FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

Finanças Descentralizadas

O papel das Automated Market Makers como provedoras de liquidez em operações realizadas com criptoativos: o uso do algoritmo para a emissão de títulos privados de dívida no mercado de capitais brasileiro

Autor: Camila Merino Moya Leiva
Orientador: Ricardo Ratner Rochman

São Paulo, 2024

RESUMO

Desde a publicação do whitepaper de Satoshi Nakamoto, em 2008, os criptoativos ganharam destaque em transações financeiras globais. No Brasil, órgãos reguladores como o Banco Central do Brasil e a Comissão de Valores Mobiliários monitoram ativamente essas transações, que são majoritariamente realizadas com intermediárias centralizadas, as exchanges. Alinhado ao desenvolvimento destas novas tecnologias, surgem as finanças descentralizadas, como alternativa ao mercado financeiro tradicional, que ainda depende de entidades intermediárias para viabilização das transações. Em contraponto às transações operadas nos mercados financeiro e de capitais brasileiro, as operações realizadas com criptoativos e em ecossistemas de finanças descentralizadas trazem novas características aos potenciais investimentos, tendo em vista que, dada a natureza destes ativos, podem proporcionar maior segurança, transparência e liquidez aos investidores. Em observância ao cenário atual dos mercados financeiros e de capitais, com um olhar especial ao mercado de dívidas brasileiro, nota-se que as operações neles realizadas ainda carecem desses aspectos, sobretudo quando considerados os aspectos relacionados à liquidez destas operações, que atualmente dependem de lastro em garantias. Com isso em vista, o presente trabalho objetiva melhor compreender como as finanças descentralizadas e, especificamente, os protocolos automatizados que viabilizam transações financeiras e com criptoativos nesse ecossistema podem ser uma alternativa aos investidores que atualmente operam no mercado financeiro de dívidas tradicional, com enfoque para a provisão de liquidez para os investimentos nesse setor, de acordo com a análise de riscos e desafios inerentes a esta proposta.

Palavras-chave: automated market makers (AMM); criptoativos; exchanges; finanças descentralizadas; protocolos descentralizados.

ABSTRACT

Since the publication of Satoshi Nakamoto's whitepaper in 2008, crypto-assets have gained prominence in global financial transactions. In Brazil, regulatory bodies such as the Central Bank of Brazil and the Securities and Exchange Commission actively monitor these transactions, which are mostly conducted through centralized intermediaries, the exchanges. In line with the development of these new technologies, decentralized finance (DeFi) has emerged as an alternative to the traditional financial market, which still depends on intermediary entities to facilitate transactions. In contrast to transactions carried out in the Brazilian financial and capital markets, operations with crypto-assets and in decentralized finance ecosystems bring new characteristics to potential investments, given that, due to the nature of these assets, they can provide greater security, transparency, and liquidity to investors. Observing the current scenario of financial and capital markets, with a special focus on the Brazilian debt market, it is noted that operations conducted therein still lack these aspects, especially considering the liquidity aspects of these operations, which currently depend on collateral backing. In view of this, the present work aims to better understand how decentralized finance and, specifically, the automated protocols that enable financial transactions and crypto-assets in this ecosystem can be an alternative for investors currently operating in the traditional debt financial market, focusing on providing liquidity for investments in this sector, according to the analysis of risks and challenges inherent to this proposal.

Keywords: automated market makers (AMM); cryptoassets; cryptoexchanges; decentralized finance (DeFi); decentralized protocols.

1. INTRODUÇÃO

Após a publicação de documento descritivo do funcionamento do Bitcoin por Satoshi Nakamoto em 2008, o pseudônimo de programador revolucionou ao criar o que hoje entendemos por criptoativos. Atualmente, estes são adotados em transações de diversas naturezas, com a finalidade de investimento, meio de pagamento e, até mesmo, por colecionadores.

A adoção recorrente destes criptoativos para realização de tais transações despertou atenção de acadêmicos, profissionais de diversas áreas e não diferentemente, de órgãos reguladores e organizações responsáveis pela supervisão de mercados. Mundialmente, relevantes entes como o Bank for International Settlements (BIS), Financial Action Task Force (FATF) e até mesmo autoridades reguladoras como a European Securities and Markets Authority (ESMA) vem acompanhando e se pronunciando periodicamente sobre tema.

O Brasil, por sua vez, não segue caminhos diferentes. Em observância ao volume de transações realizadas com criptoativos pelos brasileiros, órgãos reguladores como o Banco Central do Brasil (BCB), Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e o Conselho de Controle de Atividades Financeiras (COAF), por exemplo, se manifestam ativamente sobre as transações realizadas no país.

Embora os criptoativos tenham surgido sob a perspectiva das finanças descentralizadas (DeFis), as quais são uma modalidade de finanças que independe da centralização das transações em players especializados, tais quais as corretoras e distribuidoras de valores mobiliários, por exemplo, e oferecem a possibilidade de realização de serviços financeiros como empréstimos e investimentos sem a dependência a um sistema financeiro centralizado, que conte com a presença de players intermediários para viabilização das transações (BIS Working Papers, 2023, p. 3), o mercado de criptotivos brasileiro em muito se espelha na experiência dos mercados financeiro e de capitais.

Atualmente, é observado o aumento do volume de corretoras de criptoativos no Brasil, as exchanges, bem como o de carteiras, fundos de investimento em criptoativos e outros provedores de serviços com criptoativos no país, o que chamou atenção dos então reguladores dos mercados financeiro e de capitais, o BCB e a CVM, que destacam que estas ainda não precisam de autorização ou licença para operar no país. Estas exchanges atuam similarmente às tais corretoras e distribuidoras, de forma que, através delas, o cliente ou investidor podem adquirir criptoativos em suas carteiras enquantos estes são “guardados” (custodiados) pela própria exchange (Grupenmacher, 2019, p. 59).

A tendência da adoção de exchanges na realização de transações com criptoativos demonstra uma resposta de seus clientes com relação a tais ativos. As exchanges, por serem entes que centralizam a transação, atuam como agentes de intermediação e mitigam riscos na realização de transações de quaisquer natureza com estes ativos, uma vez que a titularidade dos ativos será detida pelas exchanges centralizadas e os clientes destas exchanges não estariam diretamente expostos ao desenvolvimento desta nova tecnologia, ao passo que estas teriam a responsabilidade pela condução da transação (Costa, 2018, p. 144).

Complementarmente ao acesso às exchanges para realização de transações com criptoativos e ainda em observância ao cenário prático, outras transações realizadas com criptoativos, como a oferta pública de ativos tokenizados e a adoção de instituições de pagamento reguladas para provisão de liquidez aos pagamentos relacionados a investimentos em criptoativos demonstram que as transações com

criptoativos ainda são realizadas com certa cautela, expondo um diagnóstico de insegurança aos investidores e demais interessados em realizar transações com estes ativos.

Até aqui, notou-se, portanto, que as transações com criptoativos **(i)** já ocorrem no país; **(ii)** estão sendo fiscalizadas e, oportunamente, os participantes intermediários envolvidos estão sendo autuados pela CVM, nos casos em que as operações com criptoativos se qualificam como transações do mercado de valores mobiliários; **(iii)** são realizadas para diversas atividades, incluindo a realização de investimentos; e **(iv)** ainda geram inseguranças aos investidores e demais interessados neste mercado.

Em pesquisas de mercado, observa-se que o investidor brasileiro ainda é bastante inseguro com a possibilidade de perda dos valores investidos e, tão logo, com investimentos ilíquidos ou de baixa liquidez, com os quais o investidor não terá retorno de curto prazo e não poderá resgatá-los no momento que entender adequado. Recentemente, pesquisa realizada pela Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (Anbima), (Raio X do Investidor Brasileiro, 2024, p. 57) trouxe diagnósticos sobre o perfil dos investidores no país bem como algumas das razões pelas quais muitos brasileiros ainda não investem, com destaque para o medo de comprometer parcela relevante da renda e o desconhecimento sobre as novas tecnologias do mercado financeiro. Considerando esse panorama, é notável que há um desafio relacionado à educação financeira, que impacta diretamente o desconhecimento e consequente insegurança com novos mercados.

Feito esse diagnóstico, entendeu-se necessário recortar o cenário do mercado brasileiro em que os criptoativos potencialmente seriam atraentes. Considerando que ainda há a insegurança do desconhecido para a maior parte dos investidores do varejo, foi realizado um recorte para análise do mercado de dívidas brasileiro, sobretudo considerando o mercado de títulos corporativos de dívida privada no país. Como será posteriormente desenvolvido, esse mercado demonstra-se favorável para a adoção de criptoativos por ser um mercado cuja volatilidade está vinculada ao contexto macroeconômico, sendo este um mercado que se comporta positivamente quando alinhado ao desenvolvimento de ambientes econômicos favoráveis e de forma instável quando as oportunidades estão desfavoráveis (De Paula; Faria Jr., 2012, p. 3). Dessa forma, a provisão de liquidez para as transações realizadas neste mercado são, atualmente, dependentes da ocorência de cenários macroeconômicos positivos e favoráveis para tal, o que sujeita a liquidez dos investimentos e, consequentemente, os investidores, a tais riscos.

Apesar dos desafios, os criptoativos e, especialmente, os protocolos de DeFi, se colocaram como um objeto de estudo com potencial de uso para prover e garantir liquidez às transações (Hasan; Naeem; Arif; Shahzad; Vo, 2022, p. 12), o que pode ser realizado de diversas formas. Para fins do presente trabalho, foram selecionados e analisados pools de liquidez, que consistem em mercados automatizados por contratos inteligentes por meio dos quais é programado um conjunto de regras para realização de intercâmbio entre criptoativos (e, até mesmo, entre moedas fiat e criptoativos), tornam possível com que os investidores liquidem as transações de forma automatizada e garantindo maior celeridade na troca dos valores, que ocorrem instantâneamente (Aoyagi, 2020, p. 2).

Assim sendo, o presente relatório compreende **(i)** os principais referenciais teóricos analisados para realização da pesquisa; **(ii)** os materiais e métodos encontrados e utilizados para viabilização dos resultados; **(iii)** os resultados encontrados; **(iv)** as principais discussões que tangenciam o tema; e

(v) considerações finais sobre o uso de protocolos descentralizados pelo mercado de dívidas brasileiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Mercado financeiro e de capitais brasileiro

Em termos gerais, os mercados financeiros e de capitais brasileiros são rigorosamente regulamentados por autoridades reguladoras e supervisoras, como o BCB e a CVM previamente mencionados, e o Conselho Monetário Nacional (CMN). O CMN e o BCB são amplamente responsáveis pela regulação dos mercados financeiro, as quais envolvem a regulamentação aplicável à constituição e manutenção de corretoras e distribuidoras de valores mobiliários, por exemplo, enquanto a CVM é responsável pela regulação dos mercados de capitais, a qual envolve atividades como a realização de ofertas públicas e a prestação de serviços de custódia de valores mobiliários.

Observa-se que os reguladores dos mercados financeiros e de capitais brasileiro estão alinhados com diversos reguladores internacionais na adoção de uma postura pró-inovação, inclusive para fins tecnológicos. Para fins ilustrativos, o BCB e a CVM são órgãos que estão em constante diálogo com o mercado através da realização de grupos de trabalho com players relevantes do mercado, audiências e consultas públicas, bem como pela proposição de ambientes experimentais regulatórios, os sandboxes, método de regulamentação em que os players são incentivados e autorizados prestar suas atividades ainda não reguladas ou com uma licença específica, para testá-las, inspirado na Financial Condut Authority (FCA), autoridade financeira do Reino Unido.

Tendo isso em vista, é notável que a atuação destes reguladores de modo favorável à inovação gera impactos positivos para o desenvolvimento do mercado, a partir da possibilidade e incentivo para o lançamento de novos produtos e serviços financeiros, do mercado de capitais e de criptoativos, conforme será apresentado abaixo.

2.1.1. *Mercado de dívida*

De acordo com a Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, a CVM desempenha papel fundamental na regulamentação infralegal dos valores mobiliários que, quando ofertados publicamente, são os títulos ou contratos de investimento coletivo que gerem direito de participação, de parceria ou de remuneração, inclusive resultante da prestação de serviços, cujos esforços advém do esforço do empreendedor ou de terceiros. O mercado de dívida, por sua vez, compreende os títulos representativos de direitos a receber, por meio dos quais se estabelece uma relação de crédito entre as partes (CVM, 2019, p. 34), como são as debêntures, notas promissórias e outros títulos que estejam qualificados como valores mobiliários.

Em linha com estudos da CVM, o Brasil é um dos maiores mercados emergentes de dívida privada, e que destaca-se no volume e diversidade nas negociações de Debêntures, que são títulos de dívida emitidos por sociedades por ações e que conferem aos seus titulares direitos de crédito contra a companhia emissora e funcionam como instrumentos de captação de recursos no mercado de capitais que as empresas utilizam para financiar seus projetos ou gerenciar suas dívidas. (CVM, 2019, p. 73).

Conforme antecipado, devido à aspectos macroeconômicos e demais características dos ativos transacionados no mercado de dívidas brasileiro, este ainda possui níveis bastante reduzidos de liquidez (CVM, 2019, p. 5), que consiste na capacidade de conversão e negociabilidade dos valores destes títulos em dinheiro vivo (Houaiss e Villar, 2001, p. 1768). As características de menor liquidez destes ativos tem impacto direto no perfil de investidores destes mercados, como será melhor explorado adiante.

2.1.2. *Mercado de criptoativos*

Embora o arcabouço regulatório aplicável aos criptoativos ainda não seja suficientemente robusto, em 2022 entrou em vigor a Lei Federal nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022 (Lei de Criptoativos), que atribuí competência regulatória para regulamentação sobre o tema ao BCB. Nenhuma regra estatutária relacionada a criptoativos, serviços relacionados a criptografia e provedores de serviços relevantes foi promulgada no Brasil ainda, mas a Lei de Criptoativos estabeleceu as bases para uma legislação e regulamentação futura relacionada aos criptoativos em geral e o BCB realizou uma consulta pública sobre o conteúdo das próximas regulamentações, ainda que não esteja exatamente claro quando novas regulamentações serão efetivamente promulgadas.

Em complemento, tanto a CVM como o BCB se anteciparam nas manifestações sobre o tema. A CVM atua ativamente na supervisão e fiscalização das atividades realizadas com criptoativos que possam ser qualificadas como transações com valores mobiliários, se posicionando em processos administrativos, comunicados e ofícios sobre o tema e participando da consolidação das regras relacionadas às atividades realizas com criptoativos no país, inclusive em observância aos alertas, regulamentos e pronciamentos de órgãos internacionais, tal qual a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a International Organization of Securities Commissions (IOSCO), o FCA e diretivas européias, como observado no Parecer de Orientação CVM nº40, de 11 de outubro de 2022, que versa sobre o os criptoativos e o mercado de valores mobiliários.

Adicionalmente, a CVM incluiu a pauta de tokenização em sua agenda regulatória, enquanto o então Presidente da autarquia, João Pedro Nascimento, manifestou-se no sentido de que "*A CVM segue firme no propósito de fomentar ambiente favorável ao desenvolvimento dos criptoativos, com integridade e com aderência a princípios constitucionais e legais relevantes*".

O BCB, por sua vez, já se pronunciou sobre os criptoativos por meio de diversos comunicados, comitivas de impresa e consulta pública, está paralelamente responsável pelo desenvolvimento da moeda digital brasileira, o "Drex", que é o projeto de moeda digital desenvolvido pelo BCB, permitirá com que diversos tipos de transação financeiras ocorram com aitvos digitais e contratos inteligentes, e coordena grupos de trabalho e de pesquisa para o desenvolvimento da regulamentação relacionada aos criptoativos.

No âmbito da atuação do BCB, vale destacar o caso do GTI Tokenização, grupo de trabalho para realização de estudos sobre as atividades de registro, custódia, negociação e liquidação em infraestruturas de registro distribuído (ou Distributed Ledger Techologies, conforme será explorado abaixo), determinado pela Resolução BCB nº 273, de 12 de dezembro de 2022, e do LIFT Lab, laboratório de inovação financeira do BCB, cujas atividades compreendem **(i)** a apresentação de um desafio específico para o desenvolvimento de um produto mínimo viável (MVP) pelo mercado;

(ii) a seleção de projetos, conjuntamente com a Federação Nacional de Associações dos Servidores do Banco Central (Fenasbac); **(iii)** o desenvolvimento dos MVPs dos pro jetos escolhidos; **(iv)** o acompanhamento quinzenal de progressos com o BCB; e **(v)** a apresentação de resultados para a sociedade.

Até o momento, foram apresentados diversos projetos no âmbito do LIFT, com especial destaque para projetos que compreendem a análise e aplicação das DeFis ao mercado financeiro e ao real digital. No LIFT Day de 2023, a Aave e a Visa do Brasil, associada à Consensy e à Microsoft, apresentaram os resultados dos respectivos projetos com potencial impacto relacionado às DeFis. Em complemento, o LIFT Papers de 2023 compreendeu estudos sobre os temas de DeFis e pools de liquidez, análise sobre a aplicação de protocolos descentralizados, aplicação de finanças programáveis e a adoção de smart contracts escopo do mercado financeiro brasileiro (Revista do Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas, 2023), que denota o interesse do BCB no desenvolvimento de estudos e na produção de conteúdo científico sobre o tema.

Vale destacar que alguns mecanismos do mercado de criptoativos, como a criação de pools de liquidez acima mencionada e estudada pelo BCB, preveem a possibilidade de que o investimento em criptoativos provisione maior liquidez aos investidores e demais interessados, conforme será melhor explorado adiante.

2.1.3. *Cooperação entre os reguladores*

Em adendo às posturas favoráveis à inovação de ambos os reguladores para que seja pensada e formuada a regulamentação aplicável aos criptoativos, vale pontuar que após a edição da Lei dos Criptoativos, os reguladores supramencionados reiteraram que estarão em constante diálogo sobre essa pauta, conforme enunciado por João Pedro Nascimento em 14 de junho de 2023:

> *A CVM e o Banco Central continuarão em conjunto nesta pauta, com diálogo e cooperação entre os dirigentes das instituições, reconhecendo que a criptoeconomia demanda atuação tanto do BC quanto da CVM, dentro das suas respectivas esferas de competência. Por fim, a CVM reitera a importância de manter ampla interlocução com o mercado cripto, em especial com aquelas iniciativas que almejam tokenizar valores mobiliários, para fins de construção de um arcabouço regulatório cada vez mais propício às características desses ativos.*

Cumpre pontuar que os reguladores já atuam conjuntamente em matéria de intercâmbio de informações, articulação e coordenação de atividades comuns, de acordo com Convênio de colaboração técnica celebrado em 25 de abril de 2014, por meio do qual o BCB e a CVM **(i)** manifestam-se previamente sobre as normas que serão editadas pelo outro regulador; **(ii)** editam decisões-conjuntas; **(iii)** realizam intercâmbio de informações referentes às atividades desempenhadas nos mercados financeiro e de capitais; **(iv)** proveem acesso recíproco a sistemas de informação; **(v)** viabilizam a solicitação de informações às instituições ou pessoas supervisionadas pela CVM e o BCB; **(vi)** realizam inspeções conjuntas e cooperação em ações de supervisão e de fiscalização em geral, vem como em ações de racionalização de processos ou procedimentos; e **(vii)** cooperam para desenvolvimento de pessoal nos dois convenentes.

2.2. Finanças descentralizadas

DeFi consiste em um ecossistema de finanças de potencial disruptivo, por meio do qual podem ser realizados negócios financeiros e com criptoativos de maneira descentralizada (ou seja, sem que um participante intermediário centralize as operações), de modo a integrar o sistema financeiro a uma estrutura descentralizada que independa da confiança depositada nos players intermediários (Gramlich; Guggenberger; Principato; Schellinger; Urbach, 2022, p. 2), reduzindo potencialmente os custos transacionais envolvidos nas trocas de ativos financeiros e criptoativos.

2.2.1. *Características e aplicabilidades*

Esse ecossistema, por meio do qual são realizadas transações financeiras e com criptoativos, é uma infraestrutura baseada em blockchain, tecnologia que simboliza um livro de registro, no qual transações realizadas na rede são registradas e não podem ser apagadas e até mesmo alteradas sem registro, e na programabilidade de contratos inteligentes, que são contratos autoexecutáveis, programados para executar automaticamente condições pré-estabelecidas pelas partes, e automatizam as transações a partir da criação e programação de códigos que são responsáveis por regular e dar os respectivos comandos aplicáveis a cada transação.

Por meio destes mecanismos, as transações são executadas de forma transparente, segura e verificável, uma vez que passam a ser registradas em blockchain, considerando que o registro não pode ser apagado (Schar, 2021, p. 2). As transações descentralizadas nas DeFis, que ocorrem através de um contrato inteligente sem qualquer intermediação entre os usuários, são realizadas em exchanges descentralizadas (DEX), e as organizações autônomas descentralizadas (DAO) são entidades de DeFi governadas por usuários que, a partir do uso de tokens e da tecnologia blockchain, possuem direito a voto e democraticamente decidem o rumo de determinada entidade.

As DeFis oferecem uma variedade de aplicações e, para fins deste trabalho, são analisadas sob a perspectiva de seu uso em transações financeiras e com criptoativos. Especialmente com relação à adoção de DeFis nos mercados financeiros e de capitais, estudos demonstram a possibilidade de que sejam realizadas transações de empréstimo e financiamento por meio deste ecossistema, apontando para que transações do mercado de dívida sejam realizadas em DeFis. Dados apontam que, em 2022, os protocolos de empréstimo em DeFis atingiram o pico de 50 bilhões de dólares (BIS Bulletin No. 57, 2022, p. 1).

Um ponto crucial destas modalidades de empréstimo e financiamento é relativo ao fato de que os participantes destas transações são anônimos, fazendo com que estas dependam da criptografia, e implicando no fato de que os tomadores dos valores não são identificáveis aos futuros credores, que terão de conceder o empréstimo ou financiamento sem uma avaliação de risco prévia, em contraposição à forma que hoje estas operações ocorrem nos mercados financeiro e de capitais.

Para a realização destas operações, os futuros credores e devedores dos empréstimos e financiamentos farão a troca dos ativos e valores por meio de plataformas descentralizadas, que serão programadas de acordo com as regras do contrato inteligente em questão, que definirá as premissas e requisitos para que essa transação seja operacionalizada e automatizada, incluindo as previsões de

remunerações aplicáveis e a programação de mecanismos responsáveis pela provisão de liquidez a determinada transação.

Estas trocas de ativos serão operacionalizadas por meio do depósito de criptoativos em um pool de liquidez, no qual provedores contribuem para viabilizar liquidez decorrente da troca de um par de ativos mediante o pagamento de uma taxa proporcional à liquidez que agregou ao determinado pool (Chu; Dowling; Shen; Zhang, 2022, p. 5), por meio da realização de pesquisa por tokens que, ao serem intercambiados, possam contribuir para essa provisão de liquidez. Dessa forma, os pools de liquidez corroboram para que as transações possam ser liquidadas instantâneamente ou em um curto período de tempo nas DeFis.

2.2.2. *Tokens*

Para melhor ilustrar estas transações em DeFis, cumpre definir o que são os tokens. Essencialmente, tokens são ativos criptografados registrados em redes blockchain que podem ser comprados, vendidos ou trocados, e podem ser classificados de acordo com sua fungibilidade. Os tokens são fungíveis quando podem ser trocados por outros tokens de mesma natureza, considerando que as mesmas quantidades de frações de determinado token terão o mesmo valor. Por outro lado, os tokens não-fungíveis representam ativos que não são intercambiáveis entre si, visto que são ativos únicos que representam valores também únicos.

Os NFTs, como tokens não fungíveis, são tokens não replicáveis, haja vista sua natureza infungível que implica com que não possam ser substituídos ou trocados por outro de igual natureza. Estes tokens tem por característica fundamental sua unicidade, já que são únicos não podem ser replicáveis, imutabilidade, uma vez que o registro do token em blockchain não pode ser manipulado ou apagado, e impossibilidade de serem trocados por outro de igual natureza. Inicialmente, os NFTs tornaram-se atrativos por poderem representar artes digitais, colecionáveis e até mesmo, usados no metaverso (Far; Bamakan; Qu; Jiang, 2022, p. 757).

Complementarmente à possibilidade do seu uso para entretenimento, os NFTs também podem ser utilizados por pesquisadores, pela indústria e por empresas, considerando que podem ser utilizados, inclusive, na representação de patrimônio, como o caso da tokenização de ativos imobilizados de uma empresa, por exemplo, e na representação digital de títulos de dívida, considerando sua natureza única e imutável acima descrita.

Apesar de não ser a tipologia de NFT mais popular, a adoção destes tokens para representação de produtos financeiros ou ativos de dívida é possível, uma vez que o produto ou o ativo sejam subjacentes ao NFT em questão (Schwiderowski; Pedersen; Jensen; Beck, 2023, p. 5). Parte da vantajosidade em adotar um NFT para que estes ativos do mercado de capitais sejam tokenizados diz respeito ao fator da individualização deste NFT, que representaria determinado título, ativo ou até mesmo valor mobiliário que detenham características próprias e, até mesmo, aspectos de governança em algumas hipóteses, bem como a possibilidade de que estes sejam comprados e vendidos por meio de plataformas.

2.2.3. *Automated Market Makers (AMMs)*

Conforme exposto acima, uma das funcionalidades dos NFTs é sua adoção em transações que incorram em hipóteses de troca entre criptoativos, tornando possível que títulos e ativos reais e únicos sejam tokenizados e posteriormente transacionados

no ambiente de negociação. Assim sendo, protocolos de DeFi que potencialmente viabilizam a troca destes NTFs também possibilitam com que ativos reais tokenizados **(i)** sejam trocados por outros ativos mais líquidos; e **(ii)** tenham como ativos ou títulos subjacentes títulos de dívida. Ainda, considerando a necessidade de implementação de mecanismos de pool de liquidez e de autoexecução para garantir que essa transação seja liquidada de forma automatizada e no tempo mais célere possível, protocolos automatizados específicos, notadamente, os automated market makers (AMM) devem ser adotados.

O conceito de AMM surge para resolução de problemas decorrentes de previsibilidade de mercado e representam autoridades responsáveis por precificar um conjunto de determinados ativos para comprar ou vender. Por meio de AMMs, as partes interessadas em realizar uma transação não precisam aguardar o outro interessado para que a transação seja concluída (Bhaskara; Frongillo; Papireddygari, 2023, p. 6). Nesse caso, na hipótese que determinada parte quiser vender o ativo, por exemplo, o contrato inteligente do determinado AMM terá disposições para prever que tal parte consiga vender ou trocar o ativo independentemente de contraparte interessada.

Dessa forma, AMMs são protocolos que automatizam tais transações por meio de contratos inteligentes, permitindo com que os interessados na troca dos ativos solicitem ordens de serviço para realização da operação, enquanto um preço é provido. O uso de AMMs possibilita com que as ordens de trocas de ativos sejam executadas de acordo com o algoritmo programável, dando liquidez à transações nas quais o uso de plataformas não automatizados para execução de ordens não é capaz de prover, haja vista o tempo necessário para execução da transação.

A liquidez das transações viabilizadas pelas AMMs pode ser determinada a partir de duas abordagens, sendo elas: (i) a partir da realização de ordens por potenciais investidores e demais usuários do protocolo, por meio das quais são solicitadas as trocas dos ativos, tão logo uma parte deseja adquirir o ativo e a outra, vendê-lo ou intercambiá-lo; e **(ii)** a automatização da provisão da liquidez, que decorre da programação do protocolo para que este seja passível de viabilizar trocas entre ativos (Mohse Pourpouneh; Kurt; Ross, 2020, p. 2).

Vale notar que estes protocolos também viabilizam com que as operações no mercado de DeFis sejam realizadas independentemente de lastro ou prestação de garantias (Aramonte; Huang; Schrimpf, 2021, p. 27). A extinção deste requisito para que operações de dívida, sobretudo empréstimos e financiamentos, sejam realizadas é um fator essencial para diferenciar as operações do mercado tradicional das operações viabilizadas pelo protocolo, uma vez que a prestação de garantias torna as operações do mercado tradicionais mais arriscadas, tendo em vista que uma garantia pode não ser exequível por ser ilíquida, por exemplo.

Nesse sentido, a funcionalidade das AMMs que permite com que potenciais interessados realizem trocas de um criptoativo por outro de forma automatizada é fator fundamental para maior provisão de liquidez destas transações (BIS Quarterly Review, 2021), o que afasta a necessidade de lastro das operações em garantias, conforme acima exemplificado, e é um dos fatores que diferem as operações viabilizadas por estes protocolos das demais transações realizadas no sistema financeiro tradicional.

Em sínese dos resultados acima, observa-se grande potencial para que AMMs se tornem um mecanismo valioso para o mercado de capitais e financeiro brasileiro, especialmente considerando que **(i)** os órgãos reguladores destes mercados demonstram proatividade no estudo do tema e interesse em desenvolver espaços experimentais para testes de produtos e serviços inovadores a estes mercados, o que

mitiga o risco de potenciais entraves regulatórios decorrentes da adoção destes protocolos; e **(ii)** as AMMs seriam uma alternativa para realização de transações que envolvam troca de ativos sem a necessidade de alocação de participantes intermediários e do lastro destas operações em garantias, o que reduz os custos de transação e torna o processo mais célere.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa foi fundamentada na análise de bibliografia específica, fontes documentais, legislação e regulamentação aplicável e pesquisas estatísticas realizadas por entidades autorreguladoras do mercado, bem como pela coleta e análise de dados relacionados a protocolos descentralizados atualmente existentes, que consistiu em duas fases: **(i)** pesquisa inicial por protocolos descentralizados disponíveis na internet; e **(ii)** mapeamento dos protocolos descentralizados potencialmente aplicáveis ao objeto do estudo, conforme discriminado abaixo e exemplificado à seguir, para compreender o funcionamento das plataformas no caso prático e, tão logo, tecer considerações sobre o tema.

4. RESULTADOS

4.1. Coleta de dados

Para fins de considerações de caso prático ao objeto da presente pesquisa, foram analisados determinados protocolos em razão dos volumes transacionados e mapeamento previamente realizado pelo BIS (BIS Working Papers No 1171, 2024, P. 37). Para tal, foram taxativamente selecionadas para estudo as seguinte plataformas **(i)** Uniswap V2; **(ii)** Uniswap V3; **(iii)** SushiSwap; **(iv)** Curve; e **(v)** Balancer.

A pesquisa e análise individual das plataformas indicou que, no caso prático, o investidor ou interessado torna-se titular de tokens nativos da respectiva plataforma, nesses casos, do Uniswap (UNI), SushiSwap (SUSHI), Curve DAO Token (CRV) e Balancer (BAL), respectivamente, e por meio destes são criados protocolos para troca de dois ativos. Nesse caso, dois ativos diferentes, ainda que com valores unitários distintos, são pareados e bloqueados em um smart contrat, e poderão ser trocados pelos investidores para que tenham liquidez com relação a determinado ativo.

A título exemplificativo, as plataformas viabilizam a troca de uma unidade do token A, de valor de R$ 1,00, por dez unidades do token B, de valor de R$ 0,10. Por meio das plataformas listadas, seria possível a troca dos tokens lastreados em títulos de dívida, por exemplo, por outros tokens de mesmo valor, que podem ser, inclusive, stablecoins, tokens representativos de valores de moedas fiduciárias.

Ainda que nem todos os protocolos acima mencionados sejam DAOs (e, tão logo, integralmente descentralizados e automatizados), estas são algumas das plataformas que adotam mecanismos de pools de liquidez para viabilização de transações entre ativos que tenham liquidação imediata ou em um menor prazo comparativamente aos mercados tradicionais.

4.2. Fundamentos para adoção de AMMs e demais protocolos descentralizados no mercado de dívidas brasileiro

Ainda que DeFis sejam uma tecnologia bastante incipiente, seu potencial disruptivo observado pelos resultados da pesquisa e analisado nos itens acima torna possível com que seu uso acarrete inúmeras vantagens, tanto para os players do mercado tradicional que estejam interessados no diferencial de DeFis, tanto como pensando no potencial de desenvolvimento que este ecossistema trás para o mercado financeiro e para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Especialmente com relação à aplicação deste protocolo no mercado brasileiro, o movimento dos órgãos reguladores no sentido de estarem abertos ao desenvolvimento de novas soluções para o mercado financeiro e de capitais denota espaço favorável para que as AMMs tornem-se protocolos adotados nas operações realizadas pelo mercado. Os recentes posicionamentos e iniciativas do BCB e da CVM sobre o desenvolvimento de tokens e criptoativos denotam essa postura.

Vale notar que, além das iniciativas do BCB e do LIFT Lab no escopo das DeFis acima mencionadas, o mercado de dívida vem se familiarizando com a tokenização na prática. Em 2023 foi lançado o token RWA apelidado de token de investimento em direitos creditórios (TIDC), que tem como premissa a tokenização do fundo de investimento em direitos creditórios. Adicionalmente, outras transações como a oferta pública de debêntures, recebíveis e notas comerciais tokenizadas, devidamente registradas na CVM demonstram certo grau de aceitação do mercado de dívida com relação à tokenização, o que representa outro fator favorável e receptivo ao uso de tais novas tecnologias nas transações realizadas nestes mercados.

4.3. Riscos e desafios

Embora DeFis sejam alternativas viáveis para mitigação de riscos de mercado, como observado nos casos dos empréstimos realizados por meio de AMMs, nos quais tais plataformas, por extinguirem a necessidade de garantias nas quais a operação é lastreada, tendem a diminuir e até mesmo eliminar os riscos, ainda há que ser apontado que o uso desta nova tecnologia encara diversos desafios e também está atrelado a potenciais riscos de mercado.

Entende-se que DeFis, por criarem um ecossistema em que é possível a oferta de produtos similares aos do mercado financeiro, são diretamente impactadas por riscos e vulnerabilidades do mercado tradicional, tais quais os riscos relacionados à alavancagem e busca por lucro (Aramonte; Huang; Schrimpf, 2021, p. 29).

Em complementação, vale destacar que, além dos riscos tradicionais do mercado financeiro, o mercado das DeFis também está sujeito aos riscos de natureza tecnológica, visto que a tecnologia ainda não chegou à maturidade, o que abre espaço para que as falhas em algorítimos e segurança cibernética sejam exploradas por hackers (Rochman, 2023, p. 23), o que pode potencializar a insegurança nos entrantes deste mercado, sobretudo, aos de perfil mais conservador.

Ainda que outras estratégias possam ser adotadas para tal, no escopo da presente pesquisa a regulamentação do sistema apresentou-se como uma alternativa possível para a mitigação dos riscos acima apresentados. O BCB, na qualidade de regulador competente pela regulamentação dos criptoativos, ao menos nesse primeiro momento, atua em observância à redução dos riscos econômicos do mercado, em

conjunto com a atuação da CVM, que tem um olhar regulatório focado na proteção ao investidor, podem exercer papel fundamental na regulamentação de DeFis.

5. DISCUSSÃO

Em consideração ao apresentado acima e aos resultados decorrentes da presente pesquisa, nota-se que são pontos centrais da discussão os seguintes aspectos: **(i)** o mercado de dívidas brasileiro ainda é ilíquido, apesar de recentes alterações neste cenário; **(ii)** a resistência ao desenvolvimento de novos produtos e serviços tecnológicos está diminuindo, considerando as recentes transações realizadas com criptoativos, as manifestações e pronunciamentos dos órgãos reguladores e as iniciativas de players relevantes do mercado; **(iii)** as DeFis estão sendo ativamente estudadas como alternativas para o sistema financeiro; e **(iv)** as AMMs, na qualidade de protocolos automatizados em DeFis, alternativamente apresentam a possibilidade de garantia de liquidez às transações financeiras e do mercado de capitais, sobretudo ao mercado de dívidas.

Após a análise dos pontos acima elencados, observou-se grande potencial das AMMs em tornarem-se um mecanismo valioso para o mercado de capitais e financeiro brasileiro, uma vez que podem criar pools de liquidez através da programação de contratos inteligentes, especialmente considerando que os órgãos reguladores destes mercados demonstram proatividade no estudo do tema e interesse em desenvolver espaços experimentais para testes de produtos e serviços inovadores a estes mercados, o que mitiga o risco de potenciais entraves regulatórios decorrentes da adoção destes protocolos e que as AMMs seriam uma alternativa para realização de transações que envolvam troca de ativos sem a necessidade de alocação de participantes intermediários, o que reduz os custos de transação e torna o processo mais célere.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as transações com criptoativos no mercado de dívidas brasileiro ainda estejam em estágio bastante embrionário e o volume destas transações não seja suficientemente expressivo, notou-se que a resistência deste mercado com relação à tokenização de ativos está diminuindo, visto que transações com títulos e direitos relativos ao mercado de dívida, tais quais debêntures, notas comerciais e recebíveis, já estão sendo realizadas, mesmo que com o aval do regulador.

Considerando a característica de baixa liquidez do mercado de dívidas e de acordo com os resultados acima apresentados, observou-se que as AMMs são protocolos com potencial de proporcionar novas oportunidades aos mercados financeiros e de capitais brasileiro, considerando seus riscos e custos de acesso decorrentes das características de transações realizadas no escossistema das DeFis.

Observa-se que a adoção das AMMs como mecanismos para provisão de liquidez nos mercados financeiros e de capitais está alinhada com discussões recentes dos reguladores sobre DeFis (especialmente considerando os recentes estudos do LIFT sobre o tema) e, embora a adoção dessa tecnologia incorra em riscos e desafios de diversas naturezas, as AMMs trazem novas perspectivas para a realização de operações e garantia de liquidez aos players destes mercados.

Adicionalmente, a presente pesquisa confirmou que há espaço para argumentar que a proatividade dos reguladores em estudar e se manifestar sobre o tema de criptoativos e no sentido de promover a inovação e desenvolvimento dos

mercados denota que há espaço para que os eventuais riscos de investidores e interessados relacionados à realização de transações em DeFis sejam brevemente mitigados por meio da edição de regulamentação aplicável ao tema, seja pelo BCB, seja pela CVM. Nessa linha, concluí-se que o cenário atual é bastante promissor para o fomento das discussões sobre estas novas tecnologias e favorável para que tais protocolos AMMs sejam estruturados e implementados por investidores e demais interessados no mercado de dívidas brasileiros, ainda que em fases experimentais e de testes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Daniel Veloso. **Decentralized Finance (DeFi): uma análise multicritério para tomada de decisão de investimento.** 2022. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/35084/1/2022_DanielVelosoDeAlmeida_tcc.pdf.

AMONTE, Sirio; DOER, Sebastian; SCHRIMPF, Andreas. **BIS Bulletin No. 57. DeFi lending: intermediation without information?** 2021. Disponível em: https://www.bis.org/publ/bisbull57.pdf.

AMONTE, Sirio; HUANG, Wenqian; SCHRIMPF, Andreas. **DeFi risks and the decentralisation illusion.** 2021. Disponível em: https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112b.pdf.

ANBIMA. **Raio X do Investidor Brasileiro.** 2024. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/especial/raio-x-do-investidor-brasileiro.htm.

AYOAGI, Jun. **Liquidity Provision by Automated Market Makers.** 2022. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3674178.

Banco Central do Brasil. **LIFT Day 2023.** Youtube, 26 de abril de 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ktSqZHY5gWg&t=26138s.

Banco Central do Brasil e Comissão de Valores Mobiliários. **Convênio que entre si celebram Banco Central do Brasil (BCB) e Comissão de Valores Mobiliários (CVM), com vistas ao inercâmbio de informações, à articulação e à coordenação de atividades comuns, conjuntas ou correlatas.** 2014. Disponível em: https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/convenios/anexos/BancoCentral.PDF.

BHASKARA, Adithya; FRONGILLO, Rafael; PAPIREDDYGARI, Maneesha. **A General Theory of Liquidity Provisioning for Automated Market Makers.** 2023. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2311.08725#:~:text=A%20General%20Theory%20of%20Liquidity%20Provisioning%20for%20Automated%20Market%20Makers,-Adithya%20Bhaskara%2C%20Rafael&text=In%20decentralized%20finance%2C%20it%20is,the%20risk%20they%20take%20on.

Bank for International Settlements. **Trading in the DeFi era: automated market-maker.** 2021. Disponível em: https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112v.htm.

Comissão de Valores Mobiliários. **Mercado de Valores Mobiliários Brasileiro.** 2019. Disponível em: https://www.gov.br/investidor/pt-br/educacional/publicacoes-educacionais/livros-cvm/livro_top_mercado_de_valores_mobiliarios_brasileiro_4ed.pdf/@@download/file

CHU, Gang; DOWLING, Michael; ZHANG, Youngjie. **The dynamics of cryptocurrency liquidity pools.** 2022. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4019274.

COSTA, Isac Silveira. **High frequency trading (HFT) em câmera lenta: compreender para regular.** 2018. Disponível em: https://repositorio.fgv.br/items/8895abd4-671c-47b2-b585-df5057d0af76/full.

CVM. **O mercado de dívida corporativa no Brasil. Uma análise dos desafios e propostas para seu desenvolvimento.** 2019. Disponível em: https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/menu/acesso_informacao/serieshistoricas/estudos/anexos/estudo_cvm_mercado_de_divida_corporativa_no_Brasil.pdf.

DE PAULA, Luiz Fernando; FARIA JR, João Adelino. **Mercado de títulos de dívida corporativa privada no Brasil: aspectos estruturais e evolução recente.** 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rec/a/RpNpQbPXwqLp3vHfHYcxq6M/#.

DOWLING, Michael. **Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?** Abril, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612321001781.

ELLUL, Joshua; Revoilidis, Ioannis. **Non-Fungible Tokens (NFTs), Smart Contracts and Contracts: The Need for Legal and Technology Assurances.** Janeiro, 2023. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4325415.

FAR, Saeed Banaeian; BAMAKAN, Seyed Mojtaba Hossein; QU, Qiang; JIANG, Qingshan. **A Review of Non-fungible Tokens Applications in the Real-world and Metaverse.** 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922019482.

FOLEY, Sean; O'NEILL, Peter; PUTNINS, Talis. **A Better Market Design? Applying 'Automated Market Makers' to Traditional Financial Markets.** Maio, 2023. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4459924.

GRAMLICH, Vincent; GUGGENBERGER, Tobias; Principato, Marc; SCHELLINGER, Benjamin; URBACH, Nils. **A multivocal literature review of decentralized finance: Current knowledge and future research avenues.** 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s12525-023-00637-4.

HASAN, Mudassar; NAEEM, Muhammad Abubakr; ARIF, Muhammad; SHAHZAD, Syed Jawad Hussain; VO, Xuan Vinh. **Liquidity connectedness in cryptocurrency market.** 2022. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8753850/pdf/40854_2021_Article_308.pdf.

HEIMBACH, Lioba; HUANG, Wenqian. **BIS Working Papers No 1171. DeFi Leverage.** 2024. Disponível em: https://www.bis.org/publ/work1171.pdf.

LIFT Papers. **Revista do Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas.** 2023. Disponível em: https://revista.liftlab.com.br/revistas/v.%205%20n.%205%20(2023)_%20LIFT%20papers%20-%205%C2%B0%20Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf.

MOHAN, Vijay. **Automated market makers and decentralized exchanges: a DeFi primer.** Fevereiro, 2022. Disponível em: https://jfin-swufe.springeropen.com/articles/10.1186/s40854-021-00314-5.

OTTINA, Miguel; STEFFENSEN, Peter Johannes; KISTENSEN, Jesper. **Automated Market Makers: A Practical Guide to Decentralized Exchanges and Cryptocurrency Trading.** 2023.

POURPOUNEH, Mohsen; KURT, Nielsen; ROSS, Omri. **Working Paper Automated Market Makers. IFRO Working Paper, No. 2020/08.** 2020. Disponível em: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/222424/1/IFRO_WP_2020_08.pdf.

ROCHMAN, R. R. **A Descentralização das Finanças.** GV Executivo, v. 22, p. 20-24, 2023. Disponível em: https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u949/ricardoratnerrochman_a_descentralizacao_das_financas_0.pdf

SCHAR, Fabian. **Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets.** Maio, 2021. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3843844.

SCHWIDEROWSKI, Jan; PEDERSEN, Asger Balle; PEDERSEN, Jonas Kasper; BECK, Roman. **Value creation and capture in decentralized finance markets: Non-fungible tokens as a class of digital assets.** 2023. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-023-00658-z.

TREIGER, Giovana Grupenmacher. **AS PLATAFORMAS DE NEGOCIAÇÃO DE CRIPTOATIVOS: Uma análise comparativa com as atividades das corretoras e da Bolsa sob a perspectiva da proteção do investidor e da prevenção à lavagem dinheiro.** 2019. Disponível em: https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/538300ef-a145-4f27-9592-4a80f53f4831/content.