

## REGULAÇÃO PELA TECNOLOGIA COMO RESPOSTA ESTATAL À DESCENTRALIZAÇÃO NO SETOR FINANCEIRO CONTEMPORÂNEO

PEDRO HENRIQUE LOURENÇO DA COSTA <sup>1</sup>

**RESUMO:** Este estudo tem como objetivo analisar a interação entre a descentralização financeira, a regulação e a soberania estatal no contexto das tecnologias emergentes. Concentrando-se nas finanças descentralizadas (DeFi) e nas implicações da tecnologia blockchain, o estudo aborda três tópicos principais: as finanças descentralizadas (DeFi) e seu impacto na estrutura do sistema financeiro tradicional, a resposta dos reguladores financeiros ao fenômeno DeFi e o papel regulatório das moedas digitais soberanas. O texto também discute os desafios associados à disrupção do sistema financeiro pela introdução de elementos descentralizados, que diminuem sensivelmente a capacidade de implementação de política monetária pelo regulador estatal. Os reguladores financeiros estão respondendo a essas mudanças disruptivas, buscando alternativas que preservem sua participação ativa na implementação da política monetária. A introdução de Moedas Digitais de Bancos Centrais (CBDCs, no acrônimo em inglês) é considerada uma possível alternativa para manter o controle estatal sobre a política monetária em um ambiente cada vez mais descentralizado. No entanto, essa questão vai além do controle econômico, envolvendo disputas políticas e institucionais. A preservação da autoridade do Estado é um ponto-chave na análise das instituições dominantes na regulação do sistema financeiro tradicional e suas reações às inovações descentralizadas. Portanto, este estudo tem como objetivo contribuir para uma compreensão mais aprofundada da interação complexa entre tecnologia emergente, descentralização financeira, regulação e soberania estatal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descentralização financeira; Regulação; Soberania estatal; Finanças descentralizadas (DeFi); Moedas Digitais de Bancos Centrais (CBDCs).

**ABSTRACT:** This study aims to analyze the interaction between financial decentralization, regulation, and state sovereignty in the context of emerging technologies. Focusing on decentralized finance (DeFi) and the implications of blockchain technology, the study addresses three main topics: decentralized finance (DeFi) and its impact on the traditional financial system structure, the response of financial regulators to the DeFi phenomenon, and the regulatory role of sovereign digital currencies. The text also discusses the challenges associated

<sup>1</sup> Mestre em Direito Público pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).



with disrupting the financial system through the introduction of decentralized elements, which significantly reduce the ability of state regulators to implement monetary policy. Financial regulators respond to these disruptive changes by seeking alternatives that preserve their active participation in monetary policy implementation. The introduction of Central Bank Digital Currencies (CBDCs) is a possible solution to maintain state control over monetary policy in an increasingly decentralized environment. However, this issue goes beyond economic control and involves political and authority disputes. Preserving state authority is key in analyzing dominant institutions in the traditional financial system and their reactions to decentralized innovations. Therefore, this study aims to contribute to a deeper understanding of the complex interaction between emerging technology, financial decentralization, regulation, and state sovereignty.

**KEYWORDS:** Financial decentralization; Regulation; State sovereignty; Decentralized finance (DeFi); Central Bank Digital Currencies (CBDCs).

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho aborda a infraestrutura tecnológica como instrumento de regulação no setor financeiro, com ênfase na descentralização financeira e suas implicações para o sistema financeiro tradicional. A maior parte das organizações autônomas descentralizadas (DAOs) até hoje desenvolvidas têm por objeto algum serviço ou aplicação financeira: entre as entidades com maior valor total de mercado, nove são voltadas ao setor financeiro<sup>2</sup>. Trata-se de um ecossistema nascente, que se baseia na *blockchain*, em *smart contracts* e em criptoativos para inaugurar novas formas de cooperação e negócios. Dada a sua natureza *peer-to-peer*, esse novo formato de transações econômicas sem intermediários é referido como finanças descentralizadas, ou DeFi, acrônimo em inglês para "*decentralized finances*".

Como se sabe, há uma expectativa de que as DeFi permitam que os fluxos de recursos ocorram de maneira mais rápida, segura, transparente e barata, dada a desnecessidade de participação de agentes como corretoras, casas de câmbio e outras instituições tradicionais. Atualmente, as iniciativas buscam replicar os principais produtos e serviços financeiros disponíveis no mercado convencional em um formato descentralizado, por meio de contratos inteligentes.

Uma das características principais das finanças descentralizadas é que elas permitem que desenvolvedores construam e componham novos produtos e serviços financeiros usando blocos de construção pré-existentes, ou "**peças de lego**" **financeiras** – o que ajuda a transmitir a ideia de flexibilidade e interoperabilidade (KATONA, 2021, pp. 81-82). Os componentes das redes DeFi (ativos digitais, contratos inteligentes, protocolos e aplicativos construídos sobre a cadeia de blocos) podem ser reunidos para criar novas aplicações.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://coinmarketcap.com/view/dao/>. Acesso em 27 jan. 2023.



Essa possibilidade de montagem e recombinação dá ampla margem para a criação de produtos e estruturas inovadoras e tem o potencial de amplificar ainda mais os efeitos de rede, aumentando o valor dos produtos e serviços à medida que a participação na rede cresce. Por essas mesmas razões, as DeFi muitas vezes estão associadas ao surgimento de novos ativos, como *tokens* e criptomoedas, que podem ser utilizados como meio de pagamento e investimento. Por meio dessas estruturas, ampliam-se ainda as possibilidades de acesso a crédito pelos usuários, além da obtenção de rendimentos passivos por poupadores através do empréstimo de criptoativos e da participação em *pools* de liquidez.

Na medida em que esse modelo ganha escala e maturidade, com maior número de provedores de crédito e taxas de juros potencialmente mais atrativas, há expectativa de que o aumento de liquidez no mercado promova inclusão financeira, especialmente nos países em desenvolvimento. No sistema financeiro tradicional, a existência de um conjunto significativo de intermediários, sistemas com baixo grau de interoperabilidade e a falta de acesso de segmentos relevantes da população a serviços formais são fatores que provocam lentidão nas trocas econômicas e atrasam o desenvolvimento. Um arranjo de crédito *peer-to-peer*, por seu turno, pode permitir que grupos até então excluídos – seja por dificuldade de acesso à internet, falta de documentos de identificação ou baixos níveis de renda – tenham acesso a produtos financeiros sem a necessidade de intermediários, como bancos e corretoras.

Em contraste, a descentralização dos serviços financeiros parece ameaçar diretamente um dos pilares do Estado Nacional contemporâneo: o monopólio sobre a política monetária (GEORGIU, 2020, pp. 130-131). Não há dúvida de que o controle estatal sobre a emissão e a circulação de dinheiro está intrinsecamente relacionado à noção de soberania. No mundo contemporâneo, também intimamente ligado à capacidade de estabelecer diretrizes macroeconômicas em seu território ou exercer importante influência geopolítica. Nesse sentido, a existência de um concorrente nativo digital, independente das infraestruturas financeiras tradicionais, desafia o protagonismo estatal como organizador dos fluxos comerciais e garantidor da estabilidade econômica.

## 2. FINANÇAS DESCENTRALIZADAS E O ABALO À ESTRUTURA DO SISTEMA FINANCEIRO TRADICIONAL

O anúncio do início dos trabalhos para a criação de um criptoativo por parte do então Facebook, denominado Libra, é tido como um ponto de inflexão na reação das autoridades monetárias globais ao cenário acima descrito. Detalhado em 2019, o projeto Libra se baseava em uma abordagem híbrida, apoiada em uma cesta de ativos composta por moedas digitais descentralizadas e moedas tradicionais controladas por bancos centrais, como dólar e euro. Esse mecanismo de estabilização seria gerenciado por uma organização independente, a Associação Libra, que teria como objetivo minimizar as flutuações de preço.

Desde a divulgação, a perspectiva de uma criptomoeda emitida por uma grande empresa de tecnologia despertou fortes reações das autoridades financeiras mundiais. Havia o receio de que a companhia utilizasse a sua posição dominante no mercado de tecnologia, baseada na enorme base de usuários e nos amplos recursos a que tem acesso, para aprofundar o seu domínio e influência também sobre o setor financeiro. De forma mais específica, para os especialistas, a natureza descentralizada e a falta de regulamentação adequada poderiam aumentar os riscos financeiros, como flutuações de preços e riscos de liquidez. A possibilidade de o criptoativo ser usada para atividades ilegais, como lavagem de dinheiro e financiamento ao terrorismo, além de potencialmente servir como elemento anticoncorrencial em um mercado digital já muito concentrado, foram outras preocupações expressas nesse contexto.

Como resultado da pressão exercida por reguladores de países como Estados Unidos, Alemanha, França e pelo próprio Banco Central Europeu, o grupo hoje conhecido como Meta decidiu mudar o enfoque do projeto, adiando o lançamento da *stablecoin* e concentrando-se em desenvolver a tecnologia subjacente. A iniciativa passou a ser liderada pela Diem Association – uma reconfiguração reduzida do grupo original, já que muitos parceiros abandonaram a iniciativa por conta da repercussão negativa – e previa o lançamento de um ativo digital lastreado apenas no dólar, com o propósito específico de promover inclusão financeira em mercados emergentes. Mais recentemente, contudo, a companhia noticiou a desistência oficial do projeto, alegando dificuldades regulatórias, instabilidades no mercado cripto e uma mudança de foco para o desenvolvimento de plataformas e ambientes no metaverso.

No contexto mais amplo, esse episódio é sintomático das ressalvas que as autoridades governamentais – lideradas pelo Banco de Compensações Internacionais – vêm apresentando de maneira consistente em relação à tendência de descentralização do setor financeiro. Em primeiro lugar, destaca-se a preocupação com os riscos sistêmicos à estabilidade financeira global. De fato, a inexistência de uma autoridade central que supervisione a geração de grandes volumes de crédito e os níveis de liquidez associados a essa alavancagem em escala aumenta significativamente a probabilidade de perdas financeiras.

Em outras palavras, pode haver situações em que as partes envolvidas em uma transação sejam incapazes de honrar suas obrigações, a chamada falha de contraparte, cujos prejuízos podem se propagar rapidamente pelo conjunto das instituições financeiras, considerando a íntima interconexão entre os fluxos econômicos. Nesse ambiente, tanto os tomadores quanto os fornecedores de crédito acabam fragilizados, na medida em que ficam sujeitos a arranjos fraudulentos, empréstimos sem garantia e volatilidade excessiva dos ativos usados como unidade de referência. Cria-se, a partir daí, um elevado risco de liquidez, pois os participantes do mercado não conseguem avaliar corretamente sua capacidade de vender ou converter seus ativos em dinheiro rapidamente ou sem reduzir

drasticamente seu valor. O resultado concreto dessas ocorrências combinadas é um quadro generalizado de perda de confiança no sistema financeiro, provocando a desvalorização da moeda, a redução nos investimentos, o apelo a formas clandestinas de obtenção de recursos – como a agiotagem – e a desbancarização.

Esse último aspecto, referente a uma possível desintermediação do setor financeiro, é digno de nota. Com efeito, as instituições financeiras desempenham um papel crítico para o bom funcionamento dos mercados. Para determinar o nível de risco associado à concessão de crédito, utilizam técnicas sofisticadas para metrificar a capacidade de pagamento dos tomadores e empregam instrumentos financeiros complexos, como derivativos e seguros, para transferir riscos de uma parte para outra. Fornecem liquidez, comprando ou vendendo títulos conforme necessário, assim como preços contínuos de compra e venda, que facilitam as negociações e garantem a precificação justa e eficiente dos ativos.

Dada a fragmentação das DeFi em diversos protocolos, em um sistema essencialmente *peer-to-peer*, os provedores de crédito não têm acesso à mesma quantidade e qualidade de informações que as instituições financeiras tradicionais, o que pode provocar um aumento na taxa de inadimplência dos mutuários. Como decorrência desse mesmo problema, as plataformas que fornecem empréstimos diretamente de investidores para mutuários enfrentam o risco de que muitos investidores se retirem simultaneamente, criando um desequilíbrio no balanço da plataforma e, no limite, um colapso repentino que contagie todo o mercado.

A despeito das possíveis vantagens de um sistema descentralizado, há pouca clareza sobre os atores que passariam a desempenhar cada uma dessas funções indispensáveis, com nível satisfatório de supervisão e eficiência hoje fundamentado na regulação formal. Há sérias dúvidas de que os protocolos implementados em cadeias de blocos abertas, como Bitcoin e Ethereum, sejam capazes de servir como uma infraestrutura segura para o sistema financeiro em seus formatos atuais (SCHÄR, 2021, p. 172). Ocorre que, independentemente dessa avaliação e da comparação de benefícios e desvantagens entre as DeFi e a arquitetura tradicional centralizada, é certo que esse novo ecossistema já movimentava altas cifras em escala global, de maneira que não pode mais ser deixado em compasso de espera, a despeito da imaturidade de seu desenvolvimento.

Com efeito, um conjunto de aplicações de uma tecnologia até recentemente restrita a um grupo de entusiastas, em estágio ainda experimental na maioria dos casos, foi alçado a um *status* de relevância global em razão da perspectiva de elevados ganhos financeiros por meio da operação em um sistema paralelo, que escapa dos controles da regulação financeira já estabelecida. Por esse motivo, o uso de *blockchain* como camada de sustentação de transações financeiras em massa exige o reconhecimento dos riscos concretos que o estado atual da tecnologia gera e suas consequências para a estabilidade financeira global e para a proteção dos seus usuários.

De fato, a descentralização plena dos protocolos DeFi não é uma realidade, mas um objetivo a ser alcançado. Ela cumpre um papel essencialmente retórico na narrativa de que a regulação por meio de código (*regulation by code*), embutida no código computacional, representaria um instrumento neutro e tecnicamente determinístico de superação dos problemas de governança que as organizações tradicionais apresentam. Na verdade, grande parcela do poder decisório permanece concentrado em grupos de *stakeholders* que variam de acordo com a estrutura e o propósito da respectiva entidade: fundadores do projeto, desenvolvedores com *expertise* e privilégio de alteração dos códigos fonte, nós validadores de transações, mineradores, detentores de *tokens* de governança, entre outros.

Em qualquer caso, dado que a maioria das organizações descentralizadas se estrutura em um modelo de colaboração de código aberto (*open-source software*), há uma dificuldade natural em se identificar, com clareza, indivíduos a quem se poderia atribuir responsabilidade por eventuais ilícitos. Trata-se de uma forma de cooperação coletiva marcadamente informal, baseada em contribuições voluntárias e esporádicas por pessoas com habilidades de programação computacional, que raramente estão vinculadas por algum tipo de arranjo mais concreto – como um contrato de prestação de serviços ou uma associação. (WALCH, 2018, p. 254).

No caso de infraestruturas críticas, porém, a margem para interrupções na operação, erros em registros e falhas de segurança é muito reduzida. Afinal, delas depende o funcionamento de serviços públicos essenciais, cuja interrupção pode provocar sérios prejuízos à sociedade. Não por outra razão, essas instalações e sistemas costumam ser mantidos diretamente pelo Estado ou, na hipótese de participação da iniciativa privada, altamente regulados para garantir a sua continuidade. A transferência de tal responsabilidade para uma entidade descentralizada, que se fundamenta na colaboração voluntária e no vínculo informal de seus participantes, acrescenta uma camada adicional de sérios riscos ao seu funcionamento e expõe a respectiva utilidade pública às vicissitudes de um modelo de governança não concebido para esse nível de comprometimento.

No setor financeiro, a incompatibilidade com sistemas operados no modelo de código aberto se evidencia a partir dos *Principles for Financial Market Infrastructures* (PFMI). Trata-se de um conjunto de parâmetros estabelecido em 2012 pelo Comitê de Pagamentos e Infraestrutura de Mercado do Banco de Compensações Internacionais (BIS, na sigla em inglês) e pelo Comitê Técnico da Organização Internacional das Comissões de Valores Mobiliários (IOSCO, na sigla em inglês). Confira-se a seguir alguns dos princípios de maior destaque para o contexto desta análise:

“Principle 2: Governance

An FMI should have **governance arrangements that are clear and transparent**, promote the safety and efficiency of the FMI, and **support**



**the stability of the broader financial system, other relevant public interest considerations**, and the objectives of relevant stakeholders.

Principle 17: Operational risk

An FMI should identify the plausible sources of operational risk, both internal and external, and mitigate their impact through the use of appropriate systems, policies, procedures, and controls. **Systems should be designed to ensure a high degree of security and operational reliability and should have adequate, scalable capacity.** Business continuity management should aim for timely recovery of operations and fulfillment of the FMI's obligations, including in the event of a wide-scale or major disruption.

Principle 23: Disclosure of rules, key procedures, and market data

An FMI should have clear and comprehensive rules and procedures and **should provide sufficient information to enable participants to have an accurate understanding of the risks**, fees, and other material costs they incur by participating in the FMI. All relevant rules and key procedures should be publicly disclosed.” (destaques acrescentados)

De acordo com o documento, as infraestruturas de mercado financeiro são instrumentos cruciais de política pública para a garantia de segurança, transparência, eficiência e estabilidade nas transações financeiras. Nessa mesma linha, os *standards* definidos servem ao propósito de evitar que sistemas mal desenhados ou operados de maneira inconsistente criem riscos sistêmicos entre instituições financeiras em nível internacional, dado o possível efeito dominó que um choque financeiro pode acarretar no mercado como um todo (BIS OICU-IOSCO, 2012, pp. 10-12).

Diante dessas exigências e da centralidade dessa camada de tecnologia para o regular funcionamento do sistema financeiro, não há dúvida de que a mitigação de riscos operacionais (OCDE, 2022, p. 48), a criação de formatos mais transparentes e previsíveis de governança e a incorporação de medidas de supervisão regulatória à própria tecnologia *blockchain* (AUER, 2022, p. 2) são pontos em que as formas tradicionais de ordenação e as redes descentralizadas devem interagir. Em outras palavras, sem um significativo esforço de institucionalização, que contemple soluções técnicas e organizacionais para os obstáculos apresentados, é pouco provável que as DeFi sejam capazes de complementar o sistema financeiro tradicional como uma opção segura e viável para usuários e investidores alheios aos entusiastas que lideram o desenvolvimento do ecossistema.

De maneira agregada, **todos esses efeitos associados à disrupção do sistema financeiro pela introdução de elementos descentralizados diminuem sensivelmente a capacidade de implementação de política monetária pelo**

**regulador estatal.** Como se sabe, as instituições financeiras funcionam como canais de transmissão da gestão econômica pelos bancos centrais, principalmente para intervir sobre a oferta de dinheiro e as taxas de juros praticadas no mercado. Por exemplo, os requerimentos de capital, peça central da regulação prudencial, dizem respeito ao valor mínimo de reservas que os bancos devem manter em função de seus depósitos. Alterações nesse requisito impactam diretamente a quantidade de crédito que as instituições financeiras podem oferecer e, desse modo, servem como instrumento de coordenação do nível de aquecimento da atividade econômica.

De igual maneira, esses intermediários são responsivos a oscilações na taxa básica de juros: se fixada em patamar mais elevado, há uma tendência de redução no volume de empréstimos obtidos diretamente junto aos bancos centrais, com consequente redução de liquidez e de disponibilidade de recursos para empréstimo aos tomadores. Com o crédito mais caro, em linhas gerais, o consumo e os investimentos são mais propensos a reduções, o que pode diminuir a pressão inflacionária. Eis, em termos simplificados, a estrutura que permite ao Estado perseguir a estabilidade de preços e influenciar uma série de variáveis macroeconômicas.

### 3. A REAÇÃO DOS REGULADORES FINANCEIROS AO FENÔMENO DEFI

Diante dessas considerações, é fácil notar que as autoridades monetárias enxergam desafios frontais aos seus mandatos à medida que o fenômeno da desintermediação se intensifica. Levada às últimas consequências, a substituição do sistema financeiro tradicional por aplicações de finanças descentralizadas significaria a migração das competências de política fiscal não apenas a entidades privadas – que, no cenário atual, já participam de maneira decisiva do arranjo – mas a organizações descentralizadas que possuem governança, propósitos e estabilidade pouco claros.

Precisamente por essas razões, o BIS adota uma posição crítica acerca da arquitetura do ecossistema DeFi e seus efeitos vistos como prejudiciais à estabilidade econômica em escala global. Em seu último relatório anual, publicado em junho de 2022, a entidade incluiu um manifesto contundente sobre as premissas questionáveis que fundamentam o entusiasmo em torno do ambiente financeiro descentralizado (BIS, 2022, p. 76):

**“(…) recent events have revealed a vast gulf between the crypto vision and its reality.** The implosion of the TerraUSD stablecoin and the collapse of its twin coin Luna have underscored the weakness of a system that is sustained by selling coins for speculation. In addition, **it is now becoming clear that crypto and DeFi have deeper structural limitations that prevent them from achieving the levels of efficiency, stability or integrity required for an adequate monetary system.** In particular, the crypto universe lacks a nominal anchor, which it tries to import,

imperfectly, through stablecoins. It is also prone to fragmentation, and its applications cannot scale without compromising security, as shown by their congestion and exorbitant fees. Activity in this parallel system is, instead, sustained by the influx of speculative coin holders. Finally, there are serious concerns about the role of unregulated intermediaries in the system. As they are deep-seated, these structural shortcomings are unlikely to be amenable to technical fixes alone. **This is because they reflect the inherent limitations of a decentralized system built on permissionless blockchains.**" (destaques acrescentados)

Em outras publicações recentes, pesquisadores ligados a esta organização internacional chamaram a atenção para a ilusão de descentralização em protocolos DeFi, destacando os impactos negativos da centralização na governança de muitas das redes. De fato, as investigações conduzidas pela entidade sugerem que a instabilidade financeira provocada pelas plataformas DeFi não representa um mero exercício teórico *ad terrorem*. Ao revés, dados de dezembro de 2022 revelam que a interdependência entre diferentes *pools*, em razão do uso de empréstimos instantâneos (*flash loans*) para financiar operações de arbitragem, gera altas instabilidades de preço e problemas de liquidez, com repercussões sistêmicas nocivas (LEHAR e PARLOUR, 2022, pp. 17-19).

Nesse contexto, os reguladores financeiros de diversos países movimentam-se para propor alternativas que preservem sua participação ativa na implementação da política monetária. Para Riccardo De Caria (2021, pp. 44-45), trata-se de uma resposta à ameaça à soberania estatal, cujo objetivo consiste em manter nas mãos da entidade governamental os instrumentos de condução da economia. Segundo o autor, na perspectiva da economia política, esse controle das ferramentas de política pública fiscal seria indispensável para a manutenção da própria autoridade do Estado, especialmente diante de uma alternativa privada que declara, explicitamente, a intenção de escapar do domínio estatal – como evidencia o *white paper* constitutivo do Bitcoin, ao qual se atribui um caráter abertamente anarco-capitalista (FLOOD e ROBB, 2017, p. 6).

Essa leitura identifica um importante vetor de disputa política a ser levado em conta nas análises sobre o comportamento das instituições hoje dominantes no sistema financeiro tradicional. Conforme antecipado, a coexistência das moedas fiduciárias e de criptoativos poderia, ao menos em tese, retirar ou enfraquecer sobremaneira do Estado a capacidade de intervir sobre o domínio econômico.

Na percepção de De Caria (2021, pp. 47-49), o poder constituído poderia reagir por meio da proibição de criptomoedas em geral, e em particular das *stablecoins*, da tomada da infraestrutura *blockchain* através da concentração sobre a mineração/validação de novos blocos ou a transformação das moedas fiduciárias em ativos digitais, com vistas a competir (e, por fim, tornar dispensável) com alternativas privadas. **É a este último aspecto, relacionado à provisão direta de**

**infraestrutura tecnológica pelo Estado para fins de regulação, que se dirige a seguir o enfoque deste trabalho.**

A preocupação com o papel a ser desempenhado pelos bancos centrais em meio às rápidas transformações tecnológicas experimentadas pelo setor financeiro tem sido tema central de discussões e propostas em âmbito internacional. De fato, a crescente participação de grandes empresas de tecnologia como prestadoras de serviços de pagamentos, investimentos e crédito, assim como o surgimento do ecossistema de finanças descentralizadas, trazem novos desafios para um ambiente regulatório que lida com variáveis econômicas complexas e altamente dependentes entre si. Esse quadro exige um envolvimento cada vez mais ativo das autoridades de regulação financeira com a tecnologia propriamente dita, não apenas na posição de acompanhar e tentar influenciar o passo de sua evolução, mas de efetivamente prover ferramentas e sistemas que incorporem, desde sua arquitetura, as suas opções de política pública em prol do mandato de estabilidade financeira.

Nas circunstâncias atuais, a manifestação mais visível dessa dimensão da atuação dos bancos centrais reside na provisão de infraestruturas de mercado financeiro, cuja propriedade e operação muitas vezes está concentrada nessas entidades públicas, sem prejuízo de arranjos que se beneficiem em maior ou menor grau dos serviços de organizações privadas. Já em 2019, o diretor geral do BIS destacava a importância dos denominados *central bank public goods* (bens públicos providos por bancos centrais), como fundação básica da confiança na moeda fiduciária e na estabilidade do sistema financeiro como um todo.

De forma mais específica, a atuação da autoridade monetária como fornecedora do sistema de pagamentos – isto é, da camada técnica onde transações são registradas e garantidas, funcionando praticamente como o “banco dos bancos comerciais” – recebe particular ênfase. No caso dos sistemas de pagamentos, a instituição pública desempenha as funções de (i) emissora da unidade de conta que baseia todo o arcabouço monetário, a moeda fiduciária, cujo valor está essencialmente ligado à capacidade do banco central de gerar confiança sistêmica; (ii) garantidora da finalidade dos pagamentos, determinando sua irrevogabilidade; (iii) fornecedora de liquidez, ao atuar como credor de última instância no caso de falhas de contraparte; e (iv) supervisora da atuação das demais instituições participantes em prol da eficiência e da segurança. Nas palavras do diretor geral do BIS em 2019 (CARSTENS, 2019, p. 4):

“These four roles set the foundations under the modern two-tier payment system. By performing these functions, the central bank underpins the public’s trust in money, a core public good that sustains the financial system. After all, **the monetary system is a critical public infrastructure that everyone depends on, and should be run in the interests of the public, not those of private stakeholders.** When I refer to “central bank public goods”, this is what I have in mind.” (destaques acrescentados)

Nesse cenário, acrescentar a inovação tecnológica ao arsenal de estratégias regulatórias de que o regulador financeiro pode lançar mão é o principal objetivo dos trabalhos de cooperação interinstitucionais capitaneados pelo BIS. O surgimento do *BIS Innovation Hub* em 2020 é fruto da compreensão de que a atividade regulatória das autoridades monetárias precisa ser cada vez mais baseada no desenvolvimento de infraestruturas de base, a partir das quais os agentes privados do setor financeiro podem oferecer serviços aos consumidores.

Na medida em que o mercado migra para uma atuação majoritariamente digital, as ferramentas de supervisão, monitoramento e fiscalização precisam ser revisitadas e também passar a nascer no ambiente digital. A visão da entidade, construída em parceria com os bancos centrais das principais economias do mundo, parte do diagnóstico de que a missão de atender ao interesse público justifica o papel dessas instituições como desenvolvedoras de infraestruturas públicas que sirvam às metas de política monetária de alto nível desde sua concepção (BIS, 2022, p. 90).

Em outra perspectiva, pode-se dizer que os reguladores financeiros se posicionam na vanguarda de uma transformação da atividade ordenadora estatal – um giro tecnológico, com a licença da ampliação da metáfora cunhada por Gustavo Binenbojm (2016) em sua obra de referência. Nesse sentido, **regular passa em larga medida a significar o uso da arquitetura técnica, seja *software* ou *hardware*, para implementar valores, objetivos e metas socialmente relevantes.**

O caso do Sistema de Pagamentos Instantâneos do Brasil, o já amplamente difundido PIX, ilustra com clareza a pertinência desse novo tipo de estratégia regulatória aos desafios contemporâneos. Pouco mais de dois anos após o seu lançamento, as análises da implementação apontam que o fato de o Banco Central do Brasil ser o responsável por desenvolver, operar, definir padrões técnicos de interoperabilidade e transparência e, ainda, ser capaz de aplicar suas regulamentações através da própria arquitetura técnica constitui um fator chave de seu sucesso (DUARTE et al., 2022).

Na prática, além de controlar a plataforma onde as transações ocorrem, o que lhe confere a oportunidade de regular por *design*, a instituição mantém as suas prerrogativas normativas e de fiscalização sobre as entidades reguladas. A partir da criação de uma infraestrutura até então inexistente, combinada com técnicas tradicionais de regulação econômica, o regulador atuou proativamente de modo a concretizar os objetivos de política pública componentes de seu mandato legal – ampliar a concorrência, garantir a eficiência, a segurança e a estabilidade do sistema financeiro brasileiro. A efetividade dessa estratégia mista, que tem sido replicada em outras jurisdições, demonstra que a provisão de sistemas tecnológicos pelas autoridades monetárias pode produzir efeitos positivos no mercado mesmo com base em um arranjo centralizado no poder estatal.

#### 4. O PAPEL REGULATÓRIO DAS MOEDAS DIGITAIS SOBERANAS

O desdobramento desse uso da tecnologia como ferramenta regulatória em âmbito financeiro é o lançamento de versões digitais das moedas fiduciárias tradicionalmente emitidas pelos bancos centrais – conhecidas pelo acrônimo em inglês **CBDC** (*central bank digital currency*). A principal diferença entre as CBDCs e os criptoativos em geral consiste no fato de que as primeiras são emitidas e garantidas pelo próprio Estado, ao passo que as criptomoedas são descentralizadas e não possuem vínculo com uma autoridade central. Por serem originalmente criadas em meio digital, seu propósito é conciliar vantagens como rapidez, segurança nas transações e aplicação em plataformas *peer-to-peer* com a confiança e a previsibilidade associadas às moedas fiduciárias.

Ainda embrionários na maioria dos casos, os projetos de CBDC podem utilizar diferentes tecnologias subjacentes, não sendo obrigatória a sua implementação em uma cadeia de blocos. Foge ao escopo deste trabalho estabelecer uma tipologia dos diversos formatos que cada instituição ou consórcio tem adotado, considerando a incipiência dos primeiros testes. De qualquer sorte, cumpre ressaltar que o uso da *blockchain* tende a agregar os benefícios típicos de seu modelo criptográfico particular. Na hipótese de uma rede distribuída controlada por uma entidade estatal (*permissioned ledger*), no entanto, o mecanismo de consenso, a visibilidade das transações e a abertura para a participação de quaisquer pessoas como nós validadores seria limitada em comparação com protocolos abertos, como Bitcoin e Ethereum.

Esse arranjo, por si só, não é necessariamente problemático, considerando todas as complexidades práticas de governança e as inevitáveis camadas de centralização que uma rede distribuída apresenta. A confiabilidade do protocolo e sua resiliência a possíveis ataques, porém, depende fundamentalmente da conduta da entidade gestora – isto é, o respectivo banco central ou consórcio de instituições – assim como ocorre hoje com as infraestruturas tradicionais de mercado financeiro. Na perspectiva do BIS, a manutenção dessa camada técnica crítica nas mãos de órgãos estatais, capazes de submeter os agentes privados participantes do mercado a um rigoroso escrutínio prudencial, operacional e de mitigação de riscos representa uma importante vantagem em relação a uma possível transferência a organizações alegadamente descentralizadas.

A adoção da *blockchain* como componente da arquitetura de base para a emissão de moedas virtuais por bancos centrais vem sendo experimentada por diferentes projetos em fase inicial, como nos casos da Rúpia (BANCO CENTRAL DA ÍNDIA, 2022), do Euro (BANCO CENTRAL EUROPEU, 2022, p. 7) e do Sand Dollar (WENKER, 2022) digitais. Nesses casos, planeja-se a possibilidade de arranjos de finanças descentralizadas que utilizem a moeda digital emitida pelo respectivo banco central, em um claro esforço de conciliar a inovação que os contratos inteligentes podem propiciar aos serviços financeiros. O projeto brasileiro de CDBC, por sua vez, encontra-se em fase de piloto pelo Banco Central. Embora as

definições específicas sobre a camada técnica de operação ainda estejam sendo testadas, as diretrizes tornadas públicas pela autarquia estabelecem que a programabilidade do dinheiro, visando a aplicações em contratos inteligentes e IoT (*internet of things*), é uma das prioridades (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023)

Mais uma vez, do ponto de vista do BIS, o sistema monetário do futuro será marcado por transações realizadas por meio de redes de registros distribuídos, de maneira a permitir a execução automática de condições contratuais, ampliação do número de intermediários financeiros – o que tende a reduzir preços, fomentar a inovação e elevar a qualidade dos serviços – e a ampla interoperabilidade entre plataformas de diferentes provedores (BIS, 2022, p. 91). Trata-se, como se percebe, de uma visão que alarga as expectativas hoje relacionadas aos arranjos de *open finance*, em um cenário em que os bancos centrais se consolidam como fornecedores da tecnologia de base para que os usuários do sistema financeiro tenham acesso facilitado a serviços formais:

“In short, programmability, composability and tokenization are not the preserve of crypto. The benefits of atomic settlement and open-source protocols are fully compatible with central banks being at the core of the validation process. **Yet by relying on central bank money, wholesale CBDCs would benefit from the stability and singleness of the currency that central banks provide.** They would also draw on the accountability of the central bank and of regulated intermediaries to society. **By supporting innovative private sector services, they would facilitate adaptability so that the system can meet new needs as they arise.**”

---

485

Para os bancos centrais, manter-se em uma posição central no processo de validação, supervisão e registro de transações significa moldar o desenvolvimento de um novo ecossistema de serviços financeiros de acordo com as suas prioridades regulatórias. Dessa forma, garante-se que, mesmo em arranjos descentralizados, os prestadores de serviço continuem servindo como meios de implementação de política monetária – principalmente, de requerimentos prudenciais, nível de juros e oferta de liquidez, sem que essa prerrogativa seja delegada a entidades não estatais, cujos interesses podem ser de outra natureza. Um exemplo do ganho de eficiência na política fiscal nesse contexto seria o uso de protocolos DeFi para ações de política monetária direcionadas, como a definição de taxas de juros para grupos econômicos específicos (por exemplo, como forma de estímulo mais focalizada durante uma recessão econômica), sem a necessidade de instituições tradicionais para intermediar esse ajuste de mercado.

O uso da *blockchain* como ferramenta pelas autoridades regulatórias financeiras pode ser útil, inclusive, para aprimorar os mecanismos de prevenção à lavagem de dinheiro e ao financiamento do terrorismo. Nesse sentido, destaca-se a supervisão integrada (*embedded supervision*), que aproveita a tecnologia para integrar o

monitoramento regulatório em tempo real aos processos de negócios de instituições financeiras (AUER, 2022, pp. 24-25). Ao rastrear transações diretamente na cadeia de blocos, as autoridades podem detectar anomalias e possíveis violações precocemente, antes que se tornem riscos sistêmicos. Ademais, tende-se a reduzir a carga administrativa e os custos associados ao *compliance*, com destaque para exigências de verificação de identidade e conduta de clientes (*know your customer*), aprimorando sua capacidade de gerenciar riscos e compartilhar dados com os reguladores de forma ágil e segura.

Essas iniciativas regulatórias revelam que o Estado continua a agir como ator relevante mesmo em um ambiente tecnicamente construído com base na *blockchain*. Sua participação tem como finalidade precípua inserir valores públicos em uma estrutura amplamente dominada por agentes privados, de modo a estender obrigações legais como transparência, proteção ao consumidor e equidade a um ecossistema que não necessariamente incorpora de partida essas considerações socialmente relevantes.

Por meio dessa atuação, ainda que sem ocupar a habitual posição de centralidade, o ente governamental gera legitimidade e validação institucional a um arranjo cujo pressuposto ideológico, ironicamente, é a própria capacidade de prescindir dessa chancela como elemento de construção de confiança (KOHL, 2021, p. 30). Como destaca Marcella Atzori, a ideia de que políticas públicas deveriam ser gerenciadas diretamente por redes descentralizadas, inteiramente governadas por algoritmos de consenso distribuído e capazes de desafiar o caráter supostamente opressivo da atuação estatal não é consistente com as capacidades atuais da tecnologia de registros distribuídos.

Ademais, a autora salienta que inexistente qualquer indício de que os interesses particulares dos membros de uma comunidade baseada em *blockchain* sejam de alguma forma mais propensos a promover equidade e democratizar o exercício da cidadania (ATZORI, 2015, p. 18). Ao revés, critica enfaticamente a expectativa de um Estado descentralizado, que extrai seus fundamentos de ação da participação direta dos cidadãos por meio de uma arquitetura computacional para a obtenção de consenso distribuído.

Essa ressalva ocorre sem desconsiderar o diagnóstico de falta de representatividade nas democracias liberais contemporâneas e a necessidade de se reconsiderar as premissas de legitimidade da autoridade estatal. O argumento central de sua análise reside nos possíveis efeitos negativos para os direitos fundamentais dos indivíduos na substituição do modelo de governança estatal, a despeito de suas imperfeições, por uma estrutura assentada em premissas tecnológicas não correspondentes à realidade e que falha em oferecer processos formais e transparentes de tomada de decisão (ATZORI, 2015, pp. 20-21).

Neste ponto, vale retomar a ponderação de Kevin Werbach (2018, p. 494) a respeito da transferência do objeto da confiança em sistemas distribuídos – de uma entidade intermediária para o algoritmo (*“a shift from trusting people to trusting*

*math*”), o que não significa a total superação da confiança no elemento humano. Ocorre que, nesse contexto, este último se mostra presente de maneira indireta, e não raro propositadamente velada, por meio dos controles que exerce na construção do código e, principalmente, nas escolhas políticas embutidas na arquitetura computacional e apresentadas sob uma roupagem técnica, com pretensões de neutralidade.

Nessa mesma toada, Bodó e De Filippi (2022, pp. 17-19) reconhecem que a confiança em organizações DeFi depende substancialmente de mecanismos tradicionais, como a governança do código e regulações exógenas. Para os autores, isso ocorre porque, embora resolva um problema central relacionado ao risco de agência, a tecnologia *blockchain* traz consigo novos desafios que também precisam ser analisados sob a perspectiva da geração de confiança. Especificamente, as questões de concentração de poder sobre o protocolo, complexidade dos mecanismos de governança *off-chain* e surgimento de novas classes de intermediários são destacadas como principais fatores (BECKER e BODO, 2021, pp. 5-6) que enfraquecem a cadeia de blocos enquanto tecnologia da confiança ou *confidence machine* (DE FILIPPI et al., 2020, pp. 6-7).

Nesse cenário, a intervenção estatal presta auxílio a um arranjo de governança essencialmente fundado na tecnologia, e por isso incapaz de endereçar riscos técnicos, operacionais e políticos diretamente relacionados a essa camada técnica. Em outros termos, a segurança provida por uma aplicação de finanças descentralizadas é uma função da solidez técnica e de governança do protocolo *blockchain* sobre o qual se baseia. Uma organização totalmente virtual, no entanto, não dispõe de meios para corrigir os problemas provocados pela própria tecnologia que lhe permite existir (WERBACH, 2018, p. 223).

Sendo assim, mirando em pontos de maior centralização no ecossistema, bem como nos seus pontos de interação com o sistema financeiro tradicional – neste caso, as *exchanges* onde recursos denominados em moeda fiduciária são transacionados por criptoativos – o Estado consegue estabelecer conexões entre o ambiente *on-chain* e a regulação em seu formato tradicional. Dessa forma, a ação estatal pretende contribuir para a mitigação de riscos técnicos e organizacionais que acabam por prejudicar usuários menos propensos à volatilidade extrema dos mercados emergentes em *blockchain* (BODÓ e DE FILIPPI, 2022, p. 15) e que não possuem a proficiência tecnológica necessária para identificar esquemas fraudulentos que se beneficiam da roupagem de finanças descentralizadas (ANKER-SØRENSEN e ZETZSCHE, 2021, pp. 11-13).

## 5. CONCLUSÃO

As finanças descentralizadas (DeFi), embora apresentem um potencial revolucionário para reformular modelos de negócios, atenuar os custos de transação e promover a inclusão financeira, estão atualmente confinadas a uma audiência especializada. Este grupo, já habituado ao ambiente dos criptoativos,

demonstra particular interesse na execução de operações de crédito em pools de liquidez.

As características intrínsecas às DeFi – volatilidade intensa, caráter eminentemente especulativo e elevados volumes de transação – representam riscos sistêmicos palpáveis ao sistema financeiro tradicional. Essas potencialidades arriscadas geram uma atmosfera de ceticismo por parte das entidades regulatórias, que se manifesta sobretudo em três aspectos: (i) a ilusão de uma verdadeira descentralização, dada a concentrada distribuição de poder nas principais redes DeFi; (ii) a desconfiança na capacidade dos softwares open source de servir como uma infraestrutura segura para um mercado financeiro de escala global; e (iii) a ameaça de uma diminuição da capacidade dos bancos centrais em implementar políticas monetárias através dos canais tradicionais, o que pode vir a prejudicar a estabilidade financeira.

Diante desse cenário, observa-se um intenso processo de transformação nas práticas regulatórias no setor financeiro. Uma das estratégias mais relevantes tem sido o desenvolvimento de tecnologia diretamente pelas entidades estatais - em especial, os bancos centrais. Este recurso tem se tornado uma tática crucial para garantir a continuidade da relevância do Estado e a promoção de valores e objetivos de alta relevância social através da arquitetura técnica das ferramentas que influenciam o comportamento socioeconômico.

Uma das respostas mais significativas ao desafio imposto pelas finanças descentralizadas é a adoção, por parte dos bancos centrais, de uma estratégia de provisão direta de tecnologia. Essa estratégia, que consiste em criar e disponibilizar ferramentas tecnológicas que reflitam as preocupações de política pública, representa um passo crucial na resposta adaptativa dos bancos centrais à emergência da DeFi. A implementação do sistema PIX no Brasil, por exemplo, revela a atuação proativa do Banco Central do Brasil na oferta de uma infraestrutura de pagamentos instantâneos. De modo similar, os projetos de CBDCs que estão sendo desenvolvidos em diversas jurisdições demonstram a disposição dos bancos centrais em criar instrumentos monetários digitais que possam se integrar harmoniosamente ao ambiente financeiro emergente.

Este esforço reflete um reconhecimento dos bancos centrais da importância de prover infraestruturas críticas que possam garantir a estabilidade e a eficiência do sistema financeiro. Na visão do BIS, os bancos centrais têm um papel crucial na garantia do bom funcionamento do sistema financeiro, especialmente em face dos desafios apresentados pela inovação tecnológica. Ao se engajar na provisão direta de tecnologia, os bancos centrais estão, portanto, desempenhando sua função de reguladores estatais, ao mesmo tempo em que abrem espaço para o surgimento de organizações descentralizadas. No entanto, é importante ressaltar que a autonomia dessas novas entidades, mesmo em um contexto de DeFi, permanece limitada ao quadro normativo existente. Dessa forma, os bancos centrais buscam equilibrar a necessidade de inovação e a promoção de uma maior eficiência do sistema

financeiro com a preservação da estabilidade e da segurança financeira, assim como da sua própria relevância institucional.

## REFERÊNCIAS

ANKER-SØRENSEN, Linn; ZETZSCHE, Dirk A. *From Centralized to Decentralized Finance: The Issue of 'Fake-DeFi'*, 2021. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3978815](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3978815)>. Acesso em 30 jan. 2023.

ATZORI, Marcella. *Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary?* Dez. 2015. Disponível em SSRN: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2731132](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2731132). Acesso em 07 set. 2021.

AUER, Raphael. Embedded Supervision: how to build regulation into decentralized finance. *Cryptoeconomic Systems*, v. 2, n. 1, 2022.

BANCO CENTRAL DA ÍNDIA. *Concept Note on Central Bank Digital Currency*, 2022. Disponível em: <https://www.rbi.org.in/Scripts/PublicationReportDetails.aspx?UrlPage=&ID=1218>. Acesso em 30 jan. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Regulamento do Piloto do Real Digital, 2023. Disponível em: <[https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/real\\_digital\\_docs/workshop/Workshop\\_Sessao\\_3\\_Regulamentao\\_Piloto\\_RD.pdf](https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/real_digital_docs/workshop/Workshop_Sessao_3_Regulamentao_Piloto_RD.pdf)>. Acesso em 30 mai. 2023.

BANCO CENTRAL EUROPEU. *Progress on the investigation phase of a digital euro – second report*, 2022, p. 7. Disponível em: <<https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/news/html/ecb.mipnews221221.en.html>>. Acesso em 30 jan. 2023.

BECKER, Mortiz; BODO, Balázs. Trust/trustless. *Internet Policy Review*, v. 10, n. 2, 2021.

BINENBOJM, Gustavo. *Poder de polícia, Ordenação, Regulação: Transformações Político-Jurídicas, Econômicas e Institucionais do Direito Administrativo Ordenador*. Belo Horizonte: Fórum, 2016.

BIS. *Annual Economic Report 2022*. Disponível em: <<https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2022e.pdf>>. Acesso em 30 jan. 2023.

BIS, OICU-IOSCO. *Principles for financial market infrastructures*, 2012. Disponível em: <<https://www.bis.org/cpmi/publ/d101a.pdf>>. Acesso em 30 jan. 2023.

BODÓ, Balázs; DE FILIPPI, Primavera. Trust in Context: The Impact of Regulation on Blockchain and DeFi. *Blockchain & Society Policy Research Lab Research Notes*, v. 1, 2022. Disponível em:



<[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4051842](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4051842)>. Acesso em 30 jan. 2023.

CARSTENS, Agustín. *The future of money and the payment system: what role for central banks?*, v. 5, 2019., p. 4. Disponível em: <<https://www.bis.org/speeches/sp191205.htm>>. Acesso em 30 jan. 2023.

DE CARIA, Riccardo. Blockchain and sovereignty. In: POLLICINO, Oreste; DE GREGORIO, Giovanni. *Blockchain and Public Law: global challenges in the era of decentralisation*, pp. 40-58. Cheltenham: Edward Elgar, 2021.

DE FILIPPI, Primavera et al. Blockchain as a confidence machine: the problem of trust & challenges of governance. *Technology in Society*, v. 62, 2020, p. 1-14. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X20303067>. Acesso em 07 set. 2021.

DUARTE, Angelo et al. Central banks, the monetary system and public payment infrastructures: lessons from Brazil's Pix. *BIS Bulletin*, n. 52, 2022. Disponível em: <<https://www.bis.org/publ/bisbull52.htm>>. Acesso em 23 nov. 2022.

FLOOD, John; ROBB, Lachlan. Trust, anarcho-capitalism, blockchain and initial coin offerings. *Griffith University Law School Research Paper*, n. 17-23, 2017.

GEORGIU, George C. Cryptocurrency Challenges Sovereign Currency. *World Economics*, v. 21, n. 1, pp. 117-141, 2020.

490

KATONA, Tamás. Decentralized Finance: the possibilities of a blockchain “money lego” system. *Financial and Economic Review*, v. 20, n. 1, pp. 74-102, 2021.

KOHL, Uta. Blockchain utopia and its governance shortfalls. In: POLLICINO, Oreste; DE GREGORIO, Giovanni. *Blockchain and Public Law: global challenges in the era of decentralisation*, pp. 13-39. Cheltenham: Edward Elgar, 2021.

LEHAR, Alfred; PARLOUR, Christine A. Systemic fragility in decentralized markets, *BIS Working Papers* n. 1062, 2022. Disponível em: <<https://www.bis.org/publ/work1062.pdf>>. Acesso em 30 jan. 2023.

OCDE. *Why DeFi Matters and the policy implications*, 2022, p. 48. Disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/fin/financial-markets/Why-Decentralised-Finance-DeFi-Matters-and-the-Policy-Implications.pdf>>. Acesso em 17 jan. 2023.

SCHÄR, Fabian. Decentralized Finance: on blockchain- and smart contract-based financial markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, v. 103, n. 2, 2021, pp. 153-174.

WALCH, Angela. Open-source operational risk: should public blockchains serve as financial market infrastructures?. In: DENG, Robert; CHUEN, David Lee Kuo.

*Handbook of blockchain, digital finance, and inclusion, volume 2.* Amsterdam: Elsevier, 2018. pp. 243-269.

WENKER, Kilian. Retail central bank digital currencies (CBDC), Disintermediation and financial privacy: The case of the Bahamian sand dollar. *FinTech*, v. 1, n. 4, p. 345-361, 2022.

WERBACH, Kevin. Trust but verify: why the blockchain needs the law. *Berkeley Technology Law Journal*, v. 33, n. 487, 2018, p. 487-550.

WERBACH, Kevin. *The Blockchain and the New Architecture of Trust*. Londres: The MIT Press, 2018.

