

LIFT *papers*

Revista do Laboratório
de Inovações Financeiras
e Tecnológicas

#5 | ABRIL 2023

LIFT Papers

Revista do Laboratório de Inovações
Financeiras e Tecnológicas

Número 5 | Abril 2023

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. 5,
(abril 2023). 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(05)

Presidente do Banco Central do Brasil

Roberto Campos Neto

Presidente da Fenasbac

Paulo Renato Tavares Stein

Comitê Executivo LIFT 2022

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

FENASBAC – Coordenação LIFT
Rodrigo Henriques

DIORF
Cesar de Oliveira Frade

DEPEP
Ricardo Schechtman

DIREC
João Paulo Resende Borges

DINOR
Matheus Rauber Coradin

Parceiros de Tecnologia – Edição 2022

(por ordem alfabética)

AWS
Cielo
Finansystech
IBM
Microsoft
Multiledgers
Oracle
R3
RTM
Veritrans

DvP Atacado

FEBRABAN

Larissa Moreira¹

Leandro Vilela²

Roberto Karpinski³

Carolina Sansão⁴

André Jardim⁵

Ivo Mósca⁶

Introdução

A Federação Brasileira de Bancos (Febraban) é a principal entidade representativa do setor bancário brasileiro. Fundada em 1967, na cidade de São Paulo, é uma associação sem fins lucrativos que tem o compromisso de fortalecer o Sistema Financeiro e suas relações com a sociedade e contribuir para o desenvolvimento econômico, social e sustentável do país.

O quadro associativo da entidade conta com 119 instituições financeiras associadas de um universo de 155 em operação no Brasil, as quais representam 98% dos ativos totais e 97% do patrimônio líquido das instituições bancárias brasileiras.

O objetivo da federação é representar seus associados em todas as esferas do governo – poderes Executivo, Legislativo e Judiciário – e entidades representativas da sociedade, para o aperfeiçoamento do sistema normativo, a melhoria continuada dos serviços e a redução dos níveis de risco. Também busca concentrar esforços que favoreçam o crescente acesso da população aos produtos e serviços financeiros.

1 larissa.santos-moreira@itau-unibanco.com.br

2 leandro.vilela@citi.com

3 roberto.karpinski@bradesco.com.br

4 carolina.sansao@febraban.org.br

5 andre.jardim@febraban.org.br

6 ivo.mosca@itau-unibanco.com.br

1 Proposta e Propósito

1.1 Propósito

Quando se fala em emissão, compensação e liquidação imediata de títulos no contexto de atacado, o cenário no Brasil ainda é complexo e suscetível a diversas falhas técnicas em elementos pontuais do sistema, como quedas de servidores de bancos, intermediários ou infraestruturas de mercado, tanto no ambiente de negociação quanto no de pós-negociação. Além disso, o mercado depende de diversos processos manuais para verificação de etapas intermediárias em fluxos de cadastro e batimentos de operações, bem como certa burocracia nos processos, existência de “duplo comando”, ou até mesmo de falhas sistêmicas suscetíveis, com risco de retrabalho operacional e potencial perda de rentabilidade dos ativos negociados.

Ativos atualmente negociados em bolsas de valores ou em mercados de balcão organizados podem ser tokenizados. O processamento de troca atômica permite que a liquidação monetária e física aconteça ao mesmo tempo, diminuindo riscos de contraparte na operação. Segundo o Boston Consulting Group (BCG) (KUMAR *et al.* [S./d.]), ativos tokenizados de classes menos líquidas, até 2030 representarão cerca de 10% do PIB mundial, o que equivale a US\$ 16,1 trilhões. Além disso, o mercado global de tokenização de ativos *on-chain* ultrapassou US\$ 2,3 bilhões em 2021 e deve atingir US\$ 5,6 bilhões até 2026.

O case realizado se propôs a ser um experimento para explorar uma entrega contra pagamento (DvP – *Delivery versus Payment*) de uma versão tokenizada de debênture contra uma representação digital experimental de *Central Bank Digital Currency* (CBDC) – na forma de reais tokenizados ou Reais Digitais, com foco no mercado de atacado (investidores institucionais), em uma rede simulada e sem a possibilidade de liquidação com a moeda fiduciária atual.

A ideia de adotar um novo mecanismo para emissão, compensação e liquidação de ativos passa pela oportunidade de utilização da CBDC como moeda para facilitação das liquidações em uma eventual nova infraestrutura de mercado no Brasil. Trata-se de quebra de paradigma interessante, uma vez que todo arcabouço vigente para liquidação de ativos no mercado financeiro e de capitais passa pelos sistemas de transferência de reservas, em um modelo centralizado e limitado por grades de horários de funcionamento.

1.2 Escopo

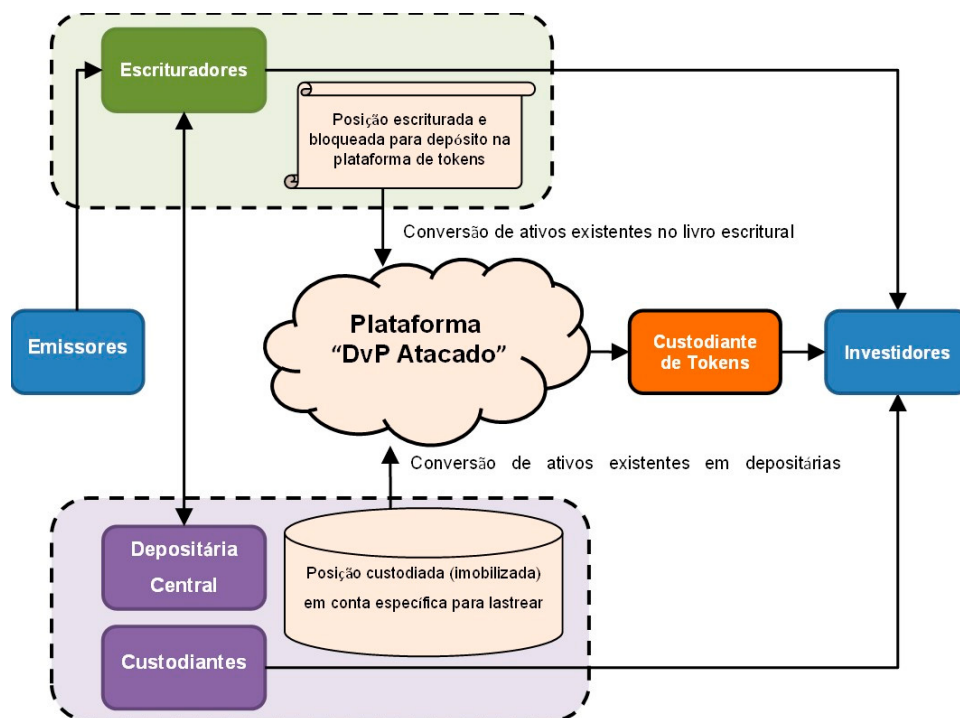
Desenvolver o protótipo funcional de um produto que pudesse ser adotado por diferentes instituições de forma a validar a hipótese de se criar um modelo de negócio. Para tanto, foram identificados os seguintes itens dentro do escopo de negócio: (i) representação digital de uma CBDC; (ii) representação digital de um ativo financeiro regulado; (iii) emissão de CBDC; (iv) entrega contra pagamento (DvP) de um ativo por CBDC; (v) participação de um banco central; (vi) participação de bancos de atacado; (vii) mapear os fluxos de negócio; (viii) representar de forma ficcional os participantes; (ix) criar uma rede privada e permissionada em que todos os participantes sejam conhecidos e autorizados a participar; (x) definir os papéis dos participantes com segregação de funções; (xi) permitir que diferentes instituições possam atuar na rede; (xii) avaliar a necessidade de atribuições ou autorizações legais, se aplicáveis; e (xiii) identificar uma governança mínima dividida em camadas e que atue nos âmbitos de modelo de negócio, produto, tecnologia e operação.

Para o escopo técnico, foram levantados os seguintes itens: (i) desenvolver um contrato inteligente (*smart contract*); (ii) desenvolver uma interface de usuário para interação com o contrato inteligente; (iii) desenvolver um protótipo funcional com tecnologia *blockchain*/DLT; (iv) desenhar uma rede com diferentes nós, um para cada participante; (v) implantar uma rede em que cada nó representa um participante diferente; e (vi) considerar o máximo de regras, normas, leis, padrões e outras definições aplicáveis para o correto funcionamento do ecossistema.

O projeto trata exclusivamente do ambiente de pós-negociação. A dinâmica dos ambientes de negociação, seja bolsa de valores, seja mercados de balcão organizados, permanece a mesma e cabe às estruturas existentes avaliar futuramente e voluntariamente a adesão à nova plataforma de negociação dos *tokens*. Em paralelo, novas estruturas de registro de negociação entre os intermediários podem ser criadas, seguindo as regras e premissas de qualquer novo ambiente de registro de negociação.

Portanto, a proposta passa por uma nova plataforma de liquidação e custódia, denominada de “DvP para Atacado”, que seria integrada às plataformas atuais de pós-negociação, permitindo não só que ativos existentes possam ser tokenizados, como também novos ativos possam ser criados exclusivamente no formato de *token*.

Figura 1. Modelo proposto de DVP para atacado



Fonte: Elaboração própria (2022).

1.3 Participantes

Os participantes fundamentais foram mapeados de acordo com o modelo de participação possível na rede de negócios: (i) Banco Central: responsável pela emissão da CBDC de acordo com o lastro em moeda fiduciária existente e transferência para cada banco

participante; (ii) Banco: pode exercer os diferentes papéis como uma mesma instituição, sendo Custodiante, Tokenizador ou mesmo um Investidor; (iii) Investidor: empresa que investiu e detém ativos financeiros; (iv) Prestador de serviço: empresa autorizada a atuar no desenvolvimento, na operação, na manutenção, na auditoria ou em qualquer outra atividade necessária.

1.4 Caso de Uso: Debêntures

A representação simplificada da debênture teve como objetivo exercitar a possibilidade de representar qualquer outro ativo financeiro e, em um segundo momento, testar a possibilidade de realizar as trocas de diferentes ativos entre si.

As debêntures são títulos representativos de dívida emitidos por empresas com o objetivo de captar recursos para diversas finalidades, como o financiamento de seus projetos. Ao adquirirem esses papéis, os investidores têm um direito de crédito sobre a companhia e recebem remuneração a partir dos juros. Esses títulos corporativos podem ser emitidos por empresas de capital aberto ou fechado e devem observar as regulações da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), além de outros dispositivos legais.

Por meio de uma demonstração navegável e funcional, o case propôs a tokenização de debêntures já emitidas e registradas no modelo atual em um livro escritural.

Além disso, a atuação do Banco Central foi representada por meio de processos simplificados e simulados. De forma reduzir a complexidade e manter a simplicidade do escopo para o protótipo, decidiu-se não tratar nesse primeiro momento o fluxo de imobilização de reservas bancárias ou a simulação de processos para análise de necessidade de liquidez ou permanência dos multiplicadores bancários. Ademais, tendo em vista a escolha da tecnologia detalhada no capítulo 3 Tecnologia Adotada, os investidores são nós Corda com o intuito de representar como seria a visão do cliente sendo independente de uma instituição financeira. Futuramente, a abordagem mais adequada seria a representação destes como contas dentro dos bancos custodiantes.

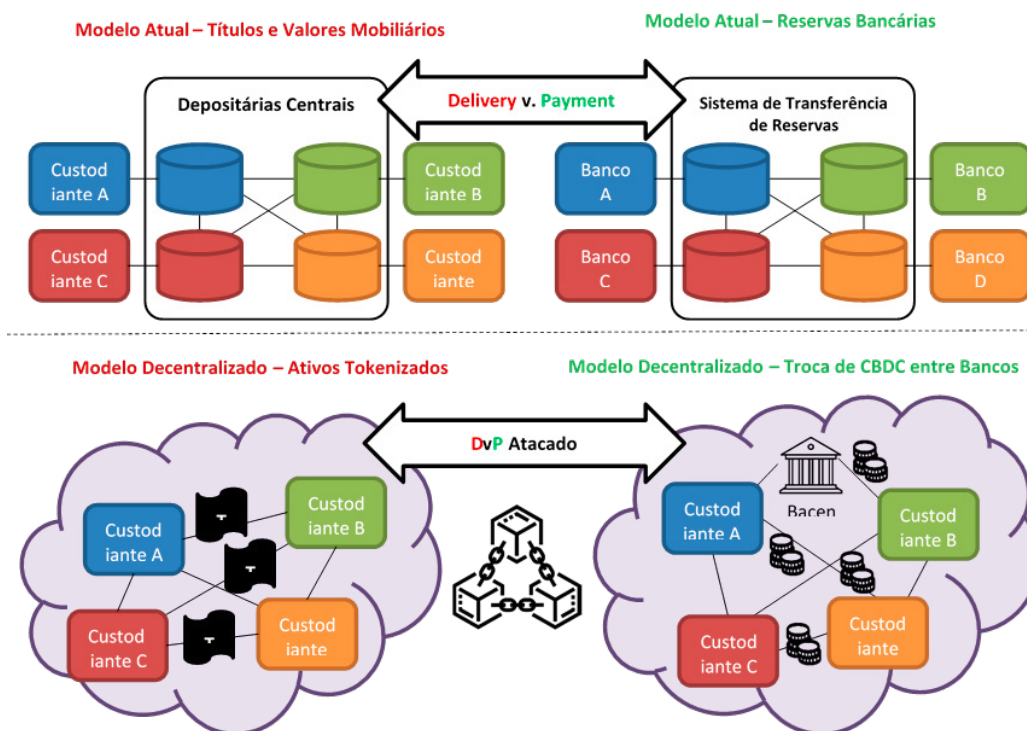
A custódia da debênture será realizada pelo beneficiário (dono) de certa quantidade de debêntures, que pode ser um banco ou um investidor. Se implementado o modelo de contas para os investidores, o investidor de uma debênture poderá, no futuro, realizar a troca de custódia para outra instituição.

Dentro da rede, o escriturador assume o papel de banco Tokenizador, pois é dele a responsabilidade de administrar e controlar a quantidade de debêntures presentes no livro escritural (*off-ledger*) e no formato tokenizado (*on-ledger*) garantindo que a quantidade de debêntures registradas não ultrapasse o valor máximo permitido. O Tokenizador de determinado conjunto de debêntures permanece com a responsabilidade de assinar todas as transações futuras envolvendo qualquer um desses *tokens*. Isso garante que o Escriturador sempre tenha uma cópia válida das informações da debênture tokenizada e possa validar e evitar qualquer manipulação das informações das debêntures tokenizadas por parte dos participantes sem sua autorização. As informações financeiras relacionadas à remuneração e à valorização serão mantidas fora do *ledger* e os dados utilizados para representar a debênture foram: código ISIN, quantidade, data de vencimento.

De forma a facilitar a compreensão do caso de uso, foi realizada uma comparação entre a forma como a liquidação é feita hoje, com o cenário que seria com o Real Digital. Essa

não é uma proposta disruptiva do mercado atual e nem de substituição da infraestrutura existente do mercado.

Figura 2. Comparativo de Modelos de DVP



Fonte: Elaboração própria (2022).

2. Abordagem Técnica

2.1 Plataforma

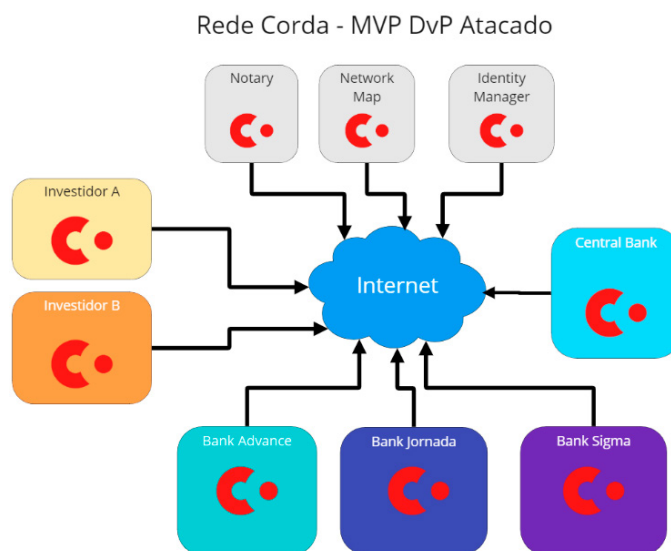
O projeto foi desenvolvido utilizando a tecnologia DLT (*Distributed Ledger Technology*) da plataforma Corda da empresa R3 na modalidade *Enterprise* versão 4.8.5. Diferente de outras tecnologias *blockchain*, a plataforma Corda não possui o conceito de blocos e nem a necessidade de realizar mineração destes.

A R3 escolhida para atuar no projeto como parceira por possuir vasta experiência com o assunto CBDC, tendo apoiado e contribuído com a produção de artigos (R3, [S./d.]) a respeito do assunto e atuado com outros bancos centrais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2019) desde 2016; pela característica e maturidade da plataforma Corda para atender o mercado financeiro regulado; pela disponibilidade de um *Sandbox* CBDC com a representação de uma CBDC de atacado, de varejo e de um ativo financeiro (*bond*) apto a ser utilizado e pela capacidade de adaptá-lo para atender às necessidades do projeto e disponibilizá-lo em um ambiente de experimentação dedicado.

3 Principais Aspectos da Arquitetura

Cada participante recebeu um nó separado para ser representado na rede: BCB, Banco Alfa, Banco Jornada, Banco Sigma, Investidor A e Investidor B. Os servidores utilizados neste projeto foram fornecidos pela R3 no ambiente de nuvem Microsoft Azure.

Figura 3. Arquitetura de Solução



Fonte: Elaboração própria (2022).

4 Sumarização dos Resultados

4.1 Principais Inovações

As principais vantagens desse modelo, quando comparado ao cenário atual no mercado brasileiro, são:

- **Não dependência de interfaces com o sistema de transferências de reserva:** a CBDC será efetivamente transacionada na nova infraestrutura e ali a transação será final, perfeita e acabada. Atualmente as infraestruturas de liquidação no mercado financeiro e de capitais necessariamente precisam de interfaces com os sistemas de transferência de reserva (Ex.: STR) para que as liquidações efetivamente sensibilizem o caixa dos bancos envolvidos nas transações.
- **Capacidade de operação em horários estendidos:** no modelo atual, as infraestruturas de mercado ficam restritas à grade principal de transferência de reservas do sistema de pagamentos brasileiro (SPB). Em contrapartida, um modelo baseado em CBDC não possui as mesmas restrições de horário, viabilizando processos 24/7 nessa nova plataforma.
- **Resiliência:** um sistema descentralizado não acumula a liquidação de transações em nós com liquidação central, como é o modelo vigente da grande maioria das infraestruturas de mercado no mundo.

- **Liquidação por meio do modelo de liquidação bruta em tempo real (LBTR):** diferente do que se tem nos modelos vigentes de LBTR para os mercados gerenciados pela Selic ou Cetip (B3), a liquidação se torna um “*true DvP*” realizado na mesma plataforma para as duas pontas, a transferência dos ativos acontece concomitantemente ao pagamento da CBDC.
- **Sem impacto em processos das tesourarias dos bancos:** a plataforma será independente do sistema de transferência de reservas. Dessa forma, as tesourarias dos bancos não são impactadas pela nova plataforma, diferentemente do que acontece para as infraestruturas existentes, para as quais os bancos liquidantes precisam prover liquidez intradiária para os processos de liquidação de ativos do mercado, restringindo os horários e os valores dos movimentos possíveis.
- **Utilização dos ativos legados:** estes poderão seguir o modelo regulatório preestabelecido pelo mercado, passando por todos os atores atuais enquanto os novos ativos, nascidos tokenizados, se enquadrarão no modelo digital, mais eficiente.

Nesse sentido, tal plataforma pode servir como alternativa relevante para os ativos que são liquidados por meio de liquidação bruta em tempo real (LBTR). Já em relação aos mercados com liquidação pelo movimento líquido (“*netting*”) mediante uma contraparte central – aqui no Brasil, o segmento representado pela BM&FBOVESPA (B3) – não é aplicável nesse primeiro momento, uma vez que a dinâmica de liquidação nesses ambientes pressupõe janelas de liquidações para apurar saldos líquidos entre participantes, bem como dinâmicas de garantias e avaliação de riscos que não são tratados no escopo, porém no futuro há oportunidade de explorar benefícios para o mercado, especialmente de derivativos. Finalmente, nada impede que no futuro a CBDC possa também ter sua utilização avaliada para liquidação nos ambientes com contraparte central.

4.2 Benefícios e Oportunidades

4.2.1 Para o Banco Central do Brasil

A solução proposta permite que o regulador se posicione na vanguarda do Sistema Financeiro Global com a nova forma de emissão da moeda soberana e otimize a observância digital dos meios de pagamento (transparência e monitoramento do sistema pelos reguladores; trilha de auditoria clara e consistente das transações financeiras; rastreabilidade de atividades ilícitas; prevenção à lavagem de dinheiro, evasão de divisas e sonegação fiscal). Além disso, permite que preserve e facilite a transmissão de sua política monetária diante das emissões de criptoativos atrelados a moedas fiduciárias. Há potencial de mitigação dos riscos inerentes à emissão, à custódia e ao transporte de cédulas e moedas, e no caso de adoção de uma rede descentralizada para a emissão do Real Digital, mitigação do risco técnico de um ponto único de falha.

No viés de integração e cooperação, há potencial de conexão do Real Digital com o Sistema de Pagamentos Brasileiros (SPB), com o Sistema de Pagamentos Instantâneos (SPI) e com as APIs do *Open Finance*, viabilizando pagamentos instantâneos (Pix) com dinheiro programável. Além disso, há possibilidade de colaboração com o *Sandbox* regulatório da CVM e eventuais iniciativas de inovação da *International Organization of Securities Commissions* (Iosco). No âmbito internacional, é possível haver cooperação com outros reguladores e entidades relevantes no mundo — como *Bank for International Settlements* (BIS), *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS), *Financial Action Task*

Force (FATF) e *Financial Stability Board* (FSB) — para facilitar transações de atacado em nível global. Por fim, é possível colaboração em iniciativas similares ou novas fases de projetos internacionais como *Helvetia*, *Inthanon-LionRock*, *mBridge Jasper*, *Ubin* e *Stella*, bem como proposição de padrões técnicos e de *APIs/payloads* para interoperabilidade entre plataformas de CBDC.

4.2.2 Para o Mercado Financeiro:

No contexto de atacado, é possível que haja estímulo à criação de instrumentos financeiros digitais, de modelos de negócio mais competitivos, com menos intermediários e à formação de um mercado de ativos global, com mais liquidez e potencial de funcionamento 24x7. Assim, investidores e emissores podem ser beneficiados com diminuição de custos (proveniente da diminuição de intermediários participantes da cadeia) e potencial aumento de liquidez nos mercados primário e secundário. Além disso, pode haver simplificação de processos como confirmações comerciais, reconciliação, gerenciamento de caixa, otimização de ativos e outros processos lógicos de negócios baseados em exceções.

Há potencial do uso de carteiras digitais para custódia de ativos e de contratos inteligentes para tokenizar ativos financeiros, colaterais de empréstimos, aprimorar a automação de processos e mitigar riscos (de contraparte, de crédito, de liquidez e operacional, entre outros). Da mesma forma, a descentralização de risco permite a realização das atividades entre diferentes participantes de forma independente.

É possível que o processamento e a reconciliação de pagamentos de *backoffice* sejam aprimorados, dentre e entre as instituições financeiras, com a eventual adoção de tecnologia de *ledger* distribuído como LMS (*Liquidity Management Solution*, ou Solução de Gestão de Liquidez) e SSS (*Securities Settlement System*, ou Sistema de Liquidação de Valores Mobiliários). O uso de contratos inteligentes pode automatizar processos de *Know Your Customer* (KYC), *Anti-Money Laundering* (AML) e *Anti-Terrorist Financing* (ATF), bem como reduzir fraudes, erros e disputas entre as instituições financeiras participantes. No caso de adoção de uma rede *blockchain* privada, há preservação da privacidade das informações entre as instituições financeiras e pode-se explorar a oportunidade de interoperabilidade do Real Digital com outras redes, centralizadas ou descentralizadas, públicas ou privadas, por meio de pontes (*bridges*) técnicas.

No âmbito do *business*, abre-se espaço para facilitação de negócios relacionados a *trade finance* e *supply chain*, bem como remessas internacionais e negociação de ativos tokenizados por investidores de outros países que também adotem CBDCs. Além disso, é possível a oferta de frações de ativos de tokenizados para investidores de varejo, tanto no mercado doméstico quanto global. Relacionado à eficiência, há potencial maior velocidade e escalabilidade em determinados cenários se comparado à eficiência de modelos centralizados, potencial melhoria do processo de *bookbuilding* e liquidação atômica (*true DvP*) que pode ocorrer 24/7.

Do ponto de vista dos investidores, há melhoria na segurança fornecida pelo registro na rede *blockchain* como fonte segura de informações (“*single truth*”). Já para emissores, potencial abertura para captação em outras frentes. Por fim, de forma geral, *oversight* regulatório sem a necessidade intermediários.

4.3 Propostas de Evolução do Modelo de Negócio

Considerando os cenários de disrupção que podem impactar o mercado de capitais, foram levantados alguns pontos. Primeiro, a redução do número de intermediários envolvidos em emissões de valores mobiliários, diminuindo os custos para emissores, custos operacionais para os *players* participantes da cadeia. Segundo, o fracionamento dos ativos permite que o valor de cada *token* possa ser definido em um nível baixo o suficiente para permitir que investidores menores entrem no mercado, atraindo, assim, mais liquidez para o mercado. Terceiro, há potencial aumento de liquidez nos mercados primário e secundário em decorrência: (i) do maior tempo disponível nas janelas de liquidação (24x7); e (ii) do potencial de expansão da base de investidores a partir do fracionamento possibilitado pela tokenização. Por fim, pode utilizar contratos inteligentes para autoexecutar o cumprimento dos termos de títulos automaticamente. Para isso, é necessária a evolução na forma de compartilhamento de documentos e informações para habilitar a “leitura” dos termos nesse novo ambiente descentralizado, por meio da definição algorítmica padronizada de fluxos de caixa em tokens e uso de uma linguagem de programação padronizada.

5 Contribuição para o Sistema Financeiro Nacional

O protótipo desenvolvido buscou entender como mitigar a incerteza jurídica enfrentada por investidores com legítimos interesses em alocação de patrimônio em ativos representados em redes DLT, uma vez que essa alocação hoje ocorre sob regulamentação precária ou à margem do Sistema Financeiro. Explorar o tema da tokenização dos ativos financeiros liquidados com uso de CBDC é vital para provocar a evolução do mercado nesse sentido.

O potencial abordado de aumento de liquidez do mercado de capitais se alinha com objetivos maiores de inclusão social. A fracionalização dos ativos aumenta a probabilidade de entrada de consumidores nos mercados de títulos e valores mobiliários. Além disso, a tokenização dos ativos financeiros permite uma interoperabilidade inicial do Sistema Financeiro Tradicional com redes DLT e amplia o acesso por meio de instituições reguladas, respaldado pela legislação, a produtos de investimento robustos e consolidados no mercado. Paralelamente, explora como desenvolver o potencial de supervisão regulatória e promove maior proteção legal aos cidadãos que tenham ativos digitais.

6 Lições Aprendidas

- **Abordagem de design da CBDC:** o *design* do caso de uso do protótipo explorado indicou que é factível e indicado manter a intermediação do sistema com as instituições financeiras para a distribuição monetária.
- **Caso de uso:** o projeto implementou uma solução com tecnologia DLT para demonstrar o uso seguro, resiliente e eficiente de liquidação pós-negociação de valores mobiliários tokenizados no protótipo desenvolvido contra Real Digital em uma rede simulada.
- **Riscos:** com o modelo explorado foi minimizada a dependência de comunicação entre as partes e eliminou-se o risco de contraparte no momento da liquidação.

- **Reportes:** uma infraestrutura de liquidação baseada em DLT, sendo o Banco Central o proprietário da rede, pode fornecer transparência e benefícios, como menor necessidade de relatórios *off chain* e simplificação de atividades operacionais.
- **Viabilidade técnica:** é possível estruturar uma rede que aceite a participação de participantes de qualquer tamanho, ou seja, participantes menores cuja volumetria ou capacidade de pessoal para participar como um nó na rede não sejam justificáveis, poderiam utilizar os recursos de um participante maior e, ainda assim, possuir sua própria identidade e dados segregados. Para isso, é vital a estruturação de uma equipe técnica dedicada para garantir e apoiar o correto funcionamento da rede e do desenvolvimento de melhorias no produto. Nesse contexto, não se faz necessário que cada participante desenvolva sua própria versão do produto de acordo com as capacidades de infraestrutura disponível em cada instituição. Assim, há racionalização do uso de recursos e o desenvolvimento se torna algo compartilhado entre todos os participantes. Essa redução de esforço e recursos não desestimula as melhorias e contribuições individuais que participantes tenham a oportunidade de fazer.
- **Viabilidade operacional:** considerando modelo de governança e entidade jurídica adequada, a rede de negócio proposta tem condições de servir ao mercado padronizando e garantindo que regras, normas e determinações vigentes sejam atendidas de forma igual a todos os participantes. Além disso, o controle de participação, por ser uma rede privada, protege a rede de interferências externas e assegura que o seu correto funcionamento ocorra de forma mais abrangente por natureza. Isso significa uma rede mais uniforme e fácil de auditar, tanto nos níveis legais como técnicos.
- **Componibilidade (Composability):** facilidade de usar e integrar o código de diferentes contratos inteligentes para representar digitalmente ativos financeiros tradicionais, permitindo que estes sejam modificados e expandidos. Além de viabilizar, com reduzido tempo de desenvolvimento, componentes padronizados e reutilizáveis, a criação de novos ativos, produtos ou serviços, permitindo a realização de transações e aplicativos descentralizados capazes de se comunicarem e trabalharem uns com os outros e de forma interoperável. Também se percebe que é possível endereçar os objetivos de negócio e atender às demandas regulatórias.

7 Próximos passos

7.1 Considerações para o piloto

O trabalho identificou melhorias para uma eventual evolução para piloto. Primeiramente, a utilização de ativos tokenizados com ISIN já emitidos *off-chain* requer orquestração entre redes separadas e distintas (*on* e *off-chain*), necessária para fornecer a garantia de liquidação atômica e evitar o gasto duplo. É necessário minimizar as dependências de comunicação entre as partes e mitigar o risco de contraparte no momento da liquidação.

Por decisão de simplificação da representação do ativo financeiro a ser tokenizado no caso de uso, não foi implementada uma regra de limite de quantidade de determinada debênture poderia ser tokenizada na rede. Entretanto, é possível implementar essa verificação considerando quantidade emitida para a respectiva série conforme registro na Anbima.

Importante explorar formas de mitigar dupla emissão, para a plataforma impedir que um mesmo ativo tokenizado esteja em custódia de mais de um investidor. Outro fator é o bloqueio de CBDCs atrelados à debênture, para explorar a capacidade de poder atrelar uma quantidade de CBDCs, como um compulsório, para determinado montante de debêntures.

Os requisitos de adoção do ecossistema devem ser estudados para entender melhor a proposta de valor do negócio e a experimentação futura deve se concentrar em refinar os requisitos de tecnologia incluindo escalabilidade e desempenho, interoperabilidade e padrões de rede e integração de participantes. Paralelamente, aprofundar a análise em torno das ações de combate à lavagem de dinheiro e financiamento do terrorismo, proteção do investidor e do consumidor, estabilidade do Sistema Financeiro e combate à manipulação do mercado.

7.2 Considerações sobre futura regulamentação

A regulamentação dos ativos tokenizados deve ser baseada no risco, com foco nas características estruturais dos ativos e, em alguns casos, em seu uso. Para fortalecer a aplicabilidade da futura regulamentação e mitigar os riscos de contágio entre as finanças tradicionais e o ecossistema de criptoativos, é importante amadurecer ferramentas para aprimorar a segurança e reduzir incertezas relacionadas a governança e regras do mercado. Caso contrário, pode-se prolongar o caminho para escalar a tokenização para casos de uso mais complexos, como para operações transfronteiriças, ou dificultar a adoção massiva da tecnologia.

7.3 Oportunidades identificadas de expansão

Há a possibilidade de se explorar a troca direta de um *token* por outro *token*, podendo eles serem de mesma natureza ou naturezas distintas. As transações *token-contratoken* podem ocorrer em um único registro ou em dois. Um contrato inteligente de troca atômica seria utilizado para coordenar a compensação e a liquidação dos *tokens* e o DvP pode ser realizado de várias maneiras. A tokenização de ambas as partes da operação, com ativos distintos, representa um arranjo totalmente novo para alcançar o DvP. Tecnicamente isso é viável e implementável, porém há a necessidade de se analisar as implicações jurídicas e regulatórias que possam direcionar, limitar ou impedir os ativos permitidos.

Por fim, novas formas de *crowdfunding* podem ser exploradas. Pode-se supor que o uso de ativos financeiros digitais pode levar a alternativas ao clássico IPO na bolsa de valores (POPOV; VERETENNIKOVA; FEDOREEV, 2022). A emissão de ativos financeiros tokenizados permitirá às empresas atrair o financiamento necessário, enquanto os investidores podem receber direitos que lhes permitam obter dividendos com a possibilidade de vendê-los no mercado secundário.

8 Demonstrativo da Solução Desenvolvida

<https://www.youtube.com/watch?v=CzgGr1bGpB0>

Referências

KUMAR, S.; SURESH, R. LIU, D.; KRONFELLNER, B.; KAUL, A. **Relevance of on-chain asset tokenization in 'crypto winter'**. [S./d.]. Disponível em: https://documents.addx.co/relevance_of_onchain_asset_tokenization_in_crypto_winter.pdf.

POPOV, E.; VERETENNIKOVA, A.; FEDOREEV, S. The Model of OTC Securities Market Transformation in the Context of Asset Tokenization. **Mathematics**, v. 10, n. 19, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/math10193441>.

R3. **White papers and market reports**. [S./d.]. Disponível em: <https://www.r3.com/reports/>.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Central Banks and Distributed Ledger Technology**: How are Central Banks Exploring Blockchain Today? Mar. 2019. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Central_Bank_Activity_in_Blockchain_DLT.pdf.