

Data do recebimento: 12/11/2021

Data do aceite: 23/11/2021

REGULAÇÃO, RESPONSABILIDADE E STABLECOINS

REGULATION, RESPONSIBILITY AND STABLECOINS

Leandro Sarai¹

Cristiane Rodrigues Iwakura²

Pedro Gueiros³

SUMÁRIO: Introdução; 1. As Moedas Estáveis Algorítmicas; 2. *Decentralized Autonomous Organizations* ou Organizações Autônomas Descentralizadas: Conceituação e Funcionamento; 2.1. Caso Concreto: “*The Dao*”; 2.2. Regulação, Governança e Diálogo Efetivo como Fatores Essenciais para o Desenvolvimento das Novas Tecnologias; 3. Moedas Estáveis Algorítmicas: como regular?; 3.1. Por Que Regular?; 3.2. *Stablecoins*: como regular?; 3.3. Como Responsabilizar?; Considerações Finais; Referências.

1 - Doutor (bolsista Mackenzie) e Mestre (bolsista Capes - Mackenzie) em Direito Político e Econômico e Especialista em Direito Empresarial pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Graduado em Direito pela Universidade São Judas Tadeu. Advogado público. Membro do Comitê de Pós-Graduação (CPG) do Banco Central e da Câmara Nacional de Modelos de Licitações e Contratos da Advocacia-Geral da União. Instrutor credenciado da Escola da AGU. Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/1292305862388485>.

2 - Doutora e Mestre em Direito Processual pela UERJ. Pós-Graduada em Direito Público pela UnB e em Regulação de Mercado de Capitais pelo Ibmec. Pesquisadora na área de Processo, Tecnologia e Gestão. Membro do IBDP, da ABDPro, do IDASAN e Membro honorário do IDARI. Procuradora Federal. Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2691796070631199>.

3 - Mestrando em Direito Civil pela PUC-Rio. Advogado na área de Proteção de Dados e Regulatório de Novas Tecnologias. Graduado em Direito pelo Ibmec-RJ. Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/3185404403050883>.

RESUMO: Trata-se de trabalho relacionado ao Direito Regulatório e às novas tecnologias, tendo-se como principal objetivo apresentar a dinâmica das moedas digitais estáveis – stablecoins – e o estado da arte acerca da regulação destes ativos no Brasil, para que se chegue a uma conclusão sobre o regime de responsabilização de seus agentes, mediante eventuais danos decorrentes das transações envolvendo as moedas estáveis algorítmicas, e, por conseguinte, a respeito da melhor forma de se regular e de se estabelecer mecanismos de prevenção e de governança para a manutenção da segurança jurídica. A metodologia empregada se pautou em pesquisa jurisprudencial, normativa e doutrinária, a partir de fontes nacionais e internacionais. Diante de experiências semelhantes ao caso concreto da “The DAO”, não se demonstra razoável engessar a atividade privada, uma vez que, esta, com o uso de novas tecnologias, de maneira dinâmica e acelerada, pode atingir resultados mais vantajosos nas negociações contratuais. Mas também não se revela, no atual contexto, sustentável qualquer dinâmica contratual integralmente autônoma, sem a intervenção estatal, tal como se pretendeu com a criação das organizações autônomas descentralizadas - DAO’s. Por este motivo, pode-se chegar à conclusão de que o melhor caminho a ser trilhado pauta-se em uma atuação conjunta e coordenada entre setores privados e públicos, orientada para o desenvolvimento de mecanismos de regulação, responsabilização e de governança flexíveis, capazes de refletir a velocidade das inovações incorporadas, e, ao mesmo tempo, eficientes para a manutenção da higidez dos mercados regulados.

PALAVRAS-CHAVE: Regulação. Responsabilidade. Stablecoins. Governança.

ABSTRACT: This work is related to Regulatory Law and new technologies, with the main objective of presenting the dynamics of stable digital currencies - stablecoins - and the state of the art about the regulation of these assets in Brazil, so that it reaches a conclusion on the liability regime of its agents, through possible damages resulting from transactions involving stable algorithmic currencies, and, consequently, regarding the best way to regulate and establish prevention and governance mechanisms for the maintenance of legal certainty. The methodology used was based on jurisprudential, normative and doctrinal research, from national and international sources. In the face of experiences similar to the concrete case of “The DAO”, it is not reasonable to put private activity into a plague, since it, with the use of new technologies, in a dynamic and accelerated manner, can achieve more advantageous results in contract negotiations. But also, in the current context, it reveals that it does not admit any fully autonomous contractual dynamics, without state intervention, as intended with the creation of autonomous decentralized organizations - DAO’s. For this reason, it can be concluded that the best path to be followed is based on a joint and coordinated action between private and public sectors, oriented towards the development of flexible regulation, accountability and governance mechanisms, capable of reflect the speed of the innovations incorporated, and, at the same time, efficient for maintaining the health of regulated markets.

KEYWORDS: Regulation. Responsibility. Stablecoins. Governance.

INTRODUÇÃO

Em meio à plena digitalização da vida humana, o crescente uso de tecnologias que dispensam a ingerência de intermediadores em relações comerciais tem levado a uma inevitável discussão regulatória. A exemplo disto, as denominadas Finanças Descentralizadas (ou, em inglês, *Decentralized Finance* - DeFi) são possíveis através de mecanismos como criptografia, *blockchain* e contratos inteligentes. Desta maneira, possibilitam a criação de um novo sistema operacionalizado em códigos abertos entre indivíduos que detêm total controle sobre seus ativos e aplicações.

No entanto, o uso de criptoativos ainda traz desafios quanto à manutenção e integridade da confiança e boa-fé necessárias às transações comerciais, por serem horizontalizadas e livres de qualquer instituição intermediadora.

Em razão de sua natureza amplamente acessível, para além dos célebres criptoativos, como Bitcoin (BTC) e Ethereum (ETH), existem centenas de plataformas descentralizadas disponíveis no mercado e as possibilidades de surgirem novas beiram o infinito. A propósito, a própria palavra “descentralizada” não se traduz em um conceito fechado, existindo diversas gradações quanto à interferência de programadores, instituições e grupos controladores.

No presente artigo, serão estudadas as denominadas *stablecoins*, isto é, moedas digitais estáveis que se baseiam em um ativo lastreado, cabendo mencionar que somente as moedas estáveis algorítmicas são efetivamente descentralizadas.

Nesse diapasão, a regulação de tais ativos tem sido objeto de diversas investigações por parte de agências como a *U.S. Securities and Exchange Commission* (SEC), nos Estados Unidos, e a Comissão de Valores Mobiliários (CVM), no Brasil.

Feitas estas considerações iniciais, o presente artigo visa se debruçar sobre a atribuição de responsabilidade frente a eventuais danos decorrentes de transações envolvendo moedas estáveis algorítmicas. Por serem uma das melhores expressões do conceito de Finança Descentralizada, estão desvinculadas de qualquer participação de empresas. A estruturação e valoração de tais ativos digitais são definidas previamente por meio de contratos inteligentes, executando todas as funções autonomamente.

Em um momento inicial, será analisada a natureza jurídica das moedas estáveis algorítmicas, de modo a compreender seu alcance. Em seguida, será verificado o caso concreto de uma moeda estável algorítmica denominada DAO, que foi *hackeada* por criminosos, levando uma série de prejuízos aos seus investidores. Por fim, será ponderado de que forma o ordenamento jurídico seria capaz de tutelar os interesses de todos os indivíduos envolvidos nas operações com moedas estáveis algorítmicas.

1. AS MOEDAS ESTÁVEIS ALGORÍTMICAS

Entre as denominadas *stablecoins*, isto é, moedas digitais estáveis que se baseiam em um ativo lastreado, somente as moedas estáveis algorítmicas⁴ são efetivamente descentralizadas. Isso

4 - O ponto de partida desses tokens é semelhante ao princípio econômico dos bancos centrais. O preço é determinado com base em algoritmos pré-programados e na quantidade da *stablecoins* no mercado. (MARINHO, 2018).

porque, as demais moedas estáveis, como as com colaterização *fiat*⁵, com outras criptomoedas⁶ ou com *commodities*⁷, dependem do controle de empresas para determinar suas operações.

Moedas estáveis algorítmicas são espécies de moedas digitais, também chamadas de moedas virtuais. Como representam um fenômeno recente, nem mesmo seu conceito se consolidou. É importante, todavia, ressaltar que não são efetivamente moedas, pelo menos não no sentido jurídico (SARAI, 2016, p.133-192). Do ponto de vista econômico, por outro lado, esses instrumentos tendem a desempenhar funções monetárias e indicam um provável futuro das moedas oficiais, na forma de moedas descentralizadas de bancos centrais (BIS, 2020).

Na prática, pelo menos para as moedas digitais que adotam a tecnologia de *blockchain*, adquiri-las significa tão-somente que o adquirente terá em seu favor um registro em um arquivo de computador. Esse registro irá associar uma quantidade determinada de moeda digital a uma determinada conta. Visto que, para acessar essa conta, é necessária normalmente a utilização de uma senha, somente o titular dessa senha conseguirá, em tese, provocar a redução do saldo dessa conta, por meio de transferência para outros usuários desse sistema, sem prejuízo de alguns sistemas automaticamente cobrarem tarifas diretamente dessas contas. E esse arquivo conterá todos os registros de todas as transações efetuadas pelos usuários do sistema e será compartilhado por todos eles e para todos eles. Como as relações envolvendo essas “moedas” são horizontais e sem intermediação, elas impõem grandes desafios no que diz respeito à confiança⁸.

Seja por se apresentarem na sociedade sob o nome de “moedas”, seja pelas funções monetárias que desempenham, o fato é que esses ativos acabam circulando e adquirindo valor, pois seu valor decorre do simples fato de alguém pagar por eles o valor que seus vendedores pedem. Ao que tudo indica, a maioria das pessoas que adquire tais ativos objetiva aumentar, ou pelo menos manter, seu capital, ou seja, fazer uso da função de reserva de valor. Porém, em razão da alta volatilidade, essa função pode ficar comprometida e é para atacar esse problema específico que surgem as *stablecoins*.

Não se pode, contudo, deixar de alertar para a solução circular que essa sofisticação apresenta. As moedas digitais nascem de uma desconfiança do Estado e de suas moedas oficiais. Um ataque comum seria que o Estado usaria seu poder de desvalorizar a moeda em prejuízo do povo. Outros problemas do sistema financeiro seriam relacionados a três fatores: a) problemas relacionados à privacidade, já que normalmente o sistema financeiro funciona com intermediários; b) as transações, em tese, poderiam ser desfeitas, de modo que os agentes dependeriam da confiança no intermediário; e c) além de o sistema depender desse intermediário, ele gera mais custos. Foram esses três últimos problemas que foram colocados como justificativa, por exemplo, para a criação do Bitcoin (BTC) (NAKAMOTO, 2009).

5 - “Como o próprio nome já diz, esse tipo de ativo digital é lastreado por uma moeda fiduciária em uma conta de reserva.” (MARINHO, 2018).

6 - “Esse tipo de ativo é basicamente apoiado por outras reservas de criptomoedas ou token na blockchain. Ou seja, em uma carteira de ETH, por exemplo, cada token representa o valor de US\$ 1 proporcional ao ativo.” (MARINHO, 2018)

7 - “As moedas estáveis garantidas por commodities são atreladas a uma proporção de 1:1 com seus ativos de reserva, de modo que uma moeda normalmente vale uma unidade predeterminada de sua commodity referenciada (por exemplo, uma onça de ouro ou um barril de petróleo).” (MONEYTIMES, 2020)

8 - No Direito dos Contratos, mostra-se incontestável o seu papel, seja na imposição de novos parâmetros de conduta aos contratantes, seja no servir de fundamento normativo a numerosos institutos que têm promovido a continuada oxigenação do nosso sistema jurídico. (SHREIBER, 2020, p. 34).

Ocorre que ao criar moedas digitais descentralizadas, deixa-se de ter um ente central responsável pelo sistema monetário, mas todos acabam subordinados, de certa forma, a um controle anônimo, valendo ressaltar a possibilidade teórica de algum participante do sistema possuir grande quantidade de unidades monetárias desse sistema, suficientes para influenciar, de certa forma, seu funcionamento de maneira totalmente irresponsável (SARAI, 2016, p.133-192).

E quanto à solução para encarar o problema da volatilidade, há duas ressalvas, principalmente porque de fato nenhum ativo é efetivamente estável⁹. A primeira é que não deixa de ser intrigante algumas moedas digitais pretenderem garantir estabilidade por meio de lastro em outras moedas digitais. A segunda ocorre quando se pretende que a moeda digital seja atrelada ao valor de alguma moeda oficial, como o dólar, que representaria justamente aquilo que as moedas digitais queriam combater. Independentemente desse paradoxo, o fenômeno das moedas digitais é interessante o suficiente para justificar o presente estudo, especialmente as *stablecoins*, cujo funcionamento se baseia em mecanismos automáticos caracterizados como contratos inteligentes.

Os contratos inteligentes, comumente conhecidos como *smart contracts*, são a chave para a criação deste criptoativo. Contratos inteligentes nada mais são do que acordos cuja execução é automatizada, normalmente por computadores¹⁰. A automação objetiva o maior e melhor desempenho, de modo a eliminar qualquer viés humano. Este contrato servirá como um “estatuto social da moeda”, determinando questões como emissão e resgate de ativos, além de informações sobre excesso de oferta e demanda¹¹.

Por meio deste sistema, tais processos são passíveis de serem completamente automatizados e controlados por algoritmos programados. Aqui, a autoridade algorítmica é elevada a uma espécie de banco central. “Em breve poderíamos assegurar status semelhante aos algoritmos, que poderiam então ser proprietários de um império dos transportes ou de um fundo de capital de risco, sem ter que obedecer aos desejos de qualquer senhor humano” (HARARI, 2015, p. 327).

Este ponto nevrálgico suscita questionamentos que desafiam ainda mais a regulamentação dos criptoativos. Na medida em que estes valores obedecem a um algoritmo capaz de determinar suas próprias regras, como se torna possível controlá-lo? Ou ainda, em caso de falhas, quem será o responsável?

2. DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATIONS OU ORGANIZAÇÕES AUTÔNOMAS DESCENTRALIZADAS: CONCEITUAÇÃO E FUNCIONAMENTO

A análise das DAO's ou *Decentralized Autonomous Organizations*, traduzidas na língua portuguesa como Organizações Autônomas Descentralizadas – que, em verdade, representam

9 - Nem mesmo a moeda tem como ser estável: “A noção de uma moeda neutra é tão contraditória quanto a de uma moeda com poder aquisitivo estável. A moeda que não tivesse ela mesma uma força motriz não seria, como as pessoas presumem frequentemente, uma moeda perfeita; pelo contrário, não seria de modo algum uma moeda.” (VON MISES, 2010, p. 486.)

10 - “Smart contracts are defined as agreements wherein execution is automated, usually by computers. Such contracts are designed to ensure performance without recourse to the courts. Automation ensures performance, for better or worse, by excising human discretion from contract execution.” (RASKIN, 2016, p. 306)

11 - “The smart contract at the core of an algorithmic stablecoin initiative includes rules on how the issuance/redemption of stablecoin units will be used to match demand while maintaining parity with the currency of reference. Information on excess demand/supply is reported to stablecoin smart contracts via the current order books at different trading platforms and market data providers (in jargon – “oracles”).” (BULLMANN; KLEMM; PINNA, 2019, p. 26-27).

modelos de gerenciamento na comunidade de criptomoedas –, serve como um alerta para a importância dos mecanismos de proteção, regulação e governança hábeis a garantir-lhes um grau mínimo de segurança jurídica, consequentemente tornando-as algo plausível de aceitação no mercado de investimentos¹².

Há quem prefira conceituar essas organizações como entidades virtuais autossustentáveis, definidas por contratos inteligentes contendo os ativos e estatutos codificados. Todas as transações financeiras, regras e decisões são estabelecidos e armazenados na *blockchain*, criando um registro transparente e verificável. Os membros são detentores de tokens participantes, e passam a interagir entre si, em conformidade com esses regulamentos virtuais, para promover os objetivos da organização (BARINOV, 2019, p.6).

Para Hacker e Thomale (2018, p. 2), as DAO's representam uma rede de contratos inteligentes que apoiam um veículo de investimento, baseado em *blockchain*, destinado a ser perpetuamente “registrado” na Ethereum (ETH). Esta estabilização criptográfica e a perpetuação técnica de veículos de Oferta Inicial de Moedas (ou *Initial Coin Offering - ICO*) em cadeias de bloqueio deve ser suficiente para considerá-las verdadeiras organizações – e, dependendo das circunstâncias do caso, potenciais parceiras no mercado de investimentos.

Em suma, qualquer rede de criptomoeda descentralizada pode ser considerada uma DAO, e pode ser definida também como um modelo de gerenciamento, uma vez que sua finalidade precípua é a de viabilizar o estabelecimento de empresas ou organizações capazes de funcionar de maneira automática, sem qualquer estrutura hierárquica.

A lógica de funcionamento da DAO é a mesma dos *smart contracts*. Define-se uma operação principal, tendo-se, como exemplo clássico, a venda de um produto. A partir desta operação, faz-se a programação de outros processos relativos às etapas que sucedem a venda em questão, incluindo-se aqui o reabastecimento dos produtos vendidos com base em uma estimativa sobre as vendas previamente realizadas. Por isso se fala em um desenho autossustentável, com base na vontade dos usuários daquele sistema, a partir de uma análise objetiva sobre dados relacionados aos produtos que são mais vendidos, a periodicidade de manutenção das máquinas de automação, a frequência, a quantidade e o custo necessário para o reabastecimento, fechando-se, assim, o ciclo daquele investimento.

Analisando-se superficialmente o funcionamento da DAO, dificilmente se cogita que algo possa dar errado. Contudo, por se tratar de um mecanismo embasado integralmente no uso de novas tecnologias, ainda em fase de desenvolvimento e experimentação, a DAO carrega consigo todas as vantagens que lhes são inerentes, mas também todos os perigos que a cerca.

A DAO necessita de um conjunto de regras para operar, que, por sua vez, são codificadas em um contrato inteligente, corporificado na forma de um programa computacional. Não há programação sem a interferência humana. Por isso, abre-se a possibilidade de que todos os investidores de uma DAO tenham alguma ingerência sobre a programação, que representa, em

12 - O DAO se enquadra no fenômeno da Finança Descentralizada, que pode ser entendido como um “movimento que visa criar um ecossistema de serviços financeiros de código aberto, sem necessidade de permissão (*permissionless*) e transparente, disponível para todos e operando sem nenhuma autoridade central. Os usuários mantêm controle total sobre seus ativos e interagem com esse ecossistema por meio de aplicações descentralizadas (dApps) peer-to-peer (P2P)”. (BINANCE ACADEMY, 2019).

termos gerais, o processo decisório da organização, rumo à concretização dos seus objetivos contratualmente e previamente estatuídos.

Importante mencionar que as DAO's são implantadas e mantidas em um sistema de código aberto, permitindo, desta forma, a fiscalização por qualquer pessoa. Suas regras e operações são integralmente registradas na *blockchain*. Portanto, em tese, as DAO's são constituídas de modo que sejam transparentes, seguras e imutáveis.

2.1. Caso concreto: “The DAO”

Estabelecidas tais premissas sobre o conceito e o funcionamento de uma DAO, torna-se mais fácil compreender o que deu errado no caso concreto em análise, que será detalhado a partir deste ponto.

Em 30 de abril de 2016, a partir da plataforma Ethereum Blockchain, um grupo de programadores lançou uma campanha de investimento em forma de *crowdfunding* para o financiamento do projeto conhecido como “The DAO”.

O *software* de criação do projeto “The DAO” continha um *bug*, ou seja, o código não era tecnicamente perfeito, e, por ser aberto, tornou viável o ataque por *hackers* que, a partir de sua falha de programação, conseguiram transferir o dinheiro que lhe era destinado pelos investidores para uma “DAO filha”, criada a partir de uma cópia da estrutura da original.

Este ataque, ocorrido no final de maio de 2016, abalou o grau de confiança dos investidores não apenas em relação ao investimento no projeto “The DAO”, mas também sobre a plataforma de hospedagem Ethereum (ETH). Até momentos antes do ataque cibernético, a “The DAO” se mostrava como a campanha de financiamento coletivo de maior sucesso na história – chegando a alcançar a cifra de US\$ 168 milhões em Ether –, o que tornou a sua queda igualmente significativa (MEHAR, 2021, p. 9-11).

Interessante que, até aquele momento, acreditava-se que as DAO's representavam um desafio à crença central sobre a necessidade de mecanismos de regulação e de governança por intermédio de agências reguladoras. A “The DAO”, que acabou tendo um final desastroso, fomentava a ideia de ser possível estabelecer uma organização de tipo corporativo fora dos padrões convencionais, tendo-se uma estrutura de governança inteiramente autônoma, totalmente substanciada em software, código e contratos inteligentes executados na plataforma de *blockchain* descentralizada Ethereum – ETH (JENTZSCH, 2021, p. 3).

Adam Kolber, em seu trabalho *Not So Smart Contracts*, aponta diversas falhas e desvantagens da DAO, que tornam ainda mais evidente a insuficiência autorregulatória e autossustentável que se pretendeu concretizar, tal como proposto no projeto “The DAO” (KOLBER, 2018, p. 5).

Para o autor, o projeto “The DAO” mostra como contratos inteligentes e as Organizações Autônomas Descentralizadas podem causar sérios prejuízos da forma como originalmente foram desenhados. Os riscos dessas tecnologias podem aumentar ainda mais quando envolvem o controle de dispositivos físicos na “Internet das Coisas” (KOLBER, 2018, p. 7).

Veja-se mais alguns exemplos interessantes dados por Kolber, partindo da mesma ló-

gica dos *smarts contracts*, tal como aventada anteriormente. Em um “Hotel DAO”, o cliente pode pagar pelo seu quarto usando uma criptomoeda, como a Bitcoin (BTC), que irá destrancar automaticamente a porta. Se o banheiro quebrar, “o próprio quarto vai contratar um encanador para consertá-lo”. Da mesma forma, um serviço de “Táxi DAO” pode se conectar a uma rede de pagamento em *blockchain* para atender a um pedido de um carro autônomo, dispensando-se toda aquela estrutura tradicional de instituições bancárias, sem a necessidade de papel moeda circulando, ou de funcionários em agências presenciais aprovando financiamentos e empréstimos (KOLBER, 2018, p. 17).

A partir de tais situações hipotéticas, pode-se imaginar uma série de prejuízos que poderiam ser ocasionados por falhas no sistema operacional, seja por um *bug* ou por uma invasão *hacker* – no caso do “Hotel DAO”, hóspedes podem ser indevidamente bloqueados para fora de seus quartos, e no caso do “Taxi DAO”, os veículos podem ser guiados para fora de pontes. O excesso de automação e de autonomia, deve, portanto, ser repensado a partir da malfadada experiência da “The DAO”. Os *smart contracts* ainda apresentam uma dose de imprevisibilidade sobre o seu funcionamento, considerando-se essas falhas na segurança e de programação, que lhes retira o potencial de ser um mecanismo totalmente autônomo.

Nas palavras de Adam J. Kolber (2018, p.18), a combinação da *blockchain* e da internet das coisas promove uma grande oportunidade para que se exerça a criatividade, a liberdade de expressão, a democracia deliberativa e eficiência econômica. Contudo, considerando a complexidade de todo o aparelho, também aumenta o risco de estarmos criando máquinas que serão difíceis, ou mesmo impossíveis de controlar.

2.2. Regulação, Governança e Diálogo efetivo como fatores essenciais para o desenvolvimento das novas tecnologias

Os benefícios da *blockchain* e dos *smart contracts*, sem dúvida, podem em momento futuro, com o desenvolvimento da inteligência artificial e de novas linguagens de programação, serem capazes de superar os riscos em questão, por meio de interpretações sobre comportamentos humanos mais precisas e flexíveis em relação às que são apresentadas no contexto atual. Mas isto não afasta a necessidade de que investidores e acadêmicos reconheçam e busquem uma maior prevenção para os piores cenários.

A partir daí, exsurge a necessidade de um sistema de regulação fortalecido sobre a introdução dessas novas tecnologias. E, para acompanhar a velocidade dessas novidades, que se utilize intensamente o mecanismo do *Sandbox* Regulatório quando se trata do funcionamento das criptomoedas, contratos inteligentes e redes construídas em torno da *blockchain*, como é exatamente o caso das DAO's.

Adam Kolber destaca o fato de que as máquinas simplesmente seguem as instruções dadas a partir da linguagem de programação utilizada. Os *smart contracts* funcionam a partir da hiperliteralidade da máquina, o que se contrapõe ao modo de pensar de um ser humano, que trabalha com noções muito mais refinadas sobre percepções e interpretações dos fatos e negócios que o cercam. Conceitos vagos ou indeterminados tornam a capacidade de tomada de decisão de uma máquina bastante fragilizada, vulnerável e, portanto, suscetível de falhas e consequências desvantajosas.

Por esta razão, é imprescindível, até que o contrato inteligente se consolide no mercado com segurança jurídica, a existência de um sistema de regulação prévio consistente, por meio do *Sandbox* Regulatório, ao lado de um apoio jurídico, por meio de advogados especializados nos negócios jurídicos entabulados, capazes de auxiliar os investidores e desenvolvedores na compreensão sobre as possíveis consequências de um contrato inteligente.

Para tanto, Kolber realça a importância de estudantes de direito passarem a ter em sua formação uma grade curricular que lhes permita a aprendizagem sobre alguns fundamentos da informática e de ciência de dados, assim como também relacionadas à responsabilização no meio digital e questões ligadas à “internet das coisas” (KOLBER, 2018, p. 37).

Mesmo assim, deve-se atentar para o fato de que os conhecimentos em programação, exigidos para a sobrevivência de uma organização completamente autônoma e descentralizada, superam – e muito – qualquer expectativa que se possa extrair de profissionais de outras áreas.

Esta constatação, por si só, confere embasamento legítimo para que se defenda a manutenção de sistemas de regulação e de governança corporativa, eliminando-se, ao menos neste momento, qualquer possibilidade de se aventar uma organização verdadeiramente autônoma e descentralizada.

Blemus (2017, p. 15), por sua vez, reforça, a partir da experiência do caso “The DAO”, a necessidade de se regular a tecnologia utilizada em sua inteireza, e não apenas no estágio inicial. As incertezas permanecem quanto à qualificação jurídica e econômica de moedas virtuais, tokens, ICOs, contratos inteligentes e tecnologia de razão distribuída. A autora ainda relata ter presenciado, em 2017, um fórum jurídico de compras pela *FinTech Inovators*, pelos investidores, mas também pelos reguladores. Na verdade, durante meses, os decisores de políticas públicas têm influenciado uns aos outros para que se adote a regulamentação mais eficiente desta nova tecnologia, sobre a qual ainda não se tem uma clara visão sobre seu impacto holístico na economia global. Da mesma forma, o ano de 2018 representou um momento crucial para a regulação da tecnologia *blockchain*.

Veja-se que o desenvolvimento em escala industrial da tecnologia *blockchain* dependeu de dois fatores: o diálogo e a cooperação envolvendo participantes do mercado financeiro, inovadores e reguladores.

Dentre as possíveis soluções, estariam a regulação das novas tecnologias, o fortalecimento dos mecanismos preventivos de conflitos, o estabelecimento de uma política de governança e de gestão eficiente. Este conjunto de fatores favorece a confiança na tecnologia, por intermédio da atuação conjunta de reguladores e legisladores, tendo-se como principal meta propiciar o ajuste de padrões confiáveis e estruturas normativas adequadas, com eventual auxílio de grupos formados por especialistas nas áreas demandadas, acadêmicos e facilitadores.

Adicione-se, neste contexto, a ideia de governança corporativa refletida por Kaal (2019, p.3), caracterizada por conceitos de agência, de onde se pode extrair a existência de movimentos focados no controle sobre os custos, na redução das assimetrias informacionais, diferenciando-se a seleção adversa e o risco moral, o que possibilita o estabelecimento de mecanismos de monitoramento efetivos que eliminem as desvantagens advindas das novas tecnologias e eventuais conflitos.

Vale destacar que a tecnologia baseada em *blockchain* tem o condão de oferecer alternativas para as soluções de governança corporativa existentes. A tecnologia *blockchain* pode facilitar a remoção de agentes intermediários, por meio de código, conectividade ponto a ponto, multidões e colaboração. As garantias baseadas em *blockchain* podem auxiliar na manutenção da higidez das regras de governança, tornando-as algo que dificilmente poderá ser contornado pelos participantes, afastando comportamentos oportunistas de quaisquer agentes, dada a sua característica de imutabilidade.

Os contratos inteligentes habilitados pela tecnologia *blockchain* permitem também a redução da margem de erros, assim como também os cursos de transação tradicionais.

Entretanto, como se demonstrou alhures, as DAO's surgiram para desafiar toda esta crença, despontando como uma tentativa de se criar uma organização corporativa sem a adoção de uma estrutura convencional, com mecanismos de governança inteiramente construídos sobre software, código e contratos.

Sobre a DAO, não há sequer possibilidade de se reivindicar jurisdição ou controle, exatamente pelo fato de não ser uma organização que apresente uma estrutura corporativa tradicional, não possuindo, portanto, diretores, gerentes ou funcionários. Wulf A. Kaal destaca com precisão que, em essência, todos os mecanismos de controle nucleares foram totalmente removidos na DAO.

Partindo-se novamente do caso “The DAO”, avalia-se que todas estas ideias iniciais não lograram êxito, e ainda tornaram evidente a necessidade de se manter uma solução de governança viável para que uma DAO possa subsistir e evoluir. A própria indústria da *blockchain*, de onde todo este movimento se originou, começou a reconhecer a importância e necessidade de uma estrutura de governança sólida em todas as suas etapas de desenvolvimento (KAAL, 2019, p. 6).

3. MOEDAS ESTÁVEIS ALGORÍTMICAS: COMO REGULAR?

Pela novidade do tema e pela multiplicidade de fenômenos que se apresentam sob a forma de moedas digitais, não é possível estabelecer um único modelo de regulação, ou definir se cabe ou não regular. Porém, algumas reflexões podem ser elaboradas, que serão separadas abaixo em três tópicos. O primeiro versará de forma geral sobre regulação. Com essa concepção, será analisado o fenômeno das *stablecoins* para verificar alternativas de abordagem. A partir dessa construção, será possível abordar aspectos práticos para concretização de eventual responsabilização.

3.1. Por que regular?

O argumento central para a regulação, em geral, é o mau funcionamento de algo, caso deixado sem interferência. Em economia, são as chamadas falhas de mercado que justificam a regulação, para que o mercado alcance o máximo possível, o estado ideal, descrito nos modelos econômicos (BALDWIN; CAVE, 1999).

Do ponto de vista estatal, deixar o mercado funcionar por si só tem a vantagem de, por um lado, não gastar recursos públicos necessários à regulação e, por outro lado, não ensejar custos para os agentes do mercado, além de não gerar atritos com os agentes que estão ganhando com o mercado desregulado.

Ocorre que os ganhos de alguns podem trazer prejuízos à sociedade como um todo, às vezes a longo prazo, prejuízos esses que não são incorporados nos custos das transações dos ganhadores. Também podem ocorrer situações em que os agentes não têm segurança ou informação para agir e, com isso, mercados não se desenvolvem adequadamente. As pressões decorrentes dos conflitos de interesses resvalam no governo e pressionam para que alguma regulação ocorra.

Qualquer regulação, contudo, do ponto de vista do Direito, deve atender aos objetivos previstos na Constituição. Quer se analise o tema desses ativos sob o ponto de vista do sistema financeiro, quer se analise pela perspectiva do mercado de capitais, não há diferença quanto à necessidade de observância à Constituição. O sistema financeiro nacional, a propósito, necessita “promover o desenvolvimento equilibrado do País e a servir aos interesses da coletividade, em todas as partes que o compõem”, nos termos do art. 192 da Constituição. O mercado interno, como um todo, também deve ter o mesmo objetivo, segundo o art. 219 do texto constitucional. E toda ordem econômica é estruturada para alcançar os objetivos constitucionais, como se nota, por exemplo, no art. 170.

Para alcançar esses objetivos, regulação, em sentido amplo, consiste em editar normas. Essa edição abrange tanto as normas do Poder Legislativo, quanto as do Poder Executivo. O Poder Judiciário também participa do processo, ao interpretar e aplicar as normas expedidas.

A regulação pode ter um sentido forte e um sentido fraco. O sentido fraco ocorre com a simples edição da norma. O sentido forte ocorre quando o efeito desejado é alcançado, embora seja possível variados graus de efetividade. Assim, se o Estado pretende impedir uma conduta e expede uma norma proibitiva, ele estará regulando em sentido fraco. Se a conduta indesejada efetivamente deixar de existir na sociedade por conta da regulação estatal, então terá havido regulação em sentido forte. Ou seja, a regulação em sentido forte diz respeito ao grau de efetividade das normas expedidas.

Esses aspectos terminológicos são suficientes para prosseguir na análise, especificamente na regulação das moedas estáveis algorítmicas, permitindo, então, refletir sobre como concretizar eventual responsabilidade por atos ilícitos.

3.2. Stablecoins: como regular?

Dados os recursos escassos do Estado, não é preciso dizer, até por conta do princípio da eficiência administrativa, que toda ação estatal deve produzir o máximo de efeitos com o mínimo de custos.

Então, não é necessário que o Estado apenas pergunte se a sociedade ficará melhor com a regulação. É necessário que apure se terá condições de efetivamente realizar uma regulação no sentido forte, ou seja, se sua regulação irá obter os efeitos desejados.

Uma possível justificativa para a regulação estatal seria impedir prejuízos indevidos para os agentes que operam com esses ativos.

Mas a regulação, nesse caso, somente seria justificável se a operação com tais ativos fosse algo desejável ou útil para a sociedade como um todo. Dito de outra forma, somente se essa atividade fosse compatível com os fins constitucionais é que se poderia cogitar a utilização de recursos

públicos para proteger ou incentivar determinada atividade. Também seria justificável se essas atividades, embora lícitas, pudessem representar riscos para a sociedade como um todo.

As moedas digitais, ou os ativos digitais, podem ser objeto de preocupação de pelo menos três setores regulatórios estatais: o sistema financeiro; o mercado de capitais; e o sistema tributário.

No âmbito do sistema financeiro nacional, no caso específico das moedas digitais, como o Bitcoin (BTC), o Banco Central do Brasil (2014) simplesmente emitiu dois Comunicados¹³, apenas para alertar a sociedade quanto aos riscos envolvidos. Dessa forma, ao mesmo tempo em que deixa a atividade livre aos particulares, orienta o público para os riscos envolvidos, numa espécie de *nudge*, por meio da informação (THALER; SUNSTEIN, 2009). Aliás, essa forma de regulação foi considerada adequada porque o volume de recursos movimentados também não representava riscos ao sistema financeiro, nos termos do §4º do art. 6º da Lei nº 12.865, de 9 de outubro de 2013.

No mercado de capitais, a Comissão de Valores Mobiliários (CVM), em uma recente decisão, ao ponderar seus argumentos pelo entendimento de que um determinado criptoativo seria um valor mobiliário, o Diretor Relator destacou¹⁴:

52. A CVM já concluiu em outras oportunidades que o investimento não precisa ser realizado em dinheiro, mas em qualquer bem suscetível de avaliação econômica. Isso também vale para os rendimentos a serem recebidos pelos investidores, que não precisam ser expressos em moeda fiduciária. A despeito da inexistência de qualificação jurídica geral e prévia para qualquer criptoativo ou criptomoeada – indefinição já reconhecida pela CVM em suas manifestações sobre o tema até o presente momento – é indiscutível que estamos diante de um ativo suscetível de avaliação econômica, sendo, assim, uma expressão da poupança popular, ao contrário do que afirmam os acusados.

A CVM também já se manifestou deixando claro que, até maio de 2018, nenhum “*token*, cujos direitos os caracterizem como valores mobiliários” havia sido registrado ou sido objeto de dispensa de registro¹⁵. Por sua vez, o Ofício Circular nº 11/2018/CVM/SIN, de 19 de setembro de 2018, apresentou requisitos e alertas para investimentos em criptoativos¹⁶. Já o Ofício-Circular nº 1/2021-CVM/SER, de 1º de março de 2021¹⁷, em seu item 6.1, esclareceu que as ofertas públicas iniciais de ativos virtuais somente estarão sujeitas à competência regulatória da CVM quando tais ativos se configurarem como valores mobiliários.

13 - Vide: Comunicado nº 25.306, de 19 de fevereiro de 2014. Esclarece sobre os riscos decorrentes da aquisição das chamadas “moedas virtuais” ou “moedas criptografadas” e da realização de transações com elas. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibnormativo?tipo=Comunicado&numero=25306>. Acesso em: 20 mar. 2021, e Comunicado nº 31.379, de 16 de novembro de 2017. Alerta sobre os riscos decorrentes de operações de guarda e negociação das denominadas moedas virtuais. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibnormativo?tipo=Comunicado&numero=31379>. Acesso em: 20 mar. 2021.

14 - COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Processo Administrativo Sancionador CVM nº 19957.003406/2019-91, Dir. Rel. Gustavo Machado Gonzalez, j. em 27.10.2020.

15 - Vide no site oficial da CVM: *Criptoativos: série alertas*. Maio 2018. Disponível em: https://www.investidor.gov.br/publicacao/Alertas/alerta_CVM_CRIPTOATIVOS_10052018.pdf. Acesso em: 27 nov. 2021.

16 - Disponível em: <http://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/oficios-circulares/sin/anexos/oc-sin-1118.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

17 - Disponível em: http://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/oficios-circulares/sre/anexos/OFCIO_CIRCULAR_2021_em_elaboracao_26FEV_para_publicacao.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

No âmbito tributário, a preocupação maior ocorre devido a eventuais ganhos auferidos nas operações com ativos digitais. Como esse lucro representa ganho de capital e, portanto, constitui fato gerador do imposto sobre a renda, a Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil editou a Instrução Normativa RFB nº 1.888, de 3 de maio de 2019, para trazer obrigações acessórias aos que operam com tais ativos.

Em qualquer regulação desses ativos, o grande desafio está na efetividade da regulação, principalmente por não haver uma pessoa que centralize o funcionamento do sistema. Para lidar com esse problema, além da emissão de alertas como os expedidos pelo Banco Central do Brasil e pela CVM, uma abordagem alternativa, caso se queira inibir tais operações, é a destituição de efeitos jurídicos a elas, de modo semelhante ao que ocorre com as dívidas de jogo, conforme art. 814 do Código Civil. Com isso, os agentes poderiam operar por conta e risco e não poderiam contar com apoio estatal.

Deve-se lembrar que o ordenamento jurídico não vê com bons olhos instrumentos que pretendam concorrer com a moeda oficial, como se nota no Decreto-Lei nº 857, de 11 de setembro de 1969 e no art. 318 do Código Civil.

Caso se pretenda trazer tais operações para o sistema jurídico, inevitavelmente os agentes precisariam colaborar relativizando a privacidade, como ocorre atualmente no sistema bancário. É que, em qualquer relação jurídica, o Direito somente pode ser efetivo se ao menos os agentes da relação forem identificados. Ao se atribuir efeitos jurídicos apenas aos agentes e operações registradas, haveria um incentivo a esse registro.

Um caminho é a atuação cooperativa entre agentes públicos e as entidades privadas desenvolvedoras das organizações autônomas descentralizadas, para estabelecer, conjuntamente, uma forma harmônica, a fim de que a lei regule e, ao mesmo tempo, traga uma proteção e segurança para as novas tecnologias incorporadas no mundo negocial com o uso da *blockchain* (RODRIGUES, 2018, p. 72-73).

Mas vejamos melhor como aplicar o Direito, principalmente quando estiver em questão a responsabilização por ilícitos.

3.3. Como responsabilizar?

Para compreender de forma prática eventuais danos causados pelas moedas estáveis algorítmicas, analisa-se exemplificativamente o caso concreto da Ampleforth (AMPL). A moeda integra o ERC-20, grupo de criptoativos que utilizam o *blockchain* da Ethereum (ETH) para operacionalizar no mercado. Calcula nos critérios de expansão, contração e equilíbrio¹⁸, sua volatilidade é ajustada automaticamente por meio de um algoritmo que manipula o fornecimento da AMPL dependendo da demanda. Por detrás disso, o ativo é ainda indexado ao dólar americano (US\$). Assim, se um indivíduo possui uma AMPL equivalente a US\$ 1, e a moeda valoriza para US\$ 2, ele passa a ter automaticamente duas AMPLs equivalentes a US\$ 1, cada. Noutro giro, se o seu valor passa a ser US\$ 0,50, seu detentor passa a ter meio AMPL equivalente a US\$ 0,50 (KONING, 2021).

18 - Vide na íntegra - AMPLFORTH. Movement Pattern. Disponível em: <https://www.ampleforth.org/redbook/ampleforth_volatility_fingerprint/>. Acesso em: 21 mar. 2021.

No entanto, o algoritmo embutido em seu protocolo se limita a afetar o fornecimento de AMPLs, sem ter qualquer autonomia para ditar seu preço diretamente. Logo, depende necessariamente de *players* externos ao próprio mercado para observar a disponibilidade de AMPL e apontar a direção correta de seu preço¹⁹. Em maior ou menor medida, até o melhor exemplo das DeFi se vincula a alguma ingerência humana. Observa-se, nesse viés, a necessidade de algum controle mínimo da atuação dos agentes de mercado, de modo a se evitar potenciais ilícitos, tais como o uso de informações privilegiadas.

Nada obstante a mais fácil atribuição de responsabilização dos indivíduos pelos danos por eles mesmos praticados nessas transações, como seria possível imputar responsabilidade na eventualidade de danos decorrentes do funcionamento algorítmico artificial intrínseco ao ativo digital?

A discussão é semelhante à atribuição de responsabilidade civil em processos autônomos de decisões, praticados por Inteligências Artificiais (IAs). Assim, ao analisarmos os possíveis regimes de responsabilização aplicáveis, em razão da única – e última – ingerência humana na disponibilidade das *algorithmic stablecoins* ser do desenvolvedor do algoritmo, a responsabilidade civil subjetiva do programador, associada à de seu empregador, quando possível a identificação desses atores, aparenta ser uma das opções mais adequadas. Acerca desta interpretação no âmbito das IAs, Mulholland (2019, p. 344) pondera:

Por esta tese, haveria um ônus desproporcional a ser enfrentado pelo programador, que seria, ao final, responsabilizado por um dano ocasionado sem que fosse possível a ele, antecipadamente, interferir no aprendizado do sistema e na sua capacidade decisória. Ao mesmo tempo, a tese seria também facilmente afastada pela impossibilidade de prova de culpa do programador na ocasião do dano, considerando o desenvolvimento autônomo da tecnologia. Por outro lado, uma complementação possível a esta tese seria a de que o empregador do programador seria objetivamente responsável pelos danos causados pela IA autônoma, podendo, se quisesse, agir repressivamente contra o programador, provada a sua culpa na ocasião dos danos, conforme explicitado nos arts. 932, III, 933 e 934, e seu parágrafo único, do Código Civil.

Além disso, de modo a conciliar a ressarcibilidade dos indivíduos lesados e a manutenção de ambiente desejável ao desenvolvimento tecnológico, a autora também aponta duas soluções à prevenção de danos decorrentes de sistemas dotados de processos decisórios autônomos: (i) constituição de seguros obrigatórios, tal como se dá nos casos objetivos previstos em lei e; (ii) constituição de fundos para a tutela de direitos difusos pelos próprios desenvolvedores (MULLHOLLAND, 2019, p. 342-343).

Deve-se levar em consideração os mais variados arranjos de relações contratuais, paritárias ou não, em que as falhas são capazes inclusive de beneficiar as partes. Foi o que aconteceu em um precedente asiático, envolvendo erros na execução algorítmica pré-programada de uma plataforma de negociação automatizada de criptoativos, denominada Quoine.

No caso em comento, devido a uma má funcionalidade não prevista na gestão da plataforma, as negociações da B2C2, uma cliente e desenvolvedora de criptomoedas, foram articuladas

19 - Vide na íntegra - FINEMATICS. How does Ampleforth work? AMPL Explained. Disponível em: <<https://finematics.com/ampleforth-explained/>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

com uma taxa de câmbio 250 vezes superior à normalmente operável. Ao constatar o erro por meio de uma revisão manual das transações, o diretor técnico da Quoine reverteu as operações da B2C2, desfazendo todos os seus negócios.

Irresignada com a situação, a B2C2 ingressou em juízo exigindo a devolução do que lhe foi devido sob o argumento de que, ao celebrar o contrato de adesão com a Quoine, seus Termos de Uso eram expressos em delimitar que, por se tratar de uma plataforma automatizada, todos os negócios eram taxativamente irreversíveis. Assim, o desfazimento de seus negócios, ainda que operados equivocadamente, teriam violado a confiança sobre o contrato. Em sua defesa, a Quoine asseverou que não haveria qualquer quebra contratual, em razão do claro erro identificado, que levaria à nulidade de todos os negócios.

Ao decidir em favor da B2C2, o Tribunal de Comércio Internacional de Singapura (THE SINGAPORE INTERNATIONAL COMMERCIAL COURT, 2019) afirmou que os princípios contratuais deveriam incidir sobre a relação travada entre particulares, e que a Quoine, efetivamente, violou a confiança contratual. A solução encontrada pela corte singapurense privilegia, em última análise, “interesses extracontratuais socialmente relevantes, dignos de tutela jurídica, relacionados ou alcançados pelo contrato” (TEPEDINO, 2009, p. 400). Isso porque, justamente em razão da natureza contratual ser autoexecutável e irretroativa, a prestadora do serviço deve arcar com o ônus em entregar o objeto originalmente previsto, atendendo-se, em especial, à boa-fé objetiva quanto às informações verdadeiramente transmitidas por contratantes na formalização de contratos eletrônicos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à DAO, partindo-se da análise de suas características em funcionamento, pode-se chegar à conclusão de que não se demonstra viável, pelo menos no atual contexto, uma organização autônoma descentralizada sem qualquer ingerência do Poder Público sobre ela.

A partir do estudo realizado sobre o caso concreto “The DAO”, restou claro que existem falhas de ordem computacional e estrutural que necessitam de mecanismos efetivos de regulação, normatização e de governança, que ficam a cargo do Poder Público.

Isto por si só não lhes retira a possibilidade de fluírem com maior autonomia contratual, no entanto, também não afasta a necessidade de se manterem estruturas de controle externas que possam auxiliar no seu desenvolvimento com segurança jurídica.

Um ponto interessante de equilíbrio está na conciliação entre a liberdade contratual por parte dos investidores, para disporem sobre as cláusulas dos *smart contracts*, e a existência de um diálogo com reguladores e membros do Poder Legislativo, para que ofereçam mecanismos eficientes de regulação, que podem ser exercidos por intermédio das agências reguladoras do mercado de capitais e do mercado financeiro, desde a fase inicial de uma DAO até o seu efetivo funcionamento.

Em sentido complementar, no que tange à atribuição de responsabilidade por eventuais danos decorrentes das *algorithmic stablecoins*, infere-se que a responsabilidade civil subjetiva do programador do algoritmo aparenta ser a mais adequada, sem prejuízo da responsabilidade, até

mesmo objetiva, da empresa por ele responsável, incluindo seu eventual empregador, na medida da possibilidade de identificação desses agentes. Sua aplicação, no entanto, deve ser acompanhada de maiores mecanismos de fomento à segurança das aplicações, por meio de constituição de fundos e seguros, tais quais os obrigatórios existentes em lei.

Ainda, devem ser observados os princípios contratuais contemporâneos, como a função social do contrato e a boa-fé objetiva, em eventuais controvérsias envolvendo as falhas no funcionamento algorítmico dos criptoativos. Assim, por serem contratações eletrônicas autônomas, dotadas de obrigatoriedade e instantaneidade, as informações transmitidas pela contratante devem ser cumpridas, de modo a assegurar a confiança necessária a este mercado em franca expansão.

Caso o Estado prive de efeitos jurídicos os modelos de negócios que se desviem da regulação estabelecida, poderá criar um incentivo para que o mercado automaticamente se adapte ao regime desejável. Entre os negócios fora da regulação e aqueles totalmente aderentes, caberia ainda um estágio de transição a ser operado por meio de *Sandbox*, de modo a, de um lado, incentivar a inovação e, de outro, fazer que as inovações efetivamente contribuam para a realização dos objetivos da ordem econômica constitucional.

REFERÊNCIAS

AMPLEFORTH. **Movement Pattern**. Disponível em: https://www.ampleforth.org/redbook/ampleforth_volatility_fingerprint/. Acesso em: 21 mar. 2021.

BALDWIN, Robert; CAVE, Martin. **Understanding regulation: theory, strategy and practice**. Oxford: University Press, 1999.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). CBDC - **Central bank digital currencies: foundational principles and core features**. Report n. 1. 2020. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/othp33.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BARINOV, Igor et al. **POSDAO: Proof of Stake Decentralized Autonomous Organization** (April 29, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3368483> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3368483>. Acesso em: 21 de mar. 2021.

BCB. **Comunicado nº 25.306**, de 19 de fevereiro de 2014. Esclarece sobre os riscos decorrentes da aquisição das chamadas “moedas virtuais” ou “moedas criptografadas” e da realização de transações com elas. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Comunicado&numero=25306>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BCB. **Comunicado nº 31.379**, de 16 de novembro de 2017. Alerta sobre os riscos decorrentes de operações de guarda e negociação das denominadas moedas virtuais. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Comunicado&numero=31379>. Acesso em: 20 mar. 2021

BINANCE ACADEMY. **Guia completo para iniciantes sobre Finança Descentralizada**

(DeFi). 15 dez. 2019. Disponível em: <https://academy.binance.com/pt/articles/the-complete-beginners-guide-to-decentralized-finance-defi>. Acesso em: 16 jan. 2021.

BLEMUS, Stéphane. Law and Blockchain: A Legal Perspective on Current Regulatory Trends Worldwide (January 17, 2018). **Revue Trimestrielle de Droit Financier** (Corporate Finance and Capital Markets Law Review) RTDF N°4-2017 - December 2017, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3080639> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3080639>. Acesso em: 21 de mar. 2021.

BULLMANN, Dirk; KLEMM, Jonas; PINNA, Andrea. **Search for Stability in Crypto-Assets: Are Stablecoins the Solution?** Aug., 2019 (August, 2019). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3444847> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3444847> Acesso em: 22 nov. 2021.

CVM. **Criptoativos: série alertas**. Maio 2018. Disponível em: https://www.investidor.gov.br/publicacao/Alertas/alerta_CVM_CRIPTOATIVOS_10052018.pdf Acesso em: 27 nov. 2021.

FINEMATICS. How does Ampleforth work? **AMPL Explained**. Disponível em: <https://finematics.com/ampleforth-explained/>. Acesso em: 21 mar. 2021.

HACKER, Philipp; THOMALE, Chris, Crypto-Securities Regulation: ICOs, Token Sales and Cryptocurrencies under EU Financial Law (November 22, 2017). 15 **European Company and Financial Law Review** 645-696 (2018), Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3075820> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3075820>. Acesso em: 21 mar. 2021.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: uma breve história do amanhã**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

IWAKURA, Cristiane Rodrigues. Blockchain como ferramenta de modernização do Sistema Financeiro Nacional. In: Cristiane Rodrigues Iwakura; Felipe Herdem Lima. (Org.). **Novas tendências do Sistema Financeiro Nacional**. 1. ed. Londrina: Editora Thoth, 2021, v. 1, p. 69-93.

JENTZSCH, Christoph. **Decentralized Autonomous Organization to Automate Governance**. Final Draft - Under Review. Disponível em: <https://lawofthelevel.lexblogplatformthree.com/wp-content/uploads/sites/187/2017/07/WhitePaper-1.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

KAAL, Wulf A., Blockchain-Based Corporate Governance (August 23, 2019). **Stanford Journal of Blockchain Law & Policy**, Vol. 4, Issue 1 (2021), Max Planck Institute Luxembourg For Procedural Law (December 2019), U of St. Thomas (Minnesota) Legal Studies Research Paper No. 19-10, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3441904> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3441904>. Acesso em: 21 de mar. 2021.

KOLBER, Adam Jason. Not-So-Smart Blockchain Contracts and Artificial Responsibility (May 28, 2018). **Stanford Technology Law Review**, vol. 21, p.198, 2018, NYU School of Law, Public Law Research Paper No. 18-44, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3186254>. Acesso

em: 21 mar. 2021.

KONING, J. P. Algorithmic Stablecoins. **American Institute For Economic Research**. Disponível em: <<https://www.aier.org/article/algorithmic-stablecoins/>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

MARINHO, Camila. **O que é e como funcionam as stablecoins**. 28 ago. 2018. Disponível em: <<https://criptoeconomia.com.br/o-que-e-e-como-funcionam-as-stablecoins/>>. Acesso em: 16 jan. 2021.

MEHAR, Muhammed et al. Understanding a Revolutionary and Flawed Grand Experiment in Blockchain: The DAO Attack (November 26, 2017). **Journal of Cases on Information Technology** 21(1) 19-32., Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3014782> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3014782>. Acesso em: 19 mar. 2021.

MONEYTIMES. **EscolaCripto**: quais são as principais stablecoins do mercado cripto? 19 dez. 2020. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/escolacripto-quais-sao-as-principais-stablecoins-do-mercado-cripto/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

MULHOLLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de Inteligência Artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin. **Inteligência artificial e direito**: ética, regulação e responsabilidade. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2019.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin**: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2009. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

PRATES, Marcelo. Money in the Twenty-First Century: From Rusty Coins to Digital Currencies (February 8, 2021). Forthcoming, **Ohio State Business Law Journal**, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3781269> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3781269>. Acesso em: 27 nov. 2021.

RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, vol. 1:2, p. 305-341, Sept. 22, 2016. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2959166>. Acesso em: 17 jan. 2021.

RODRIGUES, Usha. Law and the Blockchain (February 21, 2018). **Iowa Law Review**, Vol. 104, 2018, Forthcoming, University of Georgia School of Law Legal Studies Research Paper No. 2018-07, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3127782>. Acesso em: 21. mar. 2021.

SARAI, Leandro. Moedas virtuais e os bancos. In: BARBOSA, Tatiana Casseb B. M. **A revolução das moedas digitais**: Cotia/SP: Revoar, 2016. p. 133-192.

SHREIBER, Anderson. **Equilíbrio contratual e dever de renegociar**. 2. ed. São Paulo: Saraiva jur, 2020.

TEPEDINO, Gustavo. Notas sobre a função social dos contratos. In: TEPEDINO, Gustavo. **Temas de direito civil**. t. III. Rio de Janeiro: Renovar, 2009. p. 400.

THALER, Richard H. SUNSTEIN, Cass R. *Nudge*: o empurrão para a escolha certa: aprimore suas decisões sobre saúde, riqueza e felicidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

THE SINGAPORE INTERNATIONAL COMMERCIAL COURT. **Suit N° 7 of 2017**. Between Quoine Pte Ltd and B2C2 Ltd. Disponível em: <<https://www.sicc.gov.sg/docs/default-source/modules-document/judgments/b2c2-ltd-v-quoine-pte-ltd.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

VON MISES, Ludwig. **Ação humana**. São Paulo: Instituto von Mises Brasil, 2010.

