

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Maria Otilia Kuzmenko

**Moedas digitais, blockchain e inclusão financeira uma análise
comparativa entre TradFi e DeFi**

Mestrado em Tecnologias da Inteligencia e Design Digital

Sao Paulo

2026

Maria Otilia Kuzmenko

**Moedas digitais, blockchain e inclusão financeira uma análise
comparativa entre TradFi e DeFi**

Dissertação apresentada à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em Tecnologias da Inteligência e Design Digital na linha de pesquisa de Interação humano computador e computação social sob a orientação do prof. dr. Daniel Couto Gatti

São Paulo

2026

Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, **Prof. Dr. Daniel Couto Gatti**, pela condução atenta e generosa, pela disponibilidade constante e pelo rigor intelectual com que acompanhou cada etapa desta pesquisa. Suas leituras minuciosas, questionamentos precisos e orientações oportunas foram decisivos para o amadurecimento do problema, a consolidação do percurso metodológico e a qualidade do texto final.

Agradeço à **Pontifícia Universidade Católica - TIDD Tecnologias da Inteligencia e Design Digital**, à coordenação do curso e a todos os docentes com quem tive a oportunidade de cursar disciplinas, pela excelência acadêmica, pelo compromisso com o ensino e pela seriedade com que promoveram um ambiente de debate crítico e de aprofundamento teórico. As disciplinas cursadas e as discussões em sala foram fundamentais para ampliar repertórios, refinar conceitos e fortalecer a consistência analítica desta dissertação.

Registro, igualmente, meu reconhecimento às equipes administrativas e de apoio secretaria, biblioteca, apoio acadêmico e demais setores cujo trabalho competente, cuidadoso e muitas vezes silencioso viabiliza o funcionamento cotidiano da instituição e sustenta, na prática, a trajetória dos estudantes.

Por fim, agradeço à minha família, pelo apoio constante, pela compreensão nos períodos de maior dedicação e pelas palavras de incentivo que sustentaram a continuidade deste projeto. O suporte afetivo e a presença ao longo desta jornada foram fundamentais para atravessar os desafios e concluir esta etapa com serenidade e sentido.

RESUMO

KUZMENKO, Maria Otilia. **Moedas digitais, blockchain e inclusão financeira uma análise comparativa entre TradFi e DeFi**

Este estudo examina as mudanças recentes no sistema financeiro considerando dois movimentos opostos e simultâneos. De um lado, examina-se a modernização do sistema financeiro tradicional TradFi, destacando como a evolução dos trilhos de pagamentos e liquidação, com ênfase no Pix, reconfigurou a infraestrutura de transferências no Brasil ao reduzir fricções de custo, tempo e disponibilidade, ampliar a capilaridade dos pagamentos digitais e criar condições mais favoráveis à inclusão financeira por meio do acesso e do uso mais frequente de serviços financeiros básicos. Nesse mesmo vetor de modernização institucional, discute-se o Drex como iniciativa de moeda digital do banco central CBDC, orientada a testar novas capacidades técnicas como programabilidade e integração com tokenização preservando requisitos de governança, conformidade e segurança típicos do dinheiro público e de infraestruturas críticas do TradFi. De outro lado, a dissertação discute o posicionamento do DeFi como ponto de ruptura, um arranjo financeiro nativo de blockchain, no qual regras codificadas e smart contracts permitem executar transferências e serviços financeiros em trilhos programáveis, parcialmente fora das infraestruturas e intermediações tradicionais. Argumenta-se que essa ruptura incide sobre a arquitetura do sistema; custódia, liquidação, governança e gestão de risco, desloca parte da confiança para protocolos e introduz desafios de proteção do usuário, responsabilização e estabilidade. Metodologicamente, trata-se de um estudo descritivo-exploratório, de abordagem qualitativa e caráter documental, baseado em revisão sistemática da literatura e na análise de documentos institucionais e relatórios técnicos. Ao final, o trabalho sintetiza convergências e divergências entre TradFi e DeFi sob a ótica da inclusão financeira, indicando que ganhos de eficiência e de acesso dependem de condições institucionais, regulatórias e tecnológicas, bem como de trade-offs entre interoperabilidade, segurança e governança.

Palavras-chave: inclusão financeira; TradFi; DeFi; blockchain; moedas digitais; infraestrutura de pagamentos;

ABSTRACT

KUZMENKO, Maria Otilia. **Digital currencies, blockchain, and financial inclusion: a comparative analysis between TradFi and DeFi.**

This dissertation examines recent changes in the financial system by exploring two concurrent and conflicting dynamics. On the one hand, it examines the modernization of the traditional financial system TradFi, highlighting how upgrades to payment and settlement rails especially Pix have reshaped Brazil's transfer infrastructure by reducing frictions related to cost, time, and availability, expanding the reach of digital payments, and creating more favorable conditions for financial inclusion through broader access to and more frequent use of basic financial services. Within this institutional modernization trajectory, the study discusses Drex as the central bank digital currency (CBDC) initiative designed to test new technical capabilities such as programmability and integration with tokenization while preserving governance, compliance, and security requirements typically associated with public money and critical TradFi infrastructures. On the other hand, the dissertation positions DeFi as a rupture point; a blockchain-native financial arrangement in which coded rules and smart contracts enable transfers and financial services to operate on programmable rails, partially outside traditional infrastructures and intermediation. The analysis argues that this rupture affects the system's architecture; custody, settlement, governance, and risk management, shifting part of trust to protocols and introducing challenges related to user protection, accountability, and stability. Methodologically, the research is descriptive-exploratory, with a qualitative and documentary approach, combining a systematic literature review with the analysis of institutional documents and technical reports. The study concludes by synthesizing convergences and divergences between TradFi and DeFi from a financial inclusion perspective, indicating that efficiency and access gains depend on institutional, regulatory, and technological conditions, as well as trade-offs among interoperability, security, and governance.

Keywords: financial inclusion; TradFi; DeFi; blockchain; digital currencies; payment infrastructure.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contextualização	10
1.2	Problematização	13
1.3	Objetivo da pesquisa	14
1.3.1	Objetivo geral	14
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Justificativa	15
1.5	Estrutura da dissertação	17
1.6	Metodologia	18
1.6.1	Procedimentos de revisão e seleção de fontes	19
1.6.2	Fontes documentais e institucionais	20
1.6.3	Estrutura analítica	20
1.6.4	Considerações éticas e limitações	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Tecnologia Blockchain	23
2.1.1	Evolução histórica	23
2.1.2	O que é blockchain	24
2.1.3	Tipos de blockchain	26
2.1.4	Características da blockchain	27
2.1.4.1	Transparência e auditabilidade	28
2.1.4.2	Segurança e integridade criptográfica	28
2.1.4.3	Programabilidade (smart contracts)	29
2.1.4.4	Registro distribuído, consenso e resiliência	29
2.1.4.5	Arquitetura em camadas da blockchain	30
2.1.5	Web	32
2.1.6	Implicações econômicas	35
2.1.7	Síntese da seção 2.1	36
2.1.8	Transição para a seção 2.2	37
2.2	Moedas	38
2.2.1	Evolução histórica	38
2.2.2	Definição e funções	40
2.2.3	Moeda e Estado	41
2.2.4	Inovação do Sistema Financeiro	43
2.2.4.1	Regulamentação dos Criptoativos	46
2.2.5	Moedas digitais	47
2.2.5.1	Conceito e conexão com a teoria da moeda	47
2.2.5.2	Bitcoin à distinção entre TradFi e DeFi	49
2.2.6	Stablecoins	52
2.2.6.1	O que são stablecoins?	52
2.2.6.2	Stablecoins como moeda privada, risco de corrida e fragmentação	53

2.2.6.3	Stablecoins no contexto brasileiro	54
2.2.7	CBDC – Moedas Digitais de Banco Central	56
2.2.7.1	O que é CBDC ?	56
2.2.7.2	Contexto e motivação	57
2.2.7.3	Comparação tecnológica entre TradFi e DeFi	59
2.2.7.4	O movimento global e o contexto do Drex	61
2.2.8	Síntese da seção 2.2.....	63
2.2.9	Transição para a seção 2.3.....	64
2.3	Inclusão Financeira	64
2.3.1	Agenda 2030	66
2.3.2	Infraestrutura financeira digital	67
2.3.2.1	Arquitetura da confiança.....	67
2.3.2.2	Mobilidade financeira.....	68
2.3.3	Inclusão financeira sob a perspectiva da teoria dos custos	69
2.3.4	Inclusão ou exclusão financeira pela tecnologia.....	71
2.3.4.1	Confiança, privacidade e os limites da inclusão financeira.....	73
2.3.5	Pix e CBDC convergências e diferenças teóricas	74
2.3.6	Inclusão financeira - Pix e Drex	77
2.3.6.1	Análise comparativa entre TradFi e DeFi.....	78
2.3.7	Síntese da seção 2.3	80
2.3.8	Transição para a seção 2.4	81
2.4	Sistema TradFi versus DeFi	82
2.4.1	Sistema TradFi	82
2.4.1.1	Conceito e funcionamento.....	83
2.4.1.2	TradFi e inclusão financeira	90
2.4.2	Sistema DeFi	92
2.4.2.1	Conceito e funcionamento.....	93
2.4.2.2	Características estruturantes do DeFi.....	96
2.4.2.3	DeFi e Inclusão Financeira.....	99
2.4.3	Diferenças estruturais TradFi e DeFi	102
2.4.4	TradFi–DeFi continuum de hibridização	106
2.4.5	Síntese da seção da seção 2.4	108
3	ANÁLISES DE RESULTADOS.....	110
3.1	Delimitação da análise e alinhamento.....	110
3.1.1	Fontes e critérios de evidência empírica.....	110
3.2	Análise de resultados Pix.....	112
3.2.1	Desenvolvimento com o mercado financeiro	112
3.2.2	Desempenho do SPI (2020–2024) e estatísticas do Pix	114
3.2.3	Implicações para inclusão financeira	119
3.2.4	Síntese da seção 3.2.....	123
3.3	Análise de resultados Drex	124
3.3.1	Drex no escopo das CBDCs	125
3.3.2	Piloto Fase 1.....	126
3.3.3	Privacidade como gargalo.....	127
3.3.4	Drex entre modernização do TradFi e infraestrutura programável.....	128
3.3.5	Síntese da seção 3.3.....	129
3.4	Síntese comparativa dos resultados: Pix, Drex	129
3.4.1	Convergências entre Pix e Drex	129
3.4.2	Diferenças de objeto, camada de infraestrutura e estágio de maturidade	130

3.4.3	Implicações para inclusão financeira: efeitos observáveis (Pix) e efeitos potenciais (Drex)	130
3.4.4	Pix e Drex na comparação TradFi–DeFi: modernização e hibridização	131
3.4.5	Síntese da seção 3.4.....	132
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	133
4.1	Retomada do problema de pesquisa e do objetivo geral.....	133
4.2	Síntese dos principais resultados por objetivo específico.....	133
4.3	Resposta ao objetivo geral e à questão central da pesquisa	135
4.4	Contribuições da dissertação	136
4.5	Limitações da pesquisa	137
4.6	Pesquisas futuras	137
	REFERÊNCIAS.....	139

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa está fundamentada na experiência profissional acumulada ao longo de vinte e cinco anos no setor financeiro, com atuação focada na área de meios de pagamento eletrônico. O trabalho realizado nesse segmento envolveu a expansão e o aprimoramento do uso de cartões de crédito e débito no mercado brasileiro, em um contexto marcado por sucessivas inovações tecnológicas e regulatórias. Essa trajetória possibilitou uma observação contínua das transformações nos sistemas de pagamento, dos processos de digitalização financeira e das dinâmicas estabelecidas entre instituições financeiras, consumidores e tecnologias digitais, fenômeno amplamente discutido na literatura sobre inovação financeira e digitalização dos serviços bancários (WORLD BANK, 2021; BIS, 2023).

A consolidação dos meios eletrônicos de pagamento, associada à crescente digitalização da economia, evidenciou a relevância das infraestruturas tecnológicas como elementos centrais para o funcionamento do sistema financeiro. Ao longo desse período, tornou-se possível acompanhar a ampliação do acesso a serviços financeiros digitais, bem como os desafios associados à adoção dessas soluções por diferentes segmentos da população, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioeconômicas. Estudos internacionais indicam que a expansão do acesso formal não implica, necessariamente, uso efetivo e consciente dos serviços financeiros, ressaltando a necessidade de considerar fatores institucionais, educacionais e sociais (WORLD BANK, 2021; IMF, 2023).

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo analisar o cenário contemporâneo das finanças descentralizadas (DeFi) e das moedas digitais, buscando compreender seus efeitos sobre a estrutura do sistema financeiro e seus impactos na ampliação da inclusão financeira. Parte-se do pressuposto de que a inovação tecnológica no setor financeiro

não pode ser compreendida apenas sob uma perspectiva técnica, devendo ser analisada em articulação com fatores institucionais, regulatórios e sociais, conforme argumentam Tapscott e Tapscott (2016) e De Filippi e Wright (2018).

Nas últimas duas décadas, o sistema financeiro global passou por uma transformação estrutural impulsionada pela intensificação da digitalização, pela expansão das fintechs e pelo desenvolvimento de arquiteturas tecnológicas baseadas em blockchain (Don Tapscott; Alex Tapscott, 2016; Primavera De Filippi; Aaron Wright, 2018). Esse processo alterou a lógica tradicional da intermediação financeira, historicamente concentrada em instituições centralizadas, e inaugurou um contexto caracterizado pela desintermediação, pela programabilidade das transações e pelo aumento da transparência nas relações econômicas (Melanie Swan, 2015).

Do ponto de vista da teoria econômica, tais transformações podem ser interpretadas a partir de uma compreensão institucional do dinheiro, do crédito e do sistema financeiro. Em termos clássicos, a moeda é frequentemente explicada como resposta a fricções de troca e coordenação consolidando-se como meio de troca, unidade de conta e reserva de valor (JEVONS, 1875; MENGER, 1892), ao mesmo tempo em que abordagens institucionalistas destacam que a estabilidade e a aceitabilidade monetária dependem do arcabouço jurídico-fiscal e da credibilidade das instituições que sustentam a unidade de conta (KNAPP, 1924; KEYNES, 1930). Nesse quadro, o sistema financeiro desempenha papel decisivo por organizar pagamentos e, sobretudo, por viabilizar a criação e alocação de crédito, elemento central para investimento e crescimento (SCHUMPETER, 1934). A evolução tecnológica pode ser compreendida como uma camada adicional de transformação da infraestrutura financeira isto é, do “trilho” pelo qual a moeda circula e o crédito se materializa com efeitos potenciais sobre eficiência, concorrência, riscos e inclusão.

A base conceitual dessas transformações remonta à proposta original de Satoshi Nakamoto (2008), que apresentou o Bitcoin como um sistema de dinheiro eletrônico ponto a ponto capaz de viabilizar transações digitais sem a necessidade de uma terceira parte confiável.

A partir dessa inovação, o que inicialmente foi concebido como uma solução específica para registrar e liquidar transferências de valor em uma rede descentralizada passou a ser reconhecido como uma nova arquitetura de registro blockchain.

As transformações tecnológicas associadas à digitalização financeira, a blockchain e as moedas digitais têm contribuído para o surgimento de uma economia progressivamente tokenizada, na qual ativos, moedas e contratos passam a circular em redes digitais seguras e auditáveis (SWAN, 2015; ZHANG; LI; ZHAO, 2024).

No entanto, apesar do avanço tecnológico e da expansão das infraestruturas digitais, persiste uma lacuna significativa entre o acesso formal aos serviços financeiros e o uso efetivo e consciente desses serviços pela população. Relatórios do Banco Mundial indicam que a inclusão financeira não se resume à posse de contas ou instrumentos de pagamento, mas envolve a capacidade de utilizar serviços financeiros de forma adequada, sustentável e alinhada às necessidades econômicas dos indivíduos (WORLD BANK, 2021; IMF, 2023).

Sob essa perspectiva, a inovação financeira apresenta um caráter ambivalente. Por um lado, tecnologias digitais podem reduzir barreiras de entrada, ampliar a concorrência e facilitar o acesso a pagamentos, crédito e transferências. Por outro lado, se não forem acompanhadas por políticas públicas adequadas, marcos regulatórios inclusivos e educação financeira, essas mesmas tecnologias podem aprofundar desigualdades preexistentes, beneficiando de forma desproporcional grupos com maior capital econômico, social e digital (SWAN, 2015; WORLD BANK, 2021).

Nesse sentido, Swan (2015) e De Filippi e Wright (2018) convergem ao enfatizar que a automação e a programabilidade proporcionadas por sistemas baseados em blockchain não determinam, por si só, resultados sociais positivos. A forma como essas tecnologias são desenhadas, reguladas e integradas ao sistema financeiro influencia diretamente seus efeitos distributivos. Assim, a análise da inovação financeira deve considerar não apenas seus ganhos de eficiência, mas também seus impactos sociais, institucionais e regulatórios, especialmente em economias marcadas por desigualdades estruturais (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; IMF, 2023).

1.2 Problematização

Embora a transformação financeira tenha avançado de forma significativa nas últimas décadas, a inclusão financeira permanece um desafio central, pois ainda há uma lacuna entre o desenvolvimento tecnológico associado à digitalização, ao blockchain e às moedas digitais e sua efetiva conversão em acesso equitativo e uso consciente de serviços financeiros por todos os segmentos da população (BIS, 2023; IMF, 2023). Em outras palavras, a expansão de infraestruturas digitais e de novos instrumentos financeiros não tem sido suficiente, por si só, para superar barreiras de acesso e de uso em contextos marcados por desigualdades socioeconômicas e territoriais (WORLD BANK, 2021).

Nesse cenário, o caso brasileiro oferece um terreno empírico relevante para investigar como inovações dentro do modelo de finanças tradicionais (TradFi) podem operar como vetores concretos de inclusão. O país destaca-se pela modernização de seu sistema de pagamentos, evidenciada pelo êxito do Pix, que se consolidou como infraestrutura de pagamentos de ampla capilaridade (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023). Contudo, apesar desses avanços, persistem desafios estruturais para que os ganhos tecnológicos se convertam em inclusão financeira mais ampla, sobretudo entre populações de baixa renda e trabalhadores informais, para os quais o acesso a serviços como crédito, poupança e instrumentos de gestão financeira ainda se mostra limitado (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; FEBRABAN, 2024).

Nesse contexto, stablecoins e moedas digitais de bancos centrais (CBDCs) emergem como potenciais instrumentos para ampliar o acesso a pagamentos, transferências e crédito, ao mesmo tempo em que prometem reduzir custos de transação e ampliar o alcance dos serviços financeiros (IMF, 2023; ATLANTIC COUNCIL, 2024). No entanto, a integração dessas inovações ao sistema financeiro existente depende de múltiplos fatores, incluindo marcos regulatórios adequados, infraestrutura tecnológica, proteção do consumidor e níveis mínimos de confiança pública. A ausência ou fragilidade desses elementos pode comprometer os benefícios esperados dessas tecnologias (BIS, 2021; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

Adicionalmente, conforme argumentado na literatura econômica e institucional, os impactos da blockchain e das moedas digitais sobre a inclusão financeira não são automáticos nem homogêneos. A redução de custos de verificação e de coordenação, embora relevante, não elimina desafios relacionados à governança, à assimetria de informação, à educação financeira e à capacidade dos usuários de se apropriarem efetivamente das inovações tecnológicas (CATALINI; GANS, 2016; WORLD BANK, 2021). Assim, a análise dessas novas tecnologias requer uma abordagem que considere sua interação com o sistema financeiro tradicional, as instituições existentes, os ecossistemas emergentes de finanças descentralizadas e os objetivos de política pública (IMF, 2023; BIS, 2023). Diante desse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa:

Como inovações financeiras baseadas em tecnologias digitais com ênfase em blockchain e moedas digitais (incluindo stablecoins e moedas digitais de bancos centrais - CBDC), bem como infraestruturas de pagamentos influenciam a inclusão financeira e o acesso a serviços financeiros no Brasil, considerando a comparação e a interação entre os ecossistemas de finanças tradicionais (TradFi) e finanças descentralizadas (DeFi)?

1.3 Objetivo da pesquisa

Esta pesquisa tem como objetivo geral compreender de que maneira o avanço das tecnologias digitais no setor financeiro influencia a inclusão financeira no Brasil, por meio de inovações baseadas em blockchain, moedas digitais e infraestruturas de pagamentos, considerando suas dinâmicas nos ecossistemas TradFi e DeFi.

A investigação articula contribuições teóricas, evidências empíricas e análises institucionais, de modo a examinar tanto os potenciais benefícios quanto as limitações dessas tecnologias no contexto brasileiro (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016; IMF, 2023).

1.3.1 Objetivo geral

Analisar como inovações financeiras baseadas em tecnologias digitais com ênfase em blockchain e moedas digitais (incluindo stablecoins e moedas digitais de bancos

centrais -CBDC), bem como as infraestruturas de pagamentos influenciam a inclusão financeira e o acesso a serviços financeiros no Brasil, considerando a comparação e a interação entre os ecossistemas de finanças tradicionais (TradFi) e finanças descentralizadas (DeFi) (CATALINI; GANS, 2016; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar as principais características da tecnologia blockchain aplicadas as moedas digitais; bitcoin, stablecoins e CBDCs (SWAN, 2015; BIS, 2021)
2. Analisar as moedas digitais na ampliação do acesso a serviços financeiros, com ênfase em pagamentos, transferências e crédito, considerando benefícios e limitações. (WORLD BANK, 2022; INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2023).
3. Analisar as inovações tecnológicas (com e sem blockchain) no sistema financeiro nacional na ampliação da inclusão financeira e o acesso a serviços financeiros à luz das transformações recentes do setor (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; FEBRABAN, 2024; IMF, 2022).
4. Comparar os modelos de finanças descentralizadas (DeFi) e de finanças tradicionais (TradFi), examinando suas complementaridades, concorrências e implicações regulatórias e sociais (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; BIS, 2023).

1.4 Justificativa

A transformação digital do sistema financeiro vem redefinindo conceitos fundamentais como moeda, confiança e intermediação, ao deslocar parte da credibilidade tradicionalmente atribuída às instituições para protocolos tecnológicos e arquiteturas digitais baseadas em software e regras algorítmicas (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018). Esse processo, intensificado pelo avanço da blockchain, das moedas digitais e das finanças descentralizadas, impõe novos desafios analíticos, regulatórios e sociais, tornando necessária uma investigação sistemática sobre seus efeitos no acesso, no uso e na qualidade dos serviços financeiros, especialmente sob a ótica da inclusão financeira (BIS, 2023).

No caso brasileiro, a análise desse fenômeno adquire relevância singular, dada a combinação entre um sistema financeiro relativamente sólido e regulado e uma infraestrutura de pagamentos moderna e resiliente. Iniciativas como o Pix demonstram como uma inovação de infraestrutura implementada no âmbito do ecossistema TradFi e coordenada pelo Banco Central do Brasil pode produzir resultados concretos de eficiência e capilaridade no acesso a pagamentos digitais, com potenciais efeitos de inclusão (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

Em paralelo, o Drex e o debate internacional sobre moedas digitais evidenciam uma nova etapa, na qual tokenização e programabilidade passam a ser exploradas como extensões do arranjo financeiro existente, ao mesmo tempo em que ampliam a agenda regulatória e institucional sobre privacidade, governança e proteção do consumidor (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; Atlantic Council, 2024).

Dessa forma, esta pesquisa justifica-se por examinar, de maneira integrada, dois vetores complementares:

- a trajetória de inclusão financeira viabilizada por infraestruturas de pagamento no âmbito das finanças tradicionais, tomando o Pix como evidência de implementação efetiva;
- o potencial e os limites de inovações baseadas em blockchain e moedas digitais (incluindo stablecoins e CBDCs) em ecossistemas descentralizados (DeFi), cujos benefícios não são automáticos e dependem de condições institucionais e de adoção.

Trata-se, portanto, de analisar como essas tecnologias interagem com marcos regulatórios, políticas públicas e condições socioeconômicas no Brasil, avaliando em que medida podem contribuir para reduzir desigualdades e promover crescimento econômico mais inclusivo, em consonância com as ODS 8 e 10 da Agenda 2030 (United Nations, 2015).

Assim, a justificativa desta dissertação reside na necessidade de aprofundar a compreensão dos impactos das moedas digitais e das finanças descentralizadas no contexto brasileiro, articulando perspectivas tecnológicas, econômicas e institucionais e

identificando oportunidades, riscos e condições de implementação capazes de produzir resultados efetivos de inclusão financeira. Nesse sentido, a etapa de análise empírica toma o Pix como referência (benchmark) de inovação infraestrutural no ecossistema TradFi e utiliza esse parâmetro para discutir, de forma comparativa, as promessas e restrições associadas às moedas digitais (stablecoins e CBDCs) e às dinâmicas do DeFi, evidenciando sob quais condições tais inovações podem ampliar ou limitar o acesso e o uso de serviços financeiros no Brasil.

1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em três capítulos, além das considerações finais, estruturados de modo a assegurar coerência lógica entre os objetivos da pesquisa, o referencial teórico, a análise dos resultados e as conclusões alcançadas.

A Introdução apresenta a contextualização do estudo, situando o leitor no cenário de transformação do sistema financeiro contemporâneo, impulsionado por tecnologias digitais, com destaque para a blockchain e o avanço das moedas digitais. Nessa seção, delimitam-se a problemática de pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, bem como se sintetiza a relevância tecnológica, econômica e social do tema.

O Referencial teórico desenvolve a base conceitual que sustenta a pesquisa. Nessa etapa, são sistematizados os principais conceitos e debates relacionados à tecnologia blockchain, às moedas digitais incluindo criptomoedas, stablecoins e moedas digitais de bancos centrais (CBDCs), às finanças descentralizadas (DeFi) e às finanças tradicionais (TradFi). A inclusão financeira é tratada como categoria analítica integrante do referencial teórico, sendo examinada à luz de abordagens econômicas, institucionais e regulatórias e de contribuições de organismos multilaterais.

O capítulo também discute o papel da regulação, da governança e da tokenização de ativos como elementos centrais para compreender as dinâmicas contemporâneas de acesso e uso de serviços financeiros.

A Análise dos resultados apresenta os achados da pesquisa por meio de uma síntese qualitativa da literatura e dos documentos analisados. O capítulo enfatiza convergências e divergências entre os modelos de finanças descentralizadas (DeFi) e de finanças tradicionais (TradFi), examinando mediações técnico-regulatórias e suas implicações para a inclusão financeira no Brasil.

Por fim, as Considerações finais sintetizam os principais achados do estudo, destacam contribuições teóricas e práticas, apontam limitações e sugerem uma agenda para futuras investigações no campo das tecnologias financeiras, da inclusão financeira e do desenvolvimento sustentável.

1.6 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como descritivo-exploratória, com abordagem qualitativa e caráter documental, tendo como objetivo compreender, descrever e analisar criticamente as transformações recentes do sistema financeiro associadas à tecnologia blockchain, às moedas digitais e às finanças descentralizadas, bem como seus impactos sobre a inclusão financeira.

A estratégia metodológica baseia-se em uma revisão sistemática do estado da arte, combinada à análise de documentos institucionais e relatórios técnicos, com vistas a identificar convergências, divergências e lacunas na produção acadêmica e normativa relacionada às interações entre finanças tradicionais (TradFi) e finanças descentralizadas (DeFi).

Conforme Creswell (2014), a abordagem qualitativa mostra-se adequada para a investigação de fenômenos complexos e multifacetados, especialmente quando se busca compreender processos institucionais, tecnológicos e sociais em seus contextos específicos. Em complemento, Gil (2008) destaca que a pesquisa descritiva permite identificar, analisar e interpretar características de determinado fenômeno sem interferir em sua dinâmica, o que se revela apropriado para o estudo das transformações do sistema financeiro digital.

1.6.1 Procedimentos de revisão e seleção de fontes

O mapeamento da literatura científica foi conduzido a partir da definição de descritores em língua inglesa, considerando a predominância desse idioma na produção acadêmica internacional. Os principais descritores utilizados foram: Blockchain; Central Bank Digital Currency (CBDC); Stablecoin; Cryptocurrency; Decentralized Finance (DeFi); Financial Inclusion;

A busca bibliográfica foi realizada por meio do Portal de Periódicos da CAPES, acessado com credenciais institucionais da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), priorizando artigos revisados por pares e sempre que possível, publicações de acesso aberto. Foram consultadas bases de dados reconhecidas por sua relevância científica e abrangência interdisciplinar, entre as quais: Scopus, Web of Science, SSRN, ScienceDirect e SciELO, assegurando diversidade temática e metodológica.

O período de cobertura adotado para a literatura científica compreende 2017 a fevereiro de 2026, refletindo o amadurecimento das discussões sobre blockchain, moedas digitais e finanças descentralizadas, bem como a intensificação dos projetos oficiais de CBDCs e sistemas de pagamentos instantâneos. Excepcionalmente, foram incorporadas referências anteriores a esse intervalo (2008-2016) quando consideradas conceitualmente indispensáveis, como no caso do artigo seminal de Nakamoto (2008).

Para assegurar transparência e reprodutibilidade, a seleção do material seguiu critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos artigos, capítulos e documentos institucionais que abordassem

- blockchain e moedas digitais (criptomoedas, stablecoins e/ou CBDCs),
- finanças descentralizadas (DeFi) e/ou sua interação com finanças tradicionais (TradFi)
- implicações para inclusão financeira, pagamentos, transferências e crédito, com prioridade para evidências aplicáveis ao contexto brasileiro.

Foram excluídos registros duplicados, textos opinativos sem base documental, materiais sem aderência ao problema de pesquisa e publicações cujo foco não se

relacionasse à inclusão financeira ou à arquitetura financeira digital. A triagem ocorreu em etapas: leitura de título e resumo, seguida de leitura integral dos itens elegíveis e registro sistemático das informações essenciais (autoria, ano, objeto, método e principais conclusões).

1.6.2 Fontes documentais e institucionais

Além da literatura científica, a pesquisa incorporou um conjunto de fontes documentais e institucionais, que compõem o corpus qualitativo da análise, incluindo:

- Relatórios técnicos e institucionais do Banco Central do Brasil (BCB), do Bank for International Settlements (BIS), do Fundo Monetário Internacional (IMF), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e da Federação Brasileira de Bancos (Febraban);
- Livros técnicos e obras de referência sobre blockchain e moedas digitais, com destaque para Tapscott e Tapscott (2016), De Filippi e Wright (2018) e Swan (2015);
- Notícias e relatórios de portais especializados e veículos de grande circulação foram utilizados apenas de forma complementar e crítica, para contextualização e verificação de informações públicas, sem caráter de evidência principal na análise.

O recorte territorial da pesquisa prioriza o Brasil, admitindo comparações internacionais sempre que pertinentes, a partir de relatórios globais do BIS (2023), do IMF (2023) e do Atlantic Council (2024).

1.6.3 Estrutura analítica

A análise empírica concentrou-se nos seguintes eixos:

- Pix arranjo de pagamentos instantâneos criado e gerido pelo Banco Central do Brasil, analisado a partir de documentos técnicos, relatórios e estatísticas oficiais do BCB (2020–2024) e da Febraban (2023–2024), com foco em seus impactos sobre hábitos de pagamento e inclusão transacional.

- Drex projeto-piloto da moeda digital brasileira, cuja documentação pública fornece subsídios para a análise de aspectos relacionados à arquitetura tecnológica, privacidade, tokenização de ativos e interoperabilidade (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; 2025).
- Adicionalmente, a pesquisa contempla stablecoins e CBDCs sob uma perspectiva comparada, com base em tipologias, relatórios técnicos e análises de risco produzidos pelo BIS e pelo IMF.

O tratamento analítico dos dados seguiu uma lógica dedutivo-indutiva, articulando o referencial teórico com os achados empíricos e documentais. As interpretações buscaram identificar convergências e divergências entre os modelos de finanças tradicionais (TradFi) e finanças descentralizadas (DeFi), com ênfase em seus impactos sobre a inclusão financeira, a governança monetária e a arquitetura do sistema financeiro digital.

A análise do corpus baseou-se em síntese qualitativa e leitura analítica dos materiais selecionados, com categorização orientada pelos objetivos da pesquisa. Inicialmente, realizou-se leitura exploratória para verificação de pertinência; em seguida, procedeu-se à leitura seletiva e analítica, com extração de trechos e evidências relacionadas a

- mecanismos de inclusão financeira (custos, acesso, usabilidade, proteção),
- condições institucionais e regulatórias (governança, compliance, privacidade, proteção do consumidor) e
- diferenças e complementaridades entre TradFi e DeFi. As evidências extraídas foram organizadas em matrizes de análise para permitir comparação entre fontes e rastreabilidade dos achados.

1.6.4 Considerações éticas e limitações

A pesquisa utiliza exclusivamente fontes secundárias e documentais de acesso público (literatura científica, relatórios institucionais e estatísticas oficiais), não envolvendo coleta de dados com participantes humanos, entrevistas ou questionários. As principais limitações decorrem

- da disponibilidade e do grau de detalhamento dos documentos públicos, especialmente em projetos em evolução, como iniciativas de CBDC;
- da heterogeneidade do ecossistema DeFi e da rápida mudança tecnológica;
- impossibilidade de inferir causalidade estrita a partir de evidências documentais, razão pela qual os resultados são apresentados como análise de mecanismos, condições e implicações para inclusão financeira no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Tecnologia Blockchain

2.1.1 Evolução histórica

A evolução da blockchain pode ser compreendida em fases que expressam a ampliação de suas funções técnicas, econômicas e institucionais: de mecanismo criptográfico de integridade documental a infraestrutura digital programável e de coordenação distribuída (HABER; STORNETTA, 1991; NAKAMOTO, 2008; SWAN, 2015; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

As bases conceituais antecedem as criptomoedas. Haber e Stornetta (1991) propuseram um sistema de carimbo temporal criptográfico para garantir a integridade de documentos digitais, posteriormente aperfeiçoado com árvores de Merkle por Bayer, Haber e Stornetta (1992), estabelecendo fundamentos como encadeamento criptográfico, imutabilidade prática e verificação eficiente de dados.

O marco decisivo ocorre com Nakamoto (2008), ao combinar rede peer-to-peer, hashes, assinaturas digitais e consenso Proof-of-Work (PoW) para resolver o problema do gasto duplo, consolidando a blockchain como infraestrutura de moeda digital descentralizada (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). A inovação do Bitcoin consistiu em integrar mecanismos já conhecidos em um arranjo técnico-econômico viável, sustentado por incentivos e validação coletiva.

A partir de 2015, com a Ethereum, a blockchain se transforma em plataforma programável por meio de contratos inteligentes, ampliando-se de sistema monetário para infraestrutura de aplicações descentralizadas (BUTERIN, 2014; SWAN, 2015). Swan (2015) descreve essa etapa como “economia programável”, e De Filippi e Wright (2018) aprofundam sua dimensão de governança por código.

Entre 2018 e 2020, o crescimento do ecossistema DeFi consolidou a blockchain como infraestrutura de serviços financeiros programáveis (empréstimos, exchanges, derivativos e stablecoins), ampliando sua relevância econômica para além da emissão

monetária. Nessa perspectiva, Catalini e Gans (2016) destacam a redução de custos de verificação e reconciliação e seus impactos sobre o papel dos intermediários.

Desde 2020, observa-se maior incorporação institucional, com redes permissionadas, tokenização e projetos de CBDCs, em arranjos que combinam descentralização técnica com supervisão, conformidade e governança regulatória (BIS, 2021; BIS, 2023). Assim, a trajetória da blockchain evidencia a passagem de tecnologia de registro criptográfico (1991) para sistema monetário descentralizado (2008), plataforma programável (2015), infraestrutura financeira (2018) e componente institucional (2020+).

2.1.2 O que é blockchain

A blockchain pode ser definida como um banco de dados distribuído, descentralizado e resistente à alteração, estruturado em blocos interligados por funções criptográficas. Cada bloco reúne transações validadas e contém um hash que o conecta ao bloco anterior, formando uma cadeia cronológica de registros (NAKAMOTO, 2008; SWAN, 2015; NARAYANAN et al., 2016). Diferentemente de bases de dados convencionais, a blockchain incorpora mecanismos de integridade, rastreabilidade e verificação do histórico.

Na organização interna dos blocos, podem ser utilizadas árvores de Merkle, que permitem agregar e verificar grandes conjuntos de transações com eficiência. O Merkle Root sintetiza o conteúdo do bloco, e qualquer alteração em uma transação modifica esse identificador, tornando inconsistências detectáveis (MERKLE, 1987; NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). Além disso, as Merkle Proofs permitem comprovar a inclusão de uma transação sem acessar o conjunto completo de dados, reduzindo custos de verificação e favorecendo escalabilidade (ANTONOPOULOS, 2017).

O encadeamento entre blocos, combinado com criptografia e regras de validação, torna alterações retroativas detectáveis e sustenta a chamada imutabilidade prática do livro-razão compartilhado (NAKAMOTO, 2008; SWAN, 2015; NARAYANAN et al., 2016).

A integridade do sistema não depende de um agente central, mas da verificação coletiva e dos custos associados a tentativas de adulteração.

Esse funcionamento requer protocolos de consenso, que permitem aos participantes validar transações e convergir para um único histórico válido. No PoW, como no Bitcoin, a proposição de blocos exige dispêndio computacional, criando custos econômicos que desincentivam ataques (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). No PoS, a validação se associa à participação (stake) e a regras de penalidade, com maior eficiência energética, mas desafios próprios de incentivos e governança (BIS, 2023). Em redes permissionadas, comuns em aplicações institucionais, protocolos com validadores autorizados elevam desempenho e finalização, mas deslocam parte do problema para governança, controle de acesso e mitigação de colusão (CACHIN; VUKOLIĆ, 2017; BIS, 2021; BIS, 2023).

Além do registro seguro, a blockchain introduz a programabilidade, permitindo a execução automática de regras por contratos inteligentes e ampliando o espectro de aplicações econômicas e financeiras (SWAN, 2015; TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018). Por isso, ela não funciona apenas como repositório de dados, mas como infraestrutura de coordenação.

Do ponto de vista institucional, a blockchain pode ser entendida como infraestrutura de confiança distribuída, na qual parte das funções de verificação, coordenação e execução é incorporada a mecanismos técnicos verificáveis (“code is law”), sem eliminar a relevância das instituições e do arcabouço jurídico, especialmente em contextos regulados (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; BIS, 2021; BIS, 2023).

Em síntese, a blockchain é uma infraestrutura de registro e coordenação baseada em arquitetura distribuída, criptografia e consenso, cujo desenho produz propriedades funcionais relevantes para sistemas monetários e financeiros, como transparência/auditabilidade, segurança e integridade criptográfica, programabilidade e registro distribuído com consenso (SWAN, 2015; BIS, 2021; BIS, 2023).

2.1.3 Tipos de blockchain

A tipologia das blockchains decorre de diferentes configurações de governança, acesso à rede e mecanismos de validação, refletindo respostas técnicas às demandas de transparência, segurança, escalabilidade e controle institucional. A literatura classifica essas redes em blockchains públicas (permissionless), privadas (permissioned) e de consórcio/híbridas, cada uma com implicações próprias para governança e grau de auditabilidade do livro-razão (NARAYANAN et al., 2016; SWAN, 2015).

As blockchains públicas constituem redes abertas, nas quais qualquer participante pode ingressar, enviar transações e participar da validação. Bitcoin e Ethereum são exemplos desse modelo. Nessas redes, a governança tende a ser mais distribuída e a segurança deriva de mecanismos como Proof-of-Work (PoW) ou Proof-of-Stake (PoS), aliados a incentivos econômicos e custos de ataque (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). Antonopoulos (2017) destaca que a robustez dessas redes está relacionada à ampla distribuição de validadores, o que reduz o risco de captura por um único ator. A transparência é elevada porque o livro-razão é público e auditável, característica que favorece aplicações que exigem verificabilidade aberta, como criptomoedas globais e parte do ecossistema Web3 (ANTONOPOULOS, 2017).

As blockchains privadas restringem a participação a entidades autorizadas, sendo utilizadas em contextos corporativos e institucionais, inclusive em aplicações financeiras reguladas. Nesses sistemas, a governança tende a ser centralizada ou concentrada, e o consenso pode adotar algoritmos mais eficientes do que aqueles usados em redes abertas, uma vez que a validação não depende de competição pública nem de custos computacionais elevados (CACHIN; VUKOLIĆ, 2017).

Como os validadores são conhecidos e autorizados, a segurança passa a depender do controle de acesso, da identidade dos participantes, de regras de governança internas e do desenho de auditoria. Nessa configuração, a transparência é tipicamente limitada aos participantes autorizados, o que pode atender exigências de privacidade e sigilo empresarial, mas exige mecanismos adicionais de accountability e

trilhas de auditoria para reduzir riscos de assimetria informacional dentro do próprio arranjo (SWAN, 2015).

As blockchains de consórcio ou híbridas situam-se entre os modelos público e privado. A validação é conduzida por um grupo de instituições previamente autorizadas, e a governança é compartilhada entre os membros. Esse arranjo busca combinar descentralização “suficiente” para reduzir dependência de um único controlador com mecanismos institucionais de coordenação, supervisão e compliance.

O BIS (2023) observa que essa configuração vem sendo explorada em projetos institucionais porque permite conciliar segurança criptográfica, controle regulatório e eficiência operacional, mantendo auditabilidade sob regras definidas (BIS, 2023). De Filippi e Wright (2018) chamam atenção para a natureza híbrida da governança nesses sistemas, porque parte das regras é executada tecnicamente por protocolo e parte é definida por acordos institucionais e arcabouço jurídico, sobretudo quando há exigências de responsabilização, proteção de dados e supervisão (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

Do ponto de vista funcional, a escolha do tipo de blockchain depende do equilíbrio entre descentralização, desempenho, privacidade e governança. Em redes públicas, a transparência tende a ser máxima e a auditabilidade é inerente ao desenho; porém, desafios como escalabilidade, privacidade e coordenação de upgrades tornam-se mais evidentes.

Em redes privadas e de consórcio, o desempenho e o controle de acesso podem ser superiores, mas emergem trade-offs relacionados à governança, auditoria, rastreabilidade e responsabilização (CACHIN; VUKOLIĆ, 2017; ZHANG et al., 2024; BIS, 2023). Assim, a tipologia das blockchains não expressa apenas diferenças técnicas, mas diferentes maneiras de organizar confiança e transparência na economia digital (SWAN, 2015; NARAYANAN et al., 2016).

2.1.4 Características da blockchain

As características funcionais da tecnologia blockchain decorrem de uma arquitetura distribuída, criptográfica e programável, que define como dados são registrados, validados e compartilhados entre participantes. Para fins analíticos, destacam-se quatro atributos centrais transparência/auditabilidade, segurança e integridade criptográfica, programabilidade e registro distribuído com consenso que operam de forma interdependente e assumem configurações distintas conforme o tipo de rede (pública ou permissionada) e os requisitos institucionais de governança, conformidade e proteção de dados (SWAN, 2015; Bank for International Settlements, 2021). Em aplicações financeiras, esses atributos são relevantes porque definem tanto o potencial de eficiência e verificabilidade quanto os trade-offs entre privacidade, desempenho e responsabilização (BIS, 2021; BIS, 2023).

2.1.4.1 Transparência e auditabilidade

A transparência decorre do modo como o livro-razão é mantido e compartilhado, em redes públicas, a replicação do histórico em múltiplos nós permite que qualquer interessado verifique a consistência do registro e audite transações sem depender de autoridade central, ampliando rastreabilidade e verificação independente (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). Em redes permissionadas, a auditabilidade tende a ser preservada entre participantes autorizados, enquanto o acesso a dados pode ser restringido para atender sigilo, proteção de informações sensíveis e exigências regulatórias (BIS, 2021; BIS, 2023). Assim, transparência não é um “absoluto”: é um atributo desenhável, que precisa ser calibrado (o que é visível, para quem e sob quais garantias) para produzir accountability sem violar confidencialidade e proteção de dados no setor financeiro (SWAN, 2015; BIS, 2021).

2.1.4.2 Segurança e integridade criptográfica

A segurança emerge da combinação de assinaturas digitais, funções hash, encadeamento de blocos e consenso, formando um conjunto que protege autenticidade e integridade do histórico (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). As assinaturas permitem verificar autoria e integridade das transações sem confiar em uma entidade

central, enquanto o encadeamento por hashes torna alterações retroativas detectáveis, pois uma pequena modificação altera identificadores e compromete a cadeia subsequente (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016).

Em redes públicas, consenso e incentivos elevam o custo de reescrever o passado, tornando ataques economicamente improváveis quando há dispersão adequada de validadores (ANTONOPOULOS, 2017; NAKAMOTO, 2008). Em redes permissionadas, a segurança se apoia mais diretamente em governança, controle de acesso e gestão de identidades; isso pode elevar desempenho, mas aumenta a importância de mitigar riscos de coordenação e colusão quando poucos validadores concentram poder (CACHIN; VUKOLIĆ, 2017; ZHANG et al., 2024).

2.1.4.3 Programabilidade (smart contracts)

A programabilidade transforma a blockchain de um registro transacional em uma infraestrutura de coordenação na qual regras podem ser codificadas e executadas automaticamente por contratos inteligentes (SWAN, 2015). Essa capacidade se consolida com plataformas como o Ethereum, ampliando aplicações para além de transferências, incluindo automação de obrigações, coordenação de estados e criação de instrumentos digitais mais complexos (BUTERIN, 2014; SWAN, 2015). Tapscott e Tapscott (2016) ressaltam que a blockchain pode ser programada para coordenar ativos e processos de valor, deslocando parte da confiança para regras verificáveis (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016). Contudo, De Filippi e Wright (2018) destacam que o “code is law” não elimina a dimensão institucional: disputas, responsabilidades e interpretações persistem fora do código, sobretudo em ambientes regulados (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018). Por isso, a programabilidade exige controles adicionais (segurança do código, auditorias, governança de atualização e limites de automação) para reduzir vulnerabilidades e garantir aderência a requisitos regulatórios (SWAN, 2015; BIS, 2021).

2.1.4.4 Registro distribuído, consenso e resiliência

O registro distribuído mantém cópias sincronizadas do livro-razão em múltiplos nós e, via consenso, assegura concordância sobre o estado do sistema antes de incluir novos

blocos, reduzindo dependência de um operador central e elevando resiliência a falhas (NARAYANAN et al., 2016). No Bitcoin, o Proof-of-Work combina validação e incentivos para proteger o histórico e mitigar gasto duplo em ambiente sem autoridade central (NAKAMOTO, 2008). Alternativas como Proof-of-Stake associam validação à participação e penalidades, buscando maior eficiência e escalabilidade, ainda que imponham desafios próprios de incentivos e governança (BIS, 2023). Em redes permissionadas, protocolos inspirados em tolerância a falhas bizantinas podem aumentar desempenho e finalização, mas exigem governança robusta, gestão de identidades e mitigação de riscos de colusão (CACHIN; VUKOLIĆ, 2017; BIS, 2023). Assim, a resiliência deriva tanto da ausência de ponto único de falha quanto da consistência produzida por regras compartilhadas, condicionada ao desenho institucional da rede (SWAN, 2015; BIS, 2021).

Em síntese, os quatro atributos se reforçam mutuamente: transparência favorece auditabilidade; segurança protege autenticidade e integridade; registro distribuído e consenso sustentam consistência e resiliência; e programabilidade viabiliza automação de regras e processos. Essa interdependência explica por que aplicações financeiras envolvem trade-offs entre auditabilidade, privacidade, eficiência e governança, que precisam ser explicitados no desenho técnico e institucional da rede (SWAN, 2015; BIS, 2021; NARAYANAN et al., 2016).

2.1.4.5 Arquitetura em camadas da blockchain

A blockchain pode ser compreendida como uma infraestrutura em camadas, na qual diferentes níveis funcionais se articulam para registrar, validar e compartilhar informações de forma distribuída. Em termos gerais, essa organização separa funções de comunicação entre nós (rede), estruturação e armazenamento de dados (ledger/blocos), validação e coordenação do estado do sistema (consenso e regras) e execução de lógica e aplicações (smart contracts e camada de aplicação).

Essa modularidade se assemelha à arquitetura em camadas da internet: ao desacoplar componentes, permite evoluir partes do sistema sem redesenho completo, favorecendo escalabilidade, manutenção e interoperabilidade entre redes e aplicações

(NARAYANAN et al., 2016; SWAN, 2015). Nesse arranjo, as características centrais da blockchain distribuem-se entre as camadas: transparência/auditabilidade dependem do desenho do registro e das permissões; a segurança resulta da combinação de criptografia, encadeamento por hashes e validação; a programabilidade concentra-se na camada de execução; e o registro distribuído apoia-se na rede e no consenso que sustentam um estado compartilhado do livro-razão.

- Camada de rede: conecta participantes em arquitetura peer-to-peer, permitindo a disseminação de transações e blocos sem servidor central. A descentralização se manifesta operacionalmente na recepção, validação preliminar e retransmissão de informações pelos nós. A resiliência decorre da ausência de ponto único de falha, embora a eficiência dependa da topologia e da propagação na rede (NARAYANAN et al., 2016). A literatura também destaca que atrasos e assimetrias de propagação afetam segurança e desempenho, mostrando que a resiliência é também um problema de engenharia de redes (ANTONOPOULOS, 2017).
- Camada de dados: organiza o livro-razão por meio de transações agregadas em blocos encadeados por hashes, o que torna alterações retroativas detectáveis e reforça a integridade do histórico (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016). Estruturas como a árvore de Merkle permitem verificação eficiente e auditabilidade técnica sem exigir leitura integral de todos os dados (NAKAMOTO, 2008; NARAYANAN et al., 2016).
- Camada de consenso: define como a rede concorda sobre o estado do livro-razão. Protocolos como PoW e PoS estabelecem regras de participação, critérios de proposição de blocos e mecanismos de seleção/penalidade, produzindo consistência em ambiente distribuído (NAKAMOTO, 2008; BIS, 2023). Em redes permissionadas, tende-se a priorizar desempenho e finalização rápida, com maior necessidade de governança e controles entre validadores (CACHIN; VUKOLIĆ, 2017; ZHANG et al., 2024).
- Camada de execução: abriga contratos inteligentes, que automatizam regras e atualizam estados conforme condições predefinidas. É nesse nível que se

materializa a programabilidade associada à “economia programável” e à governança por código (SWAN, 2015; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

- Camada de aplicação: corresponde ao nível em que usuários e instituições interagem com carteiras digitais, dApps e integrações, convertendo a infraestrutura técnica em utilidade econômica e social. Nessa camada, transparência/auditabilidade aparecem como funcionalidades (rastreadibilidade, prova, verificação), enquanto a programabilidade se traduz em produtos e serviços automatizados (SWAN, 2015; TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

Assim, o modelo em camadas evidencia a blockchain como sistema integrado: a rede garante comunicação; os dados, integridade; o consenso, confiança; a execução, automação; e a aplicação, uso e impacto.

2.1.5 Web

A periodização da Web em “gerações” é usada nesta dissertação como instrumento analítico para situar mudanças na arquitetura sociotécnica da internet especialmente na forma como se organizam produção de valor, intermediação, confiança e governança. Há, porém, uma ambiguidade recorrente: Web 3.0 (com ponto) costuma remeter à tradição da Web Semântica, enquanto Web3 (sem ponto) refere-se a propostas de uma internet mais descentralizada baseada em blockchain. Embora muitas vezes tratadas como sinônimos no debate público, aqui são conceitos distintos, pois implicam mecanismos e efeitos diferentes para a análise de infraestrutura digital e, em particular, de sistemas financeiros.

De forma sintética, a Web 1.0 é descrita como uma etapa de baixa interatividade (“read-only”), com produção concentrada em provedores. A Web 2.0 desloca o foco para “a Web como plataforma”, intensificando participação do usuário e consolidando ecossistemas orientados por dados e efeitos de rede; a leitura associada a Tim O’Reilly destaca padrões em que serviços melhoram com o uso e uma “arquitetura de participação” que, na prática, reforça a centralidade de intermediários digitais.

A noção de Web 3.0 (com ponto) vincula-se historicamente ao projeto da Web Semântica, cujo objetivo é tornar conteúdos mais compreensíveis por máquinas por meio de metadados estruturados, ontologias e interoperabilidade. Berners-Lee, Hendler e Lassila apresentam a Web Semântica como uma evolução voltada à integração e recombinação de dados distribuídos (“web de dados”), e a agenda de Linked Data reforça o uso de identificadores e padrões para ampliar interoperabilidade e reutilização, com suporte institucional em padrões do W3C (como RDF e OWL). Em termos analíticos, portanto, Web 3.0 enfatiza a camada informacional: padronização, integração e inferência.

O termo Web3 (sem ponto) consolidou-se como guarda-chuva para propostas baseadas em blockchains e contratos inteligentes, com ênfase em identidade criptográfica, ativos digitais e coordenação por protocolos, com implicações para arquitetura, governança e regulação. Gavin Wood formula uma visão “pós-Snowden” em que o que exige consenso é registrado em ledger e o privado é preservado, sugerindo mudança na forma de produzir confiança. Don e Alex Tapscott popularizam a ideia de “internet de valor”, útil aqui por conectar Web3 à possibilidade de incorporar camadas nativas de valor, propriedade e liquidação às interações digitais, com efeitos potenciais sobre pagamentos, crédito e mercados.

Esse enquadramento exige cautela; “Web3” não tem definição padronizada e muitas aplicações dependem de infraestrutura tradicional (hospedagem, acesso e componentes operacionais), o que relativiza promessas de descentralização total e demanda avaliação empírica caso a caso. Leituras críticas sobre a plataformização ajudam a contextualizar seu apelo: Srnicek discute a concentração no “capitalismo de plataformas” e Zuboff enfatiza assimetrias e riscos do “capitalismo de vigilância”, explicando por que Web3 surge como resposta a problemas de centralização típicos da Web 2.0 sem garantir, automaticamente, resultados socialmente desejáveis.

No campo blockchain, De Filippi e Wright contribuem ao discutir o deslocamento de mediações para regras executáveis (“rule of code”), reconfigurando governança e responsabilização central para entender DeFi e tensões regulatórias. Narayanan et al.

Esses conceitos fornecem fundamentos técnicos e econômicos como segurança, incentivos, consenso e limitações que apoiam a análise de trade-offs em arquiteturas abertas e programáveis. Portanto, nesta dissertação, considera-se: (i) Web 3.0 como uma continuidade da Web Semântica e da interoperabilidade em larga escala; (ii) Web3 como o ambiente blockchain, que impacta diretamente áreas como DeFi, tokenização e novas formas de governança.

Por fim, a literatura também periodiza a blockchain, Swan propõe a distinção entre Blockchain 1.0 (moeda e pagamentos), 2.0 (contratos inteligentes e aplicações econômicas mais amplas) e 3.0 (aplicações além de finanças). Com base nisso, é possível sugerir uma correlação heurística entre “gerações da Web” e “gerações da blockchain”, como mapa conceitual sem assumir relação determinística, como segue:

- Web 1.0 → foco informacional e baixa interatividade; o valor digital permanece mediado por sistemas fechados e intermediários (sem correspondência direta com blockchain).
- Web 2.0 ↔ Blockchain 1.0 → cresce a escala de interações digitais sob plataformas centralizadas; nesse contexto, o Bitcoin propõe pagamentos e transferência de valor P2P (SWAN, 2015), antecipando o tema da “internet de valor” (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).
- Web3 ↔ Blockchain 2.0 → Web3 enfatiza programabilidade e coordenação por protocolos; isso se alinha ao salto para contratos inteligentes e aplicações financeiras programáveis (DeFi, tokenização e novos mercados), característicos de Blockchain 2.0.
- Web3 ampliada ↔ Blockchain 3.0 → quando o ecossistema Web3 se estende a identidade, governança e aplicações além de finanças, aproxima-se do sentido de Blockchain 3.0 como expansão a domínios não financeiros.

Essa correlação é particularmente útil para a dissertação porque ajuda a interpretar inovações financeiras como resposta institucional a um ambiente em que a internet passa a incorporar elementos de valor e programabilidade. No entanto, as “gerações” coexistem

na prática e seus resultados dependem de escolhas de design, governança e regulação, razão pela qual a comparação deve ser tratada como heurística, e não como sequência linear.

2.1.6 Implicações econômicas

A relevância econômica da blockchain pode ser interpretada à luz da economia institucional e da teoria dos custos de transação. Coase (1937) argumenta que firmas e organizações existem porque transações de mercado geram custos além do preço como busca de informação, negociação, monitoramento e garantia de cumprimento. Williamson (1985) desenvolve esse arcabouço ao destacar que, sob oportunismo, incerteza e assimetria informacional, instituições e estruturas de governança emergem para reduzir custos e estabilizar relações econômicas (COASE, 1937; WILLIAMSON, 1985).

No sistema financeiro tradicional, intermediários como bancos, câmaras de compensação e infraestruturas de registro cumprem a função de reduzir custos de confiança ao autenticar identidades, validar transações, reconciliar bases de dados e assegurar a liquidação. A blockchain reconfigura esse arranjo ao incorporar parte dessas tarefas à própria infraestrutura: assinaturas criptográficas, validação por consenso e registro compartilhado permitem que participantes operem sobre um histórico comum e verificável, reduzindo a dependência de múltiplos livros paralelos e, conseqüentemente, os custos de reconciliação, verificação e coordenação (NARAYANAN et al., 2016).

Nessa linha, Catalini e Gans (2016) argumentam que a blockchain pode diminuir custos de verificação e custos de rede, ao criar uma base de dados comum com regras de validação incorporadas, o que tende a reduzir despesas operacionais associadas à checagem de informações e à gestão de inconsistências. Assim, parte do trabalho tradicionalmente realizado por instituições de confiança pode ser deslocada para mecanismos técnicos verificáveis, com potencial de reconfigurar o papel dos intermediários e aumentar eficiência em processos financeiros (CATALINI; GANS, 2016).

Tapscott e Tapscott (2016) descrevem a blockchain como um “protocolo de confiança” (trust protocol), enfatizando que ela viabiliza coordenação entre agentes que não precisam se conhecer previamente, na medida em que o registro e as regras de validação podem ser verificados e executados de acordo com o desenho da rede (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

Essa redução potencial de custos, porém, não implica a eliminação da intermediação em todos os contextos. Em ambientes regulados, é mais plausível observar reconfiguração e não substituição do papel dos intermediários, que tendem a se concentrar em funções como governança, conformidade, gestão de riscos e integração com sistemas legais e operacionais. Nessa perspectiva, a blockchain pode ser interpretada como uma tecnologia que desloca a fronteira entre mercado e hierarquia, ao redistribuir custos de coordenação entre instituições e protocolos e, com isso, abrir espaço para novos modelos de organização econômica e financeira (COASE, 1937; WILLIAMSON, 1985; CATALINI; GANS, 2016).

2.1.7 Síntese da seção 2.1

Em síntese, o item 2.1 identificou as principais características da blockchain que viabilizam sua aplicação a moedas digitais como Bitcoin, stablecoins e CBDCs, destacando a produção de confiança por mecanismos técnicos, e não apenas por autoridade institucional. A revisão mostrou que transparência/auditabilidade, integridade e segurança criptográfica, registro distribuído com consenso e programabilidade (smart contracts) operam de modo interdependente e assumem configurações distintas conforme o tipo de rede (pública, permissionada ou híbrida), produzindo trade-offs relevantes para arranjos monetários e financeiros.

Essa síntese ajuda a compreender por que o Bitcoin emerge como moeda digital nativa de rede pública e permissionless; porque stablecoins combinam componentes on-chain com estruturas de lastro, governança e conformidade frequentemente off-chain; e porque CBDCs tendem a privilegiar arquiteturas permissionadas, com requisitos de supervisão, privacidade e finalização jurídica, ainda que possam incorporar DLT em

diferentes graus. Assim, a seção estabelece a base conceitual e técnica para analisar, na sequência, como distintos desenhos de moedas digitais calibram essas propriedades para responder a objetivos de eficiência, estabilidade, governança e regulação.

Com essa base tecnológica consolidada em 2.1, o passo seguinte é deslocar o foco do “como funciona” para “o que significa” em termos monetários e institucionais. O item 2.2 aprofunda, portanto, a discussão sobre moeda e formas monetárias na era digital, examinando como diferentes arranjos (públicos e privados) organizam emissão, lastro, governança, aceitabilidade e regulação, e como essas escolhas condicionam estabilidade, confiança e adoção. Essa transição conecta os atributos técnicos apresentados em 2.1 às categorias analíticas do referencial teórico, permitindo compreender por que determinadas configurações tecnológicas tendem a produzir moedas digitais com diferentes capacidades de integração ao sistema financeiro.

2.1.8 Transição para a seção 2.2

Com base na literatura revisada, consolida-se a blockchain como tecnologia de registro distribuído capaz de produzir confiança técnica por meio da combinação de transparência/auditabilidade, integridade criptográfica, programabilidade e registro distribuído baseado em consenso (NAKAMOTO, 2008; SWAN, 2015; NARAYANAN et al., 2016; TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016). Essas propriedades operam de modo interdependente: a transparência favorece rastreabilidade e verificação; a integridade criptográfica assegura autenticidade e consistência do histórico; o registro distribuído fornece resiliência e continuidade operacional; e a programabilidade amplia a infraestrutura para automação de regras e coordenação econômica.

Do ponto de vista econômico-institucional, tais características reconfiguram custos de transação, pois parte das funções tradicionalmente desempenhadas por intermediários verificação, reconciliação e validação pode ser internalizada pelo protocolo, alterando a forma de organizar confiança e coordenação em mercados digitais (COASE, 1937; WILLIAMSON, 1985; CATALINI; GANS, 2016).

Ao mesmo tempo, a literatura institucional indica que, em contextos regulados, a adoção dessas propriedades exige desenho cuidadoso de governança, controle de acesso e equilíbrio entre auditabilidade e privacidade, sobretudo em redes permissionadas (BIS, 2021; CACHIN; VUKOLIĆ, 2017; ZHANG et al., 2024).

2.2 Moedas

2.2.1 Evolução histórica

O estudo da evolução da moeda pode ser organizado em três perspectivas complementares. A abordagem funcionalista entende a moeda como resposta às fricções do escambo, reduzindo custos de transação ao cumprir funções de meio de troca, unidade de conta e reserva de valor (JEVONS, 1875). A abordagem emergentista sugere que a moeda pode surgir endogenamente do mercado, quando certos bens se tornam mais “vendáveis” e passam a ser aceitos como meio de troca (MENGER, 1892). A perspectiva histórico-institucional e antropológica relativiza a narrativa linear “escambo → moeda” e destaca a centralidade de reciprocidade, redistribuição e crédito social, reforçando a moeda como construção social ligada a normas, autoridade e obrigações coletivas (POLANYI, 1944; GRAEBER, 2011).

Em conjunto, essas leituras indicam que a moeda é simultaneamente fenômeno econômico e institucional, cuja forma depende do contexto e dos arranjos de confiança (JEVONS, 1875; MENGER, 1892; POLANYI, 1944; GRAEBER, 2011).

A evolução monetária deve ser vista como processo contínuo e cumulativo novas formas raramente substituem integralmente as anteriores e, em geral, coexistem. A periodização abaixo organiza essa trajetória destacando:

- moeda como registro de obrigações/dívidas (MITCHELL-INNES, 1913; KEYNES, 1930);
- moeda como instituição pública sustentada por padrões e regimes fiscais (KEYNES, 1930; KNAPP, 1924);

- moeda moderna como sistema de crédito, com bancos, política monetária e estabilidade financeira no centro (BAGEHOT, 1873; SCHUMPETER, 1934; MINSKY, 1986).

Para operacionalizar, a cronologia é lida como “camadas” em que mudam os modos de registrar, padronizar e liquidar obrigações, do controle contábil e fiscal ao fiduciário, ao crédito bancário e ao dinheiro eletrônico (MITCHELL-INNES, 1913; KEYNES, 1930; KNAPP, 1924; MINSKY, 1986).

- Antiguidade: unidades de conta e registros organizam obrigações (MITCHELL-INNES, 1913; KEYNES, 1930).
- Cunhagem clássica: padronização metálica e vínculo com autoridade/fiscalidade (JEVONS, 1875; KEYNES, 1930).
- Expansão mercantil: crédito e compensação (letras) ampliam circulação como promessa executável (MITCHELL-INNES, 1913; BRAUDEL, 1979).
- Modernidade: papel-moeda e aprofundamento fiduciário com exigência de governança (KEYNES, 1930; KNAPP, 1924).
- Sistema moderno: bancos centrais, prestador de última instância e crédito bancário como base dos meios de pagamento (BAGEHOT, 1873; SCHUMPETER, 1934; MINSKY, 1986).
- Século XX e dinheiro eletrônico: regimes internacionais e expansão de pagamentos eletrônicos, com centralidade da política monetária e riscos cíclicos do crédito (EICHENGREEN, 1992; RUGGIE, 1982; FRIEDMAN, 1968; MINSKY, 1986).

Entre 2010 e 2025, a trajetória prossegue com a digitalização em novas camadas: criptoativos consolidam um trilha alternativo; stablecoins conectam unidade de conta soberana à liquidação on-chain; a DeFi amplia a programabilidade via smart contracts e tokenização e pilotos de CBDCs sinalizam resposta institucional para integrar dinheiro e

ativos em infraestruturas digitais (NAKAMOTO, 2008; ARNER et al., 2020; FSB, 2021; BIS, 2022; BIS, 2023; BIS, 2025; IMF, 2025).

Em síntese, conforme a moeda se complexifica de registros e cunhagem ao fiduciário, crédito e meios eletrônicos cresce a centralidade de governança pública, normas e enforcement para sustentar confiança e estabilidade, preparando a discussão sobre o papel do Estado e, adiante, sobre moedas digitais contemporâneas (KEYNES, 1930; KNAPP, 1924).

2.2.2 Definição e funções

Na teoria econômica, a moeda pode ser entendida como um instrumento e, nas economias modernas, um registro aceito para realizar pagamentos e liquidar obrigações, servindo também como padrão para expressar preços e contratos. Essa definição reúne três ideias centrais: (i) a moeda facilita trocas ao reduzir fricções; (ii) fornece um padrão comum para medir valores e registrar compromissos; e (iii) depende de confiança e de um arranjo institucional que sustenta sua aceitabilidade e estabilidade (JEVONS, 1875; KEYNES, 1930). Assim, a moeda não é apenas um “objeto de troca”, mas uma instituição econômica e social.

Uma forma tradicional de apresentar a moeda é por suas funções. Como meio de troca, ela elimina a necessidade de “dupla coincidência de desejos” do escambo, reduz custos de transação e amplia a divisão do trabalho (JEVONS, 1875). Mesmo em economias digitalizadas, persistem fricções de coordenação, informação e enforcement, razão pela qual a moeda segue sendo um mecanismo eficiente em mercados descentralizados (KIYOTAKI; WRIGHT, 1989).

Como unidade de conta, a moeda denomina preços, salários, tributos, contratos e dívidas, permitindo comparação de valores e previsibilidade dos compromissos ao longo do tempo (KEYNES, 1930). Como reserva de valor, ela preserva poder de compra e viabiliza planejamento, mas essa função depende de estabilidade macroeconômica: inflação e instabilidade reduzem a capacidade de manter valor e afetam consumo, poupança e investimento (FISHER, 1911; FRIEDMAN, 1968).

Frequentemente, também se atribui à moeda o papel de padrão de pagamentos diferidos, essencial para contratos de crédito e obrigações futuras, conectando moeda a um sistema de dívida e crédito socialmente reconhecido (KEYNES, 1930; MITCHELL-INNES, 1913; SCHUMPETER, 1934).

Além das funções, a literatura enfatiza que a moeda depende de um arranjo institucional que explica por que ela é aceita. O cartalismo sustenta que aquilo que o Estado aceita para quitar obrigações (especialmente tributos) tende a adquirir aceitação generalizada, reforçando a moeda como instituição pública e base da soberania monetária (KNAPP, 1924). Keynes também destaca que a confiança na moeda está ligada ao regime institucional que sustenta a unidade de conta e as expectativas de estabilidade (KEYNES, 1930). Em termos operacionais, isso envolve regras, autoridades e infraestruturas como o sistema de pagamentos e o sistema bancário.

Por fim, nas economias atuais, grande parte do dinheiro circula como depósitos bancários, enquanto a moeda do banco central (cédulas e reservas) sustenta a liquidação final. Isso evidencia a ligação entre moeda e crédito: a concessão de empréstimos cria depósitos e expande meios de pagamento de forma endógena ao sistema (MCLEAY; RADIA; THOMAS, 2014; MOORE, 1988). Schumpeter relaciona crédito a investimento e desenvolvimento, e Minsky alerta para a fragilidade e crises associadas à expansão do crédito, reforçando a necessidade de governança e estabilidade financeira (SCHUMPETER, 1934; MINSKY, 1986). Em síntese, a moeda é uma instituição que cumpre funções essenciais e cuja qualidade depende de credibilidade institucional, estabilidade macroeconômica e da arquitetura do sistema financeiro (JEVONS, 1875; KNAPP, 1924; KEYNES, 1930; FISHER, 1911; FRIEDMAN, 1968; MINSKY, 1986).

2.2.3 Moeda e Estado

A conexão entre moeda e Estado se torna particularmente nítida quando a moeda é tratada como unidade de conta e instrumento de liquidação em um arcabouço jurídico-fiscal. Para o cartalismo, dinheiro é, antes de tudo, um “fato do direito”: aquilo que o poder público aceita para quitar obrigações especialmente tributos tende a adquirir aceitação generalizada, o que vincula moeda à soberania e à administração pública (KNAPP,

1924). Keynes reforça que contratos, salários, dívidas e expectativas se organizam em torno de uma unidade de conta socialmente reconhecida; assim, a estabilidade monetária é institucional, não apenas técnica (KEYNES, 1930).

Nas economias contemporâneas, o Estado se representa no sistema monetário por meio de instituições e regras. Em geral, o poder público define o marco legal da moeda, curso legal, unidade de conta, regras de emissão e de liquidação, e delega a execução da política monetária a um banco central, dentro de um mandato legal.

No arranjo monetário contemporâneo, o banco central ocupa uma posição estrutural como autoridade responsável por preservar a estabilidade monetária, financeira e sistêmica, atuando como emissor da moeda soberana e como núcleo de coordenação entre o sistema financeiro doméstico e a arquitetura monetária internacional.

Essa função insere os bancos centrais em uma rede institucional global composta por outras autoridades monetárias, organismos multilaterais e infraestruturas financeiras, por meio da qual são definidos parâmetros de política monetária, padrões prudenciais e mecanismos de liquidez internacional.

Nesse contexto, decisões sobre taxas de juros, provisão de liquidez e regulação não apenas influenciam a economia nacional, mas também interagem com fluxos de capitais, regimes cambiais e condições financeiras globais, evidenciando que a moeda moderna opera em um sistema interdependente, no qual a confiança depende tanto da governança doméstica quanto da coordenação internacional (KEYNES, 1930; EICHENGREEN, 1992; BORIO, 2014; BIS, 2022).

É o banco central que operacionaliza a política monetária ao administrar a liquidez do sistema por meio da taxa de juros de referência, operações de mercado aberto, depósitos compulsórios e facilidades de liquidez. Em momentos de crise, a autoridade monetária atua como prestador de última instância para conter pânico e preservar o funcionamento do sistema de pagamentos (BAGEHOT, 1873).

Como a moeda moderna é, em grande parte, creditícia, a interface entre política monetária, regulação prudencial e criação de crédito é central para compreender como decisões públicas afetam a oferta de serviços financeiros (SCHUMPETER, 1934; MINSKY, 1986).

2.2.4 Inovação do Sistema Financeiro

A inovação tecnológica incide, sobretudo, sobre os “trilhos” pelos quais a moeda circula; pagamentos, liquidação, verificação e registro, alterando a forma como transações são autorizadas, compensadas e finalizadas. Modelos micro fundamentados indicam que a moeda permanece necessária porque persistem fricções de coordenação, informação e cumprimento; quando a tecnologia reduz essas fricções, tende a elevar a eficiência dos pagamentos e pode ampliar o acesso a serviços financeiros básicos (KIYOTAKI; WRIGHT, 1989). Ainda assim, os ganhos tecnológicos dependem do ambiente institucional: regras estáveis e previsíveis, mecanismos de enforcement e padronização reduzem custos de transação, tornam contratos exequíveis e viabilizam a provisão de serviços financeiros em escala (NORTH, 1990).

No debate recente, a blockchain é apresentada como uma tecnologia de registro e coordenação capaz de alterar, em mercados digitais, os custos de verificação e coordenação associados a transações e à confiança. A proposta do Bitcoin demonstrou que registros públicos com carimbo temporal e mecanismos de consenso distribuído podem viabilizar transferências digitais sem uma terceira parte confiável, ao deslocar parte da confiança para regras criptográficas e validação em rede (NAKAMOTO, 2008). Contudo, ao substituir procedimentos institucionais por regras codificadas, esses sistemas reconfiguram governança e responsabilização, o que torna centrais temas como proteção do usuário, transparência e compatibilidade regulatória (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

É nesse pano de fundo a transformação do trilho de registro, verificação e liquidação que as moedas digitais passam a importar para a análise econômica do sistema monetário-financeiro. Ao reduzir fricções de pagamento; tempo, custo e

disponibilidade, ampliar interoperabilidade e viabilizar automação, moedas digitais podem criar formas de coordenação entre dinheiro e ativos, como liquidação condicionada e integração com contratos (BIS, 2023; BIS, 2025).

Do ponto de vista econômico, parte desses ganhos decorre justamente da redução de custos antes concentrados em intermediários como checagem de titularidade, histórico e validação, realocados para infraestruturas digitais e padrões técnicos compartilhados (CATALINI; GANS, 2016).

Nesse contexto, ganha centralidade o conceito de tokenização, isto é, a representação de dinheiro e ativos como tokens em infraestruturas que integram mensageria, reconciliação e liquidação em fluxos mais automatizados e auditáveis. A tokenização é tratada como mecanismo de eficiência e redução de fragmentação ao permitir que ativos e formas de dinheiro operem no mesmo ambiente operacional; porém, esses ganhos dependem de preservar pilares do sistema monetário, como integridade, governança e arranjos que mantenham a coerência do dinheiro e a confiança na liquidação (BIS, 2023; BIS, 2025).

Do ponto de vista jurídico-institucional, a discussão também envolve o deslocamento parcial de governança para regras codificadas (“rule of code”), o que pode ampliar eficiência, mas exige atenção a responsabilidade, transparência e proteção do usuário (Primavera De Filippi; Aaron Wright, 2018).

Do ponto de vista jurídico-institucional, a discussão também envolve o deslocamento parcial de governança para regras codificadas frequentemente descrito como “rule of code”, isto é, a passagem de uma lógica em que o comportamento dos agentes é disciplinado sobretudo por normas jurídicas interpretáveis e aplicadas por instituições; contratos, reguladores, Judiciário para uma arquitetura em que parte dessas normas é implementada diretamente no desenho técnico de sistemas e smart contracts, executando-se automaticamente conforme condições pré-programadas.

Esse arranjo pode ampliar eficiência ao reduzir discricionariedade, acelerar execução e padronizar procedimentos porém, também cria novos desafios: quem

responde por falhas de código, vieses de design ou efeitos não intencionais; como assegurar transparência e auditabilidade em sistemas complexos; e como garantir proteção do usuário quando a execução automática limita reversibilidade, mediação e remédios tradicionais. Em síntese, a “rule of code” não elimina o direito, mas reconfigura a governança ao redistribuir funções de controle e enforcement entre tecnologia e instituições, exigindo instrumentos regulatórios e de responsabilização compatíveis com essa nova forma de coordenação (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

Nos últimos dez anos, o Bank for International Settlements (BIS) consolidou-se como ator-chave na modernização do sistema financeiro global ao combinar produção de conhecimento, coordenação internacional e experimentação aplicada. Essa posição decorre do papel do BIS como fórum de cooperação entre bancos centrais e, simultaneamente, como polo de pesquisa que transforma diagnósticos acadêmicos sobre moeda, estabilidade e infraestrutura financeira em diretrizes para políticas e projetos. Em particular, os capítulos temáticos do *Annual Economic Report* vêm estruturando uma agenda explícita de “futuro do sistema monetário”, na qual a inovação tecnológica deve ser acoplada à confiança pública ancorada no dinheiro de banco central (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022).

De acordo com essa agenda, o BIS vem propondo arquiteturas para um sistema monetário-financeiro de “próxima geração”, com destaque para o unified ledger e para o avanço da tokenização como base de ganhos de eficiência e novas formas de coordenação entre dinheiro e ativos (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023). Mais recentemente, o BIS reforça esse enquadramento ao descrever plataformas tokenizadas, com moeda de banco central e componentes-chave do sistema financeiro no núcleo, como fundamento para um next-generation monetary and financial system, enfatizando que a transformação deve preservar pilares como integridade, governança e estabilidade sistêmica (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

Em 2024, o Committee on Payments and Market Infrastructures (CPMI) avançou ao publicar orientações sobre governança e supervisão para a interligação transfronteiriça de sistemas de pagamento instantâneo. O documento reforça que esse

tipo de integração depende de arranjos públicos, padrões comuns de gestão de riscos e cooperação contínua entre autoridades para assegurar segurança, eficiência e resiliência das infraestruturas de pagamento, isto é, a modernização do “trilho” de pagamentos exige coordenação institucional e não apenas compatibilidade técnica (COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES, 2024).

Por fim, o BIS Innovation Hub institucionalizou a experimentação aplicada e a produção de “bens públicos” tecnológicos para bancos centrais, com foco em tendências críticas (como DLT, privacidade, identidade digital, interoperabilidade) e em modelos colaborativos de inovação regulatória e operacional (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2019).

Para esta dissertação, esse conjunto de iniciativas é particularmente relevante porque fornece uma ponte entre teoria monetária e transformação tecnológica: modernizar infraestrutura de pagamentos e liquidação torna-se parte do modo como bancos centrais e reguladores buscam eficiência, estabilidade e inclusão, sem abandonar os pilares institucionais que sustentam a moeda (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

2.2.4.1 Regulamentação dos Criptoativos

A regulamentação dos criptoativos pode ser entendida como extensão do papel do Estado e do banco central na preservação da estabilidade monetária e financeira diante de novas infraestruturas digitais. Em vez de rejeitar a inovação, o arcabouço regulatório busca incorporá-la com regras de governança, proteção ao usuário, supervisão e compliance, reduzindo riscos como fraude, assimetria de informação e desintermediação não supervisionada, sem perder de vista a integridade do sistema de pagamentos e a eficácia da política monetária. Essa lógica é compatível com a literatura internacional, que enfatiza estabilidade, integridade financeira e supervisão proporcional ao risco.

No caso brasileiro, o ponto central dessa trajetória é a Lei nº 14.478/2022 (Marco Legal dos Ativos Virtuais), que consolida o perímetro legal do setor ao definir diretrizes para a prestação de serviços de ativos virtuais e delimitar conceitos como “ativo virtual” e prestadoras de serviços. A lei funciona como eixo de transição entre um cenário de inovação com baixa padronização e um regime regulado, ao criar base jurídica para autorização, supervisão e responsabilização institucional. Em seguida, o Decreto nº 11.563/2023 atribui ao Banco Central do Brasil a competência para regular, autorizar e supervisionar essas prestadoras no âmbito da lei.

A implementação brasileira ocorreu em camadas. Primeiro, houve fortalecimento da capacidade informacional e de fiscalização, com reporte de operações à Receita Federal (IN RFB nº 1.888/2019, posteriormente modernizada pela IN RFB nº 2.291/2025 DeCripto). Depois, a Lei nº 14.478/2022 definiu o perímetro legal. Por fim, o Banco Central materializou a etapa operacional com as Resoluções BCB nº 519, 520 e 521/2025, que estruturam autorização, funcionamento e supervisão das prestadoras, além da interface com câmbio e capitais, consolidando um mercado regulado de serviços de ativos virtuais.

Em paralelo, mantém-se a divisão de competências com a CVM quando a tokenização configurar valor mobiliário, reforçando a lógica regulatória de enquadramento pela natureza do ativo/oferta. Assim, a trajetória brasileira revela um movimento de fechamento progressivo do perímetro regulatório, em linha com tendências internacionais: começa pela integridade e rastreabilidade, passa pela definição legal (com destaque para a Lei nº 14.478/2022) e avança para supervisão prudencial e operacional contínua.

2.2.5 Moedas digitais

2.2.5.1 *Conceito e conexão com a teoria da moeda*

Moedas digitais podem ser compreendidas como representações eletrônicas de valor que circulam por meio de redes e sistemas de registro (*ledgers*). Em vez de se materializarem como cédulas e moedas físicas, existem como registros contábeis que

viabilizam a transferência de valor entre pessoas e instituições. Essa lógica não é inteiramente nova, uma vez que parcela expressiva do dinheiro utilizado cotidianamente já opera, há décadas, em formato digital, sob a forma de depósitos bancários movimentados por cartões, transferências e outros sistemas eletrônicos (ALI et al., 2014).

A novidade das moedas digitais contemporâneas reside nas arquiteturas alternativas de registro e validação, isto é, na forma como o *ledger* é mantido, quem autoriza transações e como se produz confiança quanto à correção do registro. No modelo tradicional, esse processo é predominantemente centralizado e ancorado em instituições e infraestruturas reguladas. Em arquiteturas alternativas, parte do registro e da validação pode ser compartilhada entre participantes e verificada por regras técnicas e criptografia. Nesse contexto, a blockchain constitui um caso específico de tecnologia de registro distribuído, mas não é condição necessária para a existência de moedas digitais (ALI et al., 2014).

Essa definição permite conectar moedas digitais à teoria da moeda, ao evidenciar que a moeda é não apenas um objeto, mas também uma instituição e uma infraestrutura de coordenação econômica. Na prática, excetuando-se o numerário, a moeda opera por meio de livros-razão que registram saldos e viabilizam a liquidação de pagamentos como lançamentos contábeis. Assim, parte relevante da história monetária pode ser interpretada como modernização dos trilhos de registro, transferência e liquidação de valor, com redução de custos e aumento de segurança (ALI et al., 2014).

No período recente, a inovação monetária ocorre sobretudo na infraestrutura de pagamentos e liquidação. Embora os avanços tecnológicos tenham tornado pagamentos mais rápidos e baratos, a arquitetura dominante permaneceu centralizada, com *ledger* principal ancorado em instituições e mecanismos de supervisão. No Brasil, o Pix exemplifica essa modernização “por dentro” do sistema financeiro tradicional (TradFi): amplia velocidade, disponibilidade e baixo custo, mas preserva a lógica institucional de governança e liquidação em infraestrutura regulada.

O Bitcoin, por sua vez, representa uma inflexão ao demonstrar um modo alternativo de operar o registro e a transferência de valor. Mais do que um novo ativo,

inaugura um sistema de moeda digital e pagamentos baseado em criptografia, rede *peer-to-peer* e validação distribuída, deslocando parte da confiança do intermediário para o protocolo (ALI et al., 2014). A implicação teórica é que, se o dinheiro já é majoritariamente registro digital, a questão decisiva passa a ser quem controla o *ledger* e como a confiança é organizada (ALI et al., 2014).

A partir do Bitcoin, o debate sobre moedas digitais amplia-se para além das criptomoedas. Um enquadramento útil para esta dissertação consiste em tratá-las como representações digitais de valor emitidas por bancos centrais ou por agentes privados, cujo impacto depende não apenas do token, mas também do sistema que o distribui e o torna utilizável por pessoas e empresas (BIZAMA et al., 2023). Nessa perspectiva, a análise deve considerar escolhas de desenho tecnologia, governança e integração com o sistema financeiro bem como dimensões práticas, tais como custo, tempo de liquidação, conveniência de acesso, escalabilidade e programabilidade (BIZAMA et al., 2023).

Por fim, o capítulo pode avançar da modernização de trilhos tradicionais — exemplificada pelo Pix — para trilhos privados baseados em blockchain, com destaque para as stablecoins, que conectam unidades de conta soberanas à liquidação *on-chain*. No contexto regional, bancos centrais apontam oportunidades (como pagamentos transfronteiriços) e riscos (como a dolarização informal em economias emergentes), enquanto CBDCs surgem como alternativa pública potencialmente capaz de cumprir funções semelhantes, a depender do desenho e da adoção (BIZAMA et al., 2023).

2.2.5.2 *Bitcoin à distinção entre TradFi e DeFi*

Após o Bitcoin inaugurar a possibilidade de um trilho de liquidação digital nativo de rede, isto é, um sistema de transferência de valor que opera sem bancos como intermediários centrais e com validação distribuída, a década seguinte foi marcada pela expansão do ecossistema cripto em direção a instrumentos capazes de sustentar uso econômico contínuo. Nesse sentido, o Bitcoin representa uma ruptura na arquitetura de liquidação e na produção de confiança do sistema financeiro, ao demonstrar que pagamentos digitais podem ser coordenados por criptografia, rede *peer-to-peer* e

mecanismos de consenso, deslocando parte da confiança do intermediário para o protocolo (NAKAMOTO, 2008; ALI et al., 2014; NARAYANAN et al., 2016).

A partir dessa ruptura, as stablecoins emergem como camada central do ecossistema, ao enfrentar um limite prático das criptomoedas voláteis: a dificuldade de uso como unidade operacional de pagamentos e liquidez (FSB, 2023).

As stablecoins podem ser definidas como criptoativos projetados para manter valor relativamente estável em relação a um ativo de referência (como moeda fiduciária), por meio de arranjos que combinam emissão, resgate, reservas/colateral, governança e canais de negociação (FSB, 2023). Sua relevância analítica está em funcionar como ponte analítica e operacional entre TradFi e DeFi. Do lado TradFi, sua estabilidade depende de elementos típicos do sistema financeiro tradicional, como reservas, custódia, auditoria, governança e responsabilização. Do lado DeFi, viabilizam liquidação *on-chain*, servindo como meio de troca, unidade operacional e colateral em aplicações programáveis (SCHÄR, 2021). Em termos práticos, elas “transportam” a unidade de conta soberana para trilhos digitais programáveis.

A literatura costuma classificá-las segundo o mecanismo de estabilização: (i) lastreadas em moeda fiduciária; (ii) referenciadas a ativos financeiros; (iii) colateralizadas em criptoativos; e (iv) algorítmicas. A experiência recente mostra que a estabilidade depende menos de design técnico isolado e mais de governança, qualidade das reservas, liquidez e credibilidade do resgate, sobretudo quando se pretende uso amplo em pagamentos (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022; FSB, 2023).

Para a comparação TradFi–DeFi, esse ponto é central. No TradFi, stablecoins aproximam-se de instrumentos de pagamento privados ou “quase-dinheiro”, com riscos de corrida, fragilidades operacionais e desafios de supervisão quando ganham escala (FSB, 2023). No DeFi, são o principal insumo de liquidez para trocas, empréstimos e derivativos, mas introduzem dependências críticas (oráculos, governança, riscos de *smart contracts* e de pontes entre cadeias), podendo amplificar choques em momentos de perda de confiança (SCHÄR, 2021).

A crítica institucional mais relevante é que stablecoins podem tensionar a unicidade do dinheiro (*singleness of money*) ao multiplicar emissores privados com diferentes riscos e condições de resgate. Nessa perspectiva, a literatura do BIS recoloca o dinheiro do banco central como âncora da confiança monetária, especialmente em cenários de tokenização e novas infraestruturas de liquidação (GARRATT; SHIN, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

No caso brasileiro, essa ponte TradFi–DeFi deve ser analisada tendo o Pix como pano de fundo. O Pix modernizou o trilha doméstico de pagamentos dentro do TradFi, reduzindo fricções e ampliando capilaridade, o que tende a limitar o espaço das stablecoins como solução de varejo em pagamentos internos. Ainda assim, elas permanecem relevantes como infraestrutura de liquidez no ecossistema cripto, mecanismo de liquidação em DeFi e instrumento potencial em nichos transfronteiriços (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025; FSB, 2023). Assim, aparecem menos como substitutas do Pix e mais como camada paralela, cuja integração ao sistema financeiro depende de regulação, *compliance* e clareza sobre reservas, governança e responsabilidade (FSB, 2023).

A partir desse percurso, torna-se possível explicitar a distinção analítica entre TradFi e DeFi que orientará as seções seguintes. Em termos sintéticos, o TradFi organiza a confiança monetária e financeira por meio de instituições, intermediação, supervisão e infraestruturas reguladas de pagamento e liquidação; já o DeFi desloca parte dessa coordenação para protocolos, contratos inteligentes e liquidação *on-chain*, com maior ênfase em regras técnicas e programabilidade (SCHÄR, 2021; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023).

As stablecoins, nesse contexto, são especialmente relevantes porque evidenciam a interface entre esses dois modelos: dependem de elementos institucionais típicos do TradFi (reservas, custódia, governança e conformidade), mas operam como insumo de liquidez e meio de liquidação em arquiteturas programáveis associadas ao DeFi (SCHÄR,

2021; FSB, 2023). Assim, mais do que uma oposição rígida, a análise aponta para uma relação de tensão, complementaridade e hibridização entre arranjos.

2.2.6 Stablecoins

2.2.6.1 O que são stablecoins?

Depois que o Bitcoin demonstrou a viabilidade de transferir valor em redes abertas sem intermediários tradicionais, o ecossistema cripto passou a enfrentar um limite prático: a alta volatilidade das criptomoedas dificulta seu uso amplo como meio de pagamento e liquidez. Nesse contexto, emergem as stablecoins, entendidas como criptoativos que buscam manter valor relativamente estável em relação a um ativo de referência (em geral, moeda fiduciária), por meio de arranjos de emissão, resgate, estabilização e gestão de reservas ou colateral (FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025). O debate regulatório internacional ressalta que não há definição legal globalmente uniforme de “stablecoin” e que o termo não garante estabilidade efetiva; por isso, é útil distinguir stablecoin (o ativo) de stablecoin arrangement (o arranjo de funções e atividades que sustenta a estabilidade), o que reforça que a estabilidade depende de governança, reservas, resgatabilidade e infraestrutura, e não apenas do token (FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Em linha com isso, o FSB adota o princípio de “same activity, same risk, same regulation”, defendendo regulação proporcional aos riscos efetivamente produzidos (FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023).

Por essa razão, as stablecoins devem ser tratadas menos como “um token” isolado e mais como arranjos monetários privados, cuja estabilidade depende de desenho institucional, liquidez e confiança (FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Para esta dissertação, sua relevância está em conectar unidade de conta soberana e liquidação on-chain: do lado TradFi, dependem de reservas, custódia, auditoria, transparência e regras de resgate; do lado DeFi, funcionam como “dinheiro de uso” em *smart contracts*, como unidade operacional de trocas, empréstimos e derivativos, além de colateral relevante no ecossistema (SCHÄR, 2021). Assim, conectam a conta soberana à execução e liquidação em trilhos programáveis.

As stablecoins, contudo, não formam um tipo único. A literatura as classifica conforme o mecanismo de estabilização em quatro grupos: (i) lastreadas em moeda fiduciária; (ii) referenciadas a ativos; (iii) colateralizadas em criptoativos; e (iv) algorítmicas, com diferentes graus de dependência de reservas, governança e incentivos (MOIN; SIRER; SEKNIQI, 2019). Há convergência entre literatura acadêmica e institucional de que a “estabilidade” não é atributo binário: mesmo nos modelos lastreados, ela depende da qualidade e liquidez das reservas, da clareza do resgate e da credibilidade do emissor; nos modelos colateralizados e algorítmicos, somam-se riscos de oráculos, liquidações e corridas (BULLMANN; KLEMM; PINNA, 2019; FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Em consequência, a integração entre conta soberana e liquidação *on-chain* não elimina problemas clássicos de confiança e coordenação, mas os reorganiza em novos arranjos tecnológicos e institucionais.

Ao mostrar que a paridade e a liquidez das stablecoins dependem de reservas, direitos de resgate e credibilidade do emissor, esta seção aproxima o debate de uma questão clássica da teoria monetária: as condições de funcionamento da moeda privada (BULLMANN; KLEMM; PINNA, 2019; FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Nesse sentido, a próxima seção examina a moeda privada como categoria analítica, seus mecanismos de confiança, seus limites e sua relação com a ordem monetária institucional.

2.2.6.2 *Stablecoins como moeda privada, risco de corrida e fragmentação*

Uma corrente crítica interpreta as stablecoins como forma contemporânea de *private money* (moeda privada) e enfatiza riscos estruturalmente semelhantes aos de passivos financeiros “quase monetários” sem rede de proteção plena. Nessa leitura, as stablecoins podem ser comparadas aos bancos de emissão privada em períodos históricos: quando há incerteza sobre reservas e resgatabilidade, surgem incentivos a corridas e dinâmicas de instabilidade que comprometem a paridade (GORTON; ZHANG, 2023). Esse argumento aproxima as stablecoins de debates clássicos sobre fragilidade

financeira e coordenação (problemas de corrida), aplicando-os a um arranjo tokenizado com potencial de rápida expansão em escala.

A literatura institucional também reforça a preocupação com corridas e com a sensibilidade do *peg* (paridade de referência) à informação pública e à qualidade das reservas. Estudo do BIS sugere que choques informacionais e incertezas sobre os ativos de reserva podem acelerar corridas e ampliar desvios de paridade, reforçando a centralidade de transparência, liquidez e governança (AHMED et al., 2024). No mesmo sentido, a crítica monetária-institucional à unicidade do dinheiro (*singleness of money*) destaca que, quando instrumentos privados tokenizados circulam com diferentes perfis de risco e condições de resgate, pode surgir fragmentação monetária e “paridades” diferenciadas, tensionando a coerência do sistema monetário (GARRATT; SHIN, 2023).

Essas críticas tornam-se ainda mais relevantes na comparação entre TradFi e DeFi. No TradFi, a estabilidade monetária é sustentada por instituições, regras e infraestruturas críticas que viabilizam supervisão, responsabilização e, em certos casos, redes de proteção. No DeFi, as stablecoins cumprem papel de dinheiro operacional, mas podem amplificar choques por estarem profundamente integradas a protocolos automatizados: perdas de paridade podem desencadear liquidações em cadeia, corridas de liquidez e falhas sistêmicas em camadas interconectadas (SCHÄR, 2021). Assim, as stablecoins não atuam apenas como “meio de pagamento”, mas como componente estrutural de liquidez, capaz de transmitir instabilidade entre diferentes arranjos financeiros.

2.2.6.3 *Stablecoins no contexto brasileiro*

No Brasil, a análise das stablecoins deve ser situada no contexto da modernização dos pagamentos e do avanço da regulação de criptoativos. De um lado, o país consolidou, com o Pix, uma infraestrutura de pagamentos instantâneos de alta capilaridade no sistema financeiro regulado; de outro, estruturou marco legal e institucional para prestadores de serviços de ativos virtuais, com definição de competências regulatórias e avanço da supervisão (BRASIL, 2022; BRASIL, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025). Nesse

arranjo, as stablecoins devem ser examinadas como arranjos privados de liquidez e transferência de valor que interagem com uma arquitetura monetária e de pagamentos já institucionalizada.

Após o Bitcoin demonstrar a viabilidade de transferir valor em rede aberta sem intermediários tradicionais, o ecossistema cripto passou a enfrentar um limite prático: a alta volatilidade das criptomoedas dificulta seu uso como unidade operacional de pagamentos e liquidez. Nesse contexto, emergem as stablecoins, cuja proposta é manter valor relativamente estável em relação a um ativo de referência em geral, uma moeda soberana por meio de arranjos que combinam emissão e resgate, mecanismos de estabilização, governança e gestão de reservas ou colateral. Por isso, devem ser tratadas menos como “um token” isolado e mais como um arranjo de moeda privada, cuja estabilidade depende de desenho institucional, liquidez e confiança (FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023).

A relevância das stablecoins para esta dissertação está em sua função de integrar unidade de conta soberana e liquidação *on-chain*. Elas permitem que valores referenciados em moeda fiduciária (por exemplo, USD) circulem em trilhos programáveis baseados em blockchain. Do lado TradFi, sua estabilidade depende de reservas, custódia, auditoria, transparência, regras de resgate e responsabilização; do lado DeFi, funcionam como “dinheiro de uso” em *smart contracts*, como unidade operacional e colateral em parte relevante do ecossistema (SCHÄR, 2021). Assim, conectam a conta soberana à execução e liquidação *on-chain*, mas por meio de estruturas privadas de emissão e gestão.

Essa contextualização permite explicitar porque o Pix não é uma stablecoin. O Pix é uma infraestrutura de pagamentos instantâneos sob governança do Banco Central do Brasil, e não um ativo digital privado emitido com promessa de paridade (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023). Em termos teóricos, o Pix não cria unidade monetária nem introduz token privado com regras próprias de resgate e reservas; ele opera como trilho de pagamento para a moeda já existente no sistema financeiro regulado. Já as stablecoins são instrumentos privados tokenizados cuja estabilidade depende de mecanismos específicos de emissão, reservas/colateral, governança e resgatabilidade

(FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Portanto, a comparação mais adequada não é entre “Pix e stablecoin” como equivalentes funcionais plenos, mas entre infraestrutura pública-regulada de pagamentos e arranjos privados tokenizados de liquidez e transferência de valor.

As stablecoins, contudo, não designam um tipo único de moeda digital. A literatura as classifica conforme o mecanismo de estabilização, destacando que a paridade depende de governança, incentivos e condições de mercado (MOIN; SIRER; SEKNIQI, 2019). De forma sintética, há quatro grupos: (i) lastreadas em moeda fiduciária; (ii) referenciadas a ativos; (iii) colateralizadas em criptoativos; e (iv) algorítmicas, mais sensíveis à confiança e às expectativas (MOIN; SIRER; SEKNIQI, 2019).

Uma convergência importante entre literatura acadêmica e institucional é que a “estabilidade” não é atributo binário. Mesmo nos modelos lastreados, ela depende da qualidade e liquidez das reservas, da clareza do direito de resgate e da credibilidade do emissor; nos modelos colateralizados e algorítmicos, somam-se riscos de oráculos, liquidações e dinâmicas de corrida (BULLMANN; KLEMM; PINNA, 2019; FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Em consequência, a integração entre conta soberana e liquidação *on-chain* não elimina problemas clássicos de confiança e coordenação, mas os reorganiza em novos arranjos tecnológicos e institucionais.

Ao evidenciar que a paridade e a liquidez das stablecoins não decorrem apenas do protocolo, mas também de reservas, direitos de resgate e credibilidade do emissor, esta seção aproxima o debate de uma questão clássica da teoria monetária: as condições de funcionamento da moeda privada (BULLMANN; KLEMM; PINNA, 2019; FINANCIAL STABILITY BOARD, 2023). Nesse sentido, a próxima seção examina a moeda privada como categoria analítica, destacando seus mecanismos de confiança, seus limites e sua relação com a ordem monetária institucional.

2.2.7 CBDC – Moedas Digitais de Banco Central

2.2.7.1 O que é CBDC ?

As CBDCs (Central Bank Digital Currencies) podem ser compreendidas como um desdobramento recente da história do dinheiro enquanto infraestrutura. Ao longo do século XX e início do XXI, a moeda tornou-se, em grande medida, registro eletrônico por meio de depósitos bancários, cartões, *internet banking* e sistemas de liquidação, enquanto o dinheiro público permaneceu concentrado em cédulas no varejo e em reservas bancárias no atacado (para liquidação final). Nesse enquadramento, a CBDC surge como uma nova variante de dinheiro do banco central em formato digital, distinta tanto do numerário quanto das contas de reservas, recolocando escolhas fundamentais de desenho quanto ao acesso (varejo ou atacado) e à forma de representação (token ou conta) (COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES, 2018).

Esse ponto é importante para evitar confusão conceitual: o debate sobre CBDC não se confunde com o debate sobre criptomoedas como base do sistema monetário. Ainda que a literatura reconheça a inovação técnica dos criptoativos, enfatiza-se que a âncora institucional do dinheiro público permanece central para a integridade e a estabilidade monetária, uma vez que o funcionamento do sistema depende de coerência, governança e mecanismos de responsabilização (BERENTSEN; SCHÄR, 2018). Assim, a CBDC não deve ser vista apenas como “mais tecnologia”, mas como uma forma pública de dinheiro digital desenhada para operar em ambiente monetário-financeiro em transformação.

Em termos funcionais, as CBDCs são discutidas como instrumento de modernização do dinheiro público, com potencial para ampliar eficiência, reduzir fricções em pagamentos e, dependendo do desenho, integrar pagamento e liquidação com maior capacidade técnica e institucional (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022). Ao mesmo tempo, a literatura ressalta que seus efeitos dependem de escolhas de arquitetura e distribuição, especialmente em temas como intermediação bancária, adoção e inclusão financeira (TAN, 2023; TAN, 2024).

2.2.7.2 Contexto e motivação

A partir dos anos 2010, e sobretudo com a difusão dos criptoativos, os bancos centrais passaram a enfrentar uma questão prática: como modernizar o dinheiro público em um ambiente digital cada vez mais contínuo (24/7), reduzindo fricções nos pagamentos e evitando trajetórias de fragmentação do sistema monetário. O BIS organiza essa agenda como parte de uma modernização do sistema monetário-financeiro que combina novas capacidades técnicas como maior eficiência, potencial programabilidade e melhor integração entre pagamento e liquidação — com a confiança ancorada no dinheiro do banco central (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022).

Outro fator que impulsiona essa resposta institucional é o ressurgimento, sob novas tecnologias, da questão da moeda privada concorrente. A possibilidade de agentes privados ofertarem unidades monetárias próprias, discutida em formulações clássicas de competição de moedas, retorna ao centro do debate no século XXI por meio de criptoativos, stablecoins e arranjos de pagamento digitais com potencial de escala em plataformas globais (HAYEK, 1976; BRUNNERMEIER; JAMES; LANDAU, 2019). Na leitura contemporânea, a preocupação de política pública não se limita à inovação, mas inclui o risco de que moedas privadas escaláveis produzam múltiplas paridades, enfraqueçam a coerência do sistema de pagamentos e pressionem a soberania monetária.

Por essa razão, a resposta institucional tende a combinar duas frentes complementares: (i) regulação e supervisão de arranjos privados especialmente stablecoins e (ii) estudo e desenvolvimento de CBDCs e arquiteturas tokenizadas capazes de preservar a unicidade do dinheiro (*singleness of money*) por meio de liquidação segura e governança robusta (FINANCIAL STABILITY BOARD, 2020; GARRATT; SHIN, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022).

Por fim, a consolidação das finanças descentralizadas (DeFi) reforçou a relevância dessa agenda. Ao demonstrar que blockchains com *smart contracts* podem sustentar serviços financeiros programáveis em uma pilha interoperável (trocas, empréstimos e derivativos), o DeFi elevou a importância de discutir o dinheiro digital como infraestrutura e de avaliar como (e se) formas públicas e privadas de dinheiro podem se integrar a

trilhos programáveis (SCHÄR, 2021). Nesse sentido, as CBDCs entram no debate não apenas como instrumento para pagamentos mais eficientes, mas como parte de uma reconfiguração mais ampla dos trilhos de liquidação, na qual novas arquiteturas tecnológicas ampliam capacidades, mas também reforçam a necessidade de governança pública para preservar coerência monetária e estabilidade (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022; GARRATT; SHIN, 2023).

2.2.7.3 Comparação tecnológica entre TradFi e DeFi

Do ponto de vista econômico, as CBDCs respondem à ideia de que a inovação monetária relevante ocorre, cada vez mais, na infraestrutura de pagamentos, compensação e liquidação. Nessa perspectiva, a CBDC é menos um “novo dinheiro” e mais um upgrade do dinheiro público para operar em trilhos digitais mais eficientes e interoperáveis, preservando o banco central como âncora de confiança e emissor do dinheiro de liquidação final (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022). O foco recai sobre redução de fricções, aumento de resiliência e manutenção da confiança pública.

No desenho de CBDC, três escolhas são centrais: varejo ou atacado, modelo de distribuição (direto ou intermediado) e forma de representação (conta ou token), com efeitos sobre acesso, intermediação, privacidade, controles e *compliance* (COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES, 2018). Isso mostra que a CBDC é, uma escolha de arquitetura monetária e institucional, e não apenas de tecnologia.

Nesse ponto, o debate técnico enfatiza a neutralidade tecnológica: CBDC não exige blockchain ou DLT por definição. A escolha entre DLT permissionada, infraestrutura centralizada ou modelos híbridos depende de requisitos de desempenho, segurança, privacidade, governança, resiliência e integração com sistemas legados (AUER; BÖHME, 2020; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023). Em outras palavras, a questão central não é “usar blockchain”, mas selecionar a arquitetura compatível com os objetivos públicos da moeda.

Essa formulação ajuda a situar a CBDC no modelo tecnológico mais recente do BIS. No *Annual Economic Report* de 2023, o BIS apresenta o unified ledger (registro unificado) como infraestrutura programável capaz de integrar dinheiro do banco central (incluindo CBDC), depósitos tokenizados e ativos tokenizados sob governança comum (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023). Nessa visão, a CBDC é um componente da arquitetura futura responsável por ancorar a liquidação em dinheiro do banco central e preservar a unicidade do dinheiro (*singleness of money*) e não sinônimo de toda a infraestrutura tokenizada (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023). Em 2025, o BIS aprofunda essa agenda ao descrever a próxima geração do sistema monetário e financeiro como convergência entre tokenização, programabilidade e padrões comuns, com foco em integração, automação e liquidação segura sob governança robusta (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

A comparação com DeFi torna esse ponto mais claro. O DeFi opera serviços financeiros em trilhos programáveis, com execução e liquidação no mesmo ambiente via *smart contracts*, sob governança protocolar e riscos específicos (falhas de código, oráculos, ataques e corridas de liquidez) (SCHÄR, 2021; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018). Já a CBDC busca incorporar capacidades digitais (eficiência, integração e eventual programabilidade) sob responsabilização institucional, conformidade regulatória e requisitos de resiliência de infraestrutura crítica (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023).

Assim, CBDCs situam-se predominantemente no campo do TradFi, ainda que possam interoperar com trilhos programáveis e ativos tokenizados. Uma CBDC emitida e supervisionada por banco central não se confunde com um arranjo DeFi; porém, dependendo do desenho, pode reduzir a distância funcional entre infraestrutura pública de liquidação e certos casos de uso hoje explorados em ecossistemas programáveis (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025). Em síntese, a questão estratégica não é apenas “ter ou não ter CBDC”, mas como posicionar o dinheiro público em arquiteturas digitais e tokenizadas sem perder coerência monetária, integridade e governança (BANK FOR

INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

2.2.7.4 O movimento global e o contexto do Drex

Embora a agenda de CBDCs seja global, ela não é homogênea. Trata-se de um movimento sistêmico e internacional, mas implementado de forma nacional, com desenhos que refletem prioridades domésticas como eficiência de pagamentos, inclusão financeira, resiliência, integridade, soberania monetária, maturidade do sistema de pagamentos, estrutura bancária, arcabouço jurídico e escolhas sobre privacidade e uso de dados (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022; COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES, 2018). Por isso, “CBDC” funciona como um rótulo comum para projetos que, na prática, podem assumir arquiteturas, objetivos e estágios de desenvolvimento bastante distintos.

Nesse sentido, o debate global é relevante porque situa a CBDC como tendência de modernização do dinheiro público, sem eliminar a diversidade das trajetórias nacionais. O CBDC Tracker do Atlantic Council mostra a ampla difusão dessa agenda entre países e uniões monetárias, com diferentes estágios de exploração, desenvolvimento, piloto e lançamento, reforçando que não se trata de um projeto isolado, mas de um esforço institucional internacional para definir padrões, governança e arquitetura do dinheiro público digital (ATLANTIC COUNCIL, 2026). Em paralelo, levantamentos do BIS indicam que o envolvimento dos bancos centrais com CBDCs permanece elevado, com variações importantes entre jurisdições quanto a motivações, casos de uso e desenho (ILLES et al., 2025; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

Ao mesmo tempo, a agenda global vem se deslocando de uma pergunta binária “ter ou não ter CBDC” para uma discussão mais estrutural sobre qual arquitetura monetária do futuro melhor preserva eficiência, integração e coerência do sistema. O BIS, especialmente a partir de 2023, enquadra esse debate em torno de tokenização, programabilidade, interoperabilidade e integração entre pagamento e liquidação, mantendo o dinheiro do banco central como âncora de confiança e de unicidade

monetária (*singleness of money*) (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

É nesse quadro que o Drex se insere. No caso brasileiro, o Banco Central apresenta o Drex como o projeto de moeda digital brasileira (CBDC), concebido para ampliar o acesso aos benefícios da digitalização financeira em ambiente seguro, regulado e compatível com objetivos públicos (BANCO CENTRAL DO BRASIL, s.d.). Em termos analíticos, isso significa que o Drex não deve ser lido como iniciativa isolada, mas como parte da mesma agenda internacional de modernização do dinheiro público e de adaptação da infraestrutura financeira a um ambiente mais digital e programável.

O enquadramento brasileiro, porém, possui especificidades. Diferentemente de jurisdições em que a agenda de CBDC surge fortemente associada à inclusão via varejo, o Drex ganha destaque em um contexto em que o Pix já modernizou de forma expressiva os pagamentos instantâneos no varejo. Assim, o Drex tende a ser compreendido menos como substituto de meios de pagamento cotidianos e mais como iniciativa voltada à modernização do trilha de liquidação e à integração com ativos tokenizados, sob governança pública e participação de agentes autorizados (BANCO CENTRAL DO BRASIL, s.d.; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES, 2024).

Nessa perspectiva, o Drex pode ser interpretado como resposta institucional brasileira às pressões tecnológicas trazidas por criptoativos, stablecoins e pela programabilidade em ambientes DLT/DeFi: busca-se capturar ganhos de eficiência, interoperabilidade e integração entre dinheiro e ativos, sem abdicar de governança, supervisão e coerência monetária (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2022; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, s.d.). Essa leitura é consistente com a evolução mais recente do debate internacional, no qual CBDCs e arranjos tokenizados passam a ser discutidos como componentes de uma reconfiguração mais ampla da infraestrutura monetária e financeira, e não apenas como “novos meios de pagamento” (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025).

Uma forma útil de sintetizar esse encadeamento — sem sugerir linearidade rígida entre países — é indicar uma cronologia analítica: (i) pré-2010, com digitalização monetária via depósitos e redes privadas; (ii) 2010–2016, com intensificação do debate diante da competição tecnológica dos criptoativos; (iii) 2016–2019, com pilotos e consolidação da linguagem de desenho (varejo/atacado; conta/token; privacidade/integridade); (iv) 2020–2022, com lançamentos e aprendizados de adoção em algumas jurisdições; e (v) 2023–2026, com deslocamento da pauta para tokenização, interoperabilidade e arquitetura do futuro (BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2023; BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS, 2025; ATLANTIC COUNCIL, 2026). No Brasil, esse percurso se articula com a modernização do TradFi via Pix e, em seguida, com o Drex como iniciativa voltada à modernização da liquidação e à integração com ativos sob governança pública — em contraste e, ao mesmo tempo, em diálogo com as possibilidades técnicas evidenciadas pelo ecossistema DeFi.

2.2.8 Síntese da seção 2.2

O estudo das moedas digitais evidencia seu potencial de facilitar o acesso financeiro, especialmente por meio da inovação nos sistemas de pagamento. Em diferentes arranjos, as transações tendem a se tornar mais velozes, menos custosas e mais simples, sobretudo quando operam em plataformas interoperáveis, como stablecoins ou soluções de pagamentos instantâneos. Esse ganho é particularmente relevante porque os pagamentos digitais frequentemente funcionam como porta de entrada para serviços financeiros mais amplos, ao gerar histórico transacional e reduzir fricções para a oferta de produtos essenciais.

Apesar desses benefícios potenciais, os efeitos de stablecoins e DeFi sobre inclusão financeira dependem do desenho institucional e tecnológico adotado, podendo tanto ampliar acesso quanto introduzir desafios de governança e riscos operacionais. Já as CBDCs e iniciativas como o Drex tendem a priorizar eficiência, integração e supervisão, enfrentando, contudo, dilemas de arquitetura, privacidade e adoção.

No caso do crédito, o potencial das moedas digitais é mais indireto: elas podem reduzir custos operacionais, melhorar processos de liquidação e ampliar disponibilidade de dados para análise, mas não eliminam barreiras estruturais, como risco de inadimplência, assimetria informacional e exigências regulatórias. Assim, a ampliação do crédito dependerá de como esses trilhos digitais se conectam a modelos de avaliação, garantias e redes de proteção.

Em síntese, as moedas digitais contribuem para a inclusão financeira sobretudo quando melhoram pagamentos e transferências com segurança, governança e usabilidade, e quando seus ganhos tecnológicos são convertidos, institucionalmente, em produtos sustentáveis e acessíveis.

2.2.9 Transição para a seção 2.3

Com a análise da seção 2.2, evidencia-se que a transformação monetária recente não se limita ao surgimento de novos ativos, mas envolve a modernização e, em certos casos, a disputa dos trilhos de pagamentos, liquidação e crédito. Esse movimento abrange, de um lado, o TradFi, com exemplos como o Pix e as iniciativas de CBDC/Drex, e, de outro, camadas privadas e programáveis associadas a stablecoins e DeFi.

Contudo, para além da inovação tecnológica e dos arranjos institucionais, permanece a questão central desta dissertação: em que condições essas mudanças se traduzem em inclusão financeira efetiva. Assim, a seção 2.3 aprofunda a discussão sobre inclusão financeira como categoria analítica, examinando como dimensões como acesso, uso, qualidade, custo, segurança e adequação dos serviços determinam se a modernização monetária amplia oportunidades econômicas ou apenas reorganiza a infraestrutura financeira sem alcançar, de modo substantivo, os grupos historicamente excluídos.

2.3 Inclusão Financeira

A inclusão financeira é amplamente reconhecida na literatura econômica e institucional como um instrumento estratégico de desenvolvimento social e econômico,

capaz de ampliar oportunidades produtivas, reduzir desigualdades e fortalecer a cidadania financeira. Segundo o Banco de Compensações Internacionais (BIS, 2022), trata-se do processo de garantir que indivíduos e empresas tenham acesso útil e acessível a produtos e serviços financeiros responsáveis e sustentáveis.

O Fundo Monetário Internacional (IMF, 2022, p. 21) amplia essa definição ao destacar quatro dimensões centrais acesso, uso, qualidade e impacto que orientam políticas públicas e estratégias de cidadania financeira, sobretudo em economias emergentes. O Banco Mundial (2022) complementa que a inclusão financeira não se resume à posse de uma conta bancária, mas à capacidade de utilizar serviços financeiros de forma ativa, regular e adaptada às necessidades individuais. Nesse sentido, a inclusão integra um ecossistema mais amplo de infraestrutura pública digital, incluindo sistemas de pagamento interoperáveis, identidade digital e conectividade, que viabilizam o acesso efetivo ao sistema financeiro (BIS, 2022).

De acordo com o Global Findex Database (DEMIRGÜÇ-KUNT et al., 2022), a expansão do acesso a contas e meios de pagamento digitais está associada à elevação da renda familiar, à formalização da economia e à ampliação da resiliência financeira, além de contribuir diretamente para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, especialmente o ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) e o ODS 10 (Redução das desigualdades).

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 25 de setembro de 2015, por meio da Resolução A/RES/70/1, intitulada *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, estabelecendo um plano de ação global composto por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas voltadas à promoção da prosperidade econômica, da inclusão social e da sustentabilidade ambiental (UNITED NATIONS, 2015). Nesse contexto, o acesso a serviços financeiros constitui um dos instrumentos operacionais que permitem a integração econômica e social de indivíduos e empresas, fortalecendo sua capacidade de participação na economia formal.

2.3.1 Agenda 2030

As transformações recentes do sistema financeiro — impulsionadas pela digitalização, pelas fintechs e por tecnologias como blockchain e moedas digitais — dialogam diretamente com a Agenda 2030. O ODS 8 busca promover crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, com emprego pleno e trabalho decente (UNITED NATIONS, 2015). Nesse marco, o acesso a sistemas de pagamento eficientes, seguros e de baixo custo é elemento estruturante para dinamizar a atividade econômica, especialmente entre microempreendedores, trabalhadores informais e pequenas empresas.

A literatura indica que a ampliação da inclusão financeira pode favorecer formalização, produtividade e participação no mercado, em conexão com pagamentos instantâneos, moedas digitais e finanças descentralizadas (WORLD BANK, 2021; BIS, 2023). Já o ODS 10 enfatiza a redução das desigualdades e a promoção da inclusão social, econômica e política, independentemente de renda, gênero ou condição social (UNITED NATIONS, 2015).

Sob essa perspectiva, as tecnologias financeiras digitais têm caráter ambivalente: podem reduzir barreiras de acesso ao diminuir custos de transação e ampliar o alcance dos serviços, mas também podem aprofundar desigualdades se não vierem acompanhadas de regulação adequada, políticas públicas inclusivas, educação financeira e infraestrutura digital acessível (SWAN, 2015; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; IMF, 2023).

No Brasil, o Pix constitui exemplo de política pública alinhada aos ODS 8 e 10, ao reduzir custos, ampliar o acesso a pagamentos digitais e integrar grupos historicamente excluídos do sistema bancário tradicional (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; FEBRABAN, 2024). De forma complementar, o Drex insere-se na agenda de modernização do sistema monetário, com potencial para ampliar a programabilidade do dinheiro, melhorar transferências condicionais e reduzir fricções operacionais com impacto sobre grupos de menor renda (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; ATLANTIC COUNCIL, 2024).

Entretanto, organismos multilaterais e estudos recentes ressaltam que a adoção de tecnologias financeiras avançadas não garante, por si só, inclusão e redução de desigualdades. Sua efetividade depende da articulação com fatores institucionais, regulatórios, sociais e culturais, bem como da capacidade estatal de orientar o desenvolvimento tecnológico para fins de interesse público (WORLD BANK, 2021; IMF, 2023; BIS, 2023). Assim, a inclusão financeira contemporânea deve ser compreendida como resultado da interação entre tecnologia, governança institucional e políticas públicas, e não como efeito automático da inovação tecnológica.

2.3.2 Infraestrutura financeira digital

A inclusão financeira contemporânea está diretamente associada à transformação da infraestrutura financeira digital, marcada por sistemas interoperáveis, pagamentos instantâneos e tecnologias de registro distribuído. Como argumentam Auer, Cornelli e Frost (2020), o potencial inclusivo dessas tecnologias depende de sua integração em infraestruturas interoperáveis e da existência de mecanismos institucionais que assegurem acessibilidade, confiança e proteção ao usuário. Nesse contexto, a infraestrutura financeira passa a incorporar camadas tecnológicas que ampliam eficiência, rastreabilidade e acesso aos serviços (BIS, 2022; IMF, 2023).

A inovação em infraestruturas públicas digitais como pagamentos instantâneos e moedas digitais de bancos centrais — constitui base operacional dessa transformação, ao ampliar acesso e reduzir custos (BIS, 2022). No Brasil, Pix e Drex exemplificam a convergência entre inovação tecnológica e governança institucional, contribuindo para a modernização do sistema financeiro e para o fortalecimento da capacidade estatal de prover infraestrutura financeira pública digital.

2.3.2.1 *Arquitetura da confiança*

No contexto dessa transformação estrutural, emerge o que a literatura descreve como uma nova arquitetura da confiança, marcada pela integração entre mecanismos institucionais tradicionais e tecnologias baseadas em criptografia, registros distribuídos e protocolos automatizados. Para Tapscott e Tapscott (2016), a blockchain permite que

verificação, registro e execução de transações ocorram por consenso distribuído, reduzindo a dependência exclusiva de intermediários centralizados e ampliando transparência e auditabilidade.

De Filippi e Wright (2018) argumentam que isso altera a forma de produção da confiança no sistema financeiro: funções antes concentradas em instituições reguladas como verificação, custódia e liquidação passam a ser parcialmente executadas por protocolos técnicos, com criptografia, consenso distribuído e contratos inteligentes. Trata-se, segundo os autores, de uma transição parcial da “confiança institucional” para a “confiança tecnológica”.

Entretanto, o BIS ressalta que essa arquitetura não elimina o papel das instituições, mas o reconfigura em um sistema híbrido, no qual atores públicos e privados permanecem centrais para governança, supervisão e estabilidade financeira (AUER; BOHME, 2020; BIS, 2023). Assim, a confiança tecnológica complementa — e não substitui a confiança institucional.

Esse arranjo híbrido aparece de forma clara em infraestruturas financeiras digitais contemporâneas, como pagamentos instantâneos, open banking e CBDCs. No Brasil, Pix e Drex exemplificam essa convergência entre infraestrutura tecnológica e governança institucional sob coordenação do Banco Central do Brasil (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

2.3.2.2 Mobilidade financeira

Nesse contexto, a mobilidade financeira emerge como dimensão operacional central da inclusão financeira contemporânea, ao deslocar o acesso a serviços financeiros de uma lógica baseada na presença física em agências para uma lógica de conectividade digital contínua. A difusão de dispositivos móveis e redes digitais permite que infraestruturas financeiras operem de forma mais acessível e integrada ao cotidiano, ampliando o alcance do sistema financeiro e reduzindo barreiras geográficas e operacionais (BIS, 2022; DONOVAN, 2012).

Como destacam Donovan (2012) e o World Bank (2022), o acesso à tecnologia móvel funciona como ponte entre inovação tecnológica e cidadania financeira, sobretudo em países emergentes, ao viabilizar pagamentos, transferências e armazenamento de valor por dispositivos móveis. Esse processo integra um movimento mais amplo de digitalização da infraestrutura financeira, em que mobilidade, interoperabilidade e dados digitais ampliam eficiência e alcance (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2017; BIS, 2022).

No Brasil, a elevada penetração de smartphones favoreceu a incorporação de soluções como Pix, Open Finance, carteiras digitais e aplicativos bancários ao cotidiano da população, inclusive entre grupos historicamente excluídos do sistema financeiro tradicional (ANATEL, 2024). Contudo, a efetividade dessa mobilidade depende de conectividade adequada, infraestrutura confiável e níveis suficientes de letramento digital e financeiro. Desigualdades de acesso à internet, vulnerabilidades cibernéticas e limitações institucionais podem restringir seu impacto inclusivo (IMF, 2023).

Assim, seu potencial para promover inclusão depende não apenas da disponibilidade tecnológica, mas também de políticas públicas de inclusão digital, segurança cibernética e educação financeira.

2.3.3 Inclusão financeira sob a perspectiva da teoria dos custos

Além disso, ambos os trabalhos sustentam que a redução de custos e barreiras de acesso constitui condição necessária para a ampliação da inclusão financeira, o que pode ser interpretado à luz da teoria dos custos de transação desenvolvida por Coase (1937). Essa teoria oferece uma base analítica fundamental para compreender como a estrutura institucional e tecnológica do sistema financeiro influencia o acesso aos serviços financeiros.

Segundo Coase (1937), o funcionamento dos mercados envolve custos de transação relacionados à busca de informações, negociação, formalização e monitoramento das transações. A existência desses custos leva à criação de instituições que internalizam determinadas funções para reduzir incertezas e aumentar a eficiência econômica. Essa lógica explica o surgimento do sistema financeiro tradicional (TradFi),

no qual instituições financeiras desempenham funções essenciais de verificação, custódia, liquidação e gestão de risco, reduzindo custos de transação e facilitando a coordenação econômica (MISHKIN, 2022; ALLEN; GALE, 2000).

No contexto contemporâneo, infraestruturas digitais como o Pix e as CBDCs reduzem significativamente os custos de transação associados ao acesso e uso de serviços financeiros (BIS, 2022; AUER; CORNELLI; FROST, 2020). Rimonato e Santos (2021) demonstram que o Pix reduziu custos operacionais e eliminou barreiras econômicas associadas a transferências financeiras, ampliando o acesso ao sistema financeiro. De forma semelhante, Tan (2024) demonstra que as CBDCs podem reduzir custos de acesso e ampliar a inclusão financeira.

Sob a perspectiva de Coase (1937), a redução dos custos de transação altera a estrutura organizacional do sistema financeiro, ampliando o acesso aos serviços financeiros e permitindo maior participação econômica (BIS, 2022; IMF, 2023).

Essa lógica também permite analisar as diferenças entre TradFi e DeFi. No TradFi, os custos de transação são reduzidos por meio da intermediação institucional, que fornece confiança, estabilidade e proteção ao usuário (MISHKIN, 2022; BIS, 2022). Por outro lado, o DeFi busca reduzir custos de transação por meio da substituição parcial da intermediação institucional por protocolos automatizados baseados em blockchain e contratos inteligentes (CATALINI; GANS, 2016; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018). Entretanto, o DeFi também introduz novos custos e riscos, incluindo riscos tecnológicos, complexidade operacional e ausência de proteção institucional ao usuário, o que limita sua capacidade de substituir integralmente o sistema financeiro tradicional (BIS, 2023; AUER et al., 2023; IMF, 2023).

Por fim, esses resultados reforçam que a inclusão financeira contemporânea depende da integração entre inovação tecnológica e infraestrutura institucional, conforme destacado por Tapscott e Tapscott (2016) e pelo BIS Innovation Hub (2023). Infraestruturas públicas interoperáveis, como o Pix e as CBDCs, constituem mecanismos institucionais que reduzem custos de transação e ampliam o acesso ao sistema

financeiro, posicionando o Estado como agente central na promoção da inclusão financeira (BIS, 2022; IMF, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023).

2.3.4 Inclusão ou exclusão financeira pela tecnologia

A adoção de moedas digitais criptomoedas privadas, stablecoins ou CBDCs transcende a dimensão puramente tecnológica, envolvendo fatores institucionais, comportamentais e socioculturais. Sua difusão depende não apenas da disponibilidade técnica, mas também de confiança institucional, alfabetização digital e financeira, acesso à infraestrutura digital e percepção de utilidade econômica pelos usuários (LIU et al., 2025; WORLD BANK, 2021; MIT DCI, 2023). Assim, a tecnologia é condição necessária, mas não suficiente, para promover inclusão financeira.

Liu et al. (2025) analisam esse processo com base no Technology Acceptance Model (TAM), destacando dois determinantes centrais; utilidade percebida (o quanto a tecnologia melhora a vida financeira) e facilidade de uso percebida (simplicidade e acessibilidade do sistema). No contexto das finanças digitais, os autores mostram que confiança institucional e percepção de segurança funcionam como mediadores decisivos da adoção, concluindo que “the perceived trust in the central bank and digital wallets significantly influences user intention to adopt CBDCs” (LIU et al., 2025, p. 18). Isso indica que a confiança institucional pode ser tão ou mais relevante que a própria sofisticação tecnológica.

Essa conclusão converge com o relatório do MIT Digital Currency Initiative (MIT DCI, 2023), especialmente nas contribuições de Narula (2023), que enfatizam que o potencial inclusivo das moedas digitais depende de seu desenho institucional e de sua integração com a infraestrutura financeira existente. Segundo o autor, moedas digitais podem atuar como infraestrutura pública digital ao reduzir fricções em pagamentos, armazenamento de valor e transferências, mas seus efeitos inclusivos dependem de acessibilidade tecnológica, simplicidade de uso, interoperabilidade e confiança institucional (MIT DCI, 2023).

Nesse sentido, uma questão central é que maior sofisticação tecnológica não garante, por si só, maior inclusão financeira. Como argumenta Narula (2023), tecnologias mais avançadas incluindo sistemas baseados em blockchain e moedas digitais programáveis podem aumentar eficiência e funcionalidades, mas também introduzem novos requisitos técnicos, cognitivos e institucionais que dificultam a adoção por populações vulneráveis (MIT DCI, 2023). A inclusão financeira depende, portanto, da capacidade efetiva de acessar, compreender e utilizar essas tecnologias de forma segura e sustentável.

Por isso, a alfabetização digital e financeira é fator crítico. O World Bank (2021) ressalta que inclusão financeira não se limita ao acesso formal a contas ou instrumentos digitais, mas requer uso efetivo e sustentável. Em contextos de desigualdade educacional, baixa conectividade e limitado letramento digital, tecnologias financeiras avançadas podem produzir novas formas de exclusão a chamada “exclusão digital financeira” (WORLD BANK, 2021; IMF, 2023).

A tecnologia blockchain e os sistemas baseados em registros distribuídos (DLT) introduzem novas possibilidades estruturais para a inclusão financeira, ao permitir a criação de sistemas financeiros mais acessíveis, interoperáveis e programáveis. Segundo o Bank for International Settlements (BIS, 2023), sistemas baseados em DLT podem reduzir custos de intermediação, aumentar a transparência e permitir pagamentos mais rápidos e acessíveis, características particularmente relevantes em economias com baixa penetração bancária.

O relatório do MIT Digital Currency Initiative (MIT DCI, 2023), com contribuições de Narula, reforça essa perspectiva ao argumentar que moedas digitais podem funcionar como uma forma de infraestrutura pública digital, permitindo que indivíduos anteriormente excluídos acessem diretamente o sistema financeiro formal. Nesse sentido, as moedas digitais podem ampliar a inclusão financeira ao reduzir dependência de intermediários tradicionais, facilitar transferências de baixo custo e ampliar o acesso a serviços financeiros básicos.

Entretanto, Narula (2023) enfatiza que o impacto inclusivo dessas tecnologias depende diretamente de seu desenho institucional e de sua integração com políticas públicas e infraestrutura existente. Em particular, o autor destaca que sistemas digitais que exigem dispositivos avançados, conectividade constante ou alto nível de alfabetização digital podem excluir justamente as populações que mais poderiam se beneficiar dessas tecnologias. Isso reforça a necessidade de compreender a inclusão financeira como um fenômeno socioinstitucional, e não exclusivamente tecnológico.

Essa perspectiva converge com a literatura sobre infraestrutura pública digital, que enfatiza que tecnologias como CBDCs e sistemas públicos de pagamento instantâneo podem atuar como plataformas de inclusão financeira quando projetadas como bens públicos digitais acessíveis e interoperáveis (BIS, 2022; MIT DCI, 2023; WORLD BANK, 2022). Nesse sentido, essas tecnologias podem contribuir diretamente para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades), ao ampliar o acesso à infraestrutura financeira e reduzir barreiras econômicas e institucionais.

2.3.4.1 Confiança, privacidade e os limites da inclusão financeira

A confiança constitui um elemento central na adoção e no impacto das moedas digitais. Conforme argumentam De Filippi e Wright (2018), a tecnologia blockchain permite a substituição parcial da confiança institucional por confiança técnica, baseada em criptografia, transparência e verificação distribuída. No entanto, essa transformação não elimina o papel das instituições. Pelo contrário, como destaca Narula (2023), a confiança institucional permanece essencial para garantir legitimidade, estabilidade e proteção ao usuário.

O BIS (2023) observa que as CBDCs possuem potencial particular para promover inclusão financeira justamente por combinarem inovação tecnológica com legitimidade institucional, criando o que o relatório denomina “confiança digital pública”. Esse modelo combina a eficiência operacional das tecnologias digitais com a estabilidade e credibilidade das instituições monetárias tradicionais.

A privacidade constitui outro elemento crítico. O MIT Digital Currency Initiative (2023) destaca que o desenho das moedas digitais deve equilibrar privacidade e conformidade regulatória, permitindo proteção ao usuário sem comprometer a integridade do sistema financeiro. Narula (2023) enfatiza que o excesso de vigilância pode reduzir a adoção, especialmente entre populações vulneráveis, enquanto níveis adequados de privacidade podem fortalecer a confiança e incentivar a participação no sistema financeiro formal.

Por fim, Tapscott e Tapscott (2016) destacam que as moedas digitais representam uma transformação estrutural na arquitetura da confiança e na organização econômica, permitindo a criação de sistemas financeiros mais abertos, acessíveis e interoperáveis. No entanto, como enfatizam o MIT DCI (2023), o BIS (2023) e o IMF (2023), o impacto inclusivo dessas tecnologias depende menos de sua sofisticação tecnológica e mais de seu desenho institucional, acessibilidade e integração com políticas públicas.

Em síntese, o aumento do grau de sofisticação tecnológica, incluindo o uso de blockchain e moedas digitais programáveis, amplia o potencial de inclusão financeira, mas não garante sua realização automática. A inclusão financeira depende da interação entre tecnologia, instituições e fatores sociais, sendo resultado de um processo socioinstitucional complexo, no qual a tecnologia atua como facilitador, mas não como determinante exclusivo.

2.3.5 Pix e CBDC convergências e diferenças teóricas

Os artigos “PIX: Solução Tecnológica de Inclusão Financeira” (RIMONATO; SANTOS, 2021) e “Central Bank Digital Currency and Financial Inclusion” (TAN, 2024) compartilham uma base conceitual ao tratar a inclusão financeira como vetor de desenvolvimento econômico e social, capaz de ampliar o bem-estar e a participação econômica. Em ambos, o ponto de partida é a premissa de que o acesso ao sistema financeiro formal pode reduzir vulnerabilidades, ampliar oportunidades e fortalecer a integração econômica, em linha com a literatura institucional que associa inclusão

financeira à formalização, ao acesso a serviços e à redução de fragilidades econômicas (WORLD BANK, 2022; BIS, 2022; DEMIRGÜÇ-KUNT et al., 2022).

Uma convergência central entre os autores está na compreensão de que inclusão financeira não se reduz à abertura de contas. Em Rimonato e Santos (2021), a inclusão é apresentada em chave institucional e cidadã, envolvendo não apenas acesso, mas também condições de uso, educação financeira, proteção ao consumidor e participação informada no sistema financeiro. Essa leitura aproxima o Pix de uma agenda de cidadania financeira, na qual infraestrutura de pagamentos eficiente contribui para inserir usuários no sistema formal em bases mais funcionais e seguras (RIMONATO; SANTOS, 2021; BIS, 2022; IMF, 2023). Em Tan (2024), por sua vez, a inclusão financeira é tratada com maior ênfase em seus efeitos macroeconômicos e sistêmicos: ampliar acesso a meios monetários e serviços financeiros pode melhorar eficiência econômica, ampliar oferta de crédito (indiretamente, conforme o desenho) e elevar o bem-estar agregado, especialmente quando a arquitetura monetária reduz custos de acesso e uso (TAN, 2024; WORLD BANK, 2022; BIS, 2022).

Outra convergência relevante refere-se ao papel da tecnologia como meio de redução de fricções. Ambos os trabalhos reconhecem que infraestruturas digitais podem reduzir custos de transação, ampliar alcance e facilitar a entrada de populações historicamente excluídas no sistema financeiro (AUER; CORNELLI; FROST, 2020; BIS, 2022). No caso de Rimonato e Santos (2021), o Pix aparece como infraestrutura pública de pagamento instantâneo interoperável que reduz barreiras operacionais e custos, favorecendo o uso cotidiano do sistema financeiro formal. Já em Tan (2024), a CBDC é analisada como instrumento potencial de inclusão por permitir acesso a uma forma digital de dinheiro soberano em infraestrutura segura, com possível redução de custos operacionais e maior eficiência, a depender do desenho institucional e tecnológico adotado.

Apesar dessas convergências, os textos divergem de forma importante quanto ao mecanismo teórico da inclusão financeira. Em Rimonato e Santos (2021), a inclusão promovida pelo Pix ocorre sobretudo por meio da infraestrutura de pagamentos: o Pix amplia acesso e uso ao tornar pagamentos e transferências mais baratos, rápidos e

disponíveis, reforçando a inserção de indivíduos e pequenos agentes econômicos no sistema financeiro já existente. Nessa visão, a inclusão é mediada por uma infraestrutura pública digital que opera dentro do TradFi e fortalece a atuação do Banco Central e das instituições financeiras na coordenação do sistema (RIMONATO; SANTOS, 2021; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; BIS, 2022).

Em Tan (2024), por outro lado, a inclusão financeira associada à CBDC é discutida em um plano mais estrutural, ligado à própria forma de acesso ao dinheiro público digital. Diferentemente do Pix — que é um trilha de pagamentos e não uma nova forma de moeda, a CBDC é concebida como moeda digital emitida pelo banco central, o que pode alterar, em maior ou menor grau, a arquitetura de intermediação financeira, dependendo do modelo (varejo/atacado, direto/intermediado, conta/token) (BIS, 2021; BIS, 2023; AUER; BÖHME, 2020; TAN, 2024). Assim, enquanto o Pix tende a promover inclusão pelo uso eficiente da infraestrutura de pagamentos, a CBDC é teorizada como instrumento que pode ampliar inclusão também pelo redesenho do acesso ao dinheiro soberano em ambiente digital.

Há ainda diferença relevante quanto ao grau de maturidade empírica das experiências analisadas. O Pix constitui infraestrutura operacional consolidada, com evidências observáveis sobre expansão de uso e capilaridade dos pagamentos digitais no Brasil (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; FEBRABAN, 2024). Já as CBDCs, em grande parte das jurisdições, permanecem em fase de piloto, testes ou implementação gradual, de modo que seus efeitos sobre inclusão financeira ainda são predominantemente avaliados por modelos teóricos, simulações e evidências iniciais (BIS, 2023; ATLANTIC COUNCIL, 2024; TAN, 2024).

Essa diferença de maturidade é crucial para a comparação teórica. No caso do Pix, a literatura permite observar de forma mais concreta a relação entre redução de custos de pagamento e ampliação do uso financeiro. No caso das CBDCs, a literatura enfatiza potencialidades condicionadas ao desenho, incluindo trade-offs entre inclusão, privacidade, intermediação bancária, governança e adoção (TAN, 2024; BIS, 2023). Em outras palavras, o Pix oferece evidência empírica de inclusão via infraestrutura de

pagamento; a CBDC, por sua vez, oferece um campo analítico de inclusão potencial via reconfiguração do dinheiro público digital.

Em síntese, os dois estudos convergem ao reconhecer que a inovação tecnológica pode fortalecer a inclusão financeira ao reduzir fricções, ampliar acesso e facilitar participação econômica (WORLD BANK, 2022; BIS, 2022; IMF, 2023). Contudo, divergem quanto ao locus principal da transformação: em Rimonato e Santos (2021), a inclusão se materializa prioritariamente pela modernização da infraestrutura de pagamentos (Pix); em Tan (2024), ela é discutida em termos da arquitetura monetária e do acesso ao dinheiro soberano digital (CBDC). Essa distinção é analiticamente relevante para a dissertação, pois permite demonstrar que Pix e CBDC podem ser convergentes em objetivos de inclusão, mas operam por mecanismos tecnológicos, monetários e institucionais distintos.

2.3.6 Inclusão financeira - Pix e Drex

A literatura contemporânea reconhece a inclusão financeira como vetor estratégico para o desenvolvimento econômico e social, sobretudo em países de renda média marcados por elevada desigualdade estrutural. Nesse contexto, o acesso a serviços financeiros formais amplia oportunidades econômicas, reduz vulnerabilidades e favorece maior equidade social. Santos, Garcia e Tambosi Filho (2021), com base em dados do Banco Central do Brasil e do UNDP, identificam forte correlação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o nível de acesso financeiro, com coeficiente de Pearson superior a 0,9, reforçando a associação entre expansão de serviços financeiros, crescimento econômico, mitigação da pobreza e igualdade de oportunidades.

No Brasil, políticas públicas recentes têm papel central nesse processo, especialmente por meio de infraestruturas públicas digitais como o Pix e o Open Finance. O Pix consolidou-se como componente estrutural da infraestrutura de pagamentos ao permitir transferências instantâneas, de baixo custo e amplamente acessíveis. Em pouco mais de um ano após seu lançamento, cerca de 67% da população adulta já estava cadastrada no sistema, resultado associado tanto à adesão obrigatória das principais

instituições quanto à atuação do Banco Central do Brasil como regulador e provedor da infraestrutura (BIS, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024).

A experiência brasileira confirma o potencial dessas infraestruturas para ampliar a inclusão financeira. O Pix reduziu custos e barreiras operacionais de pagamentos e transferências, facilitando o acesso ao sistema financeiro formal, especialmente entre populações de baixa renda, trabalhadores informais e microempreendedores. Segundo o Banco Central do Brasil (2024) e a Febraban (2024), o sistema alcançou mais de 150 milhões de usuários, consolidando o Brasil como referência internacional em pagamentos instantâneos.

O Drex, por sua vez, representa uma nova etapa da infraestrutura financeira nacional ao incorporar tokenização de ativos e execução programável de transações por contratos inteligentes. Diferentemente do Pix, focado na camada de pagamentos, o Drex busca ampliar funcionalidades do sistema financeiro, com potencial para reduzir fricções, elevar eficiência e viabilizar novas formas de acesso a crédito, investimento e gestão de ativos digitais (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024). Ao incorporar registros distribuídos, pode ampliar o acesso a serviços financeiros mais sofisticados, inclusive para pequenos agentes econômicos.

Em conjunto, Pix e Drex ilustram fases complementares da digitalização financeira no Brasil: o primeiro amplia o acesso à infraestrutura básica de pagamentos; o segundo introduz programabilidade, tokenização e automação de serviços. Essas iniciativas evidenciam o papel central do Estado, por meio do Banco Central do Brasil, na criação de infraestruturas públicas digitais voltadas à modernização do sistema financeiro e à promoção da inclusão financeira.

2.3.6.1 Análise comparativa entre TradFi e DeFi

A experiência brasileira com o Pix e o desenvolvimento do Drex evidenciam que a inclusão financeira contemporânea está diretamente associada à transformação da infraestrutura financeira e à incorporação de tecnologias digitais ao sistema monetário e

de pagamentos. Conforme demonstrado ao longo desta seção, a ampliação do acesso financeiro não resulta apenas da expansão institucional tradicional, mas também da introdução de novas infraestruturas digitais interoperáveis que reduzem custos de transação, ampliam o alcance dos serviços financeiros e permitem maior participação econômica (BIS, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024; FEBRABAN, 2024). Nesse contexto, o Pix representa uma inovação que fortalece o sistema financeiro tradicional ao torná-lo mais acessível e eficiente, enquanto o Drex introduz elementos adicionais de programabilidade e tokenização, aproximando o sistema financeiro nacional de arquiteturas baseadas em registros distribuídos.

Essas transformações evidenciam que a digitalização não substitui necessariamente o sistema financeiro tradicional, mas o reconfigura, incorporando novas camadas tecnológicas que ampliam sua capacidade operacional e inclusiva. Conforme destacado pelo BIS (2023) e pelo IMF (2023), infraestruturas públicas digitais como sistemas de pagamento instantâneo e moedas digitais de bancos centrais representam uma evolução do próprio sistema financeiro institucional, preservando o papel das autoridades monetárias e das instituições financeiras, ao mesmo tempo em que incorporam mecanismos tecnológicos que reduzem fricções e ampliam o acesso. Nesse sentido, iniciativas como o Pix e o Drex ilustram um processo de modernização do sistema TradFi, no qual a tecnologia atua como instrumento de fortalecimento institucional e ampliação da inclusão financeira.

Ao mesmo tempo, essas inovações introduzem características que tradicionalmente têm sido associadas a arquiteturas descentralizadas, como liquidação quase instantânea, interoperabilidade digital, tokenização de ativos e execução programável de transações. Essas características aproximam parcialmente o sistema financeiro tradicional de elementos estruturais presentes nas finanças descentralizadas (DeFi), que utilizam tecnologias baseadas em blockchain para reduzir a dependência de intermediários e automatizar processos financeiros (CATALINI; GANS, 2016; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; BIS, 2023). Essa convergência tecnológica evidencia que a transformação digital do sistema financeiro não ocorre por substituição imediata de um modelo por outro, mas por um processo de coexistência e reconfiguração institucional.

Dessa forma, a análise do Pix e do Drex demonstra que a inclusão financeira pode ser promovida tanto por inovações introduzidas dentro do sistema financeiro tradicional quanto por novas arquiteturas tecnológicas baseadas em registros distribuídos. Esse cenário levanta uma questão central para a compreensão da evolução contemporânea do sistema financeiro: em que medida essas inovações representam uma evolução do sistema TradFi, uma convergência com o modelo DeFi ou a coexistência de dois regimes distintos de provisão de serviços financeiros.

Nesse contexto, torna-se necessário avançar para uma análise comparativa entre o sistema financeiro tradicional (TradFi) e as finanças descentralizadas (DeFi), examinando suas diferenças estruturais, mecanismos de governança, formas de produção de confiança e implicações para a inclusão financeira. Enquanto o TradFi se baseia em instituições reguladas e na confiança institucional como mecanismos centrais de coordenação econômica, o DeFi opera com base em protocolos tecnológicos e mecanismos de confiança criptográfica, introduzindo novas possibilidades e desafios para o acesso e a organização dos serviços financeiros (NARAYANAN et al., 2016; TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016; BIS, 2023).

2.3.7 Síntese da seção 2.3

Em síntese, a seção 2.3 consolida a inclusão financeira como um fenômeno institucional e tecnológico, que avança quando inovações (com e sem blockchain) reduzem custos, fricções e assimetrias no acesso e no uso de serviços financeiros, mas também quando são sustentadas por governança, regulação e desenho orientado ao usuário. Nesse sentido, o caso brasileiro evidencia que a modernização dos pagamentos e a expansão de serviços digitais com destaque para o Pix como infraestrutura de base podem ampliar capilaridade, conveniência e integração econômica, especialmente nas transações cotidianas.

Ao mesmo tempo, as transformações recentes indicam que a agenda de tokenização e programabilidade, associada ao Drex e a iniciativas correlatas, tende a operar como camada complementar, com potencial para aumentar eficiência e viabilizar novos

arranjos de serviços financeiros, desde que preservados requisitos de segurança, proteção do usuário e proporcionalidade regulatória.

Assim, a principal contribuição desta seção é demonstrar que a inclusão financeira não é resultado automático da tecnologia; ela emerge da interação entre inovação, instituições e políticas públicas, que orientam a infraestrutura financeira para ampliar acesso, uso e qualidade dos serviços em um contexto de rápida transformação setorial (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2023; FEBRABAN, 2024; IMF, 2022).

A partir desse fechamento, o argumento da dissertação avança para uma etapa comparativa mais estrutural. Se, até aqui, a análise mostrou como inovações tecnológicas no sistema financeiro nacional com destaque para o Pix e, prospectivamente, para o Drex podem ampliar acesso e uso de serviços financeiros, o Objetivo 4 desloca o foco para a arquitetura dos próprios regimes de provisão financeira. Trata-se, portanto, de examinar como TradFi e DeFi diferem e se aproximam em termos de governança, custódia, gestão de risco, responsabilidade institucional, transparência e proteção do usuário, avaliando onde há complementaridades e onde emergem dinâmicas de concorrência.

2.3.8 Transição para a seção 2.4

A experiência brasileira com o Pix e o desenvolvimento do Drex evidenciam que a inclusão financeira contemporânea está diretamente associada à transformação da infraestrutura financeira e à incorporação de tecnologias digitais ao sistema monetário e de pagamentos. Como discutido na seção 2.3, a ampliação do acesso financeiro não decorre apenas da expansão institucional tradicional, mas também da criação de infraestruturas digitais interoperáveis que reduzem fricções, ampliam o alcance dos serviços e favorecem maior participação econômica (BIS, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024; FEBRABAN, 2024). Nesse processo, o Pix fortalece o sistema financeiro tradicional ao torná-lo mais acessível e eficiente, enquanto o Drex introduz, em ambiente regulado, elementos de programabilidade e tokenização que apontam para uma nova etapa de modernização da infraestrutura financeira (BIS, 2023; IMF, 2023).

Ao mesmo tempo, essas inovações aproximam parcialmente o TradFi de características presentes em arquiteturas digitais programáveis, sem implicar substituição imediata por arranjos descentralizados. Esse movimento sugere um processo de coexistência, hibridização e reconfiguração institucional, o que leva à questão central da próxima etapa da dissertação: em que medida essas transformações representam evolução do TradFi, convergência funcional com o DeFi ou coexistência de regimes distintos de provisão de serviços financeiros. Por isso, a seção 2.4 avança para uma análise comparativa entre TradFi e DeFi, com foco em governança, confiança, gestão de risco, proteção do usuário e implicações para a inclusão financeira (CATALINI; GANS, 2016; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; NARAYANAN et al., 2016; BIS, 2023).

2.4 Sistema TradFi versus DeFi

2.4.1 Sistema TradFi

O sistema financeiro tradicional (TradFi) pode ser entendido como o arranjo institucional em que a intermediação financeira realizada por bancos, cooperativas, instituições de pagamento e outros intermediários regulados, além de bolsas e infraestruturas de mercado organiza o fluxo de recursos, a custódia de ativos e a provisão de serviços sob um conjunto de regras prudenciais e de conduta.

Em termos teóricos, a intermediação é frequentemente explicada como resposta a fricções como custos de monitoramento e assimetria de informação, permitindo mobilizar poupança, alocar crédito e administrar riscos com ganhos de eficiência (DIAMOND, 1984; MISHKIN, 2022). Ao mesmo tempo, a estrutura bancária tradicional busca compatibilizar provisão de liquidez e transformação de prazos com estabilidade, o que torna relevantes mecanismos institucionais de mitigação de crises e corridas (DIAMOND; DYBVIK, 1983).

Em TradFi, a confiança é predominantemente institucional deriva do arcabouço legal e regulatório, da supervisão estatal, de requisitos de capital e liquidez, de padrões de governança e de instrumentos de proteção ao usuário e de estabilidade sistêmica (MISHKIN, 2022; FREIXAS; ROCHET, 2008). Essa confiança institucional é reforçada

por arranjos de pós-negociação e infraestruturas, compensação, liquidação e custódia, que tornam a finalização de transações mais previsível e juridicamente robusta (CPMI; IOSCO, 2012).

Do ponto de vista operacional, o TradFi se organiza em camadas relativamente separadas; mensageria, reconciliação, compensação e liquidação, com dependência de infraestruturas centrais e provedores especializados para gestão de risco e finalização. Um elemento distintivo é que a responsabilidade e a accountability são atribuídas a entidades identificáveis, facilitando o cumprimento regulatório e aplicação de padrões de conduta (FREIXAS; ROCHET, 2008). Em termos analíticos, o TradFi tende a oferecer:

- escala com regras claras de responsabilidade;
- previsibilidade jurídica;
- instrumentos consolidados de gestão de risco e supervisão (MISHKIN, 2022).

Em contrapartida, enfrenta fricções associadas a custos de intermediação, complexidade de infraestrutura e barreiras de acesso; documentação, crédito baseado em histórico e eventuais tarifas, que podem afetar a inclusão financeira, sobretudo entre grupos subatendidos (STIGLITZ; WEISS, 1981; WORLD BANK, 2022).

Nos debates recentes sobre modernização da arquitetura monetária e financeira, cresce o interesse em como tokenização e programabilidade podem atualizar certos trilhos do TradFi, reduzindo fricções operacionais sem abandonar o núcleo de confiança institucional. Essa agenda dialoga com a hipótese de convergência entre paradigmas, em que partes da inovação associada ao ambiente cripto/DeFi são reabsorvidas por infraestruturas reguladas, preservando accountability e mecanismos de proteção (BIS, 2023).

2.4.1.1 Conceito e funcionamento

O sistema financeiro tradicional (TradFi) pode ser definido como o conjunto de instituições, mercados, contratos e infraestruturas reguladas que viabilizam pagamentos, poupança, crédito, investimentos, seguros e câmbio, sob regras formais de autorização,

supervisão e responsabilização. Nesse arranjo, a confiança é institucional, derivando de arcabouço legal, supervisão prudencial, padrões de governança, mecanismos de resolução e instrumentos de proteção do consumidor e de estabilidade sistêmica (MISHKIN, 2022).

Embora o termo “TradFi” seja recente e tenha se popularizado com o debate sobre criptoativos, ele descreve um sistema amplamente estudado pela teoria econômica e pela literatura de intermediação financeira como um ecossistema baseado em intermediários identificáveis e em infraestruturas críticas; câmaras, depositárias centrais e sistemas de liquidação orientadas a reduzir riscos e assegurar finalização da liquidação (“final settlement”) das transferências (CPMI; IOSCO, 2012).

A existência de intermediários financeiros no TradFi é explicada, em grande parte, como resposta a fricções típicas de mercados reais: custos de transação, assimetrias de informação, risco moral, seleção adversa e necessidade de monitoramento. Em modelos clássicos, a assimetria informacional pode levar ao racionamento de crédito, pois elevar juros pode piorar a seleção de tomadores e incentivar risco, levando instituições a restringir a quantidade de crédito (STIGLITZ; WEISS, 1981).

Nessa perspectiva, bancos e instituições correlatas atuam como “tecnologias organizacionais” de triagem e monitoramento, reduzindo custos de informação e disciplinando contratos (DIAMOND, 1984). Ao financiar ativos de longo prazo com passivos mais líquidos, ocorre transformação de liquidez e maturidade, agregando valor econômico mas aumentando a vulnerabilidade ao risco de corridas. Por isso, mecanismos de segurança e estabilização são historicamente necessários (Diamond & Dybvig, 1983; Mishkin, 2022). A arquitetura do sistema TradFi pode ser organizada em camadas, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Camadas operacionais do TradFi e ciclo de uma transação

Arquitetura em camadas	Papel na transação	Atores e exemplos típicos	Controles e resultados esperados
1. Front-end / distribuição	Iniciação e autenticação da	Agências, aplicativos bancários, internet	

Arquitetura em camadas	Papel na transação	Atores e exemplos típicos	Controles e resultados esperados
	operação pelo usuário. ,Captura de dados, consentimentos, limites e autorização.	banking, POS/maquininhas, gateways, adquirência e subadquirência, correspondentes bancários.	Autenticação do cliente, verificação de limites e regras de canal, geração da instrução de pagamento/ordem; registro do consentimento e rastreabilidade.
2. Intermediação e gestão de risco	Validação econômica e de risco: checagem de saldo/limites, avaliação de crédito, precificação, exigência de garantias, gestão de liquidez e capital, e verificação de conformidade.	Bancos, cooperativas, financeiras, instituições de pagamento, fintechs reguladas; áreas de risco, tesouraria e compliance.	Mitigação de seleção adversa/risco moral; conformidade com requisitos prudenciais e de conduta; decisão de aprovar/recusar; registro contábil e operacional da obrigação (MISHKIN, 2022).
3. Infraestruturas de mercado (FMIs)	Compensação, liquidação e custódia: transformação da obrigação em efeito final (transferência de fundos e/ou de titularidade de ativos), reduzindo risco sistêmico e assegurando finalização.	Sistemas de pagamento, câmaras de compensação, contrapartes centrais (CCPs), depositárias centrais (CSDs), sistemas de liquidação de valores mobiliários.	Finalização jurídica/operacional (“final settlement”), gestão de riscos de contraparte e liquidez, resiliência e governança conforme PFMI (CPMI; IOSCO, 2012).
4. Supervisão e enforcement	Regulação, fiscalização e responsabilização: define e aplica regras prudenciais e de conduta; supervisiona estabilidade,	Banco Central e demais reguladores/supervisores; sistemas de monitoramento, auditorias, autorregulação quando aplicável.	Redução de risco sistêmico; proteção do consumidor; enforcement de regras de capital/conduta/PLD-FT; accountability clara (quem responde por falhas e perdas).

Arquitetura em camadas	Papel na transação	Atores e exemplos típicos	Controles e resultados esperados
	transparência e integridade (PLD/FT). Atua ex ante (normas) e ex post (sanções, correções).		

Fonte: (MISHKIN, 2022) (CPMI; IOSCO, 2012)

A trajetória da transação por camadas permite escalar serviços com responsabilidade bem definida por quem responde por falhas, perdas, fraude e inadimplemento e mitigações de risco mais robustas do que em arranjos totalmente abertos e globais (CPMI; IOSCO, 2012).

A composição do TradFi pode ser organizada em quatro blocos funcionais, que juntos viabilizam o ciclo completo das transações da originação no canal do usuário até a liquidação final e o enforcement regulatório:

- Instituições e participantes de mercado (intermediação e prestação de serviços). Inclui os agentes que captam, transformam e alocam recursos, bem como aqueles que originam, distribuem e administram produtos financeiros. Nesse bloco situam-se:
 - a. instituições depositárias e de crédito (bancos comerciais e múltiplos, bancos públicos, cooperativas de crédito e financeiras), responsáveis por depósitos, crédito, pagamentos, tesouraria e gestão de liquidez;
 - b. intermediários do mercado de capitais (corretoras e distribuidoras), que executam ordens e fazem intermediação de ativos;
 - c. gestoras e fundos, que realizam alocação profissional, administração fiduciária e gestão de carteiras;
 - d. seguradoras e resseguradoras, que assumem e redistribuem riscos; e
 - e. instituições de pagamento e fintechs reguladas, que prestam serviços de pagamento, contas de pagamento e soluções digitais sob regras de autorização e conduta.

Em termos analíticos, é nesse bloco que se concentram as funções típicas de intermediação, precificação de risco, elegibilidade, garantias e compliance, que sustentam confiança institucional, mas também podem gerar fricções de acesso (MISHKIN, 2022).

- Infraestruturas críticas do mercado financeiro (FMIs compensação, liquidação, custódia e registro). São os sistemas e entidades que garantem que obrigações e transferências sejam concluídas com segurança e previsibilidade, reduzindo risco sistêmico e assegurando finalização. Elas incluem, por exemplo, sistemas de pagamento, câmaras e contrapartes centrais (CCPs), depositárias centrais (CSDs) e sistemas de liquidação.

No Brasil, o STR é a infraestrutura de liquidação (RTGS/LBTR) para transferências de fundos entre participantes, com relevância para a liquidação de operações interbancárias e de resultados líquidos de câmaras (BANCO CENTRAL DO BRASIL, s.d.). Para títulos públicos federais, o Selic estrutura a custódia/registro e regras operacionais do sistema de negociação e liquidação desses títulos (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1993). Em termos normativos, a robustez esperada das FMIs é balizada por princípios internacionais de governança e gestão de riscos (CPMI; IOSCO, 2012).

- Provedores de infraestrutura, tecnologia e redes de conectividade e processamento, composta por agentes que viabilizam a operação técnica do sistema e sua interoperabilidade:
 - a. adquirentes e subadquirentes, que conectam estabelecimentos ao ecossistema de aceitação de pagamentos;
 - b. processadoras e *gateways*, que executam autorização/roteamento, antifraude e integração com bancos e arranjos;
 - c. registradoras e bureaux, que apoiam registro, conciliação e dados de operações; e
 - d. mensageria e conectividade, especialmente relevantes em pagamentos e fluxos cross-border.

Esse bloco “materializa” a camada de trilhos e integração do TradFi, muitas vezes invisível ao usuário, mas determinante para custo, disponibilidade e resiliência operacional.

- Regulação, supervisão e padrões; governança sistêmica e “enforcement”. Inclui as autoridades e mecanismos que definem e aplicam regras prudenciais e de conduta, supervisionam estabilidade e integram o arcabouço de responsabilização. Além do regulador doméstico, padrões internacionais como os PFMI funcionam como referência comparativa para governança, risco, liquidez, finalização e resiliência das infraestruturas críticas isto é, para a qualidade sistêmica do “pós-negociação” no TradFi (CPMI; IOSCO, 2012).

As características estruturantes do TradFi correspondem ao conjunto de propriedades institucionais, jurídicas e operacionais que organizam o funcionamento do sistema financeiro tradicional e explicam como ele produz confiança, disciplina riscos e assegura a efetividade das transações em larga escala.

Em termos teóricos, elas refletem a lógica pela qual intermediários e infraestruturas reguladas respondem a fricções centrais dos mercados financeiros como assimetrias de informação e necessidade de gestão formal de risco sustentando previsibilidade e estabilidade por meio de regras prudenciais, governança e mecanismos de responsabilização (MISHKIN, 2022).

Além disso, tais características se materializam na camada de infraestruturas críticas (FMIs), responsável por compensação, liquidação e custódia, cujo desempenho e robustez são balizados por padrões internacionais como os *Principles for Financial Market Infrastructures (PFMI)*, que enfatizam finalização, gestão de risco, governança e resiliência operacional (CPMI; IOSCO, 2012).

Considerando esse contexto, o Quadro 2 apresenta de forma consolidada cinco dimensões fundamentais do TradFi: permissão e identificação, responsabilização institucional, gestão formal de risco, custódia e liquidação com finalização jurídica, além

de padronização e governança. O sistema destaca-se por fundamentar a confiança sobretudo em instituições reguladas, normas formais e infraestruturas essenciais.

Esse enquadramento é relevante para a análise da inclusão financeira porque explicita o “trade-off “ do modelo as mesmas camadas de conformidade, controle de risco e finalização que sustentam estabilidade e proteção ao usuário podem também elevar custos e criar fricções de acesso e uso, especialmente para perfis com menor formalização e histórico financeiro (MISHKIN, 2022; CPMI; IOSCO, 2012).

Quadro 2 - Principais características estruturais do TradFi

Característica	O que significa (definição operacional)	Implicação prática (força e/ou fricção)	Referência
Permissão e identificação	Entrada no sistema condicionada a cadastro, identificação do usuário e requisitos de KYC e conformidade.	Força: reduz fraude e melhora rastreabilidade. Fricção: pode criar barreiras de acesso (documentação, elegibilidade, tempo/custo).	—
Responsabilização institucional	Existência de agentes identificáveis (instituições, administradores, auditores) e mecanismos de reparação e contestação.	Força: aumenta confiança pública e previsibilidade (há “quem responda”). Fricção: processos podem ser burocráticos/lentos.	—
Gestão formal de risco	Regras e práticas institucionalizadas de capital, liquidez, provisões, limites e controles internos.	Força: estabilidade, resiliência e controle de risco. Fricção: eleva custos de compliance e pode restringir crédito/serviços a perfis de maior risco.	(MISHKIN, 2022)
Custódia e liquidação com finalização jurídica	Regras claras sobre titularidade, custódia e finalidade da transferência (“final settlement”), com redução de risco sistêmico.	Força: previsibilidade jurídica e menor risco de contraparte/contágio. Fricção: depende de infraestrutura e regras formais (camadas e reconciliações).	(CPMI; IOSCO, 2012)
Padronização e governança	Padronização de contratos, contabilidade, auditoria	Força: comparabilidade, transparência e governança. Fricção: pode	—

Característica	O que significa (definição operacional)	Implicação prática (força e/ou fricção)	Referência
	a e supervisão, com práticas e normas estabelecidas.	reduzir flexibilidade e aumentar custos de conformidade.	

Fonte: (MISHKIN, 2022) (CPMI; IOSCO, 2012)

Essas características sustentam a confiança social em larga escala, mas também podem elevar custos e impor fricções relevantes para inclusão, especialmente em perfis com baixa formalização e menor histórico financeiro (STIGLITZ; WEISS, 1981).

2.4.1.2 TradFi e inclusão financeira

- Forças do TradFi: escala, previsibilidade jurídica, responsabilização e capacidade institucional de gerir risco e prover redes de segurança (DIAMOND; DYBVIG, 1983; MISHKIN, 2022). Essas propriedades sustentam confiança pública e adoção massiva de serviços financeiros.
- Fricções do TradFi: custos de intermediação e compliance, barreiras cadastrais, exigências de histórico/garantias e assimetrias de informação fatores que podem gerar exclusões práticas, sobretudo em crédito (STIGLITZ; WEISS, 1981). Nesse ponto, seu objetivo 4 se conecta diretamente: inovação “sem blockchain” (por exemplo, trilhos de pagamento mais eficientes) pode ampliar inclusão em acesso e uso; já a inclusão “profunda” (crédito adequado, proteção e resiliência) permanece condicionada à governança e ao risco.

No caso brasileiro, evidências recentes sugerem forte avanço de inclusão em pagamentos o Pix atingiu recordes de escala diária divulgados com base em dados do Banco Central, ultrapassando 313 milhões de transações em 24 horas (AGÊNCIA BRASIL, 2025). Em termos de acesso e uso de serviços financeiros formais, indicadores internacionais apontam elevados níveis de “*account ownership*” e uso de pagamentos digitais no Brasil (WORLD BANK, 2025).

Por fim, uma tendência recente relevante ao seu argumento é a incorporação de programabilidade e tokenização em ambientes institucionais. O BIS tem defendido que a

inovação pode ser mais bem aproveitada quando integrada a infraestruturas com base de confiança pública, discutindo direções como ledgers mais integrados e programáveis (BIS, 2025). Além disso, relatórios conjuntos BIS/CPMI analisam como tokenização pode reconfigurar a emissão, registro e liquidação de ativos, com implicações para papéis institucionais e padrões de infraestrutura (BIS; CPMI, 2024).

As inovações financeiras mais bem-sucedidas em escala tendem a se apoiar no “tripé” intermediação + infraestrutura + regulação, que produz confiança institucional, finalização jurídica e mecanismos de responsabilização. Esse mesmo tripé, contudo, implica custos e fricções especialmente em onboarding, compliance e crédito que podem restringir inclusão em segmentos com menor formalização e histórico financeiro, reforçando o trade-off entre segurança sistêmica e acesso amplo (STIGLITZ; WEISS, 1981; CPMI; IOSCO, 2012; MISHKIN, 2022).

É justamente nesse espaço de trade-offs que a comparação com DeFi se torna analiticamente produtiva, enquanto o TradFi organiza confiança por instituições e regras, o DeFi desloca parte do eixo de confiança para protocolos e smart contracts, com acesso mais aberto e execução por código, frequentemente sem intermediários tradicionais. Isso pode reduzir barreiras formais e habilitar produtos programáveis, mas também reconfigura responsabilidades, gestão de risco, governança e proteção ao usuário dimensões decisivas para avaliar inclusão financeira em termos de qualidade, segurança e sustentabilidade.

Assim, a seção seguinte (4.2) tratará do DeFi como um regime alternativo de provisão de serviços financeiros, contrastando com o TradFi nas dimensões que importam para inclusão:

- entrada e elegibilidade,
- custos e transparência,
- segurança e risco,
- governança e accountability, e
- capacidade de escalar com estabilidade.

Essa comparação permitirá distinguir as inovações “sem blockchain” que modernizam trilhos mantendo o tripé institucional, de inovações “com blockchain” que podem alterar o desenho de confiança, coordenação e provisão de serviços.

2.4.2 Sistema DeFi

Na literatura contemporânea, “finanças descentralizadas” (DeFi) designam um arranjo de provisão de serviços financeiros que se organiza como infraestrutura e mercado sobre blockchains programáveis, no qual contratos inteligentes substituem (total ou parcialmente) rotinas tradicionalmente desempenhadas por intermediários, como custódia, compensação, precificação, administração de garantias e liquidação. Nessa linha, Fabian Schär formula uma das definições mais empregadas: DeFi é uma infraestrutura financeira alternativa construída sobre blockchains de contratos inteligentes (com destaque para o ecossistema Ethereum), que utiliza smart contracts para criar protocolos capazes de replicar serviços financeiros de forma mais aberta, interoperável e transparente (SCHÄR, 2021).

Em leitura arquitetural, o Bank for International Settlements (BIS) descreve o DeFi como um ecossistema predominantemente não custodial, componível e contestável, no qual usuários, em vez de transacionarem com uma instituição contraparte, interagem com programas que agregam recursos e executam regras de mercado de forma automatizada. Para operacionalizar essa visão, o BIS propõe um modelo de referência em camadas o DeFi Stack Reference (DSR) que organiza o sistema em liquidação/consenso, aplicações e interfaces, permitindo explicar “como o sistema se forma” e, sobretudo, onde residem dependências críticas, riscos e concentrações práticas (AUER et al., 2023).

Uma segunda camada teórica, importante para contrapor a narrativa de “desintermediação total”, enfatiza que o DeFi pode reorganizar e não eliminar a intermediação, criando novas formas de captura de valor e concentração. Makarov e Schoar argumentam que, mesmo quando certos custos de transação diminuem, podem emergir “rendas” em diferentes níveis do ecossistema (por exemplo, infraestrutura,

acesso, governança e microestrutura), devido a restrições endógenas à competição (MAKAROV; SCHOAR, 2022). No nível microestrutural, estudos sobre ordenação de transações em DEXs mostram como bots e incentivos de prioridade podem prejudicar usuários comuns por mecanismos de frontrunning e Maximal Extractable Value (MEV), reintroduzindo assimetrias e “custos invisíveis” na execução (DAIAN et al., 2019).

Uma terceira perspectiva, de natureza jurídico-institucional, é oferecida por Zetzsche, Arner e Buckley: DeFi é menos “ausência de intermediação” e mais uma reconfiguração da cadeia de valor e da governança do sistema financeiro em novas camadas técnicas (software, front-ends, provedores de infraestrutura, governança e padrões), o que desloca mas não elimina pontos de controle, responsabilidade e poder. Os autores sustentam que, por essa razão, a regulação permanece relevante e pode evoluir para formas de “regulação embutida” (embedded regulation), nas quais regras e conformidade são incorporadas no desenho do sistema e nos intermediários de borda (ZETZSCHE; ARNER; BUCKLEY, 2020).

2.4.2.1 Conceito e funcionamento

Em termos conceituais, o DeFi pode ser definido como uma infraestrutura financeira alternativa assentada em plataformas públicas de smart contracts, na qual protocolos implementados em contratos inteligentes replicam serviços financeiros negociação, crédito, derivativos e gestão de ativos por meio de execução automatizada verificável, com menor dependência de intermediários tradicionais (SCHÄR, 2021). Do ponto de vista jurídico-institucional, essa redução da intermediação clássica não implica ausência de intermediação: as funções financeiras se redistribuem em camadas técnicas e organizacionais (software, interfaces, infraestrutura, governança), gerando desafios específicos de perímetro regulatório, responsabilização e proteção do usuário (ZETZSCHE; ARNER; BUCKLEY, 2020).

Para especificar como um sistema DeFi se forma, a literatura do BIS propõe o DeFi Stack Reference (DSR), estruturado em três camadas analíticas (AUER et al., 2023):

- Camada de liquidação e consenso (settlement layer). É a blockchain programável que mantém o “estado” do sistema (saldos, posições e garantias), fornecendo registro, ordenação, execução e liquidação econômica. Essa camada condiciona a viabilidade dos produtos financeiros on-chain por meio de parâmetros como taxas, latência, segurança e finalização. Em perspectiva técnico-econômica, o elemento distintivo é que o estado é verificável publicamente e atualizado por regras compartilhadas, diferindo de sistemas digitais baseados em bases privadas e reconciliação posterior. A base conceitual dessa camada se vincula ao campo de protocolos e consenso em redes distribuídas; por exemplo, a literatura sobre acordo bizantino em criptomoedas ilustra como propriedades de consenso e segurança são determinantes para finalização e robustez do ledger (GILAD et al., 2017).
- Camada de aplicações/protocolos (applications layer). Aqui residem os “produtos” DeFi (DEXs/AMMs, money markets, derivativos, agregadores), implementados em smart contracts. A literatura de sistematização descreve o DeFi como sistema financeiro *peer-to-peer* movido por blockchain e propõe eixos para compreender primitivas técnicas, tipos de protocolos e propriedades de segurança (WERNER et al., 2021). Nessa camada, a propriedade decisiva é a composabilidade: protocolos “chamam” outros protocolos e combinam módulos, acelerando inovação e ampliando interdependências e potenciais canais de contágio (AUER et al., 2023; WERNER et al., 2021).
- Camada de interfaces/UX (interfaces layer). Inclui carteiras, front-ends, indexadores e provedores de infraestrutura que conectam o usuário ao protocolo. É nessa camada que reaparecem fricções, concentração prática e assimetrias: muitos usuários não interagem com “código puro”, mas por interfaces e provedores que podem impor dependências, influenciar custos e elevar risco operacional (AUER et al., 2023; ZETZSCHE; ARNER; BUCKLEY, 2020).

A correlação blockchain DeFi é, portanto, estrutural: sem uma infraestrutura de registro e liquidação em rede (settlement) e sem execução determinística de regras em smart contracts, não existe DeFi como forma de provisão financeira on-chain. Essa lógica é coerente com a noção clássica de contratos inteligentes como mecanismos que

formalizam e asseguram relações em redes públicas (SZABO, 1997) e com a posterior operacionalização em plataformas programáveis, como a arquitetura proposta para aplicações descentralizadas (BUTERIN, 2013).

Em termos funcionais, o DeFi “serve” como um trilho financeiro programável com quatro finalidades principais:

- Mercados de troca e liquidez on-chain: negociação e provisão de liquidez sem infraestrutura tradicional de corretagem/clearing, via DEXs e mecanismos automatizados (SCHÄR, 2021).
- Crédito e mercados monetários programáveis: depósitos, empréstimos colateralizados, juros algorítmicos e liquidações automáticas, ampliando possibilidades de desenho de produto (AUER et al., 2023).
- Inovação por composabilidade: combinação modular para criar novos produtos (estratégias, derivativos sintéticos, agregadores), com velocidade superior ao ciclo tradicional de inovação, embora com risco ampliado por interdependência (WERNER et al., 2021).
- Laboratório de criptoeconomia (incentivos e desenho de mercados): o DeFi permite testar desenhos de mecanismos, estruturas de mercado e incentivos em protocolos abertos; nessa chave, a contribuição de Catalini é útil para discutir estabilidade, coordenação e integração de tokens e stablecoins no sistema financeiro (CATALINI, 2025).

A literatura recente converge em um ponto: o DeFi amplia possibilidades, mas cria riscos próprios e desafios regulatórios. Recomendações internacionais enfatizam dificuldades de responsabilização, transparência efetiva, integridade de mercado e proteção do investidor em arranjos DeFi (IOSCO, 2023). O Financial Stability Board destaca riscos específicos (falhas de smart contracts, governança concentrada, dependências técnicas e interconexões com o sistema tradicional) e a necessidade de monitoramento sistêmico diante de limitações de dados e padronização (FSB, 2023). E a OECD observa que, no estágio atual, parcela relevante do uso é impulsionada por

dinâmicas especulativas e pode expor varejo a riscos desproporcionais, limitando o potencial inclusivo (OECD, 2024).

Em especial, a literatura microestrutural ressalta que, em blockchains públicas, a competição por prioridade e a ordenação de transações podem criar custos e exploração por agentes automatizados (MEV), afetando justiça de execução e eficiência do mercado (DAIAN et al., 2019). Além disso, a atômica de transações viabiliza flash loans, que podem aumentar eficiência de arbitragem, mas também habilitar ataques econômicos por manipulação de preços e oráculos, com efeitos diretos em liquidações e perdas em cascata (QIN et al., 2020). Por fim, há o tema da “ilusão de descentralização”, em que a necessidade prática de governança, upgrades, infraestrutura e interfaces pode concentrar poder, fragilizando a narrativa de desintermediação e exigindo análise cuidadosa das dependências reais do sistema (ARAMONTE; HUANG; SCHRIMPF, 2021; MAKAROV; SCHOAR, 2022).

2.4.2.2 Características estruturantes do DeFi

Em paralelo às características estruturantes do TradFi, o DeFi pode ser sintetizado em cinco propriedades centrais (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023):

- Execução por contratos inteligentes (regras como software): regras de mercado e de risco tornam-se rotinas executáveis e verificáveis on-chain.
- Acesso por chaves/carteiras e (frequentemente) permissionless: a entrada ocorre via controle de chaves; identificação/triagem tende a migrar para a borda (exchanges, ramps e interfaces).
- Composabilidade (“money legos”): módulos financeiros combináveis aceleram inovação, mas elevam interdependências e contágio.
- Transparência e verificabilidade on-chain: maior verificabilidade de transações e posições, embora persistam assimetrias por complexidade técnica e microestrutura.
- Riscos idiossincráticos e dependências críticas: vulnerabilidades de smart contracts, oráculos/bridges, governança concentrada e riscos de microestrutura (MEV), com

impactos em proteção do usuário e estabilidade (IOSCO, 2023; FSB, 2023; ARAMONTE; HUANG; SCHRIMPF, 2021).

Ao comparar as dimensões analíticas do TradFi, apresentadas no Quadro 3, como permissão e identificação, responsabilização, gestão de risco, custódia e liquidação, além de governança percebe-se que a confiança no DeFi é redefinida. Em vez de se apoiar em instituições tradicionais, ela passa a depender da infraestrutura de blockchain para liquidação e das regras embutidas em smart contracts. No entanto, ainda existem práticas dependentes e concentrações relevantes, conforme discutido por SCHÄR (2021), AUER et al. (2023) e ARAMONTE, HUANG e SCHRIMPF (2021).

Quadro 3 – As diferentes dimensões do DeFi: funcionamento, comparações com o TradFi e consequências para a inclusão financeira.

Dimensão	Como funciona no DeFi (característica estruturante)	O que isso substitui no TradFi	Implicações para inclusão (oportunidades e limites)
Permissão e identificação	Predomina o acesso permissionless: participação via carteira/chave (pseudonímia) no nível do protocolo; identificação/KYC tende a migrar para a borda (exchanges, ramps, front-ends e provedores de compliance). (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023).	Cadastro/KYC como pré-requisito sistêmico de acesso e segmentação de produtos; controle de entrada por instituições.	Oportunidade: reduz barreiras formais de entrada em alguns usos (documentação, conta). Limite: sem triagem nativa e com baixa reparabilidade, aumenta risco de fraude e perdas para usuários menos sofisticados; inclusão pode virar 'acesso ao risco' sem proteção e letramento. (IOSCO, 2023; OECD, 2024).

Responsabilização institucional	Responsabilização difusa: protocolos operam como software; governança via tokens/DAOs e dependências de equipes/infraestrutura; recourse (reparação) é limitado e pode haver ‘ilusão de descentralização’. (AUER et al., 2023; ARAMONTE; HUANG; SCHRIMPF, 2021).	Intermediários com deveres legais, supervisão, mecanismos formais de reclamação, indenização e resolução.	Oportunidade: inovação rápida e transparência operacional. Limite: maior dificuldade de atribuir responsabilidade e proteger o consumidor em falhas (código, oráculos, bridges), penalizando grupos vulneráveis. (IOSCO, 2023; FSB, 2023).
Gestão formal de risco	Risco codificado e automatizado (colateral, limites, liquidações) e complementado por mecanismos de mercado (arbitragem/LPs). Composabilidade eleva interdependência e potencial de contágio. (AUER et al., 2023; WERNER et al., 2021).	Governança formal de risco, requisitos prudenciais, colchões de capital/liquidez e ‘safety net’ institucional.	Oportunidade: regras e posições podem ser mais verificáveis on-chain. Limite: automatização pode amplificar choques (liquidações em cascata) e a ausência de amortecedores institucionais tende a tornar perdas finais para usuários. (FSB, 2023; IOSCO, 2023).
Custódia e liquidação com finalização jurídica	Predomina lógica non-custodial (usuário controla chaves) e liquidação on-chain na camada de settlement;	Custódia por instituições, liquidação em infraestruturas reguladas e	Oportunidade: acesso direto e global e potencial eficiência em certos fluxos.

	finalidade é econômico-técnica (regras de consenso), nem sempre equivalente à finalização jurídica tradicional; dependências off-chain (interfaces, RPC, bridges) podem falhar. (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023).	finalização jurídica em câmaras/sistemas de pagamentos.	Limite: risco de perda por erro/fraude (chaves), pouca reversibilidade e vulnerabilidades técnicas podem excluir usuários com menor letramento digital. (OECD, 2024; IOSCO, 2023).
Padronização e governança	Padronização por padrões técnicos e práticas de ecossistema; governança por DAOs/tokens e upgrades. Apesar do discurso descentralizado, governança e infraestrutura tendem a concentrar poder. (ARAMONTE; HUANG; SCHRIMPF, 2021; MAKAROV; SCHOAR, 2022).	Padrões regulatórios e autorregulatórios, governança corporativa e supervisão estatal.	Oportunidade: padrões abertos aceleram interoperabilidade e inovação. Limite: captura de governança e dependência de infraestrutura geram assimetrias e riscos de coordenação, afetando confiança e adoção inclusiva. (FSB, 2023; AUER et al., 2023).

Fonte: Elaborado pelo autor

O DeFi amplia acesso em termos formais (participação permissionless), mas pode ampliar também exposição a riscos em razão da ausência de redes tradicionais de proteção, da complexidade operacional e de dificuldades de responsabilização. Por isso, a literatura institucional recomenda analisar inclusão não como acesso nominal, mas como uso efetivo com segurança, transparência e custo compatível. (IOSCO, 2023; OECD, 2024; FSB, 2023).

2.4.2.3 DeFi e Inclusão Financeira

Antes de discutir DeFi e inclusão financeira, convém registrar que o debate institucional sobre inclusão associada a infraestruturas baseadas em blockchain/DLT passou por inflexões importantes no campo das moedas digitais de banco central (CBDCs).

No ciclo inicial de formulação 2020–2021, o Bank for International Settlements (BIS) enfatizou que uma CBDC bem desenhada poderia contribuir para um sistema monetário mais aberto, seguro e competitivo, com potencial de ampliar acesso a pagamentos digitais, especialmente quando combinada com infraestruturas públicas (como fast payment systems) e com um desenho que privilegie usabilidade, baixo custo e capilaridade (BIS, 2021). Nesse enquadramento, a inclusão aparece menos como um atributo “automático” da tecnologia e mais como um objetivo de política dependente de decisões de arquitetura, como o modelo de distribuição (direto vs intermediado), o desenho de privacidade e a possibilidade de instrumentos/funcionalidades que reduzam barreiras de uso (BIS, 2020; BIS, 2021).

Em paralelo, a agenda aplicada do BIS e de autores ligados à instituição também explicitou que projetos inclusivos poderiam demandar múltiplas interfaces e canais, incluindo soluções de acesso que não pressupõem smartphones de última geração como cartões, arranjos pré-pagos, instrumentos de baixo custo e, quando factível, funcionalidades “offline” que ampliem resiliência e alcance em áreas com conectividade limitada (AUER; BÖHME, 2020; AUER et al., 2020; BIS, 2024; IMF, 2022).

Nesse mesmo período, o BIS reconheceu que muitos pilotos e protótipos de CBDC exploravam DLT permissionada como opção arquitetural para registro e atualização do ledger, situando a DLT como uma entre várias possibilidades de engenharia institucional e tecnológica (AUER; BÖHME, 2020; BIS, 2021).

Contudo, à medida que se acumulou evidência experimental e análise comparativa (2022–2023), a própria instituição passou a enfatizar com maior nitidez a neutralidade tecnológica, sintetizada na formulação de que, “while decentralised technologies offer many possibilities, a CBDC does not necessarily need to be based on DLT”, indicando que arquiteturas centralizadas confiáveis podem ser superiores em diversos contextos

por reduzirem complexidade de coordenação entre validadores e ampliarem flexibilidade operacional (BIS, 2023).

Essa inflexão é metodologicamente relevante para esta dissertação porque reforça um ponto-chave: a promessa de inclusão não decorre automaticamente do uso de blockchain, mas do desenho institucional e sociotécnico do arranjo (governança, distribuição, custos, UX, proteção do usuário, integridade e acessibilidade) argumento consistente também com sínteses técnico-operacionais recentes que tratam inclusão como resultado condicionado por “acessível, utilizável e barato”, e não apenas por disponibilidade formal de uma tecnologia (WORLD BANK, 2026; IMF, 2024).

Com essa lente, o debate de inclusão no DeFi pode ser formulado de maneira mais precisa porque o DeFi é frequentemente associado a potencial de ampliação de acesso por operar como infraestrutura permissionless, global e programável, oferecendo “trilhos” alternativos para negociação, poupança e crédito digital (SCHÄR, 2021). Entretanto, avaliações institucionais recentes recomendam cautela ao tratar acesso como sinônimo de inclusão: fricções técnicas (taxas e congestionamento), exigências de letramento financeiro/digital, riscos de autocustódia (gestão de chaves), golpes e vulnerabilidades de smart contracts podem afetar desproporcionalmente usuários menos sofisticados, reduzindo a inclusão efetiva e sustentável (AUER et al., 2023; AUER et al., 2023).

Além disso, a literatura do BIS sobre riscos em cripto e DeFi ressalta a chamada “decentralisation illusion”: mesmo quando o núcleo de execução é on-chain, dependências críticas (governança, oráculos, infraestrutura de acesso e serviços de borda) podem concentrar poder e fragilidades, com impacto distributivo sobre usuários com menor capacidade de monitoramento e resposta a riscos (ARAMONTE; HUANG; SCHRIMPF, 2021). Em perspectiva econômico-política, argumenta-se ainda que a arquitetura DeFi pode reduzir certos custos marginais de transação, mas criar novas camadas de renda e concentração por restrições endógenas à concorrência (infraestrutura, acesso, governança e microestrutura), o que limita a extrapolação direta da promessa de “democratização financeira” (MAKAROV; SCHOAR, 2022).

Do ponto de vista de política pública, integridade de mercado e proteção do investidor, a IOSCO sistematiza riscos específicos (estrutura modulada, transfronteiriça, com dificuldades de identificação de responsáveis) e propõe recomendações para supervisão orientada a resultados regulatórios, divulgação e mitigação de riscos em arranjos DeFi (IOSCO, 2023). Em linha convergente, o Financial Stability Board (FSB) destaca vulnerabilidades e potenciais implicações de estabilidade financeira caso o DeFi amplie interconexões com o sistema tradicional, sublinhando alavancagem, interdependência e ausência de “amortecedores” típicos do sistema bancário e de infraestruturas reguladas (FSB, 2023a; FSB, 2023b).

Por fim, em avaliação diretamente orientada à inclusão, a OECD conclui que, no estágio atual de mercado, DeFi e criptoativos não entregaram amplamente a promessa de inclusão, em parte pela predominância de usos especulativos, pela volatilidade e por limitações estruturais (fraudes, dependência de conectividade e riscos tecnológicos), que tendem a impor custos e riscos elevados ao varejo (OECD, 2024). Assim, nesta dissertação, o DeFi é tratado como um regime com potencial de ampliar acesso (abertura e programabilidade), mas com trade-offs fortes (proteção do usuário, governança, custos invisíveis de microestrutura e riscos operacionais), devendo ser avaliado por critérios de uso efetivo, segurança e custo e não apenas por acesso nominal quando o objetivo analítico é inclusão financeira e não somente inovação de produtos (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023; ARAMONTE; HUANG; SCHRIMPF, 2021; MAKAROV; SCHOAR, 2022; IOSCO, 2023; FSB, 2023a; OECD, 2024).

2.4.3 Diferenças estruturais TradFi e DeFi

As diferenças estruturais entre os sistemas financeiros tradicionais (TradFi) e as finanças descentralizadas (DeFi) decorrem, sobretudo, de suas arquiteturas de confiança, de seus mecanismos operacionais e da forma como cada arranjo distribui responsabilidades e riscos.

No TradFi, a intermediação ocorre em uma estrutura predominantemente centralizada, sustentada por supervisão institucional, conformidade

regulatória e controle hierárquico, o que favorece estabilidade operacional e previsibilidade jurídica, mas também pode concentrar riscos e amplificar vulnerabilidades sistêmicas em contextos de liquidez e interconexões entre instituições e mercados (AUFIERO et al., 2025).

No DeFi, a provisão de serviços financeiros é realizada por meio de blockchain e contratos inteligentes, deslocando parte da confiança do plano institucional para o plano técnico e tornando regras e transações verificáveis em rede, com automação e execução programável (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023).

Nesse modelo, funções antes desempenhadas por intermediários como troca, empréstimos, colateralização e gestão de liquidez passam a ser implementadas por protocolos, viabilizando a composabilidade; integração entre contratos e, com isso, a rápida criação de produtos e arranjos financeiros “em camadas” (WEINGÄRTNER et al., 2023; MUHAMMAD et al., 2024; SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023).

Essa divergência estrutural implica perfis de risco distintos. No TradFi, riscos tendem a estar associados à intermediação tradicional risco de crédito, liquidez, contágio por exposições cruzadas e fragilidades de mercado mitigados por redes de proteção, supervisão prudencial e mecanismos formais de governança. No DeFi, por outro lado, surgem riscos específicos: vulnerabilidades de contratos inteligentes, dependência de oráculos e infraestruturas auxiliares, e dinâmicas de mercado fortemente orientadas por algoritmos, com possibilidade de falhas e externalidades amplificadas pela interconexão entre protocolos (AUFIERO et al., 2025; RÜETSCHI et al., 2024; AUER et al., 2023). Além disso, a própria “descentralização” frequentemente se apresenta como um **continuum** mesmo em serviços on-chain, podem existir pontos de controle concentrado por exemplo, em interfaces, governança e certos ativos críticos, o que afeta a distribuição de responsabilidades e a proteção do usuário (QIN et al., 2021).

Do ponto de vista regulatório, as abordagens clássicas aplicadas ao TradFi nem sempre se transferem de modo direto ao DeFi. A natureza não custodial e pseudônima de parte do ecossistema desafia instrumentos centrados em entidades endereçáveis e incentiva propostas de regulação orientadas por funções e

resultados, proteção do consumidor/investidor, integridade de mercado e estabilidade, em linha com leituras que argumentam que a racionalidade econômica da regulação permanece válida, embora exija adaptação às camadas técnicas e aos pontos de controle efetivo (AQUILINA; FROST; SCHRIMPF, 2023).

Assim, embora ambos os sistemas busquem prover serviços financeiros, suas diferenças estruturais e operacionais conduzem a riscos, trade-offs e desafios regulatórios qualitativamente distintos, com implicações diretas para o objetivo desta dissertação, avaliar não apenas acesso, mas inclusão financeira efetiva, uso seguro, previsível e com custo compatível em cada arquitetura.

Para fins analíticos e para conexão com inclusão financeira como acesso, uso e qualidade TradFi e DeFi podem ser comparados ao longo de dimensões estruturantes conforme apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 – Dimensões de impacto do TradFi e DeFi na inclusão financeira

Dimensão	TradFi	DeFi	Implicação para inclusão financeira
Fonte primária de confiança	Confiança institucional: lei, supervisão, arcabouço regulatório, legitimidade e mecanismos de estabilidade (MISHKIN, 2022).	Confiança técnica: execução em código, verificabilidade em rede e regras programáveis em blockchain (AUER et al., 2023).	Acesso: TradFi pode exigir credenciais formais; DeFi tende a reduzir barreiras formais. Uso/Qualidade: TradFi oferece maior previsibilidade; DeFi exige confiança no código e gestão de riscos pelo usuário.
Governança e accountability	Governança hierárquica e regulada, com entidades endereçáveis e responsabilidade jurídica clara (FREIXAS; ROCHET, 2008).	Governança via tokens/DAOs/mainainers, com possíveis pontos de concentração em interfaces/infraestrutura; accountability mais difusa (AUER et al., 2023).	Qualidade: TradFi tende a oferecer canais de suporte e responsabilização; em DeFi, falhas podem ter reparação limitada e responsabilidades distribuídas (impacto em confiança e continuidade de uso).
Gestão de risco e	Arcabouço prudencial, conduta e proteção do	Proteção heterogênea; lógica frequente de caveat	Uso/Qualidade: TradFi favorece uso recorrente por previsibilidade e reparação;

Dimensão	TradFi	DeFi	Implicação para inclusão financeira
proteção do usuário	consumidor; supervisão e mecanismos formais de mitigação (CPMI; IOSCO, 2012).	emissor, ausência de “safety net” e reparação formal limitada (AUER et al., 2023).	DeFi pode ampliar acesso, mas com maior risco operacional e cognitivo, dificultando inclusão efetiva de públicos vulneráveis.
Liquidação e infraestrutura	Camadas separadas (mensageria, reconciliação, compensação, liquidação) e processos formais de pós-negociação (CPMI; IOSCO, 2012).	Liquidação on-chain e alta composabilidade entre protocolos e serviços (AUER et al., 2023).	Uso: DeFi pode reduzir fricções técnicas de integração (efeito “lego”), mas pode elevar complexidade e riscos por interdependência. TradFi tende a ser mais estável, porém com fricções de integração e custos de infraestrutura.
Transparência e dados	Auditorias, relatórios e supervisão formal; transparência institucional e padrões de reporte (MISHKIN, 2022).	Transparência transacional on-chain, mas com opacidade de identidades e de estruturas econômicas em certas camadas (QIN et al., 2021; AUER et al., 2023).	Qualidade: Transparência on-chain pode melhorar verificabilidade, mas a complexidade pode impedir compreensão pelo usuário comum (barreira de uso). TradFi tende a oferecer disclosure regulado, embora menos “auditável” pelo usuário final.
Conformidade e enforcement	Compliance aplicado diretamente a entidades (KYC/AML, capital, conduta), com enforcement institucional e jurídico (FREIXAS; ROCHET, 2008).	Desafios de enquadramento em arranjos não custodiais e pseudônimos; necessidade de abordagem por função/risco e pontos de controle efetivo (AQUILINA; FROST; SCHRIMPF, 2023).	Acesso: DeFi pode incluir usuários fora do sistema formal, mas pode enfrentar barreiras na “porta” (rampas fiat/cripto). Qualidade: ausência de enforcement claro pode elevar risco ao usuário e reduzir confiança, afetando adoção sustentável.

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa grade é particularmente útil porque permite discutir inclusão financeira não apenas como “ter acesso”, mas como capacidade efetiva de uso com segurança, previsibilidade e custo compatível. Nesse ponto, a abordagem funcional reforça que, se

as funções e falhas de mercado em DeFi são economicamente análogas (ou até mais severas), a racionalidade para regulação orientada a resultados (proteção, integridade e estabilidade) permanece relevante (AQUILINA; FROST; SCHRIMPF, 2023).

2.4.4 TradFi–DeFi continuum de hibridização

Embora o contraste entre TradFi e DeFi seja didaticamente útil, a prática revela um continuum de arranjos híbridos que desafia uma separação rígida entre os dois modelos. Esse continuum inclui ativos tokenizados emitidos por entidades reguladas, stablecoins com diferentes desenhos de lastro e governança, *exchanges* centralizadas que funcionam como ponte entre usuários e infraestrutura *on-chain*, além de iniciativas de tokenização em ambientes permissionados e institucionalmente supervisionados (AQUILINA; FROST; SCHRIMPF, 2023; QIN et al., 2021). Nesse cenário, o sistema financeiro passa a operar em uma zona intermediária, na qual funções tradicionalmente associadas ao TradFi (custódia, compliance, proteção ao usuário, intermediação) coexistem com funcionalidades típicas do DeFi (liquidação programável, composabilidade, automação por *smart contracts* e operação contínua).

Aquilina, Frost e Schrimpf (2023) observam que, até o momento, o DeFi tem sido em grande medida autorreferencial, concentrado em financiamento e *trading* de criptoativos. Ainda assim, os autores indicam que essa característica não deve ser lida como limite definitivo, mas como estágio de desenvolvimento: a interconexão com a economia real tende a crescer à medida que avançam processos de tokenização, padronização de infraestrutura e adoção institucional (AQUILINA; FROST; SCHRIMPF, 2023). Essa transição é relevante porque desloca o DeFi de um ecossistema predominantemente interno ao universo cripto para um papel potencialmente mais amplo na arquitetura de mercado, especialmente em áreas como liquidação, pós-negociação, colateralização e emissão/distribuição de ativos.

Essa leitura é compatível com análises que enfatizam o efeito competitivo e disciplinador do DeFi sobre o TradFi. Ao oferecer serviços financeiros com operação contínua (24/7), liquidação mais integrada à execução, programabilidade e novas formas de provisão de liquidez, o DeFi pressiona incumbentes a responderem com inovação

tecnológica, revisão de processos e adoção de modelos colaborativos ou híbridos (YANUOLUWA et al., 2023). Nesse sentido, o impacto do DeFi não se resume à substituição de instituições tradicionais, mas inclui a indução de mudanças organizacionais e tecnológicas no próprio TradFi.

A hibridização, portanto, não deve ser compreendida apenas como “coexistência pacífica” entre duas esferas separadas. Ela pode ser interpretada como processo de reconfiguração incremental dos trilhos financeiros, no qual diferentes camadas (pagamentos, liquidação, custódia, emissão de ativos, negociação e serviços programáveis) passam a combinar elementos institucionais e protocolares em arranjos de governança variados. Em termos analíticos, isso sugere a possibilidade de um novo modelo de funcionamento do sistema financeiro, caracterizado por: (i) infraestruturas mais interoperáveis e programáveis; (ii) liquidação e execução progressivamente integradas; (iii) presença simultânea de atores regulados e protocolos automatizados; e (iv) maior centralidade de padrões técnicos e de governança para garantir confiança, coordenação e escalabilidade.

Esse possível novo modelo, contudo, não elimina os problemas clássicos da intermediação financeira; antes, os reorganiza. A hibridização desloca disputas para temas como governança de protocolos e plataformas, responsabilidades por falhas operacionais, proteção do consumidor/investidor, qualidade da custódia, integridade de mercado e articulação entre supervisão pública e automação privada (AQUILINA; FROST; SCHRIMPF, 2023; QIN et al., 2021). Em suma, a inovação em trilhos e arquitetura não elimina a necessidade de coordenação institucional, mas muda seu local e forma.

Dessa forma, o continuum TradFi–DeFi permite compreender a transformação financeira contemporânea menos como uma transição binária entre “velho” e “novo” sistema e mais como a formação de uma ordem financeira híbrida, na qual concorrência, complementaridade e integração parcial coexistem. Essa perspectiva é particularmente importante para esta dissertação, pois permite analisar a inclusão financeira, a eficiência e a estabilidade não apenas em termos de adoção tecnológica, mas em função do

desenho institucional e sociotécnico que estrutura os novos arranjos de provisão financeira.

2.4.5 Síntese da seção da seção 2.4

Em síntese, o item 2.4 mostrou que TradFi e DeFi podem ser compreendidos como dois regimes de provisão financeira que diferem, sobretudo, pela arquitetura de confiança e pela forma como distribuem responsabilidades, riscos e proteção ao usuário. No TradFi, a coordenação é ancorada em instituições reguladas, com governança e *accountability* endereçáveis; no DeFi, parte dessa coordenação é deslocada para protocolos e *smart contracts*, com acesso frequentemente *permissionless*, alta composabilidade e liquidação *on-chain*. Esse arranjo amplia possibilidades de inovação, mas também introduz riscos específicos, como vulnerabilidades de código, dependência de oráculos e infraestrutura, desafios de responsabilização e limites de *enforcement*.

A comparação também evidenciou o ponto central desta seção: as relações entre TradFi e DeFi não se resumem à substituição, mas incluem complementaridades, concorrências e hibridizações, visíveis em stablecoins, tokenização, *exchanges* e outros arranjos híbridos. Nesse sentido, o continuum TradFi–DeFi pode ser lido não apenas como coexistência, mas como processo de reconfiguração incremental da arquitetura financeira, com integração parcial de trilhos, funcionalidades e modelos de governança. Por isso, suas implicações regulatórias e sociais devem ser avaliadas por resultados de proteção do usuário/investidor, integridade de mercado, estabilidade e inclusão financeira efetiva ponderando os *trade-offs* entre abertura e inovação, de um lado, e segurança, previsibilidade e redes de proteção, de outro.

Com isso, o Referencial Teórico consolida o arcabouço conceitual necessário para interpretar as transformações recentes do sistema financeiro. Em conjunto, as seções estabeleceram: (i) os fundamentos tecnológicos e arquiteturas das inovações digitais; (ii) o enquadramento de moedas, ativos digitais e dinâmicas institucionais da digitalização financeira; (iii) a inclusão financeira como categoria analítica no contexto brasileiro; e (iv) a comparação entre TradFi e DeFi, com foco em complementaridades, concorrências,

hibridizações e implicações regulatórias e sociais. A partir dessa base, o capítulo de Análise de Resultados passa a confrontar o referencial com evidências documentais e dados do contexto brasileiro.

Ao longo de todo o referencial teórico, a inclusão financeira operou como fio condutor transversal, e não como tópico isolado. Em 2.1 e 2.2, apareceu de forma indireta, ao iluminar como arquiteturas e formas monetárias afetam custos de transação, acessibilidade, confiança e programabilidade. Em 2.3, tornou-se categoria analítica explícita (acesso, uso, custo, qualidade/segurança e impacto). Em 2.4, reapareceu como critério normativo de comparação entre TradFi e DeFi, permitindo avaliar não apenas eficiência e inovação, mas também proteção do usuário, gestão de riscos e barreiras informacionais, tecnológicas e regulatórias. Assim, o referencial sustenta a ideia de que resultados inclusivos dependem menos da tecnologia em si e mais do arranjo institucional e do desenho sociotécnico que define quem consegue acessar, usar e se beneficiar, com segurança e sustentabilidade, dos novos trilhos financeiros.

3 ANÁLISES DE RESULTADOS

3.1 Delimitação da análise e alinhamento

Este capítulo apresenta e interpreta evidências empíricas e institucionais sobre a inovação do sistema financeiro nacional, com foco no papel do Banco Central do Brasil (BCB) como indutor, coordenador e provedor de infraestruturas críticas que reorganizam os trilhos de pagamentos e, prospectivamente, de liquidação e tokenização de ativos. A análise se concentra em duas iniciativas centrais para a modernização do Sistema Financeiro Nacional:

- o Pix, como infraestrutura pública de pagamentos instantâneos em operação, com trajetória de desenvolvimento contínuo, governança e desempenho operacional; e
- o Drex, examinado a partir do Relatório do Piloto Drex - Fase 1, que consolida diretrizes, arquitetura e resultados iniciais de testes voltados à construção de uma plataforma tokenizada e programável para transações com dinheiro e ativos (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024a).

O capítulo é construído como diálogo entre teoria e evidência, em alinhamento ao objetivo da pesquisa de compreender como tecnologias digitais no setor financeiro influenciam a inclusão financeira, com ênfase em blockchain e moedas digitais. Para isso, analisa documentos oficiais e estatísticas operacionais do Pix e do SPI, mobiliza evidências empíricas complementares sobre uso e inclusão para qualificar a análise além do “acesso formal” e examina o Relatório do Piloto Drex -Fase 1 para interpretar escopo, escolhas técnicas e resultados iniciais, utilizando a literatura aplicada sobre CBDC e inclusão como lente comparativa (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a; PLANO CDE, 2022; NARULA; SWARTZ; FRIZZO-BARKER, 2023; BIS, 2023).

3.1.1 Fontes e critérios de evidência empírica

A evidência empírica utilizada neste capítulo combina documentos oficiais, estatísticas operacionais e pesquisa amostral, permitindo articular desempenho e escala da infraestrutura com evidências de uso e inclusão financeira.

No caso do Pix, a análise prioriza indicadores do ecossistema e, especialmente, do Sistema de Pagamentos Instantâneos (SPI), como volume e valor liquidados, disponibilidade e desempenho operacional. As principais referências são os Relatórios Anuais do SPI (2022, 2023 e 2024), que registram a evolução do tráfego, do valor liquidado e de métricas de processamento e disponibilidade (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

O capítulo também incorpora evidências de inclusão financeira com base em pesquisa amostral nacional (Plano CDE, 2022), realizada entre 26/07/2022 e 09/08/2022, para qualificar o debate além do acesso formal e observar mudanças no uso efetivo de instrumentos financeiros (PLANO CDE, 2022). Esses resultados são analisados em conjunto com estatísticas públicas do BCB sobre o arranjo Pix, extraídas do site institucional e apresentadas em figuras na Seção 3.2.2, permitindo visualizar a evolução do Pix, sua participação entre os meios de pagamento e a intensidade de uso ao longo do tempo (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024).

Em termos analíticos, a triangulação entre (i) evidência amostral (Plano CDE) e (ii) séries estatísticas oficiais do BCB sustenta o argumento de que o Pix reduziu barreiras práticas à transação digital especialmente entre grupos historicamente menos atendidos contribuindo para a inclusão financeira entendida como capacidade efetiva de uso, e não apenas acesso formal a contas (PLANO CDE, 2022; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024).

Para o Drex, a principal fonte é o Relatório do Piloto Drex – Fase 1, por consolidar diretrizes, escolhas técnicas, escopo e resultados iniciais. O relatório explicita o núcleo do piloto o trilema entre privacidade, programabilidade e descentralização os tokens testados (Drex de Atacado, Drex de Varejo e TPft) e a arquitetura DLT permissionada selecionada, com foco em ambiente compatível com EVM e avaliação de soluções de privacidade aplicadas a fluxos de entrega contra pagamento (DvP) (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024a). Além disso, para discutir riscos de exclusão associados a infraestruturas digitais (incluindo DLT/CBDC), mobiliza-se literatura aplicada sobre desenho de CBDC e inclusão, que enfatiza que resultados sociais dependem de escolhas de arquitetura, modelo operacional e intermediação, e que a digitalização pode reproduzir

desigualdades se replicar fricções de sistemas existentes (NARULA; SWARTZ; FRIZZO-BARKER, 2023).

3.2 Análise de resultados Pix

O Pix constitui uma inovação institucional e tecnológica no âmbito das infraestruturas de pagamento. O Banco Central do Brasil (BCB), além de exercer papel regulador, atua como responsável pela definição de padrões e pelo fornecimento de infraestrutura crítica ao sistema de pagamentos. Analiticamente, o Pix representa uma atualização significativa nos trilhos de pagamentos do sistema financeiro tradicional (TradFi), ao promover a reorganização dos processos de mensageria, liquidação e governança, permitindo disponibilidade contínua e ampla interoperabilidade. Isso resulta na redução dos custos de coordenação e na ampliação do acesso a serviços financeiros essenciais (BIS, 2023; NORTH, 1990).

A característica de infraestrutura do Pix é demonstrada pelo desempenho do Sistema de Pagamentos Instantâneos (SPI), que viabiliza a liquidação de transações interbancárias via Pix e permite aferir sua escala, robustez e relevância sistêmica (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2024a; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

Na análise dos resultados, a experiência do Pix é vista não apenas como uma adoção tecnológica bem-sucedida, mas como exemplo de coordenação institucional que gera escala e interoperabilidade rapidamente. Os dados do Brasil reforçam a tese central desta dissertação: os efeitos inclusivos da inovação financeira resultam da integração entre infraestrutura **tecnológica**, governança pública e capacidade de implementação no ecossistema institucional.

3.2.1 Desenvolvimento com o mercado financeiro

Do ponto de vista da governança, o desenvolvimento do Pix representa um modelo de inovação em infraestrutura no qual o Banco Central do Brasil (BCB) atua como coordenador do arranjo, definindo padrões técnicos, regras de participação, requisitos operacionais e mecanismos de supervisão. Desde a fase inicial de concepção do Pix,

essa coordenação foi construída em interação com o mercado, por meio de instâncias de diálogo, fóruns técnicos e grupos de trabalho com instituições financeiras, instituições de pagamento e demais participantes do ecossistema, de modo a viabilizar adesão ampla, interoperabilidade e padronização. Essa lógica de evolução da infraestrutura permanece mesmo após o lançamento do Pix, com ciclo contínuo de aprimoramentos e incorporação de funcionalidades, o que reforça seu caráter de política pública digital orientada à escala, à eficiência e à estabilidade do sistema de pagamentos (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a; BIS, 2023).

Em termos analíticos, esse desenho confirma que a geração de valor público em pagamentos depende de coordenação institucional capaz de viabilizar externalidades de rede. Pagamentos são infraestruturas de múltiplos lados: quanto maior a interoperabilidade e a previsibilidade operacional, maior o potencial de escala e menores as fricções para usuários e negócios. Por isso, a capacidade do Pix de reduzir custos de coordenação não se explica apenas por inovação tecnológica isolada, mas pela combinação entre padronização, governança centralizada de regras e execução descentralizada da experiência do usuário, realizada nos canais das instituições participantes (BIS, 2023; NORTH, 1990).

No plano econômico, a relevância do Pix pode ser interpretada pela perspectiva dos custos de transação. Ao reduzir fricções para iniciar e receber pagamentos, simplificar a identificação de destinatários, garantir liquidação rápida e operar em regime 24/7, o arranjo tende a diminuir barreiras que historicamente excluem pequenos agentes e indivíduos com menor capacidade de arcar com tarifas e complexidades operacionais. Assim, o Pix pode produzir efeitos distributivos indiretos ao baratear e tornar mais ubíquo o pagamento digital, ampliando a participação na economia digital e apoiando a formalização e a previsibilidade financeira no cotidiano de famílias e microempreendedores (COASE, 1937; KIYOTAKI; WRIGHT, 1989; WORLD BANK, 2022; BIS, 2023).

Esse enquadramento também é decisivo para a lógica comparativa da dissertação: o Pix deve ser entendido como inovação endógena ao modelo de finanças

tradicionais (TradFi). Trata-se de uma infraestrutura pública e regulada, operada por instituições autorizadas, com regras formais de acesso, monitoramento e responsabilização elementos típicos do regime tradicional de provisão de serviços financeiros. Em outras palavras, o Pix não rompe com o TradFi, mas moderniza seus trilhos centrais (mensageria e liquidação), elevando eficiência e capilaridade sem renunciar à governança pública e à conformidade no perímetro regulatório (BIS, 2023; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

Esse posicionamento contrasta com o modelo de finanças descentralizadas (DeFi), em que a coordenação ocorre predominantemente por protocolos e *smart contracts* em redes abertas, com menor centralidade de intermediários regulados e redes de proteção mais limitadas ao usuário final. Assim, o Pix funciona como evidência de que a transformação digital recente no Brasil tem privilegiado uma trajetória de inovação sob âncora institucional, em oposição à lógica de desintermediação e governança “por código” típica do DeFi (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023; BIS, 2023).

Por fim, a expansão do ecossistema Pix também pode ser aferida pela ampliação da base institucional conectada ao arranjo. Conforme a lista de participantes divulgada pelo Banco Central do Brasil, em 2026 constam 919 instituições ativas e 24 instituições em processo de adesão ao Pix, o que sinaliza crescimento contínuo do conjunto de provedores aptos ou em vias de se tornarem aptos a ofertar o instrumento ao público. Do ponto de vista analítico, esse aumento da densidade institucional reforça as condições para difusão, escala e capilaridade do Pix, elementos relevantes para interpretar seus efeitos de rede e sua consolidação como infraestrutura crítica de pagamentos no Sistema Financeiro Nacional.

3.2.2 Desempenho do SPI (2020–2024) e estatísticas do Pix

A robustez operacional do SPI, núcleo de liquidação do Pix, é fundamental para avaliar seus resultados. Os Relatórios Anuais mostram que o Pix se consolidou como infraestrutura de massa, com aumento constante no volume e valor de transações, e desempenho monitorado pelo Banco Central (BCB, 2025a). Essas evidências mostram

que o Pix representa uma mudança estrutural nos pagamentos instantâneos, não apenas uma inovação de interface; os benefícios distributivos e a redução de fricções dependem de sua estabilidade, disponibilidade e confiabilidade em escala (BIS, 2023). Sob a perspectiva econômica, a consistente trajetória de crescimento no valor liquidado reforça o argumento da criticidade sistêmica e da relevância macroeconômica do arranjo, e principalmente o uso intensivo com o instrumento de pagamento pela pessoas.

De acordo com os relatórios, o valor total anual liquidado apresentou evolução significativa ao longo dos últimos anos: em 2022, o SPI realizou liquidações de R\$ 9,47 trilhões, acumulando R\$ 14,13 trilhões desde seu lançamento; em 2023, foram R\$ 14,47 trilhões, com valor acumulado de R\$ 28,60 trilhões; e, em 2024, R\$ 22,12 trilhões, resultando em um acumulado de R\$ 50,72 trilhões (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a). Esses números destacam o trilho de pagamentos se tornou infraestrutura essencial do Sistema Financeiro Nacional, sendo fundamental para gerar externalidades de inclusão e efeitos de rede no varejo de pagamentos (BIS, 2023).

Com o objetivo de sintetizar e comparar esses resultados, a Tabela 3.1 consolida os volumes, valores e as taxas de crescimento percentual (cálculo próprio), com base nos relatórios anuais do Sistema de Pagamento Instantâneo - SPI.

Tabela 3.1 – Evolução do SPI/Pix volume e valor

Ano	Pix interbancários liquidados em dezembro (bilhões)	Cresc. dez/dez (%)*	Valor total liquidado no ano (R\$ trilhões)	Cresc. anual do valor (%)*
2020	0,63	—	—	—
2021	1,22	93,7	—	—
2022	2,42	98,4	9,47	—
2023	4,21	74,0	14,47	52,8
2024	5,71	35,6**	22,12	52,9

Fonte: Banco Central Do Brasil (2023; 2024; 2025a).

Notas: *crescimentos percentuais calculados pela autora a partir dos valores publicados nos relatórios.

**o relatório indica crescimento médio de ~35,52% entre dez/2023 e dez/2024; a diferença marginal decorre de arredondamento na leitura (4,21 e 5,71).

Os relatórios anuais mostram que o SPI manteve disponibilidade acima do mínimo exigido, atingindo 99,96% em dezembro de 2024 (BANCO CENTRAL DO BRASIL,

2025a). Esses dados indicam que o desempenho do Pix resulta de fatores como escala, confiabilidade, disponibilidade, padrões e governança operacional, reforçando sua inovação na infraestrutura TradFi (BIS, 2023).

Esta análise utiliza estatísticas públicas do arranjo Pix, divulgadas pelo Banco Central, para avaliar sua escala, capilaridade e posição entre os meios de pagamento, destacando sua evolução e participação relativa ao longo do tempo. As figuras apresentadas a seguir ilustram de maneira direta a consolidação do Pix como uma infraestrutura de amplo alcance, subsidiando análises relativas aos efeitos de rede e à redução de fricções, em consonância com as evidências amostrais do Plano CDE (PLANO CDE, 2022) e com a literatura institucional sobre pagamentos e inclusão (BIS, 2023).

Figura 3.1– Indicadores sintéticos de escala e capilaridade do Pix

Os dados apresentados são relativos ao número de usuários que já fizeram Pix e às estatísticas de quantidade e valor de transações Pix

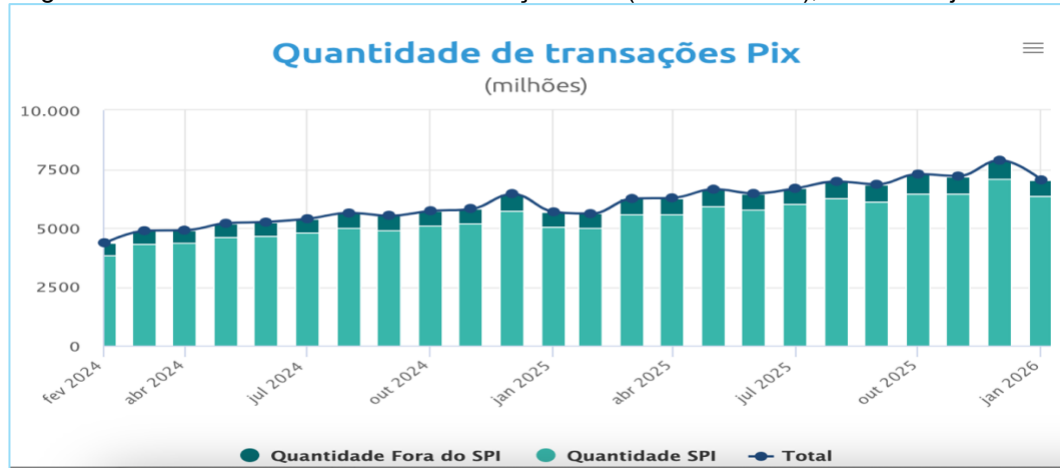


*Recorde de 313.339.828 transações em 05/12/2025

Fonte: Banco Central Do Brasil. *Estatísticas do Pix (arranjo Pix)*. (Figura extraída do site institucional; atualização indicada no próprio painel até jan. 2026)

A figura 3.1 destaca os marcos de escala do Pix, reforçando seu papel como infraestrutura crítica de massa, importante para facilitar inclusão ao reduzir fricções e promover pagamentos digitais (BIS, 2023; PLANO CDE, 2022).

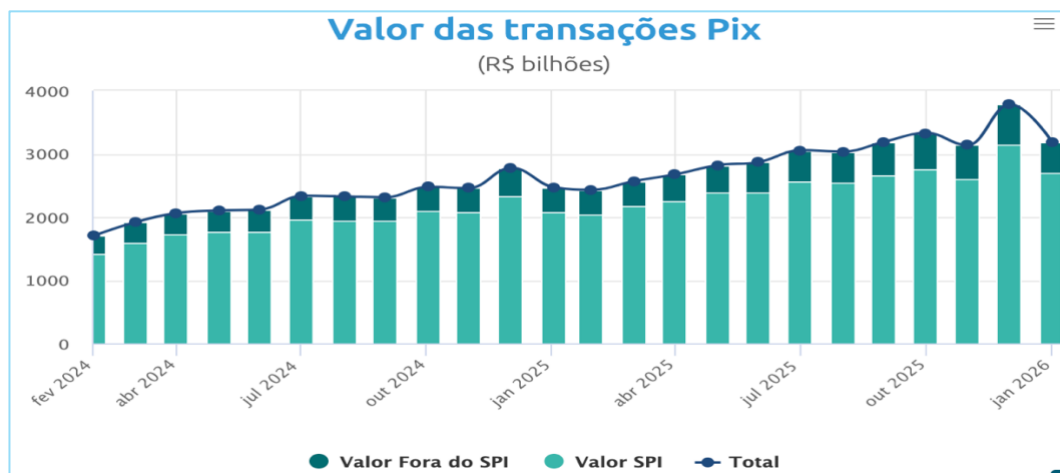
Figura 3.2 – Quantidade mensal de transações Pix (SPI e não SPI), fev. 2024–jan. 2026



Fonte: Banco Central Do Brasil. *Estatísticas do Pix (arranjo Pix): quantidade de transações* (milhões). (Figura extraída do site institucional; série exibida de fev. 2024 a jan. 2026).

A Figura 3.2 apresenta o volume (quantidade) mensal das transações Pix, divididas entre SPI e outras, segundo o Banco Central. O gráfico auxilia na análise do uso real e tendências de crescimento, reforçando a discussão sobre inclusão pela utilização efetiva. A relevância aumenta ao combinar esses dados ao Plano CDE (PLANO CDE, 2022).

Figura 3.3 – Evolução mensal do valor das transações Pix (SPI e fora do SPI), fev. 2024–jan. 2026

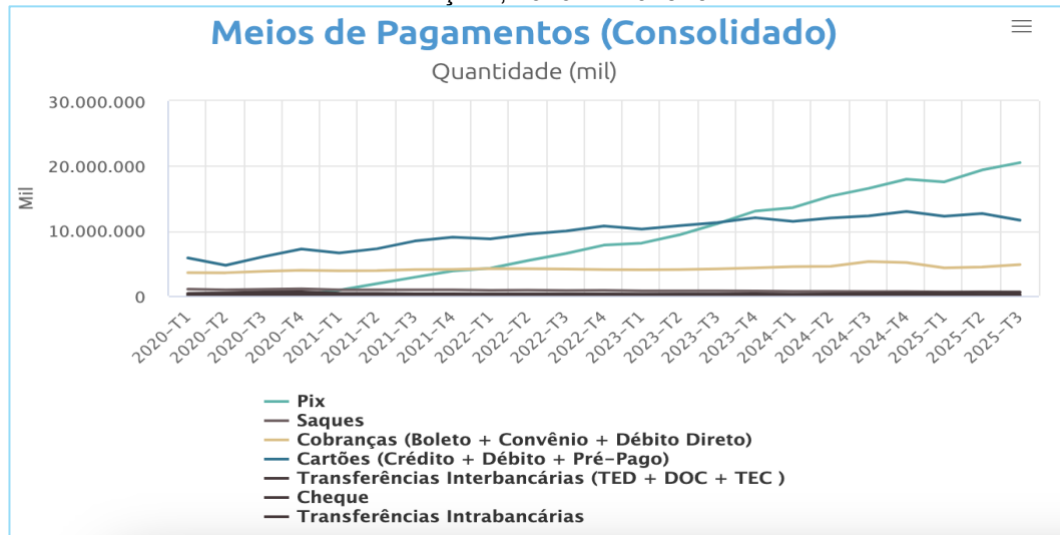


Fonte: Banco Central Do Brasil. *Estatísticas do Pix (arranjo Pix): valor das transações* (R\$ bilhões). (Figura extraída do site institucional; série exibida de fev. 2024 a jan. 2026).

A Figura 3.3 apresenta o valor mensal movimentado pelo Pix, segmentado entre SPI e fora do SPI, com destaque para o total. O gráfico evidencia a escala monetária do

sistema, mostrando que o Pix é mais do que uma inovação de interface que se tornou um trilha essencial para grandes volumes financeiros, relevante para analisar seus impactos econômicos (BIS, 2023).

Figura 3.4 – Meios de pagamento no Brasil (consolidado): evolução do Pix em relação ao volume de transações, 2020T1–2025T3



Fonte: Banco Central Do Brasil. Estatísticas de meios de pagamento (consolidado): quantidade de transações. (Figura extraída do site institucional; série exibida de 2020T1 a 2025T3).

A Figura 3.4 mostra a evolução histórica do número de transações do Pix em comparação com outros meios, como cartões, cobranças, transferências, cheques e saques. Este material serve para mostrar a mudança na participação dos meios de pagamento desde 2020, evidenciando a expansão do Pix e a nova configuração do setor um ponto central para discutir a modernização do TradFi via infraestrutura pública interoperável, em contraste com modelos descentralizados comuns ao DeFi.

Essas evidências reforçam os achados do Plano CDE ao relacionar a performance do Pix à sua utilização social e condições de adoção, sustentando sua interpretação como inovação de infraestrutura inclusiva, condicionada por conectividade, letramento digital e proteção ao usuário (PLANO CDE, 2022; BANCO CENTRAL DO BRASIL). Essas estatísticas são valiosas do ponto de vista analítico porque mostram a consolidação do Pix como o principal trilha de pagamentos de varejo. Elas também ajudam a entender, sob uma perspectiva comportamental, os resultados de pesquisas amostrais como o Plano CDE (2022). A infraestrutura pública não apenas opera em grande escala, mas

também transforma o modo como as pessoas escolhem usar os serviços e diminui barreiras práticas nas transações esse é justamente o mecanismo que fundamenta a interpretação de inclusão financeira como possibilidade real de uso, e não apenas acesso bancário formal.

3.2.3 Implicações para inclusão financeira

A relação entre Pix e inclusão financeira deve ser interpretada com cuidado, porque inclusão não equivale a acesso formal, mas à capacidade efetiva de usar serviços financeiros com qualidade, segurança e custo compatível (BIS, 2022; WORLD BANK, 2022). Nessa perspectiva, os resultados operacionais do Pix (escala, continuidade e confiabilidade do SPI) constituem condição habilitadora para efeitos de inclusão, mas não demonstram, por si só, inclusão como uso efetivo entre grupos historicamente menos atendidos.

Por isso, a análise triangula as evidências de infraestrutura (SPI e estatísticas do arranjo no BCB) com evidência empírica de comportamento e uso, mobilizando os achados do Plano CDE (2022) para qualificar o argumento para além do “acesso” (PLANO CDE, 2022; BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a; BIS, 2023).

Em primeiro lugar, o Pix se associa à inclusão por redução de custos e barreiras práticas de entrada. Os resultados do Plano CDE indicam que o Pix operou como porta de entrada para transações digitais entre pessoas sem histórico de uso de instrumentos tradicionais (como DOC/TED), com efeito particularmente relevante na base da pirâmide, sugerindo redução de fricções associadas a tarifas, complexidade operacional e barreiras de aceitação no varejo (PLANO CDE, 2022). Esse achado é decisivo para a leitura de inclusão como “capacidade efetiva de uso”, pois sinaliza que a infraestrutura pública não apenas aumentou velocidade, mas também viabilizou adoção por perfis que antes estavam excluídos das rotinas digitais de pagamento.

Em segundo lugar, o Pix contribui por capilaridade e previsibilidade, ao operar em regime 24/7 e padronizar fluxos, o que tende a reduzir incertezas e custos de coordenação em contextos de informalidade e microempreendedorismo. Essa

característica é particularmente relevante em economias com elevada densidade de pequenos pagamentos, pois melhora o funcionamento cotidiano das trocas e a gestão de fluxo de caixa de famílias e pequenos negócios canal que dialoga diretamente com abordagens institucionais sobre redução de fricções e coordenação econômica (NORTH, 1990; BIS, 2023).

Em terceiro lugar, há efeitos indiretos associados à digitalização da circulação de pagamentos. A ampliação do uso de pagamentos digitais pode contribuir para formação de histórico transacional e integração com serviços financeiros adicionais; porém, essa passagem não é automática e depende de desenho prudencial e de modelos de risco capazes de evitar novas exclusões e racionamento de crédito (STIGLITZ; WEISS, 1981; WORLD BANK, 2022).

Assim, a contribuição do Pix para inclusão deve ser entendida como processo a infraestrutura reduz fricções, mas os ganhos distributivos dependem de ecossistema (produtos, proteção, letramento e prevenção a fraudes) e de políticas que convertam acesso e uso em melhoria de bem-estar financeiro (BIS, 2022; IMF, 2023).

Esse encadeamento permite conectar o Pix às metas de desenvolvimento em termos do ODS 8, a redução de fricções e o aumento de eficiência em pagamentos do varejo favorecem a atividade econômica cotidiana e o funcionamento de pequenos negócios e, em termos do ODS 10, a evidência de adoção e uso entre grupos menos atendidos indica potencial de redução de barreiras de participação, desde que acompanhada por proteção do consumidor, educação financeira/digital e mitigação de fraudes (UNITED NATIONS, 2015; BIS, 2022; IMF, 2023; PLANO CDE, 2022).

O Quadro 3.1 apresenta estatísticas do Pix e indicadores associados à inclusão financeira com base no Plano CDE (2022), permitindo interpretar o desempenho do arranjo para além de métricas estritamente operacionais. Ao organizar os dados em diálogo com a matriz analítica adotada nesta dissertação, o quadro contribui para avaliar o Pix segundo dimensões de acesso (capilaridade institucional e alcance da

infraestrutura), uso (frequência, recorrência e incorporação ao cotidiano), qualidade/custo (redução de fricções, tempo e encargos operacionais) e segurança (condições de confiança e sustentabilidade do uso).

A análise integrada apresentada é pertinente ao distinguir expansão transacional de inclusão financeira completa. Embora o crescimento do Pix demonstre ampla propagação da infraestrutura de pagamentos, os impactos inclusivos significativos dependem da conversão desses ganhos de escala em uso efetivo, experiência segura e benefícios tangíveis para pessoas físicas e pequenos agentes econômicos.

Quadro 3.1 – Estatísticas do Pix - Plano CDE

Evidência / indicador	Estatística (Plano CDE, 2022)	Recorte	Leitura para inclusão financeira
Amostra do estudo (base empírica)	2.370 pessoas; 891 municípios; margem de erro máx. 2%; 95% confiança	Brasil, 18+; coleta entre 26/07 e 09/08/2022	Dá sustentação amostral para interpretar “uso” (não só acesso formal).
Bancarização na base da pirâmide (evolução)	de 57% para 87% (2017 → 2022)	“base da pirâmide”	Contextualiza um salto de acesso a contas, pré-condição para digitalização de pagamentos.
Pix como gatilho de “primeira transação digital”	40 milhões (até ago/2021) fizeram Pix sem nunca ter feito DOC/TED	Marco temporal ago/2021	Evidência de redução de barreiras práticas ao pagamento/transfêrencia digital.
Perfil de menor renda entre “recém digitalizados”	Classes D/E: 49% nunca tinham feito transação digital antes do Pix (em outra síntese do estudo aparece 50%)	Classes D/E	Sugere efeito inclusivo concentrado na base: Pix operando como “porta de entrada” para uso digital.
Pix como principal meio de pagamento	31% da população aponta Pix como principal meio	População geral	Indica adoção massiva e consolidação do Pix como trilha dominante para parte relevante dos usuários.
Aceitação do Pix por pequenos negócios	89% aceita Pix; aceitação semelhante ao dinheiro; acima de débito (51%) e crédito (50%)	Pequenos negócios	Evidência de difusão no varejo e potencial redução de custos de recebimento.
Pix como “principal	~40% dizem que Pix é o principal meio (especialmente classe C); nas	Pequenos negócios e recorte por classe	Mostra adoção alta, mas não elimina cash na

Evidência / indicador	Estatística (Plano CDE, 2022)	Recorte	Leitura para inclusão financeira
meio" no recebimento	classes D/E o dinheiro é principal em 44% dos casos		base — alerta para exclusão digital persistente.
Custo das maquininhas como barreira	45% consideram custos elevados motivo para deixar de usar maquininha	Empreendedores	Reforça a hipótese de que Pix reduz fricções/custos em comparação com cartões.
Incentivo ao Pix e migração de recebimento	89% costumam estimular clientes a pagar por Pix; 82% dizem receber menos em cartão desde o Pix	Empreendedores	Indica substituição parcial de meios mais caros e mudança de comportamento no varejo.
Uso frequente de conta na base	Em 2016, 7% usavam conta >1x/mês; hoje 88%(com 12% usando 1x/mês ou menos; 22% viraram usuários nos últimos 2 anos); "o Pix explica grande parte"	Base da pirâmide	Liga Pix a aumento de uso (não só abertura de conta), com implicações para histórico transacional e inclusão prática.
Subuso/uso raro (persistência de barreiras)	27% do perfil mais vulnerável usam conta com baixa frequência (<1x/mês)	Perfil vulnerável	Evidencia que inclusão é gradual e depende de fricções além do trilho (letramento, conectividade, confiança).

Fonte: PLANO CDE (2022)

Nota: Indicadores extraídos do relatório "Inclusão financeira no Brasil 2022". Recomenda-se manter no texto a distinção entre métricas de adoção/uso e de acesso formal, registrando quando o relatório apresenta valores arredondados ou sínteses alternativas (ex.: 49% vs. 50% para classes D/E).

Em conjunto, esses achados reforçam a interpretação de que o Pix operou como infraestrutura habilitadora de inclusão sobretudo por reduzir fricções de uso e expandir aceitação no varejo. Contudo, os próprios resultados do Plano CDE também sugerem limites a permanência do dinheiro como principal meio em parte da base e a existência de uso raro de contas entre perfis vulneráveis indicam que a inclusão depende de condições socioinstitucionais e de proteção, e não apenas da disponibilidade tecnológica. Isso prepara a análise do subitem seguinte, que discute riscos associados à escala do Pix especialmente fraude, segurança e confiança como dimensões que condicionam a qualidade do uso e, portanto, a efetividade inclusiva do arranjo (PLANO CDE, 2022; BIS, 2023; DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

O amadurecimento do Pix como infraestrutura crítica do Sistema Financeiro Nacional também evidencia limites e riscos que afetam sua efetividade inclusiva. Em

pagamentos instantâneos, a redução de fricções pode coexistir com aumento de golpes, engenharia social e incidentes operacionais, o que torna a governança de risco e a proteção ao usuário dimensões centrais do desempenho social da infraestrutura (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; BIS, 2023).

Assim, escala e continuidade do SPI são condições necessárias para a difusão do Pix, mas não suficientes para garantir inclusão plena: se o custo esperado de fraude (financeiro e emocional) se eleva, usuários vulneráveis podem reduzir o uso, abandonar o instrumento ou permanecer no dinheiro físico, produzindo uma “inclusão frágil” (BIS, 2022; WORLD BANK, 2022; BIS, 2023).

A confiança no Pix, portanto, não depende apenas da robustez técnica do SPI, mas também de regras operacionais, monitoramento e mecanismos de proteção ao usuário ajustados ao longo do tempo (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a; BIS, 2023). Para esta dissertação, isso é central: se inclusão financeira significa uso efetivo com qualidade e segurança, então segurança e prevenção a fraudes são componentes constitutivos e não periféricos do impacto social do Pix (BIS, 2022; WORLD BANK, 2022).

O contraste TradFi–DeFi ajuda a qualificar essa discussão. O Pix está no polo TradFi, com governança pública, supervisão e possibilidade de reparação institucional; em ecossistemas DeFi “puros”, o usuário tende a assumir diretamente riscos operacionais, de código e de governança, com menor proteção institucional e maior custo do erro (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023). Assim, o Pix pode ampliar inclusão ao reduzir barreiras, mas sua efetividade social depende de governança de risco e proteção ao usuário.

3.2.4 Síntese da seção 3.2

A análise do Pix mostra que seus efeitos inclusivos decorrem da articulação entre tecnologia, governança pública e estrutura institucional existente. O sucesso do arranjo no Brasil não resulta apenas da tecnologia de pagamentos instantâneos, mas do modelo

de coordenação liderado pelo Banco Central e da atuação dos participantes do sistema financeiro, que permitiram rápida difusão, interoperabilidade e escala.

O item 3.2 contribui diretamente para o Objetivo 3, ao mostrar que inclusão financeira é fenômeno institucional e tecnológico: o Pix reduz barreiras e amplia o uso de pagamentos digitais, mas seus efeitos dependem de qualidade, segurança, confiança e proteção ao usuário. A análise do SPI/Pix e do Plano CDE (2022) reforça que acesso formal não equivale a inclusão plena, pois uso efetivo, custo/qualidade e segurança são dimensões centrais.

Também contribui para o Objetivo 4, ao posicionar o Pix como exemplo de modernização endógena do TradFi. Trata-se de infraestrutura pública e regulada, distinta de arranjos DeFi baseados em protocolos e *smart contracts*. A comparação do risco ao usuário mostra que o Pix combina redução de fricções com supervisão e mecanismos de reparação, enquanto o DeFi tende a transferir mais riscos ao usuário final. De modo indireto, o item também dialoga com os Objetivos 1 e 2, ao evidenciar que inovação financeira digital não depende de blockchain e que parte importante da transformação recente ocorre nos trilhos de pagamentos e liquidação.

3.3 Análise de resultados Drex

O Drex é apresentado pelo Banco Central do Brasil (BCB) como parte da agenda de modernização do sistema monetário e financeiro, com foco na avaliação de uma plataforma tokenizada e programável capaz de integrar dinheiro e ativos em fluxos mais automatizados. Diferentemente do Pix centrado em pagamentos instantâneos no varejo o Piloto Drex foi estruturado para testar tokenização, programabilidade e liquidação atômica, sob requisitos de privacidade, integridade, segurança e conformidade regulatória.

Nessa perspectiva, o Drex aparece menos como “novo meio de pagamento de varejo” e mais como laboratório institucional de infraestrutura financeira programável em ambiente regulado (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a; BIS, 2023; BIS, 2025). Do ponto de vista analítico, a Fase 1 é relevante para esta dissertação porque permite

examinar, em um caso brasileiro concreto, como a agenda de CBDC se articula à tokenização, à programabilidade e aos limites tecnológicos de plataformas DLT em finanças reguladas. Em vez de evidenciar adoção pública do instrumento, a Fase 1 oferece resultados sobre viabilidade arquitetural, trade-offs de design e aprendizado institucional, especialmente no eixo privacidade–programabilidade–descentralização (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

3.3.1 Drex no escopo das CBDCs

O Drex deve ser analisado, nesta dissertação, no campo das moedas digitais de banco central (CBDCs), conforme o enquadramento do próprio BCB no Relatório da Fase 1. O relatório caracteriza o Piloto Drex como fase de testes para operações com a moeda digital brasileira e distingue componentes como Plataforma Drex, Drex de Atacado (CBDC), Drex de Varejo e ativos tokenizados. Essa distinção é importante porque confirma a aderência do caso ao eixo de análise sobre moedas digitais, sem reduzir o Drex a uma leitura simplificada de “moeda digital de varejo” em fase de lançamento (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

Na Fase 1, o foco esteve na avaliação da viabilidade arquitetural de uma plataforma tokenizada e programável, voltada à integração entre dinheiro e ativos sob requisitos de sigilo, conformidade e governança pública. Assim, o Drex aparece, nesta etapa, menos como produto e mais como experimento institucional de infraestrutura financeira programável, cujo desempenho deve ser analisado por trade-offs de design, coordenação entre participantes e aprendizado institucional (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

A complexidade do piloto também se expressa na composição dos participantes. O relatório informa que o BCB recebeu 36 propostas de interesse e que o Comitê Executivo Gestor (CEG) selecionou 16 propostas, envolvendo mais de cem instituições de diferentes segmentos (bancos, cooperativas, instituições de pagamento, operadores de infraestrutura e empresas de tecnologia). Essa configuração revela um experimento

de alta complexidade multilateral, com forte exigência de coordenação técnica e institucional em ambiente regulado (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

Adicionalmente, o relatório registra que a incorporação dos participantes à plataforma teve início em julho de 2023 e que a primeira fase foi concluída em outubro de 2024, totalizando aproximadamente 16 meses de testes e aprendizado institucional. Esse horizonte temporal é suficiente para gerar resultados de arquitetura, governança e privacidade, mas ainda insuficiente para inferências sobre adoção pública, inclusão financeira efetiva ou impacto de mercado em larga escala (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a). Para fins metodológicos, também é importante registrar que o relatório não organiza as 16 propostas como “uma proposta = uma funcionalidade exclusiva”, mas como participantes de um escopo comum de testes centrado em casos de uso da plataforma (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

3.3.2 Piloto Fase 1

Uma contribuição central do relatório é explicitar que o piloto foi desenhado para enfrentar um problema estrutural de plataformas DLT aplicadas a finanças reguladas: privacidade, programabilidade e descentralização não se combinam sem trade-offs (o “trilema” destacado no próprio relatório). Ao tornar esse trilema eixo do projeto, o BCB posiciona o Drex menos como “moeda digital” em sentido estrito e mais como infraestrutura, isto é, uma plataforma que precisa suportar regras programáveis e integrações complexas sem descumprir exigências legais e prudenciais (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

No escopo da Fase 1, o relatório descreve testes com três tipos de tokens Drex de Atacado, Drex de Varejo e Título Público Federal tokenizado (TPFt) selecionados para exercitar esse trilema e testar fluxos com liquidação atômica e componibilidade entre contratos inteligentes. Esse recorte é central para a dissertação porque mostra que a CBDC esteve no foco dos testes, mas como parte de uma plataforma para integração entre dinheiro tokenizado e ativos, e não como preparação imediata para lançamento ao público (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

No plano arquitetural, a Fase 1 registrou a seleção de plataforma baseada em Ethereum/Hyperledger Besu, com ambiente compatível com EVM em rede permissionada, buscando combinar programabilidade com requisitos de sigilo e proteção de dados. O piloto foi estruturado com nós no Banco Central e nos participantes, em arranjo permissionado com mecanismos de controle de nós e contas e consenso apropriado ao contexto institucional (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

Analicamente, isso indica que o Drex se posiciona como DLT regulada: há distribuição de validação e uso de instrumentos típicos do ecossistema blockchain (tokens, *smart contracts*, EVM), mas dentro de um arranjo institucional com governança, regras de participação e responsabilização. Esse desenho reforça a leitura de que a “descentralização” em finanças públicas não é binária; em contextos regulados, ela tende a ser controlada e calibrada por objetivos de estabilidade e conformidade. Assim, o Drex se aproxima mais de um TradFi modernizado por DLT do que de um DeFi aberto (*permissionless*) (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018; SCHÄR, 2021; BIS, 2023).

3.3.3 Privacidade como gargalo

O relatório detalha fluxos de liquidação atômica, especialmente em operações de entrega contra pagamento (DvP), nas quais a transferência do ativo tokenizado e a transferência de dinheiro tokenizado são executadas de forma coordenada para garantir integridade da transação. Também descreve cenários envolvendo participantes e clientes de diferentes instituições, com coordenação entre TPFt, Drex de Varejo e Drex de Atacado, exercitando a componibilidade entre contratos inteligentes e diferentes camadas de tokenização (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a). Esses testes reforçam o argumento de que o Drex funciona como laboratório de infraestrutura financeira programável, e não apenas como experimento de moeda digital.

O principal resultado técnico-institucional da Fase 1, contudo, foi a identificação da privacidade como principal gargalodo piloto. O BCB relata a avaliação de diferentes abordagens para compatibilizar sigilo, proteção de dados e supervisão, incluindo soluções com provas de conhecimento zero (ZKP) e estratégias de segregação de redes,

com testes envolvendo abordagens como Anonymous Zether, Starlight e Rayls, além da avaliação de solução adicional em estágio não concluído (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a).

Esse achado é central porque: (i) evidencia um limite técnico-institucional concreto da DLT aplicada ao dinheiro público tokenizado; (ii) traduz em termos operacionais a tensão entre transparência/auditabilidade e sigilo/privacidade; e (iii) define com precisão o “resultado” da Fase 1 como aprendizado institucional sobre viabilidade arquitetural, e não adoção pública do Drex (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2025a; BIS, 2023).

3.3.4 Drex entre modernização do TradFi e infraestrutura programável

Os resultados da Fase 1 permitem interpretar o Drex menos como evidência de lançamento iminente de moeda digital de varejo e mais como etapa de aprendizado institucional sobre infraestrutura financeira programável em ambiente regulado. Essa leitura é central para a dissertação porque desloca a análise da CBDC como simples novo instrumento monetário para uma leitura mais ampla, em que o Drex aparece como plataforma de integração entre dinheiro tokenizado, ativos tokenizados e regras programáveis de execução e liquidação. Em outras palavras, o foco da Fase 1 esteve na viabilidade arquitetural e nos trade-offs de design, e não na adoção pública imediata.

Essa interpretação dialoga diretamente com o Objetivo 2, ao reforçar que a transformação monetária recente ocorre, em grande medida, na infraestrutura de pagamentos, liquidação e coordenação de ativos. Também é relevante para o Objetivo 3, pois mostra que, diferentemente do Pix, o Drex ainda não oferece evidências de uso social em escala; sua contribuição para inclusão financeira permanece potencial e condicionada a desenho institucional, modelos de acesso e casos de uso. No Objetivo 4, o Drex fornece evidência de uma trajetória de hibridização sob âncora institucional, combinando elementos de blockchain/DLT com governança pública e arranjo permissionado, mais próxima de um TradFi modernizado do que da lógica de desintermediação do DeFi aberto.

Em síntese, os resultados da Fase 1 sustentam a interpretação do Drex como experimento institucional de infraestrutura financeira programável, situado no campo da modernização do TradFi e da incorporação seletiva de tecnologias de registro distribuído. Para esta dissertação, isso significa que o Drex não deve ser avaliado, neste momento, por métricas de adoção pública, mas por sua capacidade de revelar trade-offs de design, limites tecnológicos e caminhos de integração entre dinheiro, ativos, governança e conformidade. Essa leitura prepara a comparação com o caso Pix e a síntese do capítulo.

3.3.5 Síntese da seção 3.3

A Fase 1 do Piloto Drex deve ser compreendida como experimento institucional de infraestrutura financeira programável em ambiente regulado, e não como indicação de lançamento público imediato de moeda digital de varejo. O foco esteve na viabilidade arquitetural, tokenização, liquidação atômica e programabilidade, com destaque para o aprendizado institucional sobre trade-offs entre privacidade, programabilidade e descentralização controlada.

No âmbito dos objetivos da pesquisa, o item 3.3 reforça o Objetivo 2 (moedas digitais/CBDC e reconfiguração dos trilhos financeiros), dialoga com o Objetivo 1 (uso de instrumentos do ecossistema blockchain em arranjo permissionado e regulado), qualifica o Objetivo 3 ao mostrar que os efeitos inclusivos ainda são potenciais e condicionados, e fortalece o Objetivo 4 ao evidenciar um caminho de hibridização sob âncora institucional, mais próximo da modernização do TradFi do que da lógica de desintermediação típica do DeFi. Em conjunto com o caso Pix, o item 3.3 reforça a tese de que a modernização financeira brasileira avança por coordenação pública, inovação infraestrutural e incorporação seletiva de tecnologias programáveis sob governança institucional.

3.4 Síntese comparativa dos resultados: Pix, Drex

3.4.1 Convergências entre Pix e Drex

Apesar de atuarem em camadas distintas da infraestrutura financeira, Pix e Drex apresentam uma convergência central: ambos se estruturam como iniciativas de inovação infraestrutural sob coordenação pública, com protagonismo do Banco Central do Brasil na definição de padrões, regras e mecanismos de supervisão. Em ambos os casos, a inovação ocorre no interior do perímetro regulado, com forte articulação com o mercado institucional, e não como ruptura com a arquitetura financeira existente. Essa convergência é analiticamente relevante porque indica que a trajetória recente de modernização financeira no Brasil tem sido marcada por coordenação institucional, padronização e interoperabilidade, reforçando uma lógica de fortalecimento infraestrutural do TradFi, ainda que com incorporação seletiva de novas tecnologias.

3.4.2 Diferenças de objeto, camada de infraestrutura e estágio de maturidade

A comparação entre Pix e Drex exige distinções metodológicas claras. O Pix é uma infraestrutura de pagamentos instantâneos de varejo já operacional e massificada; o Drex (Fase 1) é um piloto de infraestrutura tokenizada e programável, voltado à validação arquitetural em ambiente controlado.

Também diferem quanto à natureza dos resultados: no Pix, predominam evidências de desempenho operacional e uso em escala (volume, valor, capilaridade, adoção); no Drex, predominam evidências de aprendizado institucional e tecnológico (tokenização, DvP, componibilidade, privacidade). Por isso, Pix e Drex não devem ser avaliados pelos mesmos critérios empíricos.

3.4.3 Implicações para inclusão financeira: efeitos observáveis (Pix) e efeitos potenciais (Drex)

Sob a ótica da inclusão financeira, o Pix já apresenta efeitos observáveis, sobretudo na redução de fricções em pagamentos, ampliação de uso e capilaridade no varejo. A análise do capítulo mostra, porém, que esses ganhos não equivalem automaticamente a inclusão plena, pois dependem de condições como segurança, confiança, letramento e proteção ao usuário.

No caso do Drex, a contribuição para inclusão financeira ainda é potencial e condicionada, já que a Fase 1 não fornece evidências de adoção pública ou uso social em escala. Seus possíveis efeitos inclusivos dependerão de desenho institucional, casos de uso, modelo de acesso e capacidade de converter programabilidade e tokenização em serviços efetivamente úteis e acessíveis.

3.4.4 Pix e Drex na comparação TradFi–DeFi: modernização e hibridização

Os resultados de Pix e Drex indicam que a modernização financeira brasileira tem avançado por reconfiguração do TradFi, e não por substituição direta por arranjos DeFi. O Pix é uma inovação de infraestrutura de pagamentos sob governança pública e sem blockchain; o Drex, por sua vez, incorpora DLT, tokens e *smart contracts* em arranjo permissionado e regulado, caracterizando uma forma de hibridização sob âncora institucional.

Essa hibridização consiste na incorporação seletiva de capacidades associadas ao ecossistema blockchain como programabilidade, tokenização e automação de regras dentro de um perímetro de supervisão, conformidade e responsabilização. O caso do Drex mostra que a adoção de instrumentos como EVM e *smart contracts* não implica adesão à lógica *permissionless* do DeFi, mas sim uma DLT regulada com descentralização controlada.

O DeFi “puro” funciona, nesse contexto, como contraponto analítico: tende a operar com não custódia, acesso aberto e proteção institucional limitada, ampliando potencial de experimentação, mas também elevando riscos ao usuário final (SCHÄR, 2021; AUER et al., 2023; BIS, 2023). Por isso, a experiência brasileira sugere que coexistência e hibridização institucional controlada são hipótese mais realista do que substituição, preservando a unicidade do dinheiro sob coordenação do banco central (BIS, 2025).

Em síntese, a comparação Pix–Drex aponta menos para uma transição linear do TradFi ao DeFi e mais para um continuum de modernização e hibridização, no qual inovação tecnológica é incorporada de forma seletiva em arranjos institucionais concretos.

3.4.5 Síntese da seção 3.4

Em conjunto, os resultados de Pix e Drex reforçam a tese central da pesquisa: os efeitos da inovação financeira dependem menos da tecnologia isolada e mais do arranjo institucional e sociotécnico que organiza acesso, uso, segurança, governança e responsabilização. O Pix fornece evidências empíricas de modernização de pagamentos com efeitos observáveis de escala e uso; o Drex fornece evidências de experimentação institucional em infraestrutura programável e de aprendizado sobre trade-offs de design.

Assim, o item 3.4 consolida a contribuição do capítulo de resultados para os objetivos da dissertação: confirma a relevância da infraestrutura e da governança para a inclusão financeira (Objetivo 3), qualifica a comparação entre TradFi e DeFi (Objetivo 4) e, ao mesmo tempo, dialoga com os objetivos sobre arquiteturas tecnológicas e moedas digitais (Objetivos 1 e 2).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Retomada do problema de pesquisa e do objetivo geral

O presente estudo examinou o impacto das inovações financeiras fundamentadas em tecnologias digitais, com ou sem utilização de blockchain, sobre a inclusão financeira e o acesso a serviços financeiros no Brasil, considerando a interação entre finanças tradicionais (TradFi) e finanças descentralizadas (DeFi). O objetivo principal consistiu em analisar como o uso de blockchain, moedas digitais, infraestruturas públicas digitais e a dinâmica entre TradFi e DeFi promovem mudanças na estrutura do sistema financeiro, influenciando as condições de acesso, uso, qualidade, segurança e custos dos serviços ofertados.

A problemática central foi definida nos seguintes termos: em que medida a transformação recente dos meios de pagamento, liquidação e prestação de serviços financeiros resulta em uma inclusão financeira efetiva, indo além da mera modernização tecnológica da infraestrutura. Os resultados indicam que essa transformação deve ser entendida como um processo de reconfiguração monetária, institucional e infraestrutural, em que tecnologia, governança, regulação e arquitetura sociotécnica atuam como elementos condicionantes dos efeitos observados.

4.2 Síntese dos principais resultados por objetivo específico

- Síntese dos resultados do objetivo 1: ficou evidente que a blockchain se estabeleceu como uma tecnologia de registro distribuído capaz de gerar confiança técnica ao combinar transparência, auditabilidade, integridade criptográfica, consenso e programabilidade. Essas características funcionam em conjunto e assumem diferentes configurações dependendo do tipo de rede, resultando em escolhas para governança, privacidade, desempenho e supervisão. Esse avanço permitiu diferenciar, tanto conceitual quanto tecnicamente, variados modelos de moedas digitais: o Bitcoin, por exemplo, atua como moeda nativa de redes públicas e sem permissões; as stablecoins apresentam formatos híbridos com componentes dentro e

fora da cadeia; e as CBDCs são formas de dinheiro público digital geralmente vinculadas a arquiteturas permissionadas e supervisionadas.

- Síntese dos resultados do objetivo 2: revelou que as inovações recentes em moeda se concentram principalmente na infraestrutura de pagamentos e liquidação. As moedas digitais foram examinadas enquanto mecanismos que alteram as formas de registro, transferência e liquidação de valores, e não apenas vistos como ativos diferenciados.

Os achados mostraram que as stablecoins funcionam como intermediárias entre unidades de conta soberanas e processos de liquidação *on-chain*, reunindo características tanto do sistema financeiro tradicional quanto do descentralizado. Ficou claro também que sua estabilidade depende de aspectos como desenho institucional, oferta de liquidez, práticas de governança e níveis de confiança, reabrindo discussões tradicionais a respeito de moedas privadas. Para as CBDCs, a análise destacou que seu potencial está relacionado à modernização do dinheiro público no contexto digital, sendo seus efeitos determinados por decisões em arquitetura, tecnologia empregada e regulação aplicável.

- Síntese dos resultados do objetivo 3: a inclusão financeira é tratada como o ponto central da análise, sendo vista como um fenômeno institucional e tecnológico que abrange acesso, uso, custo, qualidade, segurança e impacto. Ficou claro que inclusão financeira vai além da simples digitalização ou do acesso formal a serviços financeiros.

No contexto brasileiro, o Pix se destaca como uma infraestrutura pública digital fundamental, promovendo pagamentos com menos obstáculos e alcance ampliado. O Drex, por outro lado, surge como uma camada adicional vinculada à agenda de tokenização e programabilidade, podendo aumentar a eficiência e possibilitar novos formatos de arranjos financeiros sob regulação pública. Assim, destaca-se que a tecnologia sozinha não garante a inclusão financeira; ela depende da interação entre inovação, instituições, regulação e políticas públicas.

- Síntese dos resultados do Objetivo 4: a análise comparativa entre TradFi e DeFi evidenciou que ambos representam regimes distintos de provisão financeira, baseados em diferentes estruturas de confiança. Enquanto o TradFi fundamenta-se em instituições reguladas, governança estruturada e mecanismos de *accountability*, o DeFi transfere parte do processo de coordenação para protocolos e *smart contracts*, proporcionando maior programabilidade e liquidação *on-chain*, embora também apresente riscos específicos relacionados ao código, infraestrutura, oráculos e responsabilização.

Verificou-se, contudo, que a relação entre TradFi e DeFi não se resume à substituição direta. Pelo contrário, foi identificado um campo de complementaridades, concorrências e hibridizações, manifestado em stablecoins, tokenização, *exchanges* e arranjos híbridos. Esse resultado corrobora a perspectiva de um continuum na reconfiguração das arquiteturas financeiras, gerando implicações regulatórias e sociais que devem ser avaliadas sob resultados concretos, especialmente quando o critério normativo é a inclusão financeira efetiva.

4.3 Resposta ao objetivo geral e à questão central da pesquisa

Os resultados indicam que as inovações financeiras digitais têm potencial para promover a inclusão financeira no Brasil, porém não o fazem automaticamente. O impacto inclusivo dessas tecnologias depende fundamentalmente do arranjo institucional e do desenho sociotécnico em que são implementadas. A tecnologia contribui para reduzir fricções, aumentar a eficiência e criar novas oportunidades; entretanto, a inclusão financeira efetiva ocorre apenas quando esses avanços se traduzem em acesso, uso seguro, qualidade e custo adequado, sob governança, regulação e proteção ao usuário.

Além disso, observa-se que a recente transformação do sistema financeiro brasileiro não representa uma substituição linear entre modelos existentes. Evidencia-se uma reconfiguração gradual da infraestrutura financeira, caracterizada pela coexistência de trilhos institucionais do TradFi, camadas programáveis, arranjos tokenizados e novos mecanismos de coordenação. Dessa forma, conclui-se que os resultados inclusivos

dependem menos da tecnologia isolada e mais da articulação institucional entre tecnologia, moeda, infraestrutura e governança.

4.4 Contribuições da dissertação

- Contribuições teóricas: o principal avanço teórico está na elaboração de um quadro analítico integrado que une blockchain, moedas digitais, infraestrutura financeira, inclusão financeira e a comparação entre TradFi e DeFi. Ao posicionar a inclusão financeira como elemento central, o estudo propicia uma análise mais sólida das mudanças atuais no sistema financeiro, conectando inovação, arquitetura monetária e governança institucional a um critério normativo que prioriza acesso, uso, qualidade e segurança. Adicionalmente, o texto evidencia que a comparação entre TradFi e DeFi não deve se limitar aos aspectos de eficiência e inovação, devendo abranger também fatores como construção de confiança, distribuição de riscos, proteção do usuário e impactos regulatórios.
- Contribuições analíticas para o caso brasileiro: o estudo apresenta uma interpretação detalhada do cenário brasileiro ao considerar Pix e Drex como etapas que se complementam na digitalização financeira. O Pix é entendido como uma infraestrutura pública digital para pagamentos, trazendo impactos concretos em termos de alcance e diminuição de obstáculos; já o Drex surge como um projeto voltado para programabilidade e tokenização com governança institucional, tendo capacidade de transformar aspectos mais avançados da infraestrutura financeira. Essa diferenciação contribui para enriquecer o debate nacional, distinguindo de forma mais precisa infraestrutura de pagamentos, dinheiro público digital, arranjos privados tokenizados e serviços programáveis, evitando simplificações excessivas.
- Contribuições para o debate regulatório e institucional: o estudo contribui para as discussões regulatórias ao defender que inovações financeiras digitais devem ser avaliadas principalmente pelos seus resultados, e não apenas pela tecnologia envolvida. Aspectos como proteção de usuários e investidores, integridade do mercado, estabilidade financeira e inclusão efetiva são fundamentais na análise tanto

de modelos tradicionais quanto de soluções descentralizadas ou híbridas. Além disso, destaca-se que a crescente integração entre TradFi e DeFi demanda regulações e estruturas institucionais aptas a abordar questões de interoperabilidade, arranjos combinados, novas formas de coordenação e redistribuição de riscos, mantendo sempre a importância da infraestrutura financeira pública e da confiança na moeda.

4.5 Limitações da pesquisa

Esta pesquisa possui algumas limitações que merecem ser destacadas. Primeiramente, trata-se de um estudo majoritariamente bibliográfico e documental, o que impede a observação direta de efeitos empíricos em tempo real. Além disso, muitos dos fenômenos analisados como o Drex e diferentes iniciativas de CBDC ainda estão em desenvolvimento, dificultando conclusões definitivas sobre impactos efetivos ou de longo prazo.

Outro ponto é que as rápidas mudanças tecnológicas e regulatórias do setor podem modificar rapidamente arranjos, classificações e interpretações apresentadas aqui. Ainda, há escassez de dados comparáveis sobre os efeitos distributivos de arranjos híbridos TradFi–DeFi no contexto brasileiro. Mesmo assim, essas limitações não invalidam os resultados obtidos, apenas definem melhor seu alcance e ressaltam o caráter analítico e interpretativo deste estudo.

4.6 Pesquisas futuras

Os resultados apontam para uma agenda de pesquisa relevante e ainda em expansão. Entre os tópicos prioritários estão: (i) avaliações empíricas sobre os impactos do Drex à medida que seus usos evoluem; (ii) investigações acerca da integração entre infraestruturas digitais públicas e arranjos privados tokenizados, como stablecoins e ativos digitais; (iii) análises dos efeitos distributivos da programabilidade e tokenização no crédito, investimento e acesso a serviços financeiros; e (iv) criação de métricas mais sofisticadas para medir inclusão financeira em ambientes híbridos que envolvem tanto TradFi quanto DeFi.

Também se mostra promissora a ampliação de estudos comparativos internacionais, especialmente entre países de renda média, para examinar como diferentes combinações de infraestrutura digital pública, regulação e desenho institucional produzem efeitos distintos sobre inclusão financeira. Nesse sentido, o caso brasileiro pode funcionar como referência analítica para o debate sobre modernização financeira, moeda digital e inclusão em contextos de elevada desigualdade estrutural.

De modo geral, a direção futura deste estudo enfatiza o ponto central defendido: para entender de verdade os efeitos da inovação financeira na inclusão, é essencial analisar conjuntamente aspectos como tecnologia, infraestrutura, moeda, governança e regulação. É justamente desse entrelaçamento e não de avanços tecnológicos isolados que depende a real expansão de oportunidades econômicas e inclusão socioeconômica pelos novos mecanismos financeiros.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Pix bate recorde de transações em um único dia, informa Banco Central. Brasília, DF: Empresa Brasil de Comunicação (EBC), 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2025-01/pix-bate-recorde-de-transacoes-em-um-unico-dia-informa-banco-central>. Acesso em: 23 fev. 2026.

AHMED, R.; et al. Public information and stablecoin runs. Basel: Bank for International Settlements, 2024. (BIS Working Papers, n. 1164). Disponível em: <https://www.bis.org/publ/work1164.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

ALI, Robleh; BARRDEAR, John; CLEWS, Roger; SOUTHGATE, James. Innovations in payment technologies and the emergence of digital currencies. Bank of England Quarterly Bulletin, London, 2014 Q3. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2499397. Acesso em: 23 fev. 2026.

ALLEN, Franklin; GALE, Douglas. Comparing financial systems. Cambridge: MIT Press, 2000.

ANTONPOULOS, Andreas M. Mastering Bitcoin: programming the open blockchain. 2. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017.

AQUILINA, Matteo; FROST, Jon; SCHRIMPF, Andreas. Decentralised finance: a new paradigm for financial markets? London: CEPR, 2023. (CEPR Discussion Paper, n. 17810). Disponível em: <https://cepr.org/publications/dp17810>. Acesso em: 23 fev. 2026.

ARAMONTE, Sirio; HUANG, Wenqian; SCHRIMPF, Andreas. DeFi: true decentralisation or a false promise? Basel: Bank for International Settlements, 2021. (BIS Quarterly Review, dez. 2021). Disponível em: https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112b.htm. Acesso em: 23 fev. 2026.

ARNER, Douglas W.; BARBERIS, Janos Nathan; BUCKLEY, Ross P. The evolution of fintech: a new post-crisis paradigm? Georgetown Journal of International Law, v. 47, n. 4, p. 1271–1319, 2020. Disponível em: <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/221450/1/Content.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DOS MERCADOS FINANCEIRO E DE CAPITAIS (ANBIMA); ACCENTURE. Mapa de players no Brasil. São Paulo: ANBIMA,

2022. Disponível em: https://www.anbima.com.br/data/files/22/42/C0/AC/87E8281003754828882BA2A8/DeFi_mapa%20de%20players%20no%20Brasil_ANBIMA_v2.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

ATLANTIC COUNCIL. CBDC Tracker. Washington, DC: Atlantic Council GeoEconomics Center, [s.d.]. Disponível em: <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

AUER, Raphael; BÖHME, Rainer. The technology of retail central bank digital currency. *BIS Quarterly Review*, Basel, mar. 2020. Disponível em: https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2003j.htm. Acesso em: 23 fev. 2026.

AUER, Raphael; CORNELLI, Giulio; FROST, Jon. The rise of central bank digital currencies: drivers, approaches and technologies. Basel: Bank for International Settlements, 2020. (BIS Working Papers, n. 880). Disponível em: <https://www.bis.org/publ/work880.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

AUER, Raphael; et al. Decentralised finance (DeFi) and the future of finance. Basel: Bank for International Settlements, 2023. (BIS Working Papers). Disponível em: <https://www.bis.org/publ/work1066.htm>. Acesso em: 23 fev. 2026.

AUFIERO, Marco; et al. Decentralized finance and its interconnectedness with traditional finance. Ithaca: arXiv, 2025. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2503.15372>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BAGEHOT, Walter. *Lombard Street: a description of the money market*. London: Henry S. King, 1873.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Comunicado nº 40.874, de 6 de novembro de 2023. Dispõe sobre a prestação de serviços de ativos virtuais (fase de transição). Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?numero=40874&tipo=Comunicado>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Drex (Real Digital): documentos e comunicações institucionais. Brasília, DF: BCB, [s.d.]. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Drex: real digital – documentação técnica e relatórios do projeto piloto. Brasília: Banco Central do Brasil, 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Drex: relatório de progresso (projeto-piloto). Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2025. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/drex/relatorio_progresso_drex.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Pix: estatísticas e relatórios técnicos. Brasília: Banco Central do Brasil, 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatório final da Fase 1 do Piloto Drex. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2025a. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/drex/Relatorio_Final_Fase_1_Piloto_Drex.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatório Pix 2023. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2023. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/pix/relatorio_pix_2023.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução BCB nº 519, de 10 de novembro de 2025. Dispõe sobre as sociedades prestadoras de serviços de ativos virtuais (SPSAV). Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2025b. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?numero=519&tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20BCB>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução BCB nº 521, de 10 de novembro de 2025. Dispõe sobre procedimentos de autorização e funcionamento para SPSAV. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2025d. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?numero=521&tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20BCB>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Annual Economic Report 2021: III. CBDCs: an opportunity for the monetary system. Basel: BIS, 2021. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2021e3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Annual Economic Report 2022: III. The future monetary system. Basel: BIS, 2022. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2022e3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Annual Economic Report 2023: III. Blueprint for the future monetary system: improving the old, enabling the new. Basel: BIS, 2023. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Annual Economic Report 2024. Basel: BIS, 2024. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2024e.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Annual Economic Report 2025: III. The next-generation monetary and financial system. Basel: BIS, 2025. Disponível em: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2025e3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS). Central bank digital currencies: foundational principles and core features. Basel: BIS, 2020. Disponível em: https://www.bis.org/publ/mc_insights1.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (BIS); COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI). Tokenisation in payments and money. Basel: BIS/CPMI, 2024. Disponível em: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d227.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BAYER, Dave; HABER, Stuart; STORNETTA, W. Scott. Improving the efficiency and reliability of digital time-stamping. 1992. Disponível em: https://www.math.columbia.edu/~bayer/papers/Timestamp_BHS93.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

BERENTSEN, Aleksander; SCHÄR, Fabian. A short introduction to the world of cryptocurrencies. Federal Reserve Bank of St. Louis Review, St. Louis, v. 100, n. 1, p. 1-16, 2018. Disponível em: <https://www.stlouisfed.org/publications/review/2018/01/10/a-short-introduction-to-the-world-of-cryptocurrencies>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BERNERS-LEE, Tim. Linked Data: design issues. W3C, 2006. Disponível em: <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora. The Semantic Web. *Scientific American*, New York, v. 284, n. 5, p. 34-43, maio 2001. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/the-semantic-web/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BIZAMA, Gabriel; WU, Alexander; MITRE, Max; PANIAGUA, Bernardo. A framework for digital currencies for financial inclusion in Latin America and the Caribbean. *arXiv*, 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2401.09811. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2401.09811>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BORIO, Claudio. The financial cycle and macroeconomics: what have we learnt? *Journal of Banking & Finance*, Amsterdam, v. 45, p. 182-198, 2014. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2013.07.031.

BRASIL. Decreto nº 11.563, de 13 de junho de 2023. Regulamenta a Lei nº 14.478/2022 e designa o Banco Central do Brasil como órgão regulador. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 14 jun. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11563.htm. Acesso em: 23 fev. 2026.

BRASIL. Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa RFB nº 1.888, de 3 de maio de 2019. Institui e disciplina a obrigatoriedade de prestação de informações relativas às operações realizadas com criptoativos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 7 maio 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-1.888-de-3-de-maio-de-2019-87070039>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BRAUDEL, Fernand. *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, XVe–XVIIIe siècle*. Paris: Armand Colin, 1979.

BRUNNERMEIER, Markus K.; JAMES, Harold; LANDAU, Jean-Pierre. *The digitalization of money*. Princeton: Princeton University Press, 2019.

BULLMANN, Dirk; KLEMM, Jonas; PINNA, Andrea. In search for stability in crypto-assets: are stablecoins the solution? Frankfurt am Main: European Central Bank, 2019. (Occasional Paper Series, n. 230). Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op230~d57946be3b.en.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BUSCH, Kristen E. Web3: a proposed blockchain-based, decentralized web. Washington, DC: Congressional Research Service, 2022. (CRS In Focus, IF12075). Disponível em: <https://everycrsreport.com/reports/IF12075.html>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BUTERIN, Vitalik. Ethereum white paper. 2013. Disponível em: <https://ethereum.org>. Acesso em: 23 fev. 2026.

BUTERIN, Vitalik. Ethereum: a next-generation smart contract and decentralized application platform. 2013. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

CACHIN, Christian; VUKOLIĆ, Marko. Blockchain consensus protocols in the wild. arXiv, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1707.01873>. Acesso em: 23 fev. 2026.

CATALINI, Christian. How will stablecoins integrate with the financial system? Waterloo: Centre for International Governance Innovation, 2025. (CIGI Paper, n. 331). Disponível em: <https://www.cigionline.org/publications/how-will-stablecoins-integrate-with-the-financial-system/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

CATALINI, Christian; GANS, Joshua S. Some simple economics of the blockchain. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2016. (NBER Working Paper, n. 22952). Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w22952>. Acesso em: 23 fev. 2026.

CHAUM, David. Blind signatures for untraceable payments. In: CHAUM, David (org.). Advances in Cryptology: Proceedings of CRYPTO '82. Boston: Springer, 1983. p. 199-203. DOI: 10.1007/978-1-4757-0602-4_18.

CHRISTIDIS, Konstantinos; DEVETSIKIOTIS, Michael. Blockchains and smart contracts for the Internet of Things. IEEE Access, v. 4, p. 2292–2303, 2016.

COASE, Ronald H. The nature of the firm. *Economica*, London, v. 4, n. 16, p. 386-405, 1937. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>. Acesso em: 23 fev. 2026.

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI). Enhancing cross-border payments: building blocks of a global roadmap. Basel: BIS, 2020. Disponível em: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d193.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI). Tokenisation in the context of money and other assets. Basel: Bank for International Settlements, 2024. Disponível em: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d???.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026. (Completar o número do relatório/URL exato do CPMI 2024.)

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI); INTERNATIONAL ORGANIZATION OF SECURITIES COMMISSIONS (IOSCO). Principles for financial market infrastructures. Basel: BIS, 2012. Disponível em: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d101a.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

COMMITTEE ON PAYMENTS AND MARKET INFRASTRUCTURES (CPMI); MARKETS COMMITTEE. Central bank digital currencies. Basel: BIS, 2018. Disponível em: <https://www.bis.org/cpmi/publ/d174.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

CRESWELL, John W. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2014.

DAI, Wei. b-money. 1998. Disponível em: <http://www.weidai.com/bmoney.txt>. Acesso em: 23 fev. 2026.

DAIAN, Philip; et al. Flash Boys 2.0: frontrunning, transaction reordering, and consensus instability in decentralized exchanges. Ithaca: arXiv, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1904.05234>. Acesso em: 23 fev. 2026.

DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. Blockchain and the law: the rule of code. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2018.

DEMIRGÜÇ-KUNT, Asli et al. The Global Findex Database 2021. Washington, DC: World Bank, 2022.

DIAMOND, Douglas W. Financial intermediation and delegated monitoring. The Review of Economic Studies, Oxford, v. 51, n. 3, p. 393–414, 1984. DOI: 10.2307/2297430.

DIGICASH. DigiCash (eCash): histórico institucional. [s.l.]: DigiCash, 1998. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/DigiCash>. Acesso em: 23 fev. 2026.

DONOVAN, Kevin. Mobile money for financial inclusion. Washington, DC: World Bank, 2012.

EICHENGREEN, Barry. Golden fetters: the gold standard and the Great Depression, 1919–1939. New York: Oxford University Press, 1992.

FEBRABAN. Pesquisa FEBRABAN de tecnologia bancária 2024. São Paulo: FEBRABAN, 2024. Disponível em: https://febraban.org.br/arquivos/Pesquisa_Tecnologia_Bancaria_2024.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

FINANCIAL STABILITY BOARD (FSB). Regulation, supervision and oversight of “global stablecoin” arrangements. Basel: FSB, 2021. Disponível em: <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P131021-3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

FINANCIAL STABILITY BOARD (FSB). Regulation, supervision and oversight of “global stablecoin” arrangements: final report and high-level recommendations. Basel: FSB, 2023. Disponível em: <https://www.fsb.org/uploads/P170723-3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

FINANCIAL STABILITY BOARD (FSB). The Financial Stability Risks of Decentralised Finance. Basel: FSB, 2023. Disponível em: <https://www.fsb.org/2023/02/the-financial-stability-risks-of-decentralised-finance/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

FINNEY, Hal. Bitcoin and me. Bitcointalk Forum, 19 mar. 2013. Disponível em: <https://bitcointalk.org/index.php?topic=155054.0>. Acesso em: 23 fev. 2026.

FISHER, Irving. The purchasing power of money: its determination and relation to credit, interest and crises. New York: Macmillan, 1911.

FREIXAS, Xavier; ROCHET, Jean-Charles. Microeconomics of banking. 2. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2008.

FRIEDMAN, Milton. The role of monetary policy. *The American Economic Review*, Nashville, v. 58, n. 1, p. 1-17, 1968. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/aer/top20/58.1.1-17.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

GARRATT, Rodney; SHIN, Hyun Song. Stablecoins versus tokenised deposits: implications for the singleness of money. Basel: Bank for International Settlements, 2023. (BIS Bulletins, n. 73). Disponível em: <https://www.bis.org/publ/bisbull73.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

GAUCI, Ian. Regulating decentralised finance: lessons, limits and the role of trusted intermediaries. 2025. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4999999. Acesso em: 23 fev. 2026.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORTON, Gary B.; ZHANG, Jeffery Y. Taming wildcat stablecoins. *University of Chicago Law Review*, Chicago, v. 90, n. 3, 2023. Disponível em: <https://chicagounbound.uchicago.edu/uclrev/vol90/iss3/3/>. Acesso em: 23 fev. 2026.

GRAEBER, David. Debt: the first 5,000 years. New York: Melville House, 2011.

HANYECZ, Laszlo. Pizza for bitcoins? *Bitcointalk Forum*, 18 maio 2010. Disponível em: <https://bitcointalk.org/index.php?topic=137.0>. Acesso em: 23 fev. 2026.

HAYEK, Friedrich A. Denationalisation of money: the argument refined. London: Institute of Economic Affairs, 1976.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Central Bank Digital Currency (CBDC): a global perspective. Presentation (Dong He), 25 abr. 2023. Disponível em: <https://www.imf.org/-/media/Files/Conferences/2023/Ambrosetti-2023/CBDC-A-Global-Perspective.ashx>. Acesso em: 23 fev. 2026.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Central bank digital currencies and financial inclusion. Washington, DC: IMF, 2023.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Digital money and financial inclusion: design, risks and policy considerations. Washington, DC: IMF, 2022. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications>. Acesso em: 23 fev. 2026.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Financial inclusion and fintech. Washington, DC: IMF, 2022.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Global Financial Stability Report: crypto assets and decentralized finance (capítulos temáticos). Washington, DC: IMF, 2023. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR>. Acesso em: 23 fev. 2026.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). Understanding barriers to financial access. Washington, DC: IMF, 2024. (IMF Working Paper, WP/24/150). DOI: 10.5089/9798400280627.001. Disponível em: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2024/English/wpiea2024150-print-pdf.ashx>. Acesso em: 23 fev. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF SECURITIES COMMISSIONS (IOSCO). Policy Recommendations for Decentralised Finance (DeFi). Madrid: IOSCO, 2023. Disponível em: <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD754.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2026.

JEVONS, William Stanley. Money and the mechanism of exchange. London: Henry S. King, 1875.

KEYNES, John Maynard. A treatise on money. London: Macmillan, 1930.

KIYOTAKI, Nobuhiro; WRIGHT, Randall. On money as a medium of exchange. Journal of Political Economy, Chicago, v. 97, n. 4, p. 927-954, 1989. DOI: 10.1086/261634.

KNAPP, Georg Friedrich. The state theory of money. London: Macmillan, 1924.

LIU, Y. et al. Adoption of central bank digital currency: behavioral determinants. Journal of Financial Innovation, 2025. [Referência incompleta; verificar DOI/URL e dados bibliográficos].

LYONS, Richard K.; VISWANATH-NATRAJ, Ganesh. What keeps stablecoins stable? Journal of International Money and Finance, Amsterdam, v. 131, 102777, 2023. DOI:

10.1016/j.jimonfin.2022.102777. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261560622001802>. Acesso em: 23 fev. 2026.

MAKAROV, Igor; SCHOAR, Antoinette. Trading and arbitrage in cryptocurrency markets. *Journal of Financial Economics*, Amsterdam, v. 145, n. 2, p. 293–319, 2022. DOI: 10.1016/j.jfineco.2021.11.010.

McLEAY, Michael; RADIA, Amar; THOMAS, Ryland. Money creation in the modern economy. *Bank of England Quarterly Bulletin*, London, v. 54, n. 1, p. 14-27, 2014. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk/quarterly-bulletin/2014/q1/money-creation-in-the-modern-economy>. Acesso em: 23 fev. 2026.

MENGER, Carl. On the origin of money. *The Economic Journal*, Oxford, v. 2, n. 6, p. 239-255, 1892. DOI: 10.2307/2956146.

MINSKY, Hyman P. *Stabilizing an unstable economy*. New Haven: Yale University Press, 1986.

MISHKIN, Frederic S. *The economics of money, banking and financial markets*. 13. ed. New York: Pearson, 2022.

MIT DIGITAL CURRENCY INITIATIVE. *CBDC and financial inclusion*. Cambridge, MA: MIT Media Lab, 2023.

MITCHELL-INNES, Alfred. What is money? *The Banking Law Journal*, New York, v. 30, p. 377-408, 1913. Disponível em: https://cooperative-individualism.org/innes-a-mitchell_what-is-money-1913-may.pdf. Acesso em: 23 fev. 2026.

MOORE, Basil J. *Horizontalists and verticalists: the macroeconomics of credit money*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

MOIN, Amani; SIRER, Emin Gün; SEKNQI, Kevin. A classification framework for stablecoin designs. *arXiv*, 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1910.10098. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1910.10098>. Acesso em: 23 fev. 2026.

MUHAMMAD, Abdulgaffar; et al. *Decentralized Finance (DeFi) and Traditional Banking: A Convergence or Collision*. 2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.10083.89121. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/379998333_Decentralized_Finance_DeFi_and_Traditional_Banking_A_Convergence_or_Collision. Acesso em: 23 fev. 2026.

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

NARAYANAN, Arvind et al. Bitcoin and cryptocurrency technologies. Princeton: Princeton University Press, 2016.

NARULA, Neha. CBDCs and financial inclusion: design perspectives. Cambridge: MIT, 2023.

NORTH, Douglass C. Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

POLANYI, Karl. The great transformation: the political and economic origins of our time. New York: Farrar & Rinehart, 1944.

QIN, Kaihua; et al. Attacking the DeFi ecosystem with flash loans for fun and profit. Ithaca: arXiv, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2003.03810>. Acesso em: 23 fev. 2026.

QIN, Kaihua; et al. CeFi vs. DeFi: comparing centralized to decentralized finance. Ithaca: arXiv, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2106.08157>. Acesso em: 23 fev. 2026.

RIMONATO, Bruno; SANTOS, Ricardo. Pix: solução tecnológica de inclusão financeira. Revista Brasileira de Inovação Financeira, 2021.

RÜETSCHI, Markus; et al. Composability, interoperability and systemic risk in decentralized finance. Ledger, Pittsburgh, v. 9, 2024. DOI: 10.5195/ledger.2024.279. Disponível em: <https://ledger.pitt.edu/ojs/ledger/article/view/279>. Acesso em: 23 fev. 2026.

RUGGIE, John Gerard. International regimes, transactions, and change: embedded liberalism in the postwar economic order. International Organization, Cambridge, v. 36, n. 2, p. 379-415, 1982. DOI: 10.1017/S0020818300018993.

SANTOS, José; GARCIA, Marcos; TAMBOSI FILHO, Elmo. Financial inclusion and economic development in Brazil. *Revista de Economia Aplicada*, 2021.

SCHÄR, Fabian. Decentralized finance: on blockchain- and smart contract-based financial markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, St. Louis, v. 103, n. 2, p. 153-174, 2021. DOI: 10.20955/r.103.153-74. Disponível em: <https://www.stlouisfed.org/publications/review/2021/02/05/decentralized-finance-on-blockchain-and-smart-contract-based-financial-markets>. Acesso em: 23 fev. 2026.

SCHUMPETER, Joseph A. *The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934.

STIGLITZ, Joseph E.; WEISS, Andrew. Credit rationing in markets with imperfect information. *The American Economic Review*, Nashville, v. 71, n. 3, p. 393-410, 1981. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1802787>. Acesso em: 23 fev. 2026.

SWAN, Melanie. *Blockchain: blueprint for a new economy*. Sebastopol: O'Reilly Media, 2015.

SZABO, Nick. Bit gold. 2002. Disponível em: <https://unenumerated.blogspot.com/2005/12/bit-gold.html>. Acesso em: 23 fev. 2026.

SZABO, Nick. Smart contracts: building blocks for digital markets. 1996. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>. Acesso em: 23 fev. 2026.

TAN, Brandon Joel. Bank competition in the age of central bank digital currencies. *Journal of Macroeconomics*, Amsterdam, v. 81, 2024. DOI: 10.1016/j.jmacro.2024.103872.

TAN, Brandon Joel. Central bank digital currencies and bank intermediation. IMF Working Paper, Washington, DC, n. 2023/347, 2023. Disponível em: <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2023/347/article-A001-en.xml>. Acesso em: 23 fev. 2026.

TAN, Brandon Joel. Central bank digital currency and financial inclusion. 2024.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. New York: Portfolio/Penguin, 2016.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 23 fev. 2026.

WEINGÄRTNER, Till; et al. SoK: composability in decentralized finance. Ithaca: arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2305.14680>. Acesso em: 23 fev. 2026.

WILLIAMSON, Oliver E. The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting. New York: Free Press, 1985.

WORLD BANK. Blockchain in financial services in emerging markets – part I. Washington, DC: World Bank, 2019. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/7edcf5bb-0ca7-5f82-9b19-6fdd180c87a6>. Acesso em: 23 fev. 2026.

WORLD BANK. Financial inclusion. Washington, DC: World Bank, [s.d.]. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/financialinclusion/overview>. Acesso em: 23 fev. 2026.

WORLD BANK. Financial inclusion overview. Washington, DC: World Bank, 2021.

WORLD BANK. Global Findex Database. Washington, DC: World Bank, [s.d.]. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/publication/globalindex>. Acesso em: 23 fev. 2026.

WORLD BANK. The drive for financial inclusion: lessons of World Bank Group experience. Washington, DC: Independent Evaluation Group, 2021. Disponível em: <https://ieg.worldbankgroup.org/reports/drive-financial-inclusion>. Acesso em: 23 fev. 2026.

WORLD BANK. The Global Findex Database 2021: financial inclusion, digital payments, and resilience in the age of COVID-19. Washington, DC: World Bank, 2022. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/4ffb02c1-2824-5c1e-8b21-3e764f5d8d6b>. Acesso em: 23 fev. 2026.

ZETZSCHE, Dirk A.; ARNER, Douglas W.; BUCKLEY, Ross P. Decentralized finance. *Journal of Financial Regulation*, Oxford, v. 6, n. 2, p. 172–203, 2020. DOI: 10.1093/jfr/fjaa010.