro criptoativo do processo, e o mesmo deve ser de um preço inferior aos demais pares previamente analisados.

A análise do segundo par deve ser referente a duas criptomoedas, levando em consideração obter a primeira margem de lucro. Com a definição do segundo par a ser negociado é realizado uma ordem de venda, onde a primeira criptomoeda é vendida em troca de uma segunda, podendo essa ordem ser executada com a mesma corretora da primeira ordem ou com uma transferência para corretora diferente, essa mudança pode ser realizada visando uma maior margem de lucro, no entanto nesses casos deve-se sempre considerar os custos da transferência na margem de lucro esperada.

Por fim é realizada a última ordem, sendo essa uma ordem de venda a qual deve ter o intuito de obter uma moeda *fiat/stable*, com os devidos lucros calculados na análise inicial do processo. Dois pontos são muito importantes na arbitragem triangular, o primeiro é que suas ordens devem sempre ser executadas de forma imediata, buscando o preço de mercado, dessa forma os ativos são obtidos com menor variação do mercado, e o segundo ponto não menos importante, é que deve sempre se considerar pares de maior liquidez para transação ser efetuada de forma mais rápida.

Na Tabela 1 deste documento é possível visualizar um exemplo de todo o processo da técnica de arbitragem citado nos três parágrafos anteriores.

Tabela 1– Exemplo utilizando a técnica de arbitragem triangular com criptomoedas.

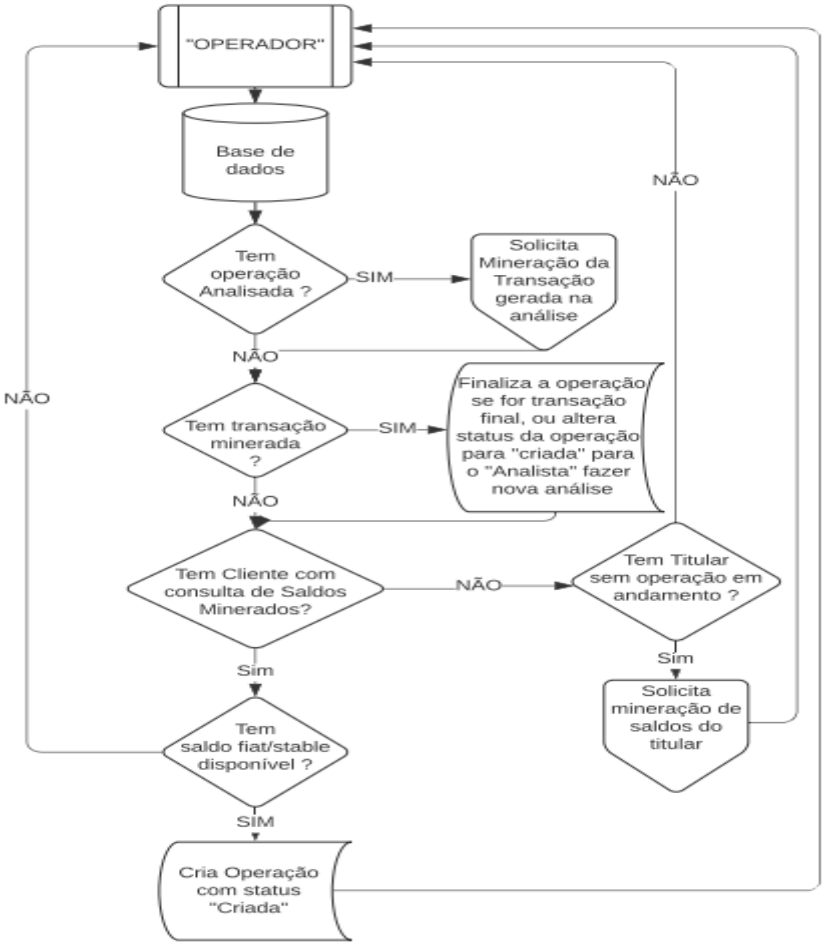
Tipo da Ordem	Par	Preço	Obs.
Compra	DASH/BRL	297,36 BRL	Preço baixo
Venda	DASH/BTC	0,007981 BTC ≈ 299,18 BRL	Preço alto
Venda	BTC/BRL	37486,71 BRL	Par intermediário

Fonte: NovaDAX, 2020.

3 SOLUÇÃO PROPOSTA

A solução proposta neste artigo é estudar o desenvolvimento da automatização dos diferentes processos que englobam as técnicas de arbitragem como investimento com criptomoedas, para isso é necessário o desenvolvimento de algoritmos responsáveis por automatizar os processos de mineração de dados, processamento dos dados minerados, análise das informações, as tomadas de decisões em consideração a análise e, por fim, as transações a partir da decisão tomada. Dessa forma será possível realizar uma análise do desempenho da automatização além do estudo de diferentes estratégias que podem ser automatizadas visando um maior lucro no mercado de criptoativos. Através da Figura 2 deste documento é possível compreender de forma mais clara o fluxo a ser implementado na automatização dos processos citados anteriormente.

Figura 2 – Modelo de fluxograma referente ao funcionamento da automatização de arbitragem de criptoativos.



Fonte: Elaboração do autor, 2020.

3.1 A TAREFA DE MINERAR DADOS DE CRIPTOATIVOS

Realizar a análise para o desenvolvimento de uma ferramenta apta a coletar, agrupar e organizar automaticamente os dados referentes a criptomoedas que estão em negociação na maioria das *exchanges*/corretoras do mercado. Dentre as diversas técnicas de mineração que poderia ser utilizada, tais como classificação, previsão, padrões sequenciais e árvore de decisão. Optamos pela técnica de associação, a qual é mais simples e direta, tendo como funcionamento a identificação de padrões dos dados para coleta.

3.1.1 Análise de mercado utilizando técnica de arbitragem de criptomoedas tendo como base os dados minerados

Para esse artigo o desenvolvimento de uma ferramenta para realização de análise dos dados minerados terá como técnica aplicada a técnica de arbitragem triangular, a qual tem

como intuito analisar dentre todos os pares de criptoativos e realizar transações com ao menos dois pares de criptoativos, cobrindo dessa forma as possibilidades de maiores lucros. Essa etapa de análise é uma das mais importantes, pois será a partir do resultado da análise que teremos os dados para que as operações sejam executadas.

Desenvolvimento dessa ferramenta terá como foco obter um funcionamento apto a realizar transações financeiras, onde as quais serão realizadas somente após análises de dados, que serão minerados e organizados também de forma automatizada. Importante ressaltar que essas análises terão como estratégia principal obter maior lucro, com menor número de transações possíveis, sendo que os principais parâmetros para esse funcionamento deverão ser obtidos também de forma dinâmica pelo sistema através de ferramentas disponíveis no mercado.

3.1.2 Controle de múltiplas transações entre diferentes corretoras de forma automatizada

Um dos pontos importantes definido nessa proposta de desenvolvimento se refere ao controle de multiplicas transações de ativos, o qual deverá ser projetado focando na segurança das transações e nas possíveis variações no valor dos ativos durante o processo das ordens de transação. Para isso é necessário que os processos de transação seja o mais ágil possível, e será de extrema importância o monitoramento durante cada alteração de status das mesmas, tendo também que existir o monitoramento das transferências entre diferentes *exchanges* de criptomoedas durante todo o processo.

Para o funcionamento adequado do controle de múltiplas transações algumas regras serão definidas de forma padrão para todas as transações, enquanto para algumas podem existir regras especificas, dependendo do comportamento das ferramentas de comunicação de cada corretora. Essas especificidades surgem devido à necessidade de diferentes parâmetros, ou meio de resposta que cada corretora pode precisar para estar executando as ordens de transação e transferência quando solicitadas.

3.1.3 Plataforma para visualização da arbitragem automatizada

O desenvolvimento de uma plataforma para acesso do usuário que possui contas com investimentos em andamento, esta etapa auxiliará nas futuras tomadas de decisão desses investidores, quanto a novos valores a serem aplicados, ou valores a serem sacados de suas

contas nas *exchanges* monitoradas pelo sistema automatizado. Sendo que essa plataforma a ser desenvolvida deverá incluir as informações de lucro/perda de cada processo de arbitragem executado, além de um gráfico apresentando a situação da conta e suas transações dentro do período a ser definido de forma dinâmica. Será disponibilizado também a possibilidade de configurar a porcentagem nos valores disponíveis a serem aplicados como investimento pelo sistema automatizado.

4 DESEVOLVIMENTO E RESULTADOS

Buscando seguir os principais estudos levantadas e apresentados na seção referente à solução proposta, o processo de desenvolvimento do sistema automatizado foi separado em três microsserviços, sendo que cada um destes busca atender alguns problemas ou pontos de dificuldade no processo de arbitragem de criptomoeda.

Para o desenvolvimento da solução foram utilizadas diferentes tecnologias para os micros serviços de *front-end*, *back-end* e o que se refere a infraestrutura. As tecnologias foram selecionadas buscando atender as necessidades de forma mais simples e rápida possível, visando atender um critério importante na execução do processo de arbitragem, que no caso é o desempenho, dessa forma evitando bibliotecas com grande volume de dependências e pacotes.

O desenvolvimento da automatização se iniciou pelo microsserviço de mineração de dados, no qual foi utilizado as tecnologias de Node.JS com a linguagem em Javascript, esse serviço realiza a comunicação com as APIs disponíveis das *exchanges*, assim que realiza a coleta dos dados e faz a modularização dos mesmos, esses dados são enviados para um banco de dados, o qual está configurado com a tecnologia MongoDB. Através desse microsserviço atendemos nosso primeiro objetivo que é a coleta de dados de forma rápida e eficiente entre diferentes *exchanges*, sanando assim a necessidade do investidor de analisar corretora por corretora levantando os valores e taxas para realização das análises posteriormente.

Os dados são minerados seguindo uma rotina a qual pode ser programada para acompanhar o tempo de atualização das plataformas das corretoras do mercado, dentro da rotina o serviço de mineração é capaz de coletar os dados e avaliar se houve alterações com relação ao último dado coletado, para após essa avaliação registrá-los no banco de dados, dessa forma evitando dados repetidos e criando um banco de dados atualizados somente conforme a necessidade para análise.

Os dados minerados consistem de informações referentes as últimas negociações de compra e venda, valores e variações das moedas disponíveis, e informações de cada *exchange* com a qual podemos transacionar. Dentre esses dados os mais utilizados para o processo de arbitragem são os valores referentes às *exchanges*, pois através destes conseguimos obter as taxas, valor mais baixo para compra e valor mais alto disponível para venda dos criptoativos. Podemos conferir como essas informações ficam registradas no banco de dados através da figura 3 a seguir.

Figura 3 – Visualização de um registro de *Exchange* com dados minerados pelo serviço de mineração automatizado, apresentado pela ferramenta MongoDB Compass.

```
_id: ObjectId("60976121e7f6d02008f634fa")
name: "Braziliex"
execution: 0.5
withdrawal: 0.75
buyValue: 309010.01
sellValue: 312991.59
generatedAt: "2021-05-09 01:12:02"
createdAt: 2021-05-09T04:12:17.504+00:00
updatedAt: 2021-05-09T04:12:17.504+00:00
__v: 0
```

Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Quanto à estrutura do banco de dados podemos entender um pouco mais na figura quatro, a qual apresenta uma imagem coletada através da ferramenta MongoDB Compass (Ferramenta para visualização e manipulação do banco de dados), onde temos três coleções, a primeira coluna apresenta o nome da coleção, na segunda coluna podemos observar a quantia de registros da coleção, a terceira coluna nos apresenta o tamanho médio dos registros salvos por coleção e a quarta coluna é o tamanho total ocupado pela coleção. Os dados apresentados na figura 4 se referem a cerca de quarenta minutos de execução da ferramenta desenvolvida para mineração de dados.

Figura 4 – Listagem de coleções do banco de dados do sistema automatizado, apresentado pela ferramenta MongoDB Compass.

exchanges	1,080	198.7 B	209.6 KB
tickers	73	228.8 B	16.3 KB
trades	2,920	167.8 B	478.4 KB

Fonte: Elaboração do autor, 2021.

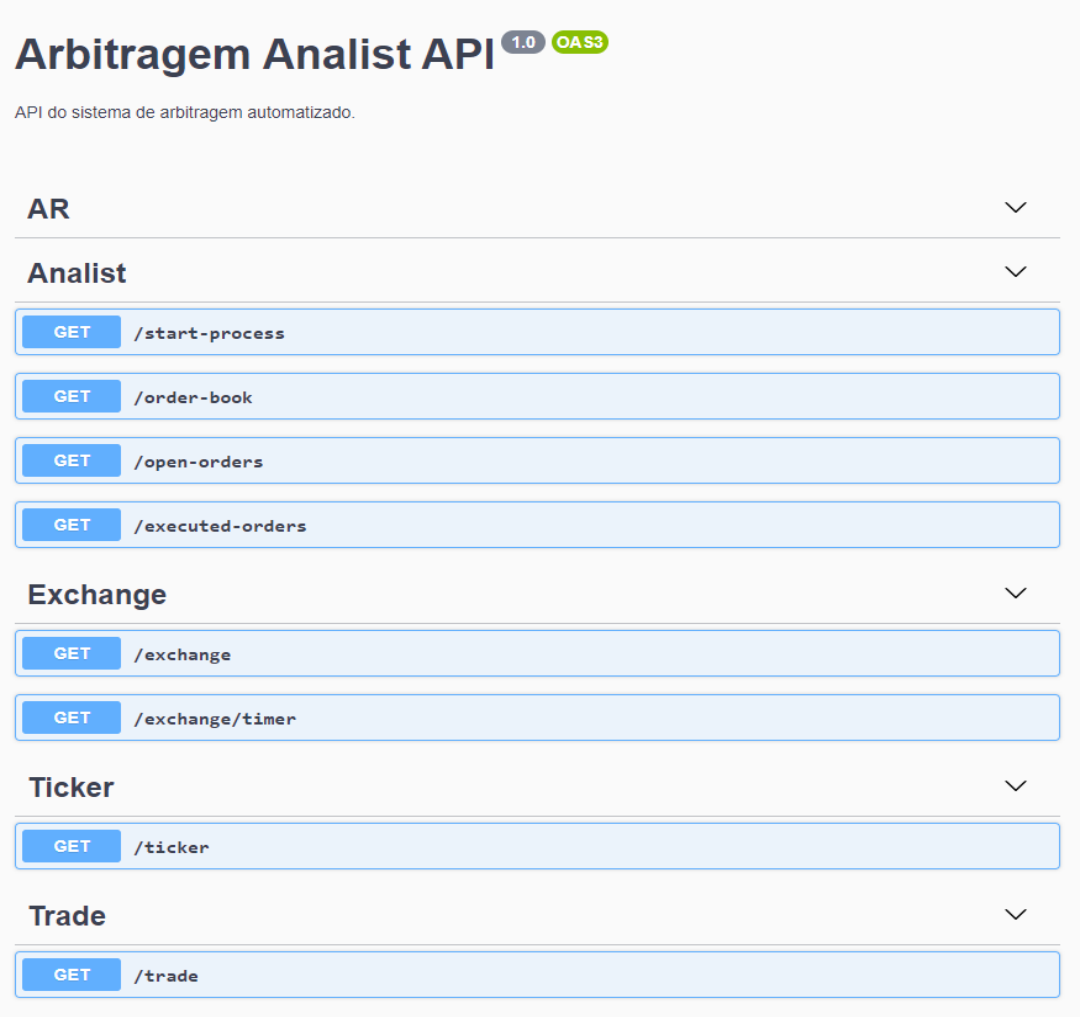
No desenvolvimento da segunda etapa do projeto foi implementado as funcionalidades referentes a análise dos dados e execução de operações/transações do processo de arbitragem, isso num único microsserviço buscando tornar o processo mais simples e ágil. Nesse microsserviço em questão foram utilizadas tecnologias referentes a uma API REST, onde todo código foi implementado na linguagem de Typescript, junto de um *framework* para *back-end* chamado Nest JS, o qual auxilia na estruturação e comunicação entre o banco e o *dashboard* para o usuário.

Esse sistema disponibiliza algumas rotas para requisições HTTP, onde é possível consultar as ordens executadas e suas informações, buscar por ordens abertas e seu *status* de execução, além de outros dados consultados no banco de dados também é disponibilizado a rota principal, responsável pela execução do processo de arbitragem. Quando realizado a requisição para a rota de processo do método de arbitragem, o microsserviço automaticamente já realiza a consulta ao banco de dados, trazendo os dados necessários para análise do processo de compra, venda e/ou transferência, essas análises seguem algumas condições, sendo essas controladas por parâmetros definidos e alteráveis conforme a necessidade, mas também por valores dinâmicos, sendo referentes aos dados coletados, como o saldo da carteira no momento da execução, por exemplo. Dessa forma para cada requisição realizada na rota do processo de arbitragem o próprio sistema verifica se a situação atual do usuário está mais adequada para execução de uma nova compra, venda ou até mesmo um momento de espera, já que pode ser necessário aguardar a finalização de alguma ordem aberta anteriormente.

A requisição para o processamento pode ser realizada infinitas vezes independente da forma que é integrado, mas o serviço somente realizara suas ações respeitando as regras do método de arbitragem previamente definidos, dessa forma não sobrepondo nenhuma operação, e tendo sempre como resposta ao requisitante os valores da carteira no momento

solicitado, sendo esses valores tanto os disponíveis para saque ou novas operações, como também os valores bloqueados em transações.

Figura 5 – Listagem de rotas disponíveis através do microsserviço ou API do sistema automatizado. Página apresentada é gerada através da ferramenta de documentação Swagger.



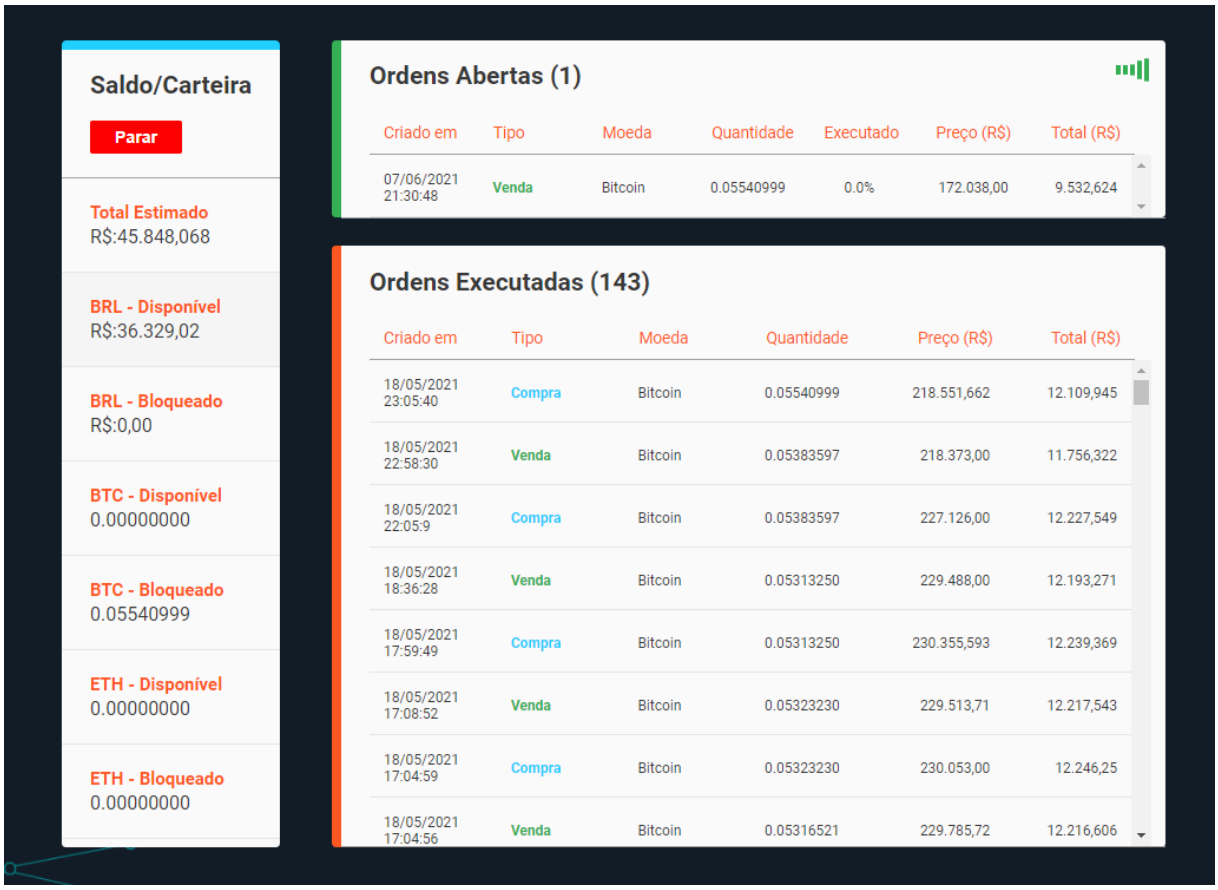
Fonte: Elaboração do autor, 2021.

A terceira e última etapa do desenvolvimento se trata de uma plataforma *front-end* que visa apresentar um *dashboard*, sendo este traz as informações e status relevantes quanto ao processo de arbitragem automatizado. As tecnologias utilizadas na implementação dessa plataforma são compostas na linguagem de Javascript tendo como base principal a biblioteca React, a qual auxilia na composição dos elementos e interação dos mesmos conforme utilização do usuário.

O *dashboard* foi desenvolvido com intuito de disponibilizar informações e de certa forma indicadores ao usuário, através da integração ao microsserviço que realiza as análises e

operações de arbitragem, esse portal possibilita ao usuário dar início ao processo automatizado utilizando um simples clicar do mouse, começando assim a atualização dos componentes em tela com os dados em tempo real, das operações e valores na carteira de criptoativos, as quais estão sendo gerenciadas pelo sistema automatizado, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Dashboard com dados referentes às execuções em servidores de teste.



Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Para implementação dessa plataforma temos os diferentes microsserviços trabalhando e se comunicando de forma síncrona e assíncrona, tendo como resultado os dados apresentados, os quais nos possibilita o estudo e realização de testes quanto ao desempenho do método de arbitragem de criptoativos de forma automatizada.

5 CONCLUSÃO

Com a finalização do desenvolvimento do sistema automatizado conclui-se que ele é altamente escalável, e que seu desempenho atende de diferentes formas as necessidades e

dificuldades de investidores do método de arbitragem de criptoativos. Podendo sanar as tarefas repetitivas e difíceis de consultar, analisar e processar diversos dados envolvidos nas etapas da arbitragem, mas um ponto de grande valor a ser considerado no sistema automatizado é seu desempenho e eficiência nos processos, podendo facilmente superar um investidor manual, e realizar operações sem a necessidade de tempos para descanso ou manutenção de recursos.

Através dos resultados finais diversas melhorias puderam ser identificas, com isso para o futuro do projeto é de grande importância documentar e estudar os diferentes aperfeiçoamentos que foram levantadas dentre os sistemas desenvolvidos. Os próximos passos incluem desde adição de novos parâmetros para controle das análises, até novos componentes na tela do *dashboard*, componentes para visualização de gráficos, lucros estimados e notificação de status das operações, por exemplo. Por se tratar de uma ferramenta voltada para o ambiente de investimentos existe uma enorme possibilidade de interações e indicadores que poderão ser implementados para melhor auxiliar o usuário a obter melhores resultados.

6 REFERÊNCIAS

VALOR INVEST, G. Lab. **Arbitragem de criptomoedas**: o que você precisa saber para negociar e ganhar dinheiro. 29 de maio 2019. Disponível em: https://valorinveste.globo.com/conteudo-patrocinado/glab/noticia/2019/05/29/arbitragem-de-criptomoedas-o-que-voce-precisa-saber-para-negociar-e-ganhar-dinheiro.ghtml. Acesso em: 28 fev. 2021.

INFOMONEY. **Criptomoedas:** um guia para dar os primeiros passos com as moedas digitais. 17 de fev. 2021. Disponível em: https://www.infomoney.com.br/guias/criptomoedas/. Acesso em: 27 fev. 2021.

WAKKA, Wagner. Bitcoin bate a marca de 400 milhões de transações; média é de 350 mil por dia. *In:* CANTALTECH. **Criptomoedas.** 17 abr. 2019. Disponível em: https://canaltech.com.br/criptomoedas/bitcoin-bate-a-marca-de-400-milhoes-de-transacoes-media-e-de-350-mil-por-dia-137363/#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%2C%20um%20bloco%20executa,existam%20no%20mercado%20no%20total/. Acesso em: 2 jun. 2020.

MATOS, David. Big Data e as oportunidades com Blockchain. *In:* **Ciência e Dados**. 17 set. 2020. Disponível em: http://www.cienciaedados.com/big-data-e-as-oportunidades-com-blockchain/. Acesso em: 19 maio 2020.

BRAVE NEW COIN. Arbitragem de bitcoin: como obter (ou não) lucros. *In:* MONEYTIMES. **Criptotimes.** Tradução de Daniela Pereira do Nascimento, 5 jan. 2020.

Disponível em: https://www.moneytimes.com.br/arbitragem-de-bitcoin-como-obter-ou-nao-lucros/. Acesso em: 17 mar. 2020.

ARAGÃO, Diego Correia. **Bitcoin:** uma análise sobre a evolução das taxas de transação. 2016. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~tg/2015-2/dca.pdf. Acesso em: 26 maio 2020

GRUPO BINÁRIO. **Criptomoedas**: o que são e como funcionam. 14 mar. 2019. Disponível em: https://www.binarionet.com.br/2019/03/14/criptomoedas-o-que-sao-e-como-funcionam/?gclid=CjwKCAjwgbLzBRBsEiwAXVIygAoQzSc_rdPixEeAYTHYV85SsU0Crs-ATzpPU9-TxvR_r2-RuVy-8xoCU7AQAvD_BwE. Acesso em: 14 abr. 2020.

GUIA DO BITCOIN. **Como funcionam os robôs de arbitragem de criptomoedas**. Disponível em: https://guiadobitcoin.com.br/investimentos/robos-arbitragem/. Acesso em: 17 mar. 2020.

BROWN, Martin. Técnicas de mineração de dados. *In:* IBM. **Big Data e análise de dados.** 11 dez. 2012. Disponível em: https://www.ibm.com/developerworks/br/library/tecnicas-mineracao-de-dados/index.html. Acesso em: 17 mar. 2020.

NOVADAX. **Arbitragem triangular:** ganhe tanto na alta quanto na baixa. Disponível em: https://blog.novadax.com.br/arbitragem-triangular-ganhe-tanto-na-alta-quanto-na-baixa/#:~:text=A%20arbitragem%20triangular%20destina%2Dse,uma%20moeda%20e%20outras%20criptos. Acesso em: 14 abr. 2020.

NOVADAX. **Melhore seus resultados com técnicas exclusivas**. 2018. Disponível em: https://blog.novadax.com.br/arbitragem-tecnicas-exclusivas/. Acesso em: 14 abr. 2020.

NOVADAX. **Passo a passo para fazer arbitragem triangular**. 2018. Disponível em: https://blog.novadax.com.br/passo-a-passo-para-fazer-arbitragem-triangular-como-melhorar-seu-ganho-e-aumentar-seu-saldo/. Acesso em:14 abr. 2020.

MCCONAGHY, Trent. Blockchains for Big Data: from data audit trails to a Universal Data Exchange. *In:* **Ocean Protocol**. 16 nov. 2016. Disponível em: https://blog.oceanprotocol.com/blockchains-for-big-data-from-data-audit-trails-to-a-universal-data-exchange-cf9956ec58ea. Acesso em: 19 maio 2020.

REIS, Tiago. O que é arbitragem? Uma dúvida muito comum para diversos investidores. *In:* SUNO. **Valuation.** 21 dez. 2017. Disponível em: https://www.sunoresearch.com.br/artigos/o-que-e-arbitragem/. Acesso em: 28 maio 2020.