

LIFT *papers*

Revista do Laboratório
de Inovações Financeiras
e Tecnológicas

#4 | ABRIL 2022

LIFT Papers

Revista do Laboratório de Inovações
Financeiras e Tecnológicas

Número 4 | Abril 2022

Editor-Chefe da Revista

André Henrique de Siqueira, PhD

Editor-Adjunto da Revista

Aristides Andrade Cavalcante Neto, MSc
Rodrigo de Azevedo Henriques

Corpo Editorial da Revista

Danielle Sammyres Figueirôa Alves Teixeira

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Banco
Central do Brasil

LIFT Papers / Banco Central do Brasil. N. 4,
(abril 2022). Brasília: Banco Central do Brasil,
2020.

Semestral
Disponível em:
<https://revista.liftlab.com.br>
ISSN 2675-2859

1. Inovação Tecnológica – Brasil. 2. Sistema
Financeiro – Brasil. 3. Crédito. I. Banco Central do
Brasil.

CDU 336.7:004.738.5

Presidente do Banco Central do Brasil

Roberto Campos Neto

Presidente da Fenasbac

Paulo Renato Tavares Stein

Comitê Executivo LIFT 2021

DIRAD – Coordenação LIFT
Aristides Andrade Cavalcante Neto
André Henrique de Siqueira

FENASBAC – Coordenação LIFT
Rodrigo Henriques

DIORF
Cesar de Oliveira Frade

DEPEP
Ricardo Schechtman

DIPOM
Marcos Nascimento Silvino

DIREC
João Paulo Resende Borges

Parceiros de Tecnologia – Edição 2021 (por ordem alfabética)

AWS
Celer
Cielo
IBM
Instituto Fenasbac
Microsoft
Multiledgers
Oracle
R3
RTM

RBDC – Real Backed Digital Currency

Thomaz Brandão Teixeira¹

Ronaldo Pagani Yamashita²

Rodrigo Trindade Batista³

Agradecimentos:

Agradecemos especialmente a Ana Lucia Borges e Ronaldo Araki, Fabio, Enrico, da equipe Digitra.com; Rodrigoh Henriques e Danielle Teixeira, da Fenabac, da equipe do Banco Central do Brasil; Keiji Sakai e Luiz Jeronymo, da R3, da equipe da Stellar Development Foundation; Gustavo Cunha, da equipe LIFT Lab: o apoio de vocês é a manifestação concreta do que tentamos expor neste relatório e do que nosso projeto se propõe: estabelecer os mecanismos em que a inovação pode ser mais estimulada dentro de um ambiente que tem na norma a orientação do desenvolvimento do setor financeiro.

Resumo

Real Backed Digital Currency (RBDC) é um sistema de tokenização de moeda eletrônica como instrumento de ligação entre o mercado financeiro convencional e redes DLT.⁴ Tokenização de Reais e conversão de ativos digitais são duas funções distintas. Por si só, ambas têm

1 thomaz.teixeira@ntokens.com

2 ronaldo.yamashita@ntokens.com

3 rodrigo.batista@ntokens.com

4 DLT da sigla em inglês “Distributed Ledger Technologies” – “tecnologias de registro distribuído” – aqui é usado também com referência ao que comumente é chamado de *blockchain*. Ocupamos aqui principalmente pela forma genérica de validação descentralizada, e em menor grau dos incentivos envolvidos. Existe um relevante debate taxionômico, entretanto, sobre a adequação do uso desses termos. As modalidades “clássicas” de DLT são o sistema eletrônico de dinheiro entre usuários proposto por Satoshi Nakamoto dando origem ao Bitcoin, a redes de *smart contracts*, tais como Ethereum, ou redes distribuídas, como a Stellar Network.

aplicações diversas, e já possuem algumas soluções no mercado. Este relatório descreve o desenvolvimento de um protótipo que combina essas funções em mecanismos de registro verificável. O objetivo primário dessa ligação é trazer maior segurança e clareza jurídica aos participantes do mercado. Investidores com legítimos interesses em alocação de patrimônio em ativos de redes DLT muitas vezes não têm segurança jurídica porque seu acesso é feito à margem do sistema financeiro. Empreendedores que queiram desenvolver produtos e serviços em ambientes DLT tampouco têm clareza sobre como potenciais receitas em tokens podem se incorporar no resultado da empresa. Endereçamos esses problemas no nosso protótipo. O protótipo trata exclusivamente da tokenização privada. Por mais oportuna que seja a discussão da emissão de Real Digital pelo Banco Central, esse não foi o foco do projeto. Também não tratamos aqui de prescrições ou recomendações de novo marco regulatório relativo a ativos digitais ou ao controle de capitais. Mesmo mencionando esses temas em relação ao mecanismo proposto, tratamos aqui apenas da regulação como existe hoje no Brasil. Propomo-nos a contextualizar o projeto e a explicar como nosso objetivo primário se encaixa no panorama atual do sistema financeiro. Uma breve exposição dos aspectos teóricos em jogo e da visão do RBDC como aspecto inovador na articulação dos entraves conceituais. Explicamos as funcionalidades primárias do produto, possíveis aplicações e restrições. Concluímos pela conveniência da aplicação desse mecanismo, tanto para o capital inovador como para o Sistema Financeiro Nacional.

..... Introdução

O dinheiro é um fenômeno social. E seu futuro é digital. O mercado financeiro vive hoje uma aparente dicotomia: de um lado, um desenvolvimento tecnológico exponencial que traz inovações de forma acelerada, e de outro, uma relativa estabilidade institucional. É essa lacuna que temos a oportunidade de tratar neste projeto do LIFT.

A revolução tecnológica não irá diminuir seu ritmo no futuro próximo. A disponibilidade de capacidade computacional não vislumbra limites de crescimento e a economia de dados encontra um ciclo virtuoso em que mais processamento de dados traz ganhos de produtividade que, por sua vez, alimenta processos que geram mais dados.

Espera-se que a estabilidade institucional também se mantenha no futuro próximo. Democracias não são estáticas, mas alterações institucionais consistentes exigem debates e considerações diversas que acompanham mudanças sociais e culturais (OSTROM, 1990).

Das muitas relações resultantes dessa dicotomia, interessam-nos, neste estudo, duas principais: como a estabilidade institucional pode dar suporte a inovações baseadas em desenvolvimento tecnológico e como o desenvolvimento tecnológico pode trazer benefícios dentro dos valores representados nas instituições da sociedade.

Essas relações são tratadas por debates análogos em vários setores, incluindo direitos civis, ética e impactos ambientais. Sem esquecer esse contexto e, eventualmente, explicitando ligações com esses temas importantes, focamos aqui nos aspectos econômicos e relativos ao sistema financeiro.

A digitalização de mercados e a adoção de protocolos de comunicação de dados vêm acontecendo há décadas. Mas foi a adoção de protocolos de escassez digital em redes DLT que viabilizou a distribuição das funções de custódia, transferência, e liquidação de valores em rede. A agilidade em desenvolver novos mecanismos de consenso e governança torna redes DLT capazes de acompanhar o dinamismo da economia de dados já tem efeito relevante no movimento financeiro, e aponta inovações com grande potencial de impacto. Dentre sistemas inovadores, instrumentos tais como *NFTs*⁵, transações atômicas, *DvP*⁶, *smart contract*⁷, ou *DeFi*⁸ dificilmente surgiriam no mercado convencional.

Dentre instrumentos recentes, temos particular interesse no que é conhecido como **stablecoin**. Ativos digitais que têm precificação estável em relação a ativos convencionais são a primeira geração de dinheiro programável. Dos diversos modos válidos de conduzir essa estabilidade, consideramos aqui apenas a emissão com lastro, que no caso específico em protótipo é a moeda eletrônica como definida pelo Banco Central do Brasil⁹. Isso porque nosso foco aqui são *stablecoins* cuja transferência de posse de ativos digitais corresponde à mudança (ainda que potencial, não obrigatória) de titularidade do ativo

.....

5 Non-Fungible Token, na sigla em inglês. Tokens não fungíveis, no sentido de que cada certificado digital é único.

6 Delivery-versus-payment, na sigla em inglês, ou entrega contra pagamento: transações em que a entrega do ativo só ocorre no evento do pagamento, e vice-versa.

7 *Smart contract*, ou “contrato inteligente”, pode ser definido como um conjunto de promessas especificadas em formato digital, incluindo protocolos por meio dos quais as partes desempenham essas promessas (SZABO, 1996).

8 Da sigla em inglês Decentralized Finance, ou finanças descentralizadas. O termo é amplo, mas geralmente se aplica a casos em que a execução, a custódia ou a alavancagem de transações financeiras são executadas de modo descentralizado. São exemplos pertinentes mecanismos tais como “liquidity pools”.

9 Lei nº 12.865, de 9 de outubro de 2013; Resolução BCB nº 80, de 25 de março de 2021; Circular nº 3.680, de 4 de novembro de 2013.

adjacente, o que é adequado para uso como meio de pagamentos tanto locais como em rede.¹⁰

Para sublinhar uma característica contrastante na distinção entre posse e titularidade: validar a posse pode depender apenas da observação do controle de guarda ou movimentação de um bem. Já a sua titularidade deve ser socialmente atribuída. Isso tem analogia direta com a diferença entre transferências em DLT e em sistemas centralizados-hierárquicos.

Validações de transações em redes DLT são feitas a partir de endereços e de conhecimento de chaves criptográficas. Toda validação é formal, não semântica, por assim dizer. A autoridade sobre recursos digitais vem de verificações internas ao protocolo.

No extremo oposto, a validade de direitos e deveres nas instituições da sociedade se baseiam justamente na identificação de beneficiários e significado das transações. A posse de senhas pode facilitar o acesso e automatizar serviços, mas jamais por si só é considerada a fonte única de legitimidade de uma relação econômica. O monopólio de legitimidade, entretanto, muitas vezes caminha para sistemas que reforçam privilégios e injustiças sociais.¹¹

Como vincular transações em DLT a relações econômicas legítimas? No caso das *stablecoins*, uma solução é a correspondência de transferência de posse e de titularidade. Esse vínculo trará muita inovação nos meios de pagamentos do cotidiano, mas casos mais amplos ainda sofrem resistência. Uma postura de negação de parte do mercado convencional diante do dinamismo de sistemas descentralizados pode minar a relevância de agentes retrógrados no futuro do mercado financeiro.

No contexto brasileiro, o Banco Central do Brasil está ativamente buscando fazer essa ponte para o futuro. A agenda BC# de modo geral, o Pix e o Open Banking endereçam muitas das questões imediatas que surgem das relações expostas acima – eficiência transacional, segurança digital, dados sob controle dos usuários e maior competição e diversidade de ofertantes de serviços. Para questões mais amplas, como as colocadas por instrumentos novos e finanças descentralizadas, temos a iniciativa do Banco Central de realizar um amplo debate com a sociedade para decidir de forma técnica e democrática a respeito da adoção de CBDC no Brasil – o que pode ser um importante veículo de sinalização e indução de políticas no ecossistema digital. Em outra frente, CVM, Susep, o próprio Banco Central e outros órgãos reguladores estudam adaptações a normas, realizam programas *Sandbox* e outras iniciativas em direção à economia digital.¹²

Esse é o contexto do trabalho atual. Neste relatório, pretendemos apresentar o objetivo do desenvolvimento indicando qual o problema e a nossa solução. Apresentaremos ainda parte da bibliografia relevante ao tema, sob forma de breves comentários acerca de fontes que esperamos sejam referências úteis aos leitores que busquem se aprofundar no assunto. Em sequência, vamos expor uma visão geral das funcionalidades desejadas. Dentre os diversos possíveis usos dessas funcionalidades, especificamos as tratadas no escopo do

10 Uso como meio de pagamentos indicado entre outros pelo recente “Report on Stablecoins – US treasury 2021”.

11 Essa diferença é comumente tratada como “sistema de contas” x “sistema de endereços” ou, menos frequente, mas também válida, seria a exposição de “sistema de depósitos” x “sistema de tokens” especialmente no debate de CBDC (ver G30, 2020).

12 Ainda que se pesem importantes questionamentos quanto à classificação desses ativos, seu processo de distribuição e atendimento a regras de investimentos, o assunto se concentra na esfera de classificação de ativos como valores mobiliários, fora do escopo deste projeto.

protótipo desenvolvido do LIFT. Finalmente, destacaremos as características inovadoras do protótipo, suas contribuições ao Sistema Financeiro Nacional e suas restrições.

..... 1 Objetivos

O objetivo primário do projeto é melhorar a interoperabilidade entre o Sistema Financeiro Brasileiro e instrumentos financeiros de redes descentralizadas. Hoje isso é possível, mas existem gargalos relevantes, tanto em relação ao acesso como a restrições de usabilidade.

O principal acesso ao mercado de criptoativos é por meio das plataformas de negociação por livros de ofertas, ou mesas de negociação em balcão. Isso pode ocorrer no Brasil com liquidação feita por transferência bancária, ou no exterior com liquidação feita por operação de câmbio, por exemplo, mediante registro de importação.

Os produtos negociados dessa forma fazem parte de um nível de acesso do ambiente DLT. Esse acesso, por assim, dizer de primeira ordem, permite alocação em ativos para fins de diversificação, especulação ou como meios de pagamento. O uso desses ativos para interagir diretamente com sistemas descentralizados tratamos como uso de segunda ordem.

Os instrumentos financeiros tratados no nosso objetivo são aqueles que se encontram nas interações de segunda ordem. Ou seja, interações que são possibilitadas aos que já detêm os ativos de primeira ordem. São exemplos de interações de segunda ordem: *smart contracts*,¹³ *NFTs*,¹⁴ *security tokens*,¹⁵ mercados *DvP*¹⁶ e plataformas descentralizadas.¹⁷

1.1 O interesse

Os exemplos dados já apontam para estruturas de mercado que são praticamente irreprodutíveis nos parâmetros convencionais, e a dinâmica de desenvolvimento e a criação de modelos inovadores têm se mostrado mais conectadas ao acelerado crescimento da economia de dados.

1.2 A lacuna

Toda negociação e liquidação de segunda ordem é feita fora do Sistema Financeiro Nacional. Por *design*. São estruturas que, justamente, funcionam apenas em redes descentralizadas e cuja negociação e liquidação só são possíveis em ativos digitais representados nas redes – em direta oposição à exigência de transações do sistema

.....
13 Contratos inteligentes são conjuntos de ações programadas para interagir de acordo com parâmetros e eventos em rede. Desde simples mecanismos de validação até sistemas de negociação com custódia de ativos descentralizados, têm uso amplo, inclusive sendo a tecnologia subjacente de DeFi, NFT e outros.

14 Da sigla em inglês para Tokens Não Fungíveis. São uma modalidade de contratos descentralizados que representam ativos únicos. Em primeiro momento, estão sendo usados para representar certificados de propriedade de itens únicos (coleccionáveis), tais como obras de arte. Mas seu uso, por exemplo, para representar apólices de seguros, fluxos de caixa ou direitos econômicos únicos certamente trará impacto significativo.

15 Valores mobiliários negociados de forma descentralizada em redes DLT.

16 DvP, do termo de entrega-contrapagamento, que é implementada de modo padrão na maioria das redes DLT, mas que em sistemas centralizados costuma depender de operações de intermediação monopolista.

17 Conhecidas também como 'Dex' por serem sistemas de negociação em que a custódia dos ativos sendo ofertados fica sob o próprio *smart contract*.

financeiro de serem liquidadas em Reais (ou no caso de câmbio, em outras moedas soberanas).

Outra lacuna, de caráter regulatório, vem do fato de que, na maioria dos casos de transações de segunda ordem, não há clareza sobre qual jurisdição rege as relações econômicas nelas representadas. Nos casos em que existem instituições depositárias ou emissoras registradas vinculadas aos ativos, a minoria encontra-se no Brasil.

1.3 O problema

Ainda que o acesso de primeira ordem seja feito por meio de transações legítimas e dentro da regulação brasileira, toda atividade de segunda ordem fica à margem da cobertura regulatória.

- Pessoas físicas se encontram à deriva, sem regras claras para validarem a legitimidade de suas transações de segunda ordem.
- Empreendimentos brasileiros, por sua vez, não veem como desenvolver negócios e aproveitar oportunidades nesse florescente ambiente econômico, tendo como base atividades devidamente registradas no Brasil.
- Tanto no caso de pessoas físicas que acessam os ativos por meio da importação de criptoativos como no caso de empresas que lançam produtos baseados em jurisdições no exterior, a supervisão regulatória do capital que dá lastro as operações ficam fora do Brasil.

Recolocando o objetivo do projeto à luz desses aspectos problemáticos, buscamos uma solução que permita:

- Pessoas físicas terem um ponto de entrada que admita que suas atividades no ambiente descentralizados possam ser reconhecidas no Brasil.
- Empreendimentos brasileiros participar e obter receitas em mercados descentralizados de modo regular.
- Que a capitalização de pessoas e empresas participando desse mercado não represente fuga de capitais ou terceirização regulatória para outras jurisdições.

Como parte do desenvolvimento do projeto para alcançar esse objetivo, partimos das premissas de tomar como dadas as regulações e estruturas de mercado atuais. Ou seja, ainda que consideremos o debate muito apropriado, não vamos aqui tratar de propostas de regulação novas, estruturas de mercado, ou redes DLT, ainda por ser desenhadas, nem da existência de CBDC emitida pelo Banco Central do Brasil.



..... 2 Fundamentação Teórica

Este projeto se concentra na fronteira entre o sistema financeiro e a criptoconomia, sendo uma investigação de natureza crítica: vamos tentar aqui estabelecer os limites, as propriedades e o trânsito possível entre os modos de funcionamento do sistema financeiro centralizado e da criptoconomia.¹⁸

A criptoconomia¹⁹ “fundamentalmente usa incentivos econômicos aliados à criptografia para desenhar e trazer segurança a diferentes sistemas aplicações”. Em especial, tratamos aqui de criptografia baseada em esforço computacional. Ou seja, limitado à análise formal de parâmetros, não permitindo uma referência semântica ou de referência externa. Isso permite que a proposta seja levada à sua execução radical, não reconhecendo a continuidade existente entre pessoas e “usuários”. Deixemos claro que isso é um atributo, não uma falha (*feature, not a bug*). Redes criptográficas são explicitamente apresentadas como resistentes a censuras e intervenções de motivação pessoal. Queremos aqui trazer duas consequências dessa radicalização em foco:

De um lado, fundamentar o sistema de incentivos na capacidade computacional em rede posiciona o ecossistema de forma a se beneficiar diretamente da mais dinâmica fonte de ganho de produtividade e criação de valor econômico da história moderna. Efeitos de rede, Lei de Moore e velocidade de transmissão de conhecimentos tornam o ambiente de desenvolvimento da criptoconomia incomparavelmente mais promissor do que a economia centralizada. Ainda que **nada** do que existe considerando *NFTs, fan tokens, DeFi, smart contracts, DAOs* (para ficar só nos últimos 5 anos) fosse considerado útil, ainda assim a probabilidade de que outras inovações surjam nesse meio é muito maior do que por meio de incentivos centralizados. E ao que tudo indica, essa vantagem aumentará exponencialmente no médio prazo.

Por outro lado, não só o econômico se sobrepõe ao político ou social; a única realidade considerada²⁰ é a econômica. Pendurar a confiança de um sistema no ganho de curto prazo de mineradores pode até ter uma previsibilidade útil,²¹ mas não é nem de perto o consenso a respeito de uma organização ideal de sociedade para benefícios de longo prazo. Além disso, pelo menos enquanto os incentivos econômicos forem ancorados em valores *off-chain*, persiste uma certa incoerência; a maioria das pessoas quer usar esses incentivos econômicos para conforto, consumo, *status* ou outras aplicações que envolvem relações sociais mais amplas do que as econômicas ou *onchain*.

Na economia centralizada, por outro lado, a situação é reversa: relações sociais e decisões políticas são condicionantes para criação de valor econômico. Valores culturais e sociais estão incorporados ao sistema econômico. Temos, por exemplo, uma crescente importância dada ao impacto ambiental (em especial às mudanças climáticas, ainda que, dentro de uma lógica abjeta, preferimos criar lixo a plantar árvores, o que, provavelmente, será no futuro uma piada de mau gosto sobre a geração atual) (LIASKOS;

.....
18 Essa diferença é comumente tratada como “sistema de contas” x “sistema de endereços” ou, menos frequente, mas também válida, seria a exposição de “sistema de depósitos” x “sistema de tokens” especialmente no debate de CBDC (ver G30, 2020).

19 Também chamada na literatura por “tokenomics”, a palavra criptoconomia é aplicada aqui com dois sentidos distintos: “criptoeconomics” para o estudo conceitual, e “criptoeconomy” para os efeitos na economia. Infelizmente, não pudemos superar essa ambiguidade que, neste caso, achamos não comprometer o texto.

20 Relevante exceção é o caso conhecido como “The DAO”, em que um sistema definido como exclusivamente *on-chain*, no qual o “código era a lei”, mas foi colocado em xeque quando o uso do código verificável foi considerado malicioso por critérios não previstos no protocolo.

21 Não há evidência de que isso seria um “schelling point” de otimização em teoria dos jogos. Ver também Aoudef, Ast, Deffains (2021) e von Eschenbach (2021) para uma análise mais profunda.

WANG; ALIMOHAMMADI, 2019). O setor centralizado, bem ou mal, tem mecanismos para incorporar esse debate. A mesma premissa pode ser dita sobre relações de trabalho ou injustiças sociais.

O Sistema Financeiro Centralizado herda das instituições uma estabilidade que dificilmente pode ter um dinamismo comparável às economias com efeito de rede. Não se trata apenas de o crescimento exponencial do efeito de rede computacional ser muito mais acelerado e diverso; a aplicação de normas pensada para economia hierárquica não se adapta bem em indústrias exponenciais. Uma mostra disso são aplicativos em rede nos quais não há clara distinção dos papéis de investidores, consumidores, fornecedores, produtos ou trabalhadores.

Esperamos ter conseguido aqui a exposição crítica da dicotomia em foco. Vamos, então, tratar de como poderemos estabelecer pontes que permitam que valores sociais sejam comunicados corretamente sem comprometer o dinamismo da inovação e ganhos de produtividade.

Em importantes frentes, estruturas hierárquicas podem se beneficiar desses ganhos: prova disso no cenário recente são o Pix e o Open Banking. São casos em que o regulador percebeu que alguns aspectos inovadores são instrumentos para alcançar objetivos institucionais. Nos exemplos dados anteriormente, maior eficiência e competição são resultados diretos do regulador proativamente buscar ganhos de produtividade dos sistemas digitais. Por mais louváveis que sejam, são exemplos de internalização de propriedades de redes descentralizadas, e não de pontes para ecossistemas globais descentralizados.

Nosso protótipo se apoia diretamente no Pix e indiretamente no Open Banking. Mas tratamos aqui justamente de ligar esses sistemas ao ambiente descentralizado. Como exposto, não se trata (apenas) de menor fricção; é preciso estabelecer as bases para que o uso de ambiente com pseudoanonimato e descentralização não entre em choque com um sistema hierárquico fundado na identidade dos usuários.

Trazendo dois exemplos em que sistemas centralizados convivem bem com pessoas agindo anonimamente de forma descentralizada: o voto e o papel-moeda. Em ambos os casos, o anonimato²² é, por desenho, um atributo, não uma falha. O que temos em comum nesses dois casos em que a sociedade encontrou formas de se beneficiar desses atributos: a iteração do sistema de valores da sociedade ocorre na legitimidade do acesso e do uso.

Por isso, nosso modelo se concentra no entrelaçamento de registros exatamente no acesso ao ambiente DLT. E, para isso, é fundamental a iniciativa do LIFT, que tem estimulado a inovação e as pontes para a vanguarda tecnológica sem abandonar os alicerces legais das funções que o sistema financeiro cumpre na economia.

Um último aspecto para o qual queremos chamar atenção é o debate entre a conveniência entre as aplicações de redes públicas ou privadas. Salientando que essas redes podem, por outra categorização, ser permissionadas ou abertas. O mais comum é que redes permissionadas sejam administradas de modo privado, e redes abertas com acesso público, mas essa configuração não é obrigatória.

.....
22 Na realidade, trata-se de um pseudoanonimato. No caso do voto, os eleitores de cada seção ou urna têm uma exposição de seus votos como grupo. No caso do papel-moeda, o uso acumulado (digamos, de milhares de Reais) em notas passa a não contar com a circulação anônima.

Protocolos abertos, *open source* e com acesso público certamente produzirão plataformas mais dinâmicas, escaláveis e inovadoras; e, por isso, têm grande potencial de uso pela iniciativa privada.

Iniciativas por instituições públicas não deveriam alienar ou dificultar a verificação de responsabilidade por falhas sistêmicas (SPARROW, 2007). Isso tem implicações para este projeto por prever o entrelaçamento de sistemas descentralizados, como os do Banco Central, com redes DLT, não vendo espaço para substituição daqueles por estas. Isso pode também tornar necessária a convivência entre moedas nacionais (CBDC) e privadas em redes DLT (ADRIAN, 2019).

2.1 Desafios tecnológicos

2.1.1 O Sistema convencional

Diante do problema colocado, buscamos no mercado financeiro convencional sistemas que pudessem funcionar como cabeça de ponte para essa ligação com a criptoeconomia. O desafio foi encontrar um sistema que fosse de complexidade controlável, contasse com acesso a vários competidores, alto grau de digitalização, comunicação parametrizável com o financeiro, e funcionasse como validação de registros perante a regulação. O sistema de câmbio foi escolhido por atender a todos os requisitos.

Certamente soluções análogas às aqui apresentadas vão ser desenvolvidas em futuro próximo, tendo como base outros sistemas e modalidades de ativos, mas para esse objetivo não seria viável o desenho. Por exemplo: negociação de ações que hoje se encontra em ambiente sem competição e com muitas camadas de intermediários com complexidade e resistência à inovação; negociação de imóveis com sistemas não integrados de forma paramétrica ao sistema financeiro; compra e venda de automóveis sem alto grau de digitalização etc. Certamente esses pontos podem indicar ineficiências que, quando resolvidas, destravam valor, e com trabalho ativo no sentido de redesenhá-los, porém no escopo deste projeto, pelas razões citadas, limitar-nos-emos ao caso do sistema de câmbio.

Dentro do quadro de parâmetros do sistema de câmbio, o processo de conversão de modalidade de ativos entre capital brasileiro e capital no exterior é o mais adequado para a aplicação dessa solução específica. Diversos usos de ativos digitais são compatíveis a ser tratados como patrimônio alocado sob forma de capital. E no caso de capital brasileiro no exterior, existe ainda a conveniência de consistência de contas nacionais, tratamento tributário e integração com a dinâmica econômica internacional.

Mas que fique claro que essa conveniência não é absoluta. Primeiro, porque na realidade existem muitos ativos que, apesar de não serem registrados no sistema de câmbio, nem por isso deixam de ser patrimônio reconhecido, de uso legítimo e alocação em setores produtivos ou meios de pagamentos. Segundo, porque essas modalidades podem ser intercambiáveis e cumulativas; por exemplo, como um ativo pode ser valor mobiliário ou não independente de ser detido por brasileiros no exterior ou não. Novas modalidades de conversão vão trazer, em breve, *security tokens*, *imóveis tokenizados*, serviços financeiros descentralizados e outras formas que talvez, mais adequadamente, liguem-se ao mercado convencional por meio de outras conexões e conversões. A ponte que propomos é bastante útil, mas não será a única nem necessariamente a mais eficiente para todos os casos. Na realidade, em futuro próximo, instrumentos como o CBDC e adaptações regulatórias podem permitir trânsito ainda mais fluido caso funções de sistemas centralizados venham a ser repensadas descentralizadamente.

2.1.2 O Sistema DLT

Considerando o número de partes envolvidas e a complexidade do processo, uma das preocupações é garantir a consistência e a segurança das transações, especialmente da emissão de tokens atrelada ao contrato de câmbio.

Para tanto, adotamos uma arquitetura de *delivery versus payment* (DvP), utilizando Corda²³, tecnologia amplamente aplicada nesse cenário.

No processo de DvP, a coleta de assinatura de todas as partes envolvidas (corretora de câmbio, instituição de pagamentos e emissora dos tokens) ocorre antes do efetivo registro na rede, simplificando o processo. Com todas as assinaturas necessárias, a transação é enviada, validada, e o registro só ocorre caso todas as regras no contrato sejam cumpridas. Essa transação é atômica e há proteção contra duplo gasto – recurso da própria rede.

Ressaltando, os saldos só são atualizados após a confirmação e o registro da transação.

Após a implementação em uma rede entre participantes restritos, verificamos que a utilização se tornaria muito limitada e optamos por integrar a rede privada com uma rede DLT pública, neste caso Stellar²⁴.

A integração entre redes distintas nos parece algo que será necessário não somente no cenário atual, como com o surgimento das CBDCs (Central Bank Digital Currencies). A mesma arquitetura também é aproveitada para a integração com participantes que já disponibilizam APIs e que não se conectariam diretamente às redes DLT.

23 Mais detalhes do funcionamento da rede Corda podem ser encontrados em: <https://docs.r3.com/en/platform/corda/4.5/open-source/key-concepts-transactions.html>.

24 www.stellar.org.

Optamos por uma arquitetura propícia a sistemas distribuídos e com boa tolerância a falhas internas, externas e de redes, baseada na idempotência das transações. Em toda interação entre a rede DLT Corda e serviços externos, utilizamos uma chave de idempotência e segregamos o banco de dados em três estágios: antes do RPC, RPC e depois do RPC, seguindo a arquitetura proposta pelo Airbnb em sua solução Orpheus.²⁵

Tal arquitetura se mostrou bastante robusta e, em milhares de transações de teste, com problemas de latência e mesmo de disponibilidade, não resultou em envio de transações incorretas. Novamente não tentamos reimplementar atomicidade, que é um problema conhecido e resolvido na ciência da computação. Neste caso, trabalhamos com um banco de dados tradicional, mas nada impede a utilização de um sistema de filas.

..... 3 Visão Geral

Nosso sistema é constituído de dois processos que, combinados, atendem ao objetivo do projeto. O protótipo desenvolvido funciona com os processos entrelaçados, mas a exposição conceitual será feita aqui de forma separada. O primeiro processo permite a representação de Reais em redes DLT, e o segundo processo, o registro de transações descentralizadas no Sistema de Câmbio do Banco Central do Brasil.

3.1 Tokenização do Real

O processo de representação de ativos preexistentes em redes DLT é conhecido por tokenização. E em linha com as necessidades práticas e a eficiência do Pix, o sistema deve ser tanto quanto possível digital. Esses dois são parâmetros essenciais de acesso à tokenização.

Dentre os instrumentos previstos na atual regulamentação, a moeda eletrônica mostrou-se o candidato mais adequado a ser o ativo subjacente do processo de tokenização.

- Transações de depósito para fins de emissão de moeda eletrônica podem ser feitas por meio de Pix.
- Existe relativamente ampla oferta de instituições habilitadas a fazer guarda e emissão de moeda eletrônica.
- A norma já prevê a possibilidade de representação de direitos sobre depósitos de moeda eletrônica sob forma de contas digitais, assim como a previsão de arranjos de pagamento com participantes complementares para sistemas de usos variados.

A tokenização do Real é uma nova camada de abstração a partir das contas digitais de moeda eletrônica. Essa camada é a interface entre a conta digital de moeda eletrônica e o *token* (registro em DLT). Assim, deve seguir a norma que rege a emissão de moeda eletrônica, tais como preservação de liquidez e exclusividade de instituições autorizadas. Por outro lado, deve também atender aos protocolos pertinentes para manutenção de saldos e instruções da rede DLT. A coordenação harmônica entre as funções permitidas aos tokens e as operações com contas digitais é executada pelo arranjo de pagamentos.

.....
²⁵ Disponível em: <https://medium.com/airbnb-engineering/avoiding-double-payments-in-a-distributed-payments-system-2981f6b070bb>.

Alguns preceitos básicos podem se constituir como condições *sine qua non* para a tokenização da moeda eletrônica, ao passo que outras permitem alguma flexibilidade para que arranjos competidores possam apresentar diferentes soluções para casos de uso e público-alvo distinto.

Dentre os preceitos básicos, podemos sugerir:

1. Manutenção do saldo integral equivalente aos tokens emitidos, o que equivale a não existir emissão de tokens sem a comprovação de depósitos equivalentes.
2. Identificação de todos os depósitos e retiradas de moeda eletrônica.
3. Observação de parâmetros de *compliance* que compreendam políticas de prevenção a lavagem de dinheiro, financiamento a atividades ilícitas e que, de modo geral, evitem o uso do RBDC para crimes financeiros.
4. Clareza de regras, direitos e termos de uso para os participantes do arranjo de pagamento.

Dentre características do dinheiro programável, estão a flexibilidade e diferenciação possível entre arranjos, garantindo, assim, competição inovadora. Alguns exemplos possíveis:

1. Caso os recursos sejam alocados em títulos públicos ou tenham rendimento, possibilidade de compartilhar parte do benefício econômico com detentores dos tokens.²⁶
2. Possibilidade de que plataformas de acesso representem usuários com maior facilidade de acesso. Por exemplo, uma plataforma tem seus depósitos inteiramente verificados, mas permite, por exemplo, que usuários (esses indiretamente ligados ao arranjo) façam depósitos e saques de pequeno valor em espécie. Isso poderia beneficiar cidadãos sem acesso a conta bancária, por exemplo.
3. Escolha de diferentes redes DLT para emissão dos tokens.
4. Permitir interoperabilidade com outros arranjos de tokenização de Reais.
5. Estabelecer vínculo para carregar cartões de uso off-line.

.....
26 Como previsto inclusive na Resolução BRB nº 80, de 25 de março de 2021, art. 22, § 8º.

3.2 Registro de câmbio “sanduíche”

A funcionalidade esperada do registro de câmbio previsto em composição com o arranjo de pagamentos descrito anteriormente é o registro da conversão de ativos digitais detidos no Brasil para ativos digitais no exterior, e vice-versa. Importante observar que nos valem justamente da característica descentralizada das redes de ativos digitais, em que o conceito de nacionalidade do detentor da chave privada ou jurisdição da transação não tem relevância para a validade das operações ou fungibilidade dos ativos. Explicitamente: a exata mesma posição de ativos pode igualmente ser detida no Brasil ou no Exterior, por residentes ou não residentes.

De modo geral, a estrutura proposta compõe-se de três operações conceitualmente distintas, mas de execução sincronizada com liquidação formal e logicamente vinculada.

3.3 Entrelaçamento de livros

Em conjunto, essas operações criam um entrelaçamento entre os registros no sistema de pagamentos, no sistema de câmbio e no registro em rede descentralizada. Os registros ficam, a partir daí, interoperáveis sob a ótica do investidor.

A partir desse ponto, o investidor pode atuar em mercados descentralizados sem alteração de *status* quanto à natureza do seu capital. Tendo controle sobre seus dados em redes descentralizadas, poderá, em eventuais interações, evidenciar a origem, as aplicações e os resultados de seus recursos, tendo como referência registros dentro da norma do Brasil.

Os recursos que deram origem à capitalização no exterior ficam seguros sob regulação local. Enquanto os tokens circularem em redes descentralizadas, o arranjo de pagamentos fica responsável pela custódia dos ativos nos termos da regulação de moeda eletrônica.

3.4 Caso de uso

Tratamos aqui de “Ativos Digitais”; por natureza, a diversidade traz muitos casos de uso potenciais. A profundidade de tratamento, o ideal de exaustão da descrição e o prazo exíguo do LIFT convergem para a prototipação de um único caso de uso. Interessa que o caso seja uma espécie de mínimo denominador comum entre potenciais usos. Interessa, ainda, que o caso seja de simples aplicação.

3.4.1 Caso de uso LIFT: simultâneo de moeda eletrônica tokenizada

Para ilustrar nosso caso de uso, tomemos dois personagens fictícios: Maria e Victor.

Victor é um investidor que quer diversificar seu patrimônio por meio do investimento em ativos digitais disponíveis em redes DLT. Victor sabe que apenas uma pequena parte dos ativos digitais disponíveis está acessível em plataformas brasileiras ou com ativos subjacentes sob jurisdição local.

Maria é uma cientista que quer monetizar os direitos de propriedade intelectual de sua pesquisa através da venda de *NFTs*. Apesar da emissão propriamente dita dos tokens poder ser feita em custódia própria ou local, o mercado internacional oferece um mercado potencial bem mais líquido e com interesses diversos que o local.

Victor se cadastra junto ao arranjo de pagamentos. Esse cadastro inclui, além da identificação junto às instituições de câmbio e de pagamentos, uma adesão aos termos do arranjo de pagamentos.

Victor acessa um aplicativo em que ele informa sua intenção de ter Reais tokenizados disponíveis para negociação em DLT. Por meio de consultas pré-programadas em que as instituições autorizadas validam os dados e o risco da transação, o aplicativo automaticamente informa um QR Code para pagamento via Pix. Victor faz o pagamento e, dentro de instantes, tem disponível tokens de Reais na sua carteira digital. Esse recurso já está registrado como ativo disponível no exterior, assim como o extrato da transferência bancária, a nota de confirmação da instituição de pagamento e o comprovante de registro de câmbio da instituição de câmbio estão disponíveis. Todas as informações são consistentes, referenciadas umas às outras e disponíveis digitalmente. A partir de então, seus investimentos seguem em redes DLT, trocando os tokens de Reais por outros ativos digitais, tais como *NFTs*, *stable coins* de acesso a *DeFi* ou *smart contracts*.

Por outro lado, Maria teve bastante demanda na venda de seus *NFTs*. Entretanto, ela sabe que alguns investidores têm origem no exterior e alguns ativos usados como pagamento não têm depositários no Brasil. Maria troca esses ativos digitais que recebeu no exterior por tokens de Real. Tendo feito cadastro similar ao realizado por Victor, acessa via aplicativo o arranjo de pagamentos informando ter tokens de Real originados de ativos no exterior e que deseja trocar por Reais. Passando por validação análoga, inclusive com relação à origem dos recursos, Maria recebe um QR Code com informação a respeito de eventuais retenções tributárias e instrução para depósito dos tokens de Reais em endereço indicado pela instituição de câmbio. A operação reversa ocorre, os tokens são cancelados liberando recursos de moeda eletrônica que são, então, transferidos em instantes por meio da chave Pix da conta bancária da Maria. Ela tem os recursos originados dos direitos de sua pesquisa, já com os devidos comprovantes do registro da operação de câmbio, tributos recolhidos e origem dos recursos.

3.4.2 Caso de uso – CBDC

Para não fugir muito do escopo, trataremos aqui de apenas uma variação importante quanto aos instrumentos de entrada e saída do processo: o uso de CBDC em vez de moeda eletrônica.

À primeira vista, pode-se esperar que uma eventual introdução de CBDC pelo Banco Central venha a diminuir o interesse ou mesmo esvaziar a justificativa do sistema proposto. Na realidade, esperamos o oposto.

Ainda que reste muito a se discutir sobre os parâmetros da eventual CBDC brasileira, muito provavelmente essa emissão será feita em um número seletivo de redes, o que traz a “conversão” de valores entre redes uma tarefa crucial caso serviços privados queiram atender a públicos com interesse em redes diversas. Uma camada de serviços e características customizadas e outra previsível conversão necessária. Muito importante é o fato de que a existência da CBDC, por si só, dificilmente implica a automática

desregulamentação cambial, o fim do registro de beneficiário final ou do controle de capitais no Brasil. Assim, alguma forma de registro deverá haver para cumprir a função de entrelaçamento descrita aqui.

Uma CBDC muito provavelmente traria um elemento mais rico em dados, mais apropriado a transações atômicas e DvP. O sistema ficaria ainda mais robusto ao contar com validações de origem em formatos e intenção em linha com redes descentralizadas. Esse, inclusive, talvez seja um caráter inovador do sistema: já “estar na fila” com um desenho que se beneficia diretamente da existência de uma CBDC.

3.5 Funcionalidades

As principais funcionalidades do protótipo são:

- **Entrega contra pagamento:** o sistema deve ser programado de forma que três operações sejam executadas, ou nenhuma delas.
- **No caso da conversão para capital detido no exterior:** o pagamento de moeda eletrônica à corretora e a transferência de tokens para o cliente.
- **Com relação a liquidação das pontas:** a entrega de moeda eletrônica e recebimento de tokens – o desafio é tratado combinando-se a concatenação lógica do código em DLT ao funcionamento contratual previsto no arranjo de pagamentos.
- **Portabilidade:** sendo o cliente controlador de sua carteira digital, e com os devidos registros no sistema de pagamentos e de câmbio, ele pode optar por diferentes arranjos para o processo de entrada ou de saída, já que sempre poderá reconstruir a origem de seus recursos, atendendo, assim, aos requisitos de PLD ou à comprovação de origem de recursos para interações com a economia convencional. Além disso, o cliente deve ser capaz de obter ou permitir a consulta do histórico informacional por terceiros por ele autorizados.
- **Compliance:** a adesão de clientes a arranjos de pagamentos deve atender a funções de prevenção a lavagem de dinheiro, identificação de beneficiário final, combate ao financiamento de atividades ilícitas e eventuais relatórios à UIF.
- **Recolhimento de tributos e taxas:** o arranjo de pagamentos deverá ser capaz de calcular e informar ao cliente o valor efetivo dos custos da transação, recolher os devidos tributos incidentes, manter e disponibilizar os registros das transações.
- **Informações:** para o devido entrelaçamento propostos caberá ao arranjo manter os dados referentes aos valores, às contrapartes, à data, às contas bancárias de origem/destino, aos endereços de redes DLT de origem/destino, às informações de registro cambial, à nota fiscal e à eventual comprovação de recolhimento de taxas e tributos.
- **Guarda de dados:** o sistema prevê a guarda criptográfica das informações descritas acima, de modo que as normas de sigilo bancário e fiscal, assim como a LGPD e os critérios de privacidade se apliquem sobre os dados.
- **Token de Reais:** o arranjo deve desenhar e dar condições de verificação da funcionalidade completa do código e sua interação com a rede DLT. O arranjo deve estabelecer contratualmente as condições e os prazos pelos quais será responsável pela manutenção ao código que permite a transferência e custódia dos tokens.
- **Transparência:** o arranjo deve dar publicidade dos aspectos gerais da emissão de tokens. Como informações mínimas: a totalidade e a composição dos depósitos garantidores do sistema, as condições de acesso e resgate, a totalidade da emissão e os aspectos relevantes de consulta de transações e o estado da rede DLT.

..... 4 Escopo do Protótipo no LIFT

No âmbito do LIFT, desenvolvemos um protótipo limitado a transações em que um mesmo cliente seja o pagador do Pix em Reais e receptor da disponibilidade de tokens de Reais no exterior. Para explicitar como isso poderia ser expandido, é possível, por exemplo, desenhar sistemas em que operações *back-to-back* envolvam beneficiários distintos na ponta compradora e vendedora, em que diferentes instituições de câmbio atuem em cada uma das bordas do câmbio “sanduíche”, ou que o ativo subjacente dos tokens emitidos seja outro que não o Real.

Primeiramente, julgamos que o escopo escolhido atinge o objetivo de trazer interoperabilidade e dar a usuários do sistema financeiro acesso a sistemas de entrega contra pagamento e redes DLT. O entrelaçamento de livros preenche a lacuna existente entre sistemas baseados em endereços e os de contas identificadas.

Além disso, esse caso, por um lado, sintetiza as condições mínimas para entrelaçamento; a sobreposição programática de registros de pagamentos, cambiais e de redes DLT. E, ao permitir a conversão de Reais em tokens circulando no mercado descentralizado, dá ampla possibilidade de acesso a ativos digitais, *DeFi*, *smart contracts* e todo o potencial de redes baseadas em DLT.

..... 5 Características Inovadoras

A principal inovação do projeto é um mecanismo que torna harmônicos os processos de movimentação de Reais no sistema financeiro, o registro de câmbio e a disponibilidade de tokens em DLT. Entendemos que os processos envolvidos nesse mecanismo não são por si só novos. Entretanto, a aplicação em conjunto desse mecanismo traz as seguintes consequências que consideramos inovadoras:

- **Tokenização de moeda eletrônica.** A extensão das regras de emissão de moeda eletrônica para uma nova camada de abstração em forma de registro primário de saldo de tokens permitirá a criação de dinheiro programável e uma forma nova de interação do mercado brasileiro com a economia de dados global.
- **Extensão da origem de recursos para transações em redes descentralizadas.** Sob controle de cada usuário, o histórico de transações permite recursivamente traçar um elo que torna possível que posições em redes descentralizadas sejam válidas como origem de recursos para fins regulatórios.
- **Câmbio Sanduíche.** Ainda que registro de contratos simultâneos e entrega simbólica de câmbio não sejam novidade absoluta, a amarração lógica entre as verificações computacionais e os termos contratuais de um arranjo de pagamentos para fins de emissão de ativos digitais ainda não está disponível no mercado financeiro brasileiro.

..... 6 Contribuição para o Sistema Financeiro Nacional

A tokenização de Reais permite uma interoperabilidade primária do sistema financeiro com redes DLT, maior clareza regulatória no acesso de investidores e negócios na economia de dados e estruturas de ativos digitais de segunda ordem, maior proteção legal aos cidadãos que tenham ativos digitais, supervisão regulatória da atividade de ingresso ao mercado de ativos digitais, consistência de dados de investimento no exterior com movimentação de ativos digitais, uma nova etapa no processo de internacionalização do

Real, fortalecimento do capital brasileiro envolvido na economia digital, possibilidade de validação de recursos com origem lícita em mercados digitais e maior controle de dados por parte dos usuários nacionais. Tratamos a seguir de uma explicação de cada um dos itens citados.

A interoperabilidade entre o sistema financeiro no acesso primário de ativos digitais traz clareza regulatória para ativos de primeira e segunda ordem. Hoje, um investidor que compra *Ether* em uma plataforma de negociação no Brasil transfere para sua carteira digital, interage com *smart contracts* obtendo ativos depositados em contratos *DeFi* que rendem ativos que são conversíveis em *USDC* e já não sabe como comprovar, declarar, registrar ou usar esses ativos para investimentos no Brasil.

Considerando o acesso por meio de instituições reguladas e respaldado por regras de moeda eletrônica, deter ativos digitais fica mais seguro e com proteção legal. Primeiro, porque com a regulação que disciplina a emissão de moeda eletrônica, o investidor conta com uma estrutura previsível em termos de colaterais, acesso e liquidez. Segundo, porque o interesse dos participantes em manter as licenças alinha os interesses econômicos. E, finalmente, casos de disputa contam com pleno respaldo legal e de proteção ao consumidor – importante aqui definir que o consumidor brasileiro não se encontra em desvantagem como em situações em que sua defesa fosse exercida por representantes em jurisdições estrangeiras.

Com relação à consistência de registros de investimento no exterior e à movimentação de ativos digitais, o ganho é de duas vias: privado e de contas nacionais. No âmbito privado, a possibilidade de conciliar seu histórico de transações DLT com a origem dos recursos beneficia as pessoas físicas e as empresas interessadas em investir na economia tokenizada. Já no caso das contas nacionais, não só traz alternativas a posições opacas, como especialmente favorece a permanência do capital base dos investimentos em Reais no Brasil.

Nesse sentido, a previsibilidade e a clareza de regras para entrada e saída de sistemas DLT pode ajudar os empreendedores que utilizem o Brasil como plataforma para investir no ecossistema descentralizado e oferecer serviços para empresas e consumidores da economia convencional.

Finalmente, este projeto pode ser uma forma de que a iniciativa privada lidere esforços para maior integração da economia brasileira com a vanguarda do capitalismo mundial, podendo trazer como resultado maior internacionalização do Real e maior competitividade do capitalismo nacional.

..... 7 Restrições

Considerando que uma operação tendo o protótipo como modelo requer uma plena adoção tanto das regras do sistema financeiro convencional como de protocolos de redes DLT, podemos antever algumas restrições quanto a seu uso.

Clientes sem acesso ao Pix não teriam como participar diretamente do sistema. Ainda que teoricamente outras formas de transferências bancárias poderiam atender ao evento de disponibilidade de recursos em contas digitais, o modelo pressupõe que o pagamento via QR Code dinâmico é considerado um *input* de aceite por parte do usuário dos termos, responsabilidade e valor efetivo (incluindo custos e tributos) da transação. A participação deveria ser indireta caso o arranjo preveja essa possibilidade – algum participante deveria ser o responsável pelos aspectos de risco, *compliance* e regulatórios do beneficiário final.

Um aspecto importante da interoperabilidade ficaria comprometido caso o cliente venha a efetuar transações em redes anônimas (por exemplo, Monero) ou *smart contracts* que “embaralhem” endereços de origem e destino. Como a razão principal da sobreposição entre lógica de programação e termos contratuais é estabelecer o entrelaçamento de registros, estruturas que visam dificultar a continuidade de transações podem tirar um apoio importante, a interoperabilidade. Ou seja, recursos resultantes de endereços com origem em *mixers*, não podendo ser referenciados a operações no sistema de pagamentos e de câmbio perderiam a interoperabilidade em operações de entrada.

No sentido contrário, recente fenômeno de assaltos relacionados à popularização do Pix serve como alerta para o fato de que ganhos de eficiência podem ter uso desviado. Além da disponibilidade e agilidade que se assemelham ao caso do Pix, temos que considerar que a eventual popularização do uso de meios de pagamento baseados em DLT deve acompanhar um cuidado com a privacidade e segurança dos cidadãos. Considerando os recentes vazamentos de dados privados completos de milhões de brasileiros ligados a empresas de serviços financeiros, esse cuidado está longe de se aplicar exclusivamente a DLT (GARRATT; OORDT, 2019). Espera-se que a atenção ao usuário em ambos os casos contribua para maior segurança.

Para parte do público que hoje investe em ativos digitais, especialmente de primeira ordem, o registro no sistema de câmbio pode significar uma camada a mais de abstração e intermediação. Além de ineficiências, intermediação pode levar à concentração de mercado e à falta de competição. Outro possível risco de concentração de mercado pode resultar do mesmo efeito de rede que traz ganho de produtividade; uma situação em que o líder de mercado se torna virtualmente monopolista. Por essas razões, uma restrição importante: essa intermediação não pode ser nem exclusiva nem mandatória para acesso a ativos digitais.

Certamente parte do público conceberá como incoerência um projeto que veja valor na dinâmica descentralizada propor que transações de criptoativos sejam registradas no Sistema de Câmbio e executadas por meio de instituições autorizadas do sistema centralizado. Essa incoerência vamos tratar aqui, por analogia, como uma restrição do sistema. Como dito antes, tratamos aqui da regulação que existe. Disponibilizar o Sistema de Câmbio para um público mais amplo (como IPs) pode ser bem-vindo, no entanto envolve um debate que foge ao escopo atual. Do mesmo modo, argumentos contra o controle de capitais são vários (MAGUD; REINHART; ROGOFF, 2018), mas tratamos aqui de inovação, não de reforma legislativa.²⁷

.....
²⁷ Aliás, o Brasil está longe de ser o caso único no mundo com regras complexas e formadas em cenários diferentes da atual era digital.

..... 8 Conclusão

A sociedade passa por uma transformação digital. A urgência imposta pela pandemia acelerou ainda mais a mudança. De relações pessoais a debates no Supremo Tribunal Federal, a sociedade cada vez mais se organiza sobre estruturas digitais. A edição do LIFT que possibilitou esse trabalho ocorreu integralmente baseada em meios digitais de informação. Não se trata de classificar tudo o que é digital como inevitável ou ofuscar-se diante do admirável mundo novo, mas de evitar fechar os olhos para modos em que novos arranjos renovem os valores da sociedade.

No mercado financeiro muito se gasta no debate fútil a respeito da suposta sobrevalorização do preço de ativos digitais. Assim como a inflação de ativos, múltiplos impagáveis ou perda de relevância de ativos tangíveis, essa discussão chama muita atenção e entrega receios, mas interessa apenas como alocação de investimentos. Enquanto apontavam para o espantinho, parte da indústria viu efeitos de redes digitais atropelarem lojas físicas e a importância de capital ser colocada em xeque por plataformas que não têm estoque, lojas ou produto físico. A informatização do setor financeiro permite que os elementos iniciais de inteligência estejam prontos; o dinheiro programável virá, independentemente da cotação dos criptoativos.

No estudo que concluímos, tratamos da integração do sistema financeiro com redes descentralizadas globais. O gap entre dinâmicas de rede exponenciais e mudanças institucionais não tende a se fechar no curto prazo. Ficar esperando que o governo resolva esse gap não apenas é mau negócio como também injusto. Até é provável que a CBDC seja o próximo passo em um caminho que, recentemente, teve o SPB, o STR, e o Pix – mas melhor é participar desse dinamismo gerando valor, e não cobrar do regulador uma dinâmica empreendedora.

O estímulo que esperamos é que empreendedores façam pontes com essa dinâmica. Por óbvio, isso parte das regras existentes. E, hoje, controle de capital, prevenção à lavagem de dinheiro e outras normas são premissas básicas deste projeto. A transação por meio de intermediários autorizados ou registro em sistema centralizado não são incongruências: são os vínculos necessários para atender a essas premissas. Atender a essas premissas é comunicar aos processos em redes DLT os valores e os critérios de legitimidade de empreendimentos e serviços do Sistema Financeiro Brasileiro. Sem esses critérios, nem bem a inteligência da economia real serve para alavancar as redes DLT, nem o valor gerado nestas pode ser plenamente aproveitado na realidade *off-chain*.



Referências

AOUDEFF, Yann; AST, Federico; DEFFAINS, Bruno. Decentralized Justice: A Comparative Analysis of Blockchain Online Dispute Resolution Projects. **Frontiers in Blockchain**, 16 mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fbloc.2021.564551>.

ALLEN, Darcy W.E.; BERG, Chris; MARKEY-TOWLER, Brendan; NOVAK, Mikayla; POTTS, Jason. Blockchain and the evolution of institutional technologies: Implications for innovation policy. **Research Policy**, v. 49, n. 1, 2020.

ANGERIS, Guillermo; KAO, Hsien-Tang; CHIANG, Rei; NOYES, Charlie; Chitra, Tarun. An analysis of Uniswap markets. **Cryptoeconomic Systems Journal**, nov. 2019. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3602203>.

ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies**. [S./l.]: O'Reilly Media, Inc., 2014.

ARAGÃO, Marcelo A. T. **A Few Things You Wanted to Know about the Economics of CBDCs, but were Afraid to Model: a survey of what we can learn from who has done**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2021. (Working Papers Séries, n. 554).

ADRIAN, Tobias; MANCINI-GRIFFOLI, Tommaso. The Rise of Digital Money. **International Monetary Fund**, n. 1, 15 jul. 2019.

ADRIAN, Tobias; MANCINI-GRIFFOLI, Tommaso. A New Era of Digital Money. **International Monetary Fund**, jun. 2021.

ADRIAN, Tobias. Stablecoins, Central Bank Digital Currencies and Cross-Border Payments: A New Look at the International Monetary System. Remarks at the IMF-Swiss National Bank Conference, Zurich. **International Monetary Fund**, 14 maio 2019.

BERG, Chris; DAVIDSON, Sinclair; POTTS, Jason. **Understanding the Blockchain Economy: An Introduction to Institutional Cryptoeconomics**. [S./l.]: Edward Elgar Publishing, 2019. (New Horizons in Institutional and Evolutionary Economics).

BURGOS, Aldênio; Batavia, Bruno. **O Meio Circulante na Era Digital**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2018. (Trabalho para discussão).

BUTERIN, Vitalik. The Meaning of Decentralization. **Medium.com**, 6 fev. 2017a.

BUTERIN, Vitalik. **Introduction to Cryptoeconomics**. Ethereum Foundation, 2017b. 1 vídeo (1h8m52s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pKqjH1dRo>.

CONG, Lin William; LI Ye; WANG Neng. Tokenomics: Dynamic adoption and valuation. **Becker Friedman Institute for Research in Economics**, n. 49, 2018. (Working Paper).

DAVIDSON, Sinclair; DE FILIPPI, Primavera, POTTS, Jason. Disrupting governance: The new institutional economics of distributed ledger technology. **The New Institutional Economics of Distributed Ledger of Technology**, 19 jul. 2016.

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

EMMETT, Jeff. Automating Ostrom for Effective DAO Management. **Medium.com**, 23 dez. 2019.

G30. **Digital Currencies and Stablecoins: Risks, Opportunities, and Challenges Ahead**. Washington: Group of Thirty, 2020.

GARRATT, Rodney J.; OORDT, Maarten R. C. van. **Systemic Privacy as a Public Good: A Case for Electronic Cash**. [S./l.]: Bank of Canada, 2019. (Staff Working Paper/Document de travail du personnel 2019-24).

KAGEL, John H; ROTH, Alvin E. **The handbook of experimental economics**. Princeton: Princeton University Press, 2016. v. 2.

LIASKOS, Sotirios; WANG, Bo; ALIMOHAMMADI, Nahid. Blockchain Networks as Adaptive Systems. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOFTWARE ENGINEERING FOR ADAPTIVE AND SELF-MANAGING SYSTEMS, 14., 2019, Montreal. **Proceedings [...]**. Montreal: IEEE/ACM, 2019. p. 139-145.

MAGUD, Nicolás E.; REINHART, Carmen M; ROGOFF, Kenneth S. Capital Controls: Myth and Reality. **Annals of Economics and Finance**, v. 19, n. 1, p. 1-47, 2018.

MAZIERES, David. **The Stellar Consensus Protocol**: A Federated Model for Internet-level Consensus. 6 dez. 2017. Disponível em: <http://www.scs.stanford.edu/17au-cs244b/notes/scp.pdf>

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin**: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. [S./l: s./n.], 2008.

OSTROM, Elinor. **Governing the commons**: The evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

SPARROW, Robert. Killer Robots. **Journal of Applied Philosophy**, v. 24, n. 1, 2007.

SZABO, Nick. Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. **Extropy: The Journal of Transhumanist Thought**, v. 18, n. 2, 1996.

U.S. TREASURY. **President's Working Group on Financial Markets, the Federal Deposit Insurance Corporation, and the Office of the Comptroller of the Currency**. Disponível em: https://home.treasury.gov/system/files/136/StableCoinReport_Nov1_508.pdf.

von ESCHENBACH, Warren. Transparency and the Black Box Problem: Why We Do Not Trust AI. **Philosophy & Technology**, n. 34, p. 1607-1622, set. 2021.

VOSHMIGIR, Shermin; ZARGHAM, Michael. **Foundations of Cryptoeconomic Systems**. Viena: Vienna University of Economics, 2020. (Working Paper Series 1).