

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

VITOR BACCHI DE FARIA REIS

**ADOÇÃO DO SISTEMA BLOCKCHAIN E TOKENIZAÇÃO NO MERCADO
FINANCEIRO: TRANSFORMAÇÕES, OPORTUNIDADES E DESAFIOS
REGULATÓRIOS**

Campo Grande – MS

2026

VITOR BACCHI DE FARIA REIS

**ADOÇÃO DO SISTEMA BLOCKCHAIN E TOKENIZAÇÃO NO MERCADO
FINANCEIRO: TRANSFORMAÇÕES, OPORTUNIDADES E DESAFIOS
REGULATÓRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas, sob orientação do Professor Dr. Matheus Wemerson Gomes Pereira.

Campo Grande – MS

2026

BANCA EXAMINADORA

Orientador Prof. Dr. Matheus Wemerson Gomes Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Wladimir Machado Teixeira
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Jorge Luis Sanchez Arevalo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

RESUMO

O presente trabalho analisa o processo de adoção da tecnologia blockchain e da tokenização de ativos no mercado financeiro brasileiro, com foco nos impactos do projeto Drex, nas transformações regulatórias decorrentes da Lei n.º 14.478/2022 e nas perspectivas de inclusão financeira proporcionadas pela tokenização. A delimitação do objeto de análise concentra-se nos impactos do Drex como principal marco institucional, na tokenização de ativos financeiros específicos (títulos públicos, imóveis e agronegócio) e nos aspectos regulatórios que moldam esse ecossistema no Brasil. A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, com base em revisão bibliográfica e documental de literatura científica, relatórios institucionais e fontes regulatórias primárias. Do ponto de vista teórico, o trabalho incorpora a perspectiva da inovação financeira, entendendo a tokenização como um fenômeno análogo a inovações históricas que ampliaram o acesso e a eficiência dos mercados de capitais (ZETZSCHE et al., 2020; BRUMMER; YADAV, 2019). Os resultados demonstram que a blockchain oferece uma infraestrutura radicalmente diferente dos sistemas de liquidação tradicionais, com destaque para os contratos inteligentes, que automatizam acordos financeiros e eliminam intermediários. A tokenização converte direitos sobre ativos reais em representações digitais programáveis e fracionáveis, aumentando liquidez e democratizando o acesso a investimentos. No cenário brasileiro, o projeto Drex representa o principal achado institucional, posicionando o Brasil na vanguarda global das CBDCs. Apesar dos desafios técnicos de escalabilidade, interoperabilidade e segurança, bem como das incertezas regulatórias, as perspectivas são amplamente positivas, com estimativas conservadoras projetando um mercado de ativos tokenizados na ordem de trilhões de dólares até 2030.

Palavras-chave: Blockchain. Tokenização de ativos. Mercado financeiro digital. Drex. Inovação financeira. CBDCs. Desafios regulatórios.

ABSTRACT

This study analyzes the adoption of blockchain technology and asset tokenization in the Brazilian financial market, focusing on the impacts of the Drex project, regulatory transformations stemming from Law No. 14.478/2022, and the prospects for financial inclusion enabled by tokenization. The research scope is delimited to the impacts of Drex as the main institutional milestone, the tokenization of specific financial assets (public securities, real estate, and agribusiness), and the regulatory aspects shaping this ecosystem in Brazil. The research adopts a qualitative, exploratory, and descriptive approach, based on bibliographic and documentary review of scientific literature, institutional reports, and primary regulatory sources. From a theoretical perspective, the work incorporates the financial innovation framework, understanding tokenization as a phenomenon analogous to historical innovations that expanded access and efficiency in capital markets (ZETZSCHE et al., 2020; BRUMMER; YADAV, 2019). The results demonstrate that blockchain offers an infrastructure fundamentally different from traditional settlement systems, with emphasis on smart contracts that automate financial agreements and eliminate intermediaries. Tokenization converts rights over real-world assets into programmable and divisible digital representations, increasing liquidity and democratizing access to investments. In the Brazilian context, the Drex project represents the main institutional finding, positioning Brazil at the global vanguard of CBDC development. Despite technical challenges related to scalability, interoperability, and cybersecurity, as well as regulatory uncertainties, the prospects are broadly positive, with conservative estimates projecting a tokenized asset market in the range of trillions of dollars by 2030.

Keywords: Blockchain. Asset tokenization. Digital financial market. Drex. Financial innovation. CBDCs. Regulatory challenges.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Origens e Conceitos da Tecnologia Blockchain	10
2.2	Funcionamento Técnico da Blockchain	11
2.3	Tipos de Blockchain.....	11
2.4	Contratos Inteligentes (Smart Contracts)	12
2.5	Tokenização de Ativos: Conceito e Fundamentos.....	13
2.6	Tipos de Tokens e Ativos Tokenizáveis	14
2.7	Inovação Financeira e Tokenização	15
3	METODOLOGIA	17
4	BLOCKCHAIN NO MERCADO FINANCEIRO GLOBAL.....	19
4.1	Aplicações em Pagamentos e Transferências Internacionais	19
4.2	Finanças Descentralizadas (DeFi).....	19
4.3	Moedas Digitais de Bancos Centrais (CBDCs)	20
4.4	Tokenização de Ativos no Mercado Global	21
5	CENÁRIO BRASILEIRO: BLOCKCHAIN E TOKENIZAÇÃO	23
5.1	O Projeto Drex e a CBDC Brasileira	23
5.2	Regulação dos Criptoativos no Brasil	24
5.3	Iniciativas de Tokenização no Mercado Brasileiro.....	26
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
7	DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS	31
7.1	Desafios Técnicos e de Segurança	31
7.2	Desafios Regulatórios e Jurídicos	31
7.3	Perspectivas e Tendências para o Mercado Financeiro.....	32

8	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Desde o início dos anos 2000, o sistema financeiro mundial tem passado por transformações profundas impulsionadas pelo avanço da tecnologia da informação. Cada avanço tecnológico, da internet à popularização dos smartphones, trouxe novas formas de intermediação financeira, novos modelos de negócio e novos atores ao mercado. Nesse contexto, a tecnologia blockchain e os processos de tokenização de ativos surgem como fenômenos promissores com potencial para redefinir a arquitetura do sistema financeiro global.

O sistema blockchain foi criado em 2008 pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto como a infraestrutura ligada ao Bitcoin, a primeira criptomoeda descentralizada do mundo. Desde então, a tecnologia evoluiu muito além das moedas digitais, sendo aplicada em contratos inteligentes, registros imutáveis de propriedade, sistemas de identidade digital e, especialmente, no mercado financeiro (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016). A essência da blockchain reside na sua capacidade de criar registros compartilhados, transparentes e resistentes a adulterações sem a necessidade de uma autoridade central de controle.

A tokenização, por sua vez, é o processo pelo qual ativos do mundo real, como imóveis, títulos de renda fixa, ações de empresas, obras de arte ou commodities, são convertidos em representações digitais denominadas tokens, que passam a existir em redes blockchain (CHEN, 2020). Esse mecanismo permite fracionar ativos de alto valor, ampliar a liquidez de mercados antes ilíquidos e democratizar o acesso a classes de ativos historicamente restritas a grandes investidores institucionais. Sob a perspectiva da inovação financeira, a tokenização pode ser compreendida como mais um fenômeno em uma longa trajetória de inovações que ampliaram a eficiência e o acesso aos mercados de capitais, desde a securitização até os derivativos padronizados (ZETZSCHE et al., 2020).

No Brasil, a tokenização ganhou relevância especial com o projeto Drex, a moeda digital do Banco Central do Brasil. O Drex representa o marco institucional mais importante desse processo, sinalizando a disposição do regulador em incorporar os benefícios da tecnologia de registro distribuído à infraestrutura financeira do país (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023). Ao mesmo tempo, a Lei n.º 14.478/2022 estabeleceu as primeiras diretrizes legais para o ecossistema de criptoativos no Brasil, avançando na criação de um ambiente jurídico mais claro.

Apesar do potencial inovador, a adoção em larga escala dessas tecnologias ainda enfrenta limitações técnicas de escalabilidade e consumo energético, incertezas regulatórias e

riscos de segurança cibernética. A ausência de um padrão internacional e a resistência de parte do mercado financeiro também representam barreiras significativas.

Diante desse cenário, o presente trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: como o processo de adoção da blockchain e da tokenização está transformando o mercado financeiro brasileiro, com foco no projeto Drex, na tokenização de ativos financeiros específicos e nos desafios regulatórios associados?

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o processo de adoção da tecnologia blockchain e da tokenização de ativos no mercado financeiro brasileiro, com ênfase no projeto Drex, nos aspectos regulatórios e nos impactos sobre o sistema financeiro nacional.

De forma específica, os objetivos são: (i) descrever os fundamentos técnicos, conceituais e teóricos da tecnologia blockchain e dos processos de tokenização, à luz da teoria da inovação financeira; (ii) mapear as principais aplicações dessas tecnologias no mercado financeiro global; (iii) analisar o cenário brasileiro, com foco no projeto Drex, na regulação e nas iniciativas de tokenização; (iv) discutir os principais achados em quadro síntese dos resultados; e (v) identificar os desafios e perspectivas futuras para a adoção dessas tecnologias no sistema financeiro.

A relevância deste trabalho é justificada por três razões principais. Do ponto de vista acadêmico, o tema é recente e ainda carece de literatura científica consolidada, especialmente sobre tokenização de ativos no mercado brasileiro. Do ponto de vista prático, as transformações em curso têm implicações diretas para os modelos de negócio das instituições financeiras e para os investidores. Do ponto de vista social, a democratização do acesso a investimentos por meio da tokenização e das finanças descentralizadas representa uma oportunidade concreta de inclusão financeira.

O trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, incluindo nova seção sobre inovação financeira e tokenização; o Capítulo 3 descreve a metodologia; o Capítulo 4 mapeia as aplicações no mercado financeiro global; o Capítulo 5 analisa o cenário brasileiro; o Capítulo 6 apresenta os resultados e discussão; o Capítulo 7 aborda os desafios e perspectivas futuras; e o Capítulo 8 apresenta as conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origens e Conceitos da Tecnologia Blockchain

A tecnologia blockchain tem sua origem na crise financeira global de 2008, contexto no qual Satoshi Nakamoto publicou o artigo intitulado "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". Nesse documento, propôs um sistema de pagamentos eletrônicos descentralizado, que dispensava a necessidade de uma autoridade central de confiança para validar transações (NAKAMOTO, 2008).

A blockchain pode ser definida como um tipo específico de tecnologia de registro distribuído (DLT — Distributed Ledger Technology) na qual as transações são agrupadas em blocos encadeados cronologicamente por meio de funções criptográficas. Cada bloco contém um conjunto de transações validadas, um carimbo de data e hora (timestamp), e um ponteiro criptográfico, denominado hash, que referencia o bloco anterior, formando uma cadeia contínua e imutável de registros (SWAN, 2015).

Para Tapscott e Tapscott (2016), a blockchain representa uma plataforma de confiança descentralizada, capaz de transformar não apenas o sistema financeiro, mas toda a arquitetura de relações econômicas e sociais da era digital. Assim como a internet transformou a comunicação e a distribuição de informações, a blockchain tem o potencial de transformar como armazenamos e transferimos valor.

A imutabilidade dos registros blockchain é garantida pela descentralização, pela qual os participantes da rede, denominados nós, verificam coletivamente a validade de cada transação antes de sua inclusão no bloco. Esse processo elimina a necessidade de um intermediário central confiável (ANTONOPOULOS, 2017). As características fundamentais são: descentralização, imutabilidade, transparência e segurança criptográfica (IANSITI; LAKHANI, 2017).

No contexto financeiro, a blockchain surge como solução para problemas históricos de liquidação e compensação de transações. O sistema financeiro tradicional opera com intermediários, bancos correspondentes, corretoras, câmaras de compensação, custódias, que adicionam custos, tempo e riscos operacionais às transações. A blockchain permite que transações sejam executadas de forma direta entre as partes (peer-to-peer), com liquidação quase imediata e custos significativamente reduzidos (CASEY; VIGNA, 2018).

2.2 Funcionamento Técnico da Blockchain

O processo de criação e validação de transações em uma blockchain envolve vários componentes tecnológicos interconectados. O processo tem início quando um usuário solicita uma transação, por exemplo, a transferência de um ativo digital. Essa transação é transmitida para a rede de nós participantes, que a verificam quanto à validade, checando se o remetente possui saldo suficiente e se a assinatura digital é autêntica. As transações válidas são agrupadas em um bloco pendente e aguardam inclusão na cadeia (ANTONOPOULOS, 2017).

A inclusão do bloco na cadeia é determinada pelo mecanismo de consenso adotado pela rede. Os dois principais mecanismos são: Proof of Work (PoW) e Proof of Stake (PoS). No PoW, utilizado originalmente pelo Bitcoin, os nós competem para resolver um problema matemático computacionalmente custoso. O primeiro a resolver tem o direito de incluir o próximo bloco e é recompensado com unidades da criptomoeda nativa. Embora altamente seguro, o PoW é criticado pelo elevado consumo de energia elétrica (NAKAMOTO, 2008).

O PoS, adotado pelo Ethereum desde 2022 em sua atualização "The Merge", seleciona o validador do próximo bloco de forma proporcional à quantidade de criptomoeda depositada como garantia (stake). O PoS é considerado mais eficiente energeticamente, embora levante questionamentos sobre a concentração de poder entre os maiores detentores de criptomoeda (BUTERIN, 2014).

Cada bloco contém: o hash do bloco anterior; um timestamp; o conjunto de transações validadas; e um nonce (número aleatório utilizado no PoW). A função hash, tipicamente SHA-256 no Bitcoin, gera um identificador único de tamanho fixo para cada bloco. Qualquer alteração nos dados de um bloco resultaria em um hash completamente diferente, invalidando todos os blocos subsequentes. Essa propriedade é o fundamento da imutabilidade dos registros blockchain (SWAN, 2015).

2.3 Tipos de Blockchain

As blockchains podem ser classificadas conforme o modelo de acesso e governança adotado. Essa distinção é fundamental para compreender as diferentes aplicações no mercado financeiro, uma vez que cada tipo apresenta características distintas de descentralização, privacidade, escalabilidade e confiança.

As blockchains públicas são abertas, qualquer pessoa pode participar como nó, validar transações e ler o histórico completo de operações. Bitcoin e Ethereum são os exemplos mais conhecidos. Esse modelo garante máxima descentralização e resistência à censura, mas apresenta limitações de escalabilidade e privacidade (IANSITI; LAKHANI, 2017).

As blockchains privadas (ou permissionadas) restringem a participação a um grupo pré-definido de participantes autorizados. Uma entidade central controla quem pode ingressar na rede, validar dados e realizar transações. Exemplos incluem a Hyperledger Fabric, amplamente adotada em aplicações corporativas e financeiras. Esse modelo sacrifica parte da descentralização em prol de maior velocidade, segurança, privacidade e controle regulatório (HYPERLEDGER, 2022).

As blockchains consorciadas representam um modelo intermediário, no qual um grupo de organizações, como um conjunto de bancos ou instituições, compartilha o controle da rede. Um exemplo é o modelo R3 Corda, utilizado por grandes bancos internacionais. Esse arranjo é particularmente adequado para aplicações financeiras que requerem privacidade e conformidade regulatória, mas se beneficiam da eficiência e imutabilidade da blockchain (CASEY; VIGNA, 2018).

2.4 Contratos Inteligentes (Smart Contracts)

Os contratos inteligentes (smart contracts) são programas autoexecutáveis armazenados na blockchain que executam automaticamente os termos de um contrato quando condições predefinidas são satisfeitas. O conceito foi introduzido pelo cientista da computação Nick Szabo na década de 1990 e ganhou implementação prática com o lançamento da plataforma Ethereum em 2015 (SZABO, 1994; BUTERIN, 2014).

Em termos simples, um contrato inteligente funciona como um "se-então" automatizado na blockchain: se determinada condição for verificada (por exemplo, o comprador depositou o pagamento), então determinada ação será executada automaticamente (a propriedade do ativo é transferida para o comprador). Uma vez implantado na blockchain, o contrato inteligente é imutável e executa automaticamente, sem a necessidade de intervenção humana ou de um intermediário confiável (ETHEREUM FOUNDATION, 2023).

No mercado financeiro, os contratos inteligentes têm aplicações de enorme alcance. Schär (2021) destaca que, além da eficiência e da desintermediação, os contratos inteligentes apresentam riscos relevantes de governança, liquidez e vulnerabilidades de código. Em

operações de derivativos, por exemplo, o contrato pode automaticamente calcular e realizar pagamentos de margens conforme as variações de preço dos ativos subjacentes. Em operações de crédito, um contrato inteligente pode automaticamente liberar garantias colateralizadas quando uma dívida é quitada, ou liquidar as garantias em caso de inadimplência (CHEN, 2020). Contudo, a principal limitação reside na impossibilidade de correção de bugs após a implementação: como o contrato é imutável, erros de programação podem ser explorados por mal-intencionados. O ataque ao protocolo The DAO em 2016, que resultou no roubo de aproximadamente 60 milhões de dólares em Ether, é o exemplo mais emblemático desse risco (ETHEREUM FOUNDATION, 2023).

2.5 Tokenização de Ativos: Conceito e Fundamentos

A tokenização de ativos é o processo de conversão de direitos sobre ativos, tangíveis ou intangíveis, em tokens digitais armazenados em uma blockchain. Em essência, um token representa uma forma de registro digital de propriedade ou de direito sobre um ativo, que pode ser transferido, fracionado e negociado de forma programável em redes distribuídas (CHEN, 2020).

Do ponto de vista jurídico e econômico, Zetsche et al. (2020) destacam que a tokenização apresenta desafios regulatórios únicos, pois um mesmo token pode simultaneamente incorporar características de diferentes instrumentos financeiros, como valores mobiliários, instrumentos de pagamento e commodities. Esses autores enfatizam que a definição da natureza jurídica do token varia entre jurisdições e tem implicações diretas sobre os requisitos de registro, divulgação e negociação, tornando indispensável uma análise regulatória caso a caso.

Na visão de Zetsche et al. (2020), a tokenização não deve ser compreendida como uma simples transferência de ativos tradicionais para plataformas digitais, mas como um redesenho estrutural das relações jurídicas e econômicas entre emissores, investidores e reguladores. Os autores enfatizam que a capacidade técnica de fragmentar e programar ativos cria uma nova categoria de instrumentos híbridos, cujas características desafiam frontalmente as taxonomias regulatórias existentes. Para esses pesquisadores, a resposta regulatória adequada não pode ser nem excessivamente restritiva, o que sufocaria a inovação, nem permissiva a ponto de criar arbitragem regulatória entre jurisdições. Trata-se, portanto, de um equilíbrio delicado que demanda permanente diálogo entre academia, reguladores e mercado.

A tokenização apresenta várias vantagens em relação aos modelos tradicionais de registro e negociação de ativos. A fracionabilidade permite que ativos de alto valor sejam divididos em milhares de tokens acessíveis a pequenos investidores. A liquidez é aumentada ao permitir a negociação 24 horas por dia, 7 dias por semana, em mercados globais. A transparência e a auditabilidade são aprimoradas pela imutabilidade dos registros blockchain (DELOITTE, 2020).

Para Chen (2020), a tokenização representa uma revolução na forma como os ativos são emitidos, mantidos e transferidos, com potencial para aumentar significativamente a eficiência dos mercados de capitais globais. O Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial também reconheceram o potencial da tokenização para aprimorar a inclusão financeira em economias emergentes.

2.6 Tipos de Tokens e Ativos Tokenizáveis

Os tokens podem ser classificados em diferentes categorias conforme sua função e as características dos ativos que representam. Os security tokens representam participação em ativos financeiros regulados, como ações, títulos de dívida e cotas de fundos de investimento. Por representarem ativos regulados, estão sujeitos às mesmas exigências legais dos valores mobiliários tradicionais (SEC, 2019).

Os utility tokens conferem ao detentor o direito de acesso a um serviço ou produto específico em uma plataforma digital. Diferentemente dos security tokens, em muitas jurisdições não estão sujeitos às leis de valores mobiliários, embora a linha entre ambos seja frequentemente objeto de debate regulatório (BUTERIN, 2014).

Os stablecoins são tokens cujo valor é atrelado a um ativo de referência estável, tipicamente uma moeda fiduciária. Os stablecoins buscam combinar os benefícios da blockchain, velocidade, programabilidade, ausência de fronteiras, com a estabilidade de preço das moedas tradicionais. Exemplos incluem o USDT (Tether), USDC (USD Coin) e, no contexto brasileiro, o Drex (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

Os NFTs (Non-Fungible Tokens) são tokens únicos e não intercambiáveis que representam a propriedade de ativos digitais únicos, como obras de arte digitais, itens de jogos e registros de propriedade intelectual. No mercado financeiro, têm aplicações na tokenização de imóveis únicos e laudos técnicos (CASEY; VIGNA, 2018).

No que diz respeito aos ativos tokenizáveis, praticamente qualquer ativo que possa ser representado juridicamente pode ser tokenizado. Os segmentos com maior potencial incluem: imóveis residenciais, comerciais e de infraestrutura; títulos de dívida pública e privada; ações de empresas não listadas em bolsa; commodities como ouro, petróleo e produtos agrícolas; créditos de carbono e ativos ambientais; e recebíveis e direitos creditórios (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020).

2.7 Inovação Financeira e Tokenização

Para compreender adequadamente o fenômeno da tokenização, é necessário situá-lo no âmbito mais amplo da teoria da inovação financeira. Novos instrumentos financeiros surgem tipicamente em resposta a necessidades econômicas não atendidas pelos instrumentos existentes, como a redução de custos de transação, a ampliação do acesso ao crédito ou a criação de novos mecanismos de partilha de riscos (MERTON, 1992). Nesse sentido, a tokenização pode ser compreendida como uma inovação financeira que responde a limitações estruturais dos mercados tradicionais: iliquidez de ativos de alto valor, barreiras de entrada para pequenos investidores e ineficiências nos sistemas de liquidação e custódia.

Brummer e Yadav (2019) argumentam que as inovações financeiras baseadas em tecnologia digital, dentre as quais se inclui a tokenização, apresentam características que desafiam os paradigmas regulatórios tradicionais: são globais por natureza, operam em tempo real, e frequentemente atravessam fronteiras jurisdicionais sem a mediação de intermediários regulados. Esses autores destacam a necessidade de desenvolver frameworks regulatórios adaptativos, capazes de acomodar a velocidade da inovação sem comprometer a estabilidade do sistema financeiro e a proteção dos investidores.

A perspectiva de Brummer e Yadav (2019) é particularmente relevante para o contexto brasileiro. Os autores identificam um “trilemma da inovação” que reguladores enfrentam ao lidar com fintechs e tecnologias financeiras disruptivas: é praticamente impossível maximizar simultaneamente a proteção ao consumidor, a estabilidade do sistema financeiro e o fomento à inovação. Qualquer marco regulatório necessariamente prioriza dois desses objetivos em detrimento do terceiro. No caso brasileiro, a Lei n.º 14.478/2022 e as normas do BCB e da CVM parecem priorizar a estabilidade e a proteção ao consumidor, o que é compreensível dado o histórico do sistema financeiro nacional, mas pode limitar o potencial inovador da tokenização em relação a jurisdições mais permissivas como Suíça e Singapura. Essa tensão estrutural,

segundo Brummer e Yadav, não tem solução definitiva: trata-se de uma escolha política que deve ser reavaliada continuamente à medida que a tecnologia e o mercado evoluem.

Zetsche et al. (2020) identificam três dimensões de impacto da tokenização sobre os mercados financeiros: (i) a dimensão de eficiência, pela redução de custos de intermediação e liquidação; (ii) a dimensão de acesso, pela democratização do investimento em ativos antes reservados a grandes investidores institucionais; e (iii) a dimensão regulatória, pelos desafios impostos à supervisão financeira por instrumentos que combinam características de diferentes classes de ativos. Essa perspectiva analítica orienta a discussão dos resultados apresentados no Capítulo 6 deste trabalho.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva. A pesquisa qualitativa é adequada ao estudo de fenômenos emergentes e complexos, como a adoção da blockchain e da tokenização no mercado financeiro, nos quais a compreensão dos processos, das relações e dos contextos é mais relevante do que a quantificação de variáveis (GIL, 2010).

O caráter exploratório da pesquisa se justifica pela relativa novidade do tema, que ainda não conta com um corpus consolidado de literatura científica nacional, especialmente no que se refere à tokenização de ativos no mercado brasileiro. A pesquisa exploratória busca familiaridade com o fenômeno, identificar suas dimensões mais relevantes e gerar insights que possam orientar futuras pesquisas mais aprofundadas (VERGARA, 2016).

O caráter descritivo se manifesta no esforço de mapear e caracterizar as principais aplicações da blockchain e da tokenização no mercado financeiro global e brasileiro, bem como de descrever o ambiente regulatório e os desafios enfrentados pelos diferentes atores do ecossistema (GIL, 2010).

O método de coleta de dados utilizado é a pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica envolveu o levantamento e análise crítica de literatura científica disponível nas bases de dados SciELO, Google Acadêmico, Periódicos CAPES, IEEE Xplore e SSRN, utilizando como descritores os termos "blockchain", "tokenização", "ativos digitais", "mercado financeiro", "DeFi", "CBDC", "inovação financeira" e "Drex", em português e inglês, com filtro temporal para os anos de 2008 a 2024.

A pesquisa documental complementou a bibliográfica com a análise de fontes primárias: legislação brasileira vigente (Lei n.º 14.478/2022, Resolução BCB n.º 96/2021, normativos da CVM); relatórios institucionais do Banco Central do Brasil, do Banco de Compensações Internacionais (BIS), do Fundo Monetário Internacional (FMI) e da Organização Internacional das Comissões de Valores (IOSCO); white papers de projetos blockchain relevantes; e relatórios setoriais de consultorias especializadas. Em atenção às observações da banca, buscou-se ampliar a utilização de artigos científicos publicados em periódicos especializados, de modo a equilibrar as fontes institucionais com evidências acadêmicas, incorporando autores como Zetzsche et al. (2020), Brummer e Yadav (2019) e Schär (2021).

O processo de análise de dados seguiu a técnica de análise de conteúdo temática (BARDIN, 2011), na qual o material coletado foi organizado em torno dos eixos temáticos que estruturam os capítulos do trabalho: fundamentos técnicos e conceituais da blockchain e da

tokenização; teoria da inovação financeira; aplicações no mercado financeiro global; cenário brasileiro com foco no Drex; resultados e discussão; e desafios e perspectivas futuras.

As limitações da pesquisa devem ser reconhecidas. Por se tratar de um fenômeno em rápida evolução, parte das informações disponíveis na literatura pode ter sido superada por desenvolvimentos ocorridos após a conclusão da fase de coleta de dados. Além disso, a ausência de dados primários, obtidos por meio de entrevistas ou questionários com profissionais do setor, representa uma limitação em relação à profundidade da análise empírica. Pesquisas futuras poderiam suprir essa lacuna com a realização de estudos de caso em instituições financeiras que adotaram soluções blockchain e tokenização.

4 BLOCKCHAIN NO MERCADO FINANCEIRO GLOBAL

4.1 Aplicações em Pagamentos e Transferências Internacionais

Uma das aplicações mais imediatas e de maior impacto da blockchain no mercado financeiro global é a transformação dos sistemas de pagamentos e transferências internacionais. O sistema tradicional de pagamentos transfronteiriços, baseado em redes de bancos correspondentes e protocolos como o SWIFT, é caracterizado por altos custos, longos prazos de liquidação e falta de transparência no rastreamento das transações.

Segundo dados do Banco Mundial (2023), o custo médio global de envio de remessas internacionais equivale a cerca de 6% do valor enviado, com prazos de liquidação que podem variar de dois a cinco dias úteis. Esse modelo penaliza especialmente os trabalhadores migrantes que enviam recursos para suas famílias em países em desenvolvimento.

A blockchain possibilita a transferência de valor de forma direta entre as partes (peer-to-peer), sem a necessidade de uma cadeia de bancos intermediários. Protocolos como o Ripple (XRP) e o Stellar foram desenvolvidos especificamente para aplicações de pagamentos transfronteiriços, permitindo liquidação em segundos a frações do custo tradicional (CASEY; VIGNA, 2018).

No mercado de câmbio, a blockchain tem potencial para reduzir substancialmente o risco de liquidação, o risco de que uma das partes de uma transação cambial falhe em cumprir sua obrigação após a contraparte já ter cumprido a sua. Esse risco, historicamente denominado risco Herstatt, é uma das preocupações centrais dos sistemas de liquidação de câmbio. A liquidação atômica (atomic settlement) proporcionada pela blockchain, onde as duas pernas de uma transação cambial são liquidadas simultaneamente, elimina esse risco (BIS, 2022).

O Banco de Compensações Internacionais (BIS) tem conduzido experimentos com múltiplos bancos centrais para explorar a utilização de plataformas blockchain em pagamentos transfronteiriços. O Projeto Dunbar, que envolveu os bancos centrais da Austrália, Malásia, Singapura e África do Sul, demonstrou a viabilidade técnica de uma plataforma de CBDC multi-moeda para pagamentos internacionais com liquidação em tempo real (BIS, 2022).

4.2 Finanças Descentralizadas (DeFi)

As Finanças Descentralizadas, ou DeFi (Decentralized Finance), representam um dos desenvolvimentos mais radicais e transformadores do ecossistema blockchain. O DeFi é um conjunto de protocolos financeiros construídos sobre blockchains públicas, principalmente o Ethereum, que replicam os serviços do sistema financeiro tradicional (empréstimos, negociação, gestão de ativos, derivativos) sem a necessidade de intermediários centralizados (SCHÄR, 2021).

O DeFi opera por meio de contratos inteligentes que automatizam a execução de operações financeiras com base em parâmetros pré-definidos. Qualquer pessoa com acesso à internet e uma carteira de criptoativos pode acessar os serviços DeFi sem necessidade de identificação, aprovação de crédito ou conta bancária (HARVEY; RAMACHANDRAN; SANTORO, 2021).

Schär (2021) destaca que, além das oportunidades de eficiência e inclusão financeira, o DeFi apresenta riscos relevantes: vulnerabilidades em contratos inteligentes, manipulação de preços por meio de flash loans, ausência de proteção ao consumidor, potencial uso para lavagem de dinheiro e evasão fiscal, e alta volatilidade dos ativos subjacentes. O autor também aponta riscos de governança inerentes aos protocolos DeFi, cuja tomada de decisão é descentralizada e pode ser capturada por grandes detentores de tokens de governança.

Os principais segmentos do DeFi incluem: exchanges descentralizadas (DEXs) como Uniswap e SushiSwap; protocolos de empréstimo como Aave e Compound; protocolos de stablecoins como o MakerDAO; e protocolos de yield farming, que remuneram usuários que fornecem liquidez aos protocolos (SCHÄR, 2021). O valor total bloqueado (Total Value Locked — TVL) nos protocolos DeFi chegou a superar 180 bilhões de dólares em novembro de 2021, retrocedendo para aproximadamente 80 a 100 bilhões de dólares em 2024 (DEFILLAMA, 2024).

4.3 Moedas Digitais de Bancos Centrais (CBDCs)

As Moedas Digitais de Bancos Centrais (CBDCs — Central Bank Digital Currencies) representam a resposta dos reguladores e bancos centrais à ascensão das criptomoedas e dos stablecoins privados. Uma CBDC é uma versão digital da moeda fiduciária emitida e garantida por um banco central, que utiliza tecnologia de registro distribuído, não necessariamente blockchain, para seu funcionamento (FMI, 2022).

Segundo relatório do BIS (2023), mais de 90% dos bancos centrais do mundo estavam pesquisando ou desenvolvendo CBDCs. Entre os pioneiros, destaca-se o banco central das Bahamas, que lançou o Sand Dollar em 2020, e o Banco Popular da China, que conduziu extensos pilotos do e-CNY (yuan digital) em múltiplas cidades, com volume de transações superior a 250 bilhões de yuans em 2023.

As CBDCs podem ser classificadas em: de atacado (wholesale), destinadas ao uso entre instituições financeiras; e de varejo (retail), diretamente acessíveis ao público em geral. As CBDCs de atacado representam a menor disrupção para o sistema financeiro atual, enquanto as de varejo podem rivalizar com os depósitos bancários (FMI, 2022).

A União Europeia avança no desenvolvimento do Euro Digital, com o Banco Central Europeu (BCE) tendo concluído a fase de investigação em 2023 e iniciado a fase de preparação. Nos Estados Unidos, o Federal Reserve adota postura mais conservadora em relação à emissão de uma CBDC de varejo (FED, 2022).

4.4 Tokenização de Ativos no Mercado Global

A tokenização de ativos financeiros tem avançado rapidamente no mercado global, saindo do estágio experimental para implementações concretas em segmentos como títulos de dívida, fundos de investimento e mercado imobiliário. Os principais bancos de investimento e gestoras de ativos do mundo têm anunciado iniciativas nessa área, sinalizando que a tokenização está deixando de ser uma promessa futura para se tornar uma realidade operacional.

O banco americano JPMorgan Chase foi pioneiro na tokenização de ativos ao desenvolver a plataforma Onyx, que processa bilhões de dólares em transações diárias, incluindo a liquidação de operações com títulos do Tesouro americano. O banco também emitiu o JPM Coin, um stablecoin interno utilizado para transferências instantâneas entre clientes institucionais (JPMORGAN, 2023).

A gestora de ativos BlackRock, a maior do mundo com mais de 10 trilhões de dólares sob gestão, lançou em 2024 o BUIDL (BlackRock USD Institutional Digital Liquidity Fund), um fundo tokenizado de títulos do Tesouro americano construído sobre a blockchain Ethereum, em parceria com a empresa Securitize (BLACKROCK, 2024).

Zetsche et al. (2020) destacam que a tokenização de ativos no mercado global enfrenta o desafio de harmonização regulatória: enquanto alguns países adotam abordagens permissivas para atrair inovação, outros aplicam frameworks rigorosos de valores mobiliários, criando

arbitragem regulatória e fragmentação do mercado. O mercado de títulos tokenizados (tokenized bonds) tem crescido consistentemente, com Suíça, Alemanha, Singapura e Hong Kong sendo particularmente ativos nesse segmento (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020).

Zetsche et al. (2020) vão além do diagnóstico da fragmentação regulatória e propõem um framework analítico para pensar a governança dos mercados de ativos tokenizados globais. Para esses autores, a solução passa pelo desenvolvimento de princípios regulatórios funcionais, baseados no que o ativo faz economicamente, e não na sua forma jurídica ou tecnológica, combinados com mecanismos de cooperação regulatória internacional. O sucesso de iniciativas como o BUIDL da BlackRock e a plataforma Onyx do JPMorgan demonstra, na prática, que mercados institucionais conseguem operar com ativos tokenizados quando há clareza regulatória suficiente. A grande questão, segundo os autores, é se esse modelo poderá ser estendido ao mercado de varejo sem criar riscos sistêmicos de novas naturezas.

No segmento imobiliário, a tokenização tem o potencial de transformar um dos mercados mais ilíquidos e de acesso mais restrito da economia. Plataformas como a RealT (EUA) e a Tokeny (Europa) permitem que investidores adquiram frações de imóveis por meio de tokens, recebendo rendimentos proporcionais de locação e participando da valorização do ativo.

5 CENÁRIO BRASILEIRO: BLOCKCHAIN E TOKENIZAÇÃO

5.1 O Projeto Drex e a CBDC Brasileira

O projeto Drex, a moeda digital do Banco Central do Brasil, representa a iniciativa mais significativa do Brasil no campo das CBDCs e da tokenização de ativos financeiros. Lançado oficialmente em agosto de 2023, o Drex é uma CBDC de atacado que funciona como uma versão digital do real brasileiro, operando em uma plataforma de registro distribuído baseada na tecnologia blockchain (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

O modelo do Drex segue a arquitetura de dois níveis (two-tier): o Banco Central do Brasil emite o Drex wholesale (atacado) para instituições financeiras autorizadas, que por sua vez emitem tokens de depósito lastreados em Drex para seus clientes de varejo. Isso significa que o público em geral não interagirá diretamente com o Banco Central, mas sim com seus bancos e fintechs habituais (BCB, 2023).

A plataforma Drex foi projetada como uma infraestrutura de "dinheiro programável", que permitirá a liquidação automática de operações com ativos tokenizados via contratos inteligentes. Em sua fase inicial, o Drex está sendo utilizado em um caso de uso específico: a contratação de operações de crédito com garantia em títulos públicos federais tokenizados, onde toda a operação ocorre de forma automática e instantânea na plataforma blockchain (BCB, 2023).

O piloto do Drex envolveu 16 consorciados, grupos de instituições financeiras liderados por grandes bancos como Bradesco, Itaú, Santander, BTG Pactual e Caixa Econômica Federal, que desenvolveram e testaram casos de uso na plataforma. Os resultados dos testes técnicos foram positivos, confirmando a viabilidade operacional do sistema, embora questões de privacidade em transações na blockchain tenham sido identificadas como desafio a ser endereçado na próxima fase (BCB, 2023).

O contexto em que o Drex se insere revela um ecossistema digital de pagamentos já bastante maduro no Brasil. O Pix consolidou-se como o meio de pagamento mais utilizado no país, com 63,8 bilhões de transações e R\$ 26,5 trilhões movimentados em 2024 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025). O mercado de criptomoedas e ativos baseados em blockchain também registrou crescimento expressivo, com R\$ 363,2 bilhões movimentados e 237,3 mil pessoas físicas declarantes no mesmo período (RECEITA FEDERAL DO BRASIL, 2024). O Quadro 1 apresenta uma comparação detalhada entre esses dois ecossistemas.

Quadro 1 – Comparativo entre o uso do Pix e de criptomoedas/blockchain no Brasil

Indicador	Pix	Criptomoedas/Blockchain
Natureza do sistema	Pagamento instantâneo centralizado, regulado e operado pelo BCB	Rede descentralizada de registro e transferência de valor (criptoativos, stablecoins, DeFi)
Início no Brasil	Novembro de 2020	Registros na Receita Federal desde 2019; adoção expressiva a partir de 2021
Volume movimentado (2024)	R\$ 26,5 trilhões (BCB, 2025)	R\$ 363,2 bilhões declarados (jan.–set./2024), com recorde de R\$ 115,7 bi em setembro (Receita Federal, 2024)
Transações (2024)	63,8 bilhões de operações — mais que todos os demais meios de pagamento somados (Febraban, 2025)	Sem série pública unificada; Receita Federal registra volume em reais por criptoativo
Usuários/declarantes (2024)	159,9 milhões de pessoas físicas com chave Pix (BCB, jun. 2025)	237,3 mil pessoas físicas declararam operações à Receita Federal (Receita Federal, 2025)
Regulação no Brasil	Resolução BCB n.º 1/2020 e demais normativos do Banco Central	Lei n.º 14.478/2022; supervisão do BCB (meio de pagamento) e CVM (valores mobiliários)
Posição mundial	2.º país em pagamentos instantâneos em 2022, com 15% do total global (BCB/BIS, 2023)	5.º lugar no Índice Global de Adoção de Criptoativos 2025 (Chainalysis); maior mercado da América Latina

Fonte: elaborado pelo autor (2026) com base em Banco Central do Brasil (2025); Febraban (2025); Receita Federal do Brasil (2024); Chainalysis (2025).

As implicações do Drex para o mercado financeiro brasileiro são amplas. A plataforma deverá viabilizar a liquidação de operações de câmbio com contraparte central, a automação de operações de crédito com garantias programáveis, a tokenização de títulos públicos e privados, a democratização do acesso a investimentos por meio do fracionamento de ativos, e a melhoria da eficiência e da transparência do sistema financeiro como um todo (BCB, 2023).

5.2 Regulação dos Criptoativos no Brasil

O marco regulatório dos criptoativos no Brasil deu um salto qualitativo com a promulgação da Lei n.º 14.478, de 21 de dezembro de 2022, denominada "Lei dos

Criptoativos". Essa lei estabeleceu o marco legal para a prestação de serviços de ativos virtuais no país, definindo conceitos, requisitos de autorização e a estrutura de supervisão do mercado (BRASIL, 2022).

A lei define "ativo virtual" como a representação digital de valor que pode ser negociada ou transferida por meios eletrônicos e utilizada para realização de pagamentos ou com propósito de investimento, excluindo explicitamente a moeda nacional, moedas estrangeiras, instrumentos regulados pelo Banco Central e valores mobiliários. Ela também define "prestadora de serviços de ativos virtuais" (PSAV) como a pessoa jurídica que presta, ao menos, um dos seguintes serviços: troca de ativos virtuais, transferência de ativos virtuais, custódia de ativos virtuais, e emissão ou oferta de ativos virtuais (BRASIL, 2022).

Brummer e Yadav (2019) destacam que marcos regulatórios como a Lei n.º 14.478/2022 representam um avanço, mas enfrentam o desafio estrutural de regular entidades e instrumentos que foram concebidos precisamente para operar à margem dos sistemas regulatórios tradicionais. Os autores argumentam que a regulação efetiva de ativos digitais exige uma abordagem baseada em princípios e em riscos, ao invés de tentar enquadrar novos instrumentos nas categorias regulatórias preexistentes.

Sob a perspectiva de Brummer e Yadav (2019), a definição de competência regulatória entre BCB e CVM para diferentes tipos de tokens no Brasil representa um exemplo claro do que os autores denominam "regulação por analogia": na ausência de categorias regulatórias próprias para ativos digitais, os reguladores os enquadram nas categorias mais próximas existentes (valores mobiliários, meios de pagamento), com os consequentes desajustes entre a norma e a realidade do instrumento. Os autores argumentam que essa abordagem, embora pragmaticamente necessária no curto prazo, gera incertezas que inibem a inovação e criam riscos de arbitragem regulatória. A solução de longo prazo, segundo Brummer e Yadav, exigiria a criação de categorias regulatórias inteiramente novas, especificamente desenhadas para as características dos ativos digitais, um processo que demanda anos de discussão legislativa e pode não acompanhar o ritmo da inovação tecnológica.

Em 2023, o Banco Central do Brasil foi designado como o supervisor das exchanges de criptoativos que operam com ativos com função predominante de meio de pagamento, enquanto a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) mantém competência sobre os criptoativos que se enquadram como valores mobiliários (BCB, 2023). A CVM também tem desempenhado papel crescente na regulação da tokenização de ativos, esclarecendo que tokens representativos de ações, debêntures e outros valores mobiliários estão sujeitos ao mesmo arcabouço regulatório dos instrumentos tradicionais (CVM, 2023).

Apesar dos avanços regulatórios, persistem lacunas e incertezas significativas no arcabouço legal brasileiro para criptoativos e tokenização. Entre as principais questões em aberto estão: o tratamento tributário das diferentes modalidades de transações com criptoativos; a proteção dos consumidores em casos de fraude ou falência de exchanges; a regulação dos protocolos DeFi, que por sua natureza descentralizada apresentam desafios para a aplicação das normas tradicionais de supervisão financeira; e a interoperabilidade entre o sistema regulatório brasileiro e as normas internacionais em desenvolvimento (IOSCO, 2023).

5.3 Iniciativas de Tokenização no Mercado Brasileiro

O mercado brasileiro tem sido palco de um número crescente de iniciativas de tokenização de ativos, abrangendo segmentos como renda fixa, imóveis, agronegócio e infraestrutura. Essas iniciativas refletem tanto o interesse dos players do mercado financeiro em explorar as vantagens da tecnologia quanto a abertura regulatória proporcionada pelas normativas da CVM e do BCB.

No segmento de renda fixa, o Tesouro Nacional, em parceria com o Banco Central do Brasil no contexto do projeto Drex, realizou os primeiros testes de tokenização de Letras Financeiras do Tesouro (LFTs) na plataforma blockchain. Esse experimento demonstrou a viabilidade técnica de representar títulos públicos como tokens e de utilizá-los como garantia em operações de crédito programáticas, reduzindo drasticamente o tempo de liquidação de operações que antes levavam dois dias úteis para serem concluídas (TESOURO NACIONAL, 2023).

O setor do agronegócio, de importância estratégica para a economia brasileira, tem explorado intensamente a tokenização como instrumento de captação de recursos e financiamento da cadeia produtiva. Startups e fintechs têm emitido tokens representativos de CPRs (Cédulas de Produto Rural), CRAs (Certificados de Recebíveis do Agronegócio) e outros instrumentos de dívida do agronegócio, viabilizando o acesso de pequenos e médios produtores rurais a fontes alternativas de financiamento (CVM, 2023).

No mercado imobiliário, o surgimento das plataformas de tokenização imobiliária permite a aquisição de frações de imóveis comerciais e residenciais por valores acessíveis a investidores de varejo. Empresas como a Vaultree, a Hurst Capital e a Real Tokenizada têm estruturado ofertas de tokens imobiliários registradas junto à CVM, utilizando a blockchain

para automatizar a distribuição de rendimentos de locação e a negociação secundária de tokens em plataformas digitais (CVM, 2023).

O segmento de crédito privado também tem experimentado a tokenização como forma de ampliar a base de investidores e reduzir custos de emissão. Tokens representativos de direitos creditórios, como recebíveis de cartão de crédito, duplicatas mercantis e contratos de financiamento de veículos, têm sido emitidos por fintechs e securitizadoras, viabilizando o acesso de investidores de menor porte a um segmento historicamente dominado por fundos institucionais (DELOITTE, 2020).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das evidências coletadas ao longo desta pesquisa permite identificar um conjunto de achados relevantes sobre a adoção da blockchain e da tokenização no mercado financeiro brasileiro. Considerando que o projeto Drex constitui o principal caso brasileiro discutido neste trabalho, e o resultado institucional mais significativo do processo de adoção da blockchain no sistema financeiro nacional, o Quadro 2 apresenta uma síntese dos principais achados, potenciais benefícios e desafios identificados.

Quadro 2 – Síntese dos principais achados: blockchain e tokenização no mercado financeiro brasileiro

Aspecto	Achado identificado	Potenciais benefícios / Principais desafios
Drex (CBDC brasileira)	Desenvolvimento da moeda digital do BCB baseada em registro distribuído	Benefícios: modernização do SFN; liquidação eficiente; dinheiro programável. Desafios: privacidade; interoperabilidade; segurança cibernética
Tokenização de títulos públicos	Testes do Tesouro Nacional e BCB em plataforma blockchain	Benefícios: redução do prazo de liquidação; eficiência operacional. Desafios: adequação regulatória e integração tecnológica
Tokenização imobiliária	Crescimento de plataformas de investimento fracionado (ex.: Vaultree, Hurst Capital)	Benefícios: democratização do acesso a imóveis. Desafios: liquidez secundária ainda limitada
Tokenização no agronegócio	Emissão de CPRs, CRAs e recebíveis tokenizados por fintechs	Benefícios: ampliação do crédito rural. Desafios: padronização e segurança jurídica
Regulação dos criptoativos	Marco legal pela Lei n.º 14.478/2022; supervisão do BCB e CVM	Benefícios: segurança jurídica. Desafios: lacunas regulatórias para DeFi e ativos emergentes
Mercado financeiro brasileiro	Crescente interesse institucional em ativos digitais	Benefícios: inovação e atração de investimentos. Desafios: adaptação das instituições tradicionais

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

Os achados revelam que o Drex constitui muito mais do que uma simples modernização tecnológica do sistema de pagamentos brasileiro. Do ponto de vista da inovação financeira — conforme discutido no Capítulo 2.7 —, o Drex representa uma inovação de infraestrutura capaz

de desencadear uma cascata de inovações complementares: desde a tokenização de títulos públicos como garantias programáticas até a criação de novos produtos financeiros baseados em contratos inteligentes (ZETZSCHE et al., 2020).

O Quadro 3 consolida os potenciais impactos esperados do Drex em diferentes dimensões do mercado financeiro brasileiro, evidenciando a abrangência da transformação em curso.

Quadro 3 – Potenciais impactos do Drex no mercado financeiro brasileiro

Dimensão	Impacto esperado
Sistema de pagamentos	Liquidação mais rápida e eficiente de operações financeiras, com finalidade garantida em moeda de banco central
Mercado de capitais	Facilitação da emissão e negociação de ativos tokenizados com liquidação em Drex wholesale
Crédito	Automatização de garantias e contratos por meio de smart contracts, reduzindo risco de contraparte
Investimentos	Ampliação do acesso a ativos fracionados e tokenizados para investidores de varejo
Eficiência operacional	Redução de custos de intermediação e processos administrativos nos mercados financeiros
Transparência	Maior rastreabilidade das operações financeiras com registros imutáveis em blockchain
Inclusão financeira	Possibilidade de ampliar o acesso a serviços financeiros digitais programáveis para populações desbancarizadas
Regulação	Necessidade de aperfeiçoamento contínuo do arcabouço normativo para privacidade, interoperabilidade e DeFi

Fonte: elaborado pelo autor (2026) com base em Banco Central do Brasil (2023); Zetzsche et al. (2020); Brummer e Yadav (2019).

A análise dos achados à luz do referencial teórico da inovação financeira (MERTON, 1992; BRUMMER; YADAV, 2019) revela que o padrão de adoção da blockchain no Brasil segue uma trajetória típica de inovações financeiras transformadoras: período inicial de experimentação e projetos-piloto; consolidação de um marco regulatório que confere legitimidade ao novo ecossistema; e gradual incorporação pelas instituições financeiras incumbentes. O projeto Drex representa exatamente o momento de consolidação institucional dessa trajetória.

Por outro lado, os desafios identificados, especialmente no tocante à privacidade de dados em redes blockchain e à regulação dos protocolos DeFi, evidenciam que a trajetória de

adoção não é linear. Brummer e Yadav (2019) argumentam que inovações financeiras baseadas em tecnologia digital frequentemente criam lacunas regulatórias que só são endereçadas após episódios de crise ou falhas de mercado. Nesse sentido, o arcabouço regulatório brasileiro, embora avançado em perspectiva comparada, ainda carece de normas específicas para os aspectos mais disruptivos do ecossistema, como os protocolos DeFi e os ativos digitais emitidos por entidades descentralizadas.

Os resultados também permitem identificar uma oportunidade estratégica para o Brasil no cenário global. A combinação de uma infraestrutura de pagamentos instantâneos madura (Pix), um projeto de CBDC avançado (Drex) e um mercado de capitais historicamente sofisticado posiciona o país como um laboratório relevante para a implementação de inovações financeiras baseadas em blockchain. Essa posição estratégica, contudo, exigirá investimentos contínuos em capacitação regulatória, segurança cibernética e interoperabilidade entre sistemas.

7 DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

7.1 Desafios Técnicos e de Segurança

Apesar de seu potencial transformador, a adoção massiva da blockchain e da tokenização no mercado financeiro enfrenta desafios técnicos substanciais que precisam ser endereçados para que a tecnologia atinja seu pleno potencial.

A escalabilidade permanece como o principal gargalo técnico das blockchains públicas. O Bitcoin processa em média 7 transações por segundo, enquanto o Ethereum processa entre 15 e 30, números muito inferiores aos sistemas de pagamento tradicionais como o Visa (que processa cerca de 24.000 transações por segundo) e o Pix (que suporta centenas de milhares de transações por minuto no pico). Soluções de segunda camada (Layer 2), como o Lightning Network para Bitcoin e os rollups para Ethereum, têm avançado na resolução desse problema, mas ainda não atingiram a maturidade necessária para adoção em larga escala por instituições financeiras (ANTONOPOULOS, 2017).

A interoperabilidade entre diferentes blockchains é outro desafio crítico. O ecossistema atual é fragmentado em dezenas de blockchains incompatíveis entre si, o que cria ilhas de liquidez e dificulta a integração de diferentes aplicações e mercados. Protocolos de interoperabilidade cross-chain, como o Polkadot e o Cosmos, têm avançado nessa direção, mas a criação de um padrão universal ainda está distante (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020).

Os riscos de segurança representam um desafio permanente para o ecossistema blockchain. Embora a blockchain em si seja altamente resistente a ataques por sua natureza criptográfica e distribuída, as camadas que a rodeiam, exchanges, carteiras digitais, contratos inteligentes, bridges cross-chain, são alvos frequentes de ataques cibernéticos. Segundo dados da empresa Chainalysis (2023), hackers roubaram aproximadamente 1,7 bilhão de dólares em criptoativos em 2023, com os ataques a bridges cross-chain representando a maior parcela do total roubado.

7.2 Desafios Regulatórios e Jurídicos

Os desafios regulatórios constituem talvez o maior obstáculo à adoção massiva da blockchain e da tokenização no mercado financeiro. A natureza transfronteiriça e

descentralizada dessas tecnologias cria tensões fundamentais com os arcabouços regulatórios nacionais, que foram concebidos para supervisionar entidades jurídicas identificáveis operando dentro de fronteiras nacionais definidas.

Brummer e Yadav (2019) argumentam que a incerteza regulatória é apontada por executivos de instituições financeiras como o principal fator inibidor de investimentos em blockchain e tokenização. Quando as regras do jogo não são claras, seja sobre o tratamento jurídico dos tokens, os requisitos de conformidade ou a responsabilidade por falhas, as instituições tendem a adotar uma postura conservadora e aguardar o desenvolvimento do arcabouço regulatório antes de comprometer recursos significativos. Esses autores propõem que reguladores adotem abordagens baseadas em princípios e em análise de riscos, permitindo que a inovação floresça dentro de parâmetros seguros para o sistema financeiro.

A privacidade de dados em blockchains também gera tensões regulatórias relevantes. A imutabilidade dos registros blockchain, uma de suas características mais valiosas, conflita com o direito ao esquecimento e com a possibilidade de exclusão de dados pessoais prevista na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil e no GDPR na Europa. Encontrar o equilíbrio entre transparência e privacidade em sistemas baseados em blockchain é um dos problemas mais complexos enfrentados por reguladores e desenvolvedores (BRASIL, 2018).

Zetsche et al. (2020) destacam adicionalmente o desafio da arbitragem regulatória internacional: enquanto alguns países adotam abordagens mais permissivas para atrair negócios de blockchain e tokenização, outros aplicam frameworks rigorosos, criando incentivos para que empresas se estabeleçam em jurisdições com regulação mais favorável. Essa fragmentação regulatória global dificulta o desenvolvimento de mercados de ativos tokenizados verdadeiramente internacionais e a proteção efetiva dos investidores.

7.3 Perspectivas e Tendências para o Mercado Financeiro

Apesar dos desafios, as perspectivas para a adoção da blockchain e da tokenização no mercado financeiro são amplamente positivas. Várias tendências convergem para indicar que essas tecnologias se aprofundarão nos próximos anos, transformando estruturalmente o sistema financeiro global e brasileiro.

O mercado global de ativos tokenizados deverá crescer exponencialmente na próxima década. Estimativas de consultorias especializadas como a McKinsey & Company (2023) projetam que o volume de ativos tokenizados pode alcançar entre 10 e 16 trilhões de dólares

até 2030, representando um crescimento de mais de cem vezes em relação ao patamar atual. Esse crescimento será impulsionado principalmente pela tokenização de títulos de dívida, imóveis, fundos de investimento e fundos de private equity.

A consolidação das CBDCs em grandes economias deverá ser um catalisador importante para a adoção da tokenização. Quando plataformas de CBDC como o Drex estiverem plenamente operacionais, a liquidação de operações com ativos tokenizados em moeda de banco central se tornará possível, resolvendo o problema de "finality" (irrevogabilidade da liquidação) que hoje é um dos principais obstáculos à tokenização de ativos financeiros regulados.

A inteligência artificial e a blockchain tendem a convergir em aplicações financeiras cada vez mais sofisticadas. Contratos inteligentes com capacidade de processamento de linguagem natural e tomada de decisão autônoma, alimentados por dados verificados em blockchain, poderão automatizar operações financeiras complexas que hoje exigem intervenção humana significativa.

A inclusão financeira é outra perspectiva importante. No Brasil, ainda existem milhões de pessoas sem acesso a serviços financeiros básicos. A combinação de blockchain, tokenização e dispositivos móveis pode viabilizar o acesso de populações de baixa renda a investimentos em ativos tokenizados, serviços de crédito descentralizados e seguros programáticos, contribuindo para a redução das desigualdades econômicas no país.

8 CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a analisar o processo de adoção da tecnologia blockchain e da tokenização de ativos no mercado financeiro brasileiro, com ênfase no projeto Drex, nos aspectos regulatórios e nos impactos sobre o sistema financeiro nacional. Os resultados da pesquisa permitem concluir que essas tecnologias representam uma das transformações mais significativas em curso no sistema financeiro contemporâneo, com potencial disruptivo comparável ao da internet para o mercado de informações.

No plano técnico e conceitual, ficou demonstrado que a blockchain, ao combinar descentralização, imutabilidade, transparência e programabilidade, oferece uma infraestrutura radicalmente diferente dos sistemas de registro e liquidação tradicionais. Os contratos inteligentes automatizam a execução de acordos com base em condições predefinidas, eliminando classes inteiras de intermediários e reduzindo custos operacionais. Contudo, conforme destacado por Schär (2021), os contratos inteligentes também apresentam riscos relevantes de governança, liquidez e vulnerabilidades de código que precisam ser cuidadosamente gerenciados.

Do ponto de vista da teoria da inovação financeira, perspectiva incorporada ao referencial teórico deste trabalho a partir dos trabalhos de Merton (1992), Brummer e Yadav (2019) e Zetzsche et al. (2020), a tokenização pode ser compreendida como uma inovação que responde a necessidades econômicas não atendidas pelos instrumentos existentes: redução de custos de transação, ampliação do acesso ao crédito e criação de novos mecanismos de partilha de riscos. Essa perspectiva analítica enriquece a compreensão do fenômeno ao situá-lo em uma trajetória histórica de inovações financeiras transformadoras.

No plano das aplicações globais, a pesquisa identificou que o mercado financeiro já conta com implementações concretas de blockchain e tokenização em segmentos como pagamentos transfronteiriços, gestão de títulos de dívida, fundos de investimento, DeFi e CBDCs. Grandes instituições financeiras como JPMorgan, BlackRock e Goldman Sachs têm investido recursos significativos no desenvolvimento de plataformas blockchain proprietárias, sinalizando que a tecnologia está deixando o estágio de experimento para se tornar parte da infraestrutura financeira global.

No plano brasileiro, o projeto Drex do Banco Central do Brasil representa o principal achado institucional desta pesquisa. A iniciativa posiciona o Brasil na vanguarda global do desenvolvimento de CBDCs e cria uma infraestrutura de dinheiro programável que deverá viabilizar a tokenização de ativos financeiros em larga escala nos próximos anos. Os Quadros

1, 2 e 3 apresentados no Capítulo de Resultados sintetizam os achados e os potenciais impactos do Drex em diferentes dimensões do sistema financeiro nacional, evidenciando a abrangência da transformação em curso.

Os desafios identificados são significativos, mas não insuperáveis. As limitações técnicas de escalabilidade estão sendo progressivamente endereçadas por soluções de segunda camada e por novas arquiteturas de blockchain. Os desafios regulatórios, embora complexos, estão sendo enfrentados por reguladores de todo o mundo, que reconhecem a necessidade de desenvolver marcos jurídicos que combinem proteção ao consumidor e estabilidade financeira com espaço para inovação, conforme defendido por Brummer e Yadav (2019).

Para o mercado financeiro brasileiro, a janela de oportunidade é ampla. O país conta com uma infraestrutura tecnológica avançada (evidenciada pelo sucesso do Pix), uma regulação financeira historicamente sofisticada e um mercado de capitais em desenvolvimento. A adoção bem-sucedida da blockchain e da tokenização pode contribuir decisivamente para a modernização do sistema financeiro, a democratização do acesso a investimentos e a inserção competitiva do Brasil no mercado financeiro digital global.

Como agenda para pesquisas futuras, sugere-se: (i) estudos de caso longitudinais sobre a implementação do Drex e seus impactos no mercado financeiro brasileiro; (ii) análises comparativas dos marcos regulatórios de diferentes países, com foco nas abordagens de Brummer e Yadav (2019) para a regulação de inovações financeiras digitais; (iii) estudos sobre o perfil dos investidores em ativos tokenizados no Brasil; e (iv) investigações sobre os impactos da tokenização sobre a inclusão financeira em populações de baixa renda, considerando as três dimensões de impacto propostas por Zetsche et al. (2020).

REFERÊNCIAS

ANTONPOULOS, Andreas M. *Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain*. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2017.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Drex: a moeda digital brasileira*. Brasília: BCB, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/drex>. Acesso em: 09 maio 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução BCB n.º 96, de 21 de março de 2021. Dispõe sobre a prestação de serviços de pagamento associados a criptoativos por instituições de pagamento. Brasília: BCB, 2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Relatório de Pagamentos 2024*. Brasília: BCB, 2025.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BIS — BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *Project Dunbar: International settlements using multi-CBDCs*. Basel: BIS Innovation Hub, 2022. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/othp47.htm>. Acesso em: 09 maio 2026.

BIS — BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *Annual Economic Report 2023: The crypto ecosystem — key elements and risks*. Basel: BIS, 2023. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/othp72.pdf>. Acesso em: 09 maio 2026.

BLACKROCK. *BlackRock USD Institutional Digital Liquidity Fund (BUIDL)*. New York: BlackRock, 2024. Disponível em: <https://www.blackrock.com/us/individual/products/buidl>. Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. Lei n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018. *Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)*. Brasília: Presidência da República, 2018.

BRASIL. Lei n.º 14.478, de 21 de dezembro de 2022. Dispõe sobre diretrizes a serem observadas na prestação de serviços de ativos virtuais e na regulamentação das prestadoras de serviços de ativos virtuais. Brasília: Presidência da República, 2022.

BRUMMER, Chris; YADAV, Yesha. Fintech and the innovation trilemma. *Georgetown Law Journal*, Washington, v. 107, n. 2, p. 235-307, 2019.

BUTERIN, Vitalik. Ethereum: a next-generation smart contract and decentralized application platform. Ethereum Foundation, 2014. Disponível em: <https://ethereum.org/whitepaper>. Acesso em: 05 maio 2026.

CASEY, Michael J.; VIGNA, Paul. *The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything*. New York: St. Martin's Press, 2018.

CHAINALYSIS. *The Chainalysis 2023 Crypto Crime Report*. New York: Chainalysis, 2023. Disponível em: <https://www.chainalysis.com/blog/2023-crypto-crime-report-introduction/>. Acesso em: 07 junho 2026.

CHAINALYSIS. *Global Crypto Adoption Index 2025*. New York: Chainalysis, 2025. Disponível em: <https://www.chainalysis.com>. Acesso em: 10 junho 2026.

CHEN, Yan. Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation. *Business Horizons*, v. 61, n. 4, p. 567-575, 2020.

CVM — COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. *Orientação sobre tokenização de valores mobiliários*. Rio de Janeiro: CVM, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cvm/pt-br/assuntos/noticias/2023/cvm-orienta-sobre-caracterizacao-de-tokens-de-recebiveis-e-de-tokens-de-renda-fixa-como-valores-mobiliarios>. Acesso em: 27 maio 2026.

DEFILLAMA. *DeFi TVL Historical Data*. 2024. Disponível em: <https://defillama.com>. Acesso em: 15 maio 2026.

DELOITTE. *Tokenization of assets: A digital transformation of traditional assets*. London: Deloitte Insights, 2020.

ETHEREUM FOUNDATION. *Smart contracts*. 2023. Disponível em: <https://ethereum.org/smart-contracts>. Acesso em: 08 junho 2026.

FEDERAL RESERVE. Money and Payments: The U.S. Dollar in the Digital Age. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, 2022. Disponível em: <https://www.federalreserve.gov/publications/money-and-payments-discussion-paper.htm>. Acesso em: 14 maio 2026.

FEBRABAN — FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. Pesquisa FEBRABAN de Tecnologia Bancária 2025. São Paulo: FEBRABAN, 2025.

FMI — FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. Global Financial Stability Report: Digital Money: Implications for Financial Stability. Washington: IMF, 2022.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HARVEY, Campbell R.; RAMACHANDRAN, Ashwin; SANTORO, Joey. DeFi and the Future of Finance. Hoboken: Wiley, 2021.

HYPERLEDGER. Hyperledger Fabric: An open source framework for enterprise blockchain solutions. Linux Foundation, 2022. Disponível em: <https://www.hyperledger.org/use/fabric>. Acesso em: 13 maio 2026.

IANSTITI, Marco; LAKHANI, Karim R. The truth about blockchain. Harvard Business Review, v. 95, n. 1, p. 118-127, jan./fev. 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>. Acesso em: 02 maio 2026.

IOSCO — INTERNATIONAL ORGANIZATION OF SECURITIES COMMISSIONS. Policy Recommendations for Crypto and Digital Asset Markets. Madrid: IOSCO, 2023. Disponível em: <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD747.pdf>. Acesso em: 03 junho 2026.

JPMORGAN CHASE. JPMorgan Onyx: Blockchain solutions for financial services. New York: JPMorgan, 2023. Disponível em: <https://www.jpmorgan.com/kinexys/index>. Acesso em: 13 maio 2026.

MCKINSEY & COMPANY. Tokenization: A digital-asset déjà vu. New York: McKinsey Global Institute, 2023. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/tokenization-a-digital-asset-deja-vu>. Acesso em: 28 abril 2026.

MERTON, Robert C. Financial innovation and economic performance. *Journal of Applied Corporate Finance*, v. 4, n. 4, p. 12-22, 1992.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 23 abril 2026.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Declarações de Criptoativos 2024. Brasília: RFB, 2024.

SCHÄR, Fabian. Decentralized finance: On blockchain- and smart contract-based financial markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, v. 103, n. 2, p. 153-174, 2021. Disponível em: <https://www.stlouisfed.org/publications/review/2021/02/05/decentralized-finance-on-blockchain-and-smart-contract-based-financial-markets>. Acesso em: 27 abril 2026.

SEC — SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. Framework for Investment Contract Analysis of Digital Assets. Washington: SEC, 2019. Disponível em: <https://www.sec.gov/about/divisions-offices/division-corporation-finance/framework-investment-contract-analysis-digital-assets>. Acesso em: 07 junho 2026.

SWAN, Melanie. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

SZABO, Nick. Smart contracts. 1994. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinter school2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>. Acesso em: 03 maio 2026.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. New York: Portfolio/Penguin, 2016.

TESOURO NACIONAL. Tokenização de títulos públicos federais: resultados do piloto. Brasília: STN, 2023.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM. Insight Report: The Future of Financial Infrastructure. Geneva: WEF, 2020. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_future_of_financial_infrastructure.pdf. Acesso em: 15 maio 2026.

ZETZSCHE, Dirk A. et al. The tokenization of assets: Using blockchains for equity crowdfunding. SSRN Electronic Journal, 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3443382>. Acesso em: 12 maio 2026.