LIFT papers

REVISTA do LABORATÓRIO de INOVAÇÕES FINANCEIRAS e TECNOLÓGICAS

1ª EDIÇÃO

Fenasbac

BANCO CENTRAL DO BRASIL

LIFT Papers

Revista do Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas

Volume 1 • Número 1 • Março 2019

Editor-Chefe da Revista
André Henrique de Siqueira

Editor Adjunto da Revista
Aristides Andrade Cavalcante Neto
Rodrigo de Azevedo Henriques

Corpo Editorial da Revista
Marcus Vinicius Cursino Suares
Rafael Sarres de Almeida
Jose Deodoro de Oliveira Filho
Ricardo Fernandes Paixão

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Banco Central do Brasil

LIFT Papers / Banco Central do Brasil. Vol. 1, n. 1, (março 2019). Brasília: Banco Central do Brasil, 2019.

Semestral
Disponível em:
https://www.liftlab.com.br/docs/lift_Red.pdf.
ISSN

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 Stein

Comitê Executivo LIFT 2018
Adriana Teixeira de Toledo
Aloisio Tupinambá Gomes Neto
André Henrique de Siqueira - Coordenação
Aristides Andrade Cavalcante Neto – Coordenação
Breno Santana Lobo
Helio Fernando Siqueira Celidonio
Jose Deodoro de Oliveira Filho
Lucila Cepeda Simão Ferreira – Coordenação
Marcos de Oliveira Machado
Marcus Vinicius Cursino Suares
Paulo Ricardo da Rosa
Rafael Sarres de Almeida
Reinaldo Lívio Wielewski
Rodrigo de Azevedo Henriques – Coordenação
Tatyana de Pinho Falcão – Coordenação

Representantes dos Parceiros de Tecnologia
AWS Rodrigo Akira Hirooka
Leandro Bennaton
IBM Fabio Luis Marras
Vicente Ranieri
Leonardo Guaraldi Couto
ORACLE Gabriel Maranhão
Rodrigo Solon
MICROSOFT Ronan Damasco
João Paulo Fernandes
Cristiano Gomes

O impacto da evolução tecnológica sobre o cotidiano também alcança a economia. As possibilidades que o mundo digital propicia não podem passar despercebidas a todos nós dedicados ao sistema financeiro do futuro. Para desenvolver esse potencial e conectar problemas com soluções, o Banco Central criou o LIFT, o Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas.

Com foco no sistema financeiro, o LIFT eleva mentes criativas do patamar da ideia à concretude. Empreendedores, pesquisadores e inventores que vislumbram novos caminhos tecnológico-financeiros encontram no LIFT a chance de lapidar suas ideias.

No laboratório, a inventividade do participante completa um tripé colaborativo com a experiência do BCB e o conhecimento de provedores de tecnologia. O resultado não poderia ser outro: transformar projetos em soluções e soluções em ganhos para a sociedade.

Esta revista compila os resultados da primeira edição do LIFT. Alguns projetos estão em fase avançada de implementação, outros vêm à tona aos poucos. O leitor especializado poderá conhecê-los mais a fundo enquanto o leitor meramente curioso terá uma noção do quanto suas finanças podem mudar, para melhor. Adicionalmente, a revista apresenta algumas reflexões sobre tendências na área.

Boa leitura.

Roberto Campos Neto

2 Interoperabilidade na escrituração eletrônica de duplicatas por meio de solução em *blockchain*

Bruno B. Galli Cicconi*
Victor Morandini Stabile**

A emissão de duplicatas sob a forma escritural por meio sistemas eletrônicos geridos por entidades autorizadas demanda mecanismos de interoperabilidade para se atingir seu pleno benefício para o Sistema Financeiro Nacional. Neste trabalho, propomos uma solução utilizando DLT (*Distributed Ledger Technology*) para a conciliação dos lançamentos das diversas entidades escrituradoras de forma direta e descentralizada.

Durante o período de nossa participação no LIFT (Laboratório de Inovações Financeiras Tecnológicas), desenvolvemos um protótipo inicial dessa solução em linguagem de programação Elixir usando tecnologia OTP (Open Telecom Platform) para execução em máquina virtual de Erlang (BEAM).

.

* bruno@libercapital.com.br
** victor@libercapital.com.br

Objetivos

No dia 20 de dezembro de 2018, foi promulgada a Lei Federal nº 13.775, que dispõe sobre a atividade de escrituração de duplicatas. A lei prevê a possibilidade de que se autorize o funcionamento de uma pluralidade de entidades escrituradoras.

A adoção da "duplicata eletrônica" é um dos projetos encampados pelo Banco Central do Brasil (BCB) na execução da Agenda BC+ com o objetivo de baratear o custo do crédito e tornar o Sistema Financeiro Nacional mais eficiente, e tem sido objeto de diversas inovações regulamentares e legislativas.

A Resolução CMN nº 4.593, de 2017, criou a "duplicata ativo financeiro" e contempla a possibilidade de seu registro nas infraestruturas do mercado financeiro. A Lei nº 13.775, de 2018, permite a própria emissão da duplicata nesses ambientes (escrituração). É possível que as mesmas infraestruturas empregadas para o registro de duplicatas também possam ser utilizadas para a sua escrituração (a diferença entre o registro e a escrituração está tratada no item "A atividade de escrituração de duplicatas").

O objetivo do presente projeto é justamente fornecer esse sistema ou mecanismo, na forma de um arranjo com *blockchain* destinado ao uso de todas as registradoras e/ou escrituradoras que venham a atuar nessa atividade.

Recentemente, o BCB concedeu autorização de funcionamento ao primeiro sistema de registro de duplicatas, operado pela Central de Recebíveis S.A (Cerc), para realizar o registro de direitos creditórios representados por duplicatas mercantis e as operações a elas vinculadas (Comunicado BCB nº 32.389, de 3 de agosto de 2018). Porém, é possível que o sistema da Cerc não seja o único.

Poderá haver mais de um sistema de registro dessa modalidade de ativo, seja pelas entidades que já operam infraestruturas de registro autorizadas pelo BCB (como a B3 e a Cetip), seja por entidades novas no mercado, como a Central de Registro de Títulos e Ativos (Certa), de iniciativa da ABBC em conjunto com diversos bancos pequenos e médios, e a Central de Registro de Direitos Creditórios (CRDC), de iniciativa da Associação Comercial de São Paulo.

Qualquer dessas entidades poderá buscar a autorização para exercer tanto o registro quanto a escrituração de duplicatas, e, além dessas entidades, a Lei nº 13.755, de 2018, também dispõe sobre a criação de uma Central Nacional de Registro de Títulos e Documentos.

Além da Cerc, caso os sistemas operados por outras entidades venham a ser autorizados para o registro e/ou para a escrituração de duplicatas, será necessário um sistema ou mecanismo que permita a interoperabilidade entre esses diversos sistemas, de maneira a impedir o registro em duplicidade e permitir a consulta simultânea em todos os sistemas diferentes. O objetivo do presente projeto é justamente fornecer esse sistema ou mecanismo, na forma de um arranjo com *blockchain* destinado ao uso de todas as registradoras e/ou escrituradoras que venham a atuar nessa atividade.

Fundamentação teórica

Histórico de registro de ativos nas IMF brasileiras

A partir do início da década de 2010, começa-se a desenhar de maneira clara no Brasil um novo sistema de registros extracartorário, em um impulso vindo do setor financeiro – as chamadas infraestruturas do mercado financeiro (IMF).

O surgimento dessas infraestruturas obedeceu a uma tendência internacional, em conformidade com as diretrizes previstas nos Princípios para Infraestruturas de Mercado publicados pelo BIS e pela IOSCO. Segundo o documento:

> [...] uma IMF é definida como um sistema multilateral entre instituições participantes, incluindo o operador do sistema, empregado para os propósitos de compensação, liquidação ou registro de pagamentos, valores mobiliários, derivativos, ou outras operações financeiras. As IMFs normalmente estipulam um conjunto de procedimentos e regras comuns para todos os participantes, uma infraestrutura técnica, e um arranjo especializado de gerenciamento de risco adequado aos riscos de suas atividades.
>
> As IMFs fornecem aos participantes a compensação, liquidação e registro centralizados de operações financeiras entre eles mesmos ou entre cada um deles e um participante central, com o fim de permitir maior eficiência, e menores custos e riscos (BIS/IOSCO, 2012).

Assim, em 2011, a Lei nº 10.931, de 2004, foi alterada pela Lei nº 12.543, de 2011, que acrescentou o art. 63-A, permitindo a constituição de gravames e ônus sobre ativos financeiros e valores mobiliários em operações realizadas no âmbito do mercado de valores mobiliários e do sistema de pagamentos brasileiro, inclusive para fins de publicidade e eficácia perante terceiros, mediante registro do respectivo instrumento exclusivamente nas entidades autorizadas para este fim pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) ou pelo BCB.

O novo regime objetivava principalmente permitir o registro de contratos de derivativos (BRASIL, 2011), mas ele foi o antecedente histórico de uma série de novos desenvolvimentos que ainda estão em curso.

Em 2013, com a Lei nº 12.810, de 2013, é introduzido o conceito de depósito centralizado, que já era previsto nos regulamentos operacionais das IMF brasileiras, pois, até então, esse conceito não encontrava respaldo legal (QUEIROZ, 2014).

Convém delimitar algumas diferenças entre o **registro** e o **depósito** de um ativo financeiro.

O "registro", no sentido em que é usualmente entendido, geralmente não implica nem transferência da propriedade fiduciária nem da posse (que lhe acompanha). A escrituração pode ser feita nos livros do titular do ativo (ou de seu representante), sendo somente replicada no ambiente de registro (QUEIROZ, 2014). O registro, em sua forma pura, consiste na transcrição de informações para um repositório determinado.

Por isso, teoricamente um registrador não pode atestar a titularidade de um ativo registrado na data atual, mas somente o fato de que, na data do registro, o titular do bem declarado era tal pessoa – pois nada impede que um bem seja alienado por seu titular sem a correspondente atualização registral (CVM, 2013).

Já o "depósito", diferentemente do registro, implica a transferência da propriedade fiduciária do bem para um depositário, ou seja, opera uma transferência de titularidade, ficando o depositário na posse do ativo (e não o seu titular final).

Esse arranjo resulta em maior segurança jurídica com relação ao bem depositado, na medida em que qualquer evento que afete a titularidade do bem tem, para produzir efeitos contra terceiros, necessariamente de passar pelo depositário central, que é o local onde o ativo está. Essa transferência resulta no efeito que é chamado de "imobilização".

Portanto, em princípio, o depósito centralizado confere maior segurança ao mercado do que o registro, apesar dos custos mais elevados e da maior complexidade operacional (ANBIMA, 2016), e pode ser pré-condição para negociação dos ativos em mercado organizado.

Essas distinções entre registro e depósito são relevantes para se ponderar, como se verá a seguir, a natureza do sistema criado pela Lei nº 13.775, de 2018, que vem disciplinar a emissão de duplicata escritural.

A atividade de escrituração de duplicatas

Em 20 de dezembro de 2018, foi promulgada a Lei Federal nº 13.775, que dispõe sobre a atividade de escrituração de duplicatas.

Essa lei prevê a criação de entidades, autorizadas pela administração pública federal direta e indireta, aptas a escriturar as duplicatas emitidas sob a forma escritural (Escrituradoras). Uma pergunta que se impõe é: essa escrituração que será a atividade das Escrituradoras corresponderia ao que entendemos como registro, isto é, a mera transcrição de informações para um

determinado repositório de informações, ou é algo que se assemelha mais ao depósito?

Veja-se: até a edição dessa lei, a única forma de emissão de duplicata escritural pressupunha a escrituração da duplicata pelo seu emitente no Livro de Registro de Duplicata (art. 19 da Lei nº 5.474, de 1967). Eventual registro do ativo, feito nos termos da Resolução CMN nº 4.593, de 2017, não retiraria sua posse do emitente ou do novo titular informado no ato de registro, e poderia ocorrer alteração da titularidade do bem, após o registro, sem correspondente atualização.

Porém, com o recente advento da Lei nº 13.775, de 2018, essa escrituração do emitente passa a ser substituída pela escrituração exclusivamente nos sistemas das Escrituradoras (a não ser que a emissão seja feita na forma física). A seguir, reproduzimos os arts. 2º e 3º da lei:

> Art. 2º A duplicata de que trata a Lei nº 5.474/68 pode ser emitida sob a forma escritural, para circulação como efeito comercial, observada as disposições desta Lei.
> Art. 3º A emissão de duplicata sob a forma escritural far-se-á mediante lançamento em sistema eletrônico de escrituração gerido por quaisquer das entidades que exerçam a atividade de escrituração de duplicatas escriturais.[1]

Além da emissão, que corresponde à própria escrituração da duplicata, a essas Escrituradoras competirá escriturar os seguintes atos (art. 4º da Lei nº 13.775, de 2018):

a) apresentação, aceite, devolução e formalização da prova de pagamento;
b) controle e transferência de titularidade;
c) prática de atos cambiais sob a forma escritural, tais como endosso e aval;
d) inclusão de indicações, informações ou de declarações referentes à operação com base na qual a duplicata foi emitida ou ao próprio título;
e) inclusão de informações a respeito de ônus e gravames constituídos sobre as duplicatas.

Percebe-se que se está diante de uma atividade que é muito mais do que a mera transcrição de informações para um sistema de registro, e que tem efeitos muito semelhantes ao depósito e à custódia, mas é ainda mais abrangente porque compreende a constituição, emissão e circulação do ativo.

O certo é que, em havendo uma multiplicidade de entidades aptas a escriturar duplicatas, é imprescindível que haja mecanismos que permitam e facilitem a integração ou ao menos a interoperabilidade entre os seus sistemas, para fins de se permitir a consulta e conciliação entre os seus registros (para evitar a duplicidade de registros e permitir a consulta simultânea de informação).

1 No original: [...]*an FMI is defined as a multilateral system among participating institutions, including the operator of the system, used for the purposes of clearing, settling, or recording payments, securities, derivatives, or other financial transactions.FMIs typically establish a set of common rules and procedures for all participants, a technical infrastructure, and a specialised risk-management framework appropriate to the risks they incur. FMIs provide participants with centralised clearing, settlement, and recording of financial transactions among themselves or between each of them and a central party to allow for greater efficiency and reduced costs and risks.*

A DLT

Tradicionalmente, o problema representado pela existência de diversos registradores ou agentes de registro é resolvido mediante a criação de uma entidade central responsável por manter um registro central.[2]

Porém, vem-se ponderando a possibilidade de substituir esse agente centralizador por arranjos alternativos baseados em tecnologia de escrituração distribuída (*distributed ledger technology* ou DLT) no contexto de IMFs de maneira geral.[3,4]

Na definição dada pelo Comitê de Pagamentos e Infraestruturas de Mercado do BIS em relatório de 2017 (BIS, 2017), a tecnologia de DLT se refere aos: "processos e tecnologias correlatas que permitem que os nodos em uma rede (ou arranjo) proponham, validem e registrem, de maneira segura, mudanças de estado (ou atualizações) em um registro sincronizado que é distribuído entre os nodos da rede".

O arranjo específico de DLT pode variar em cada caso, podendo ser implementado como um **sistema**, que funciona isoladamente e de acordo seus próprios termos, ou como uma **plataforma**, que consiste de um conjunto de aplicações com fundamento em um mesmo sistema, ou ainda como uma **camada**, isto é, com o objetivo primário de permitir a interoperabilidade entre diversos arranjos.

O *blockchain* é somente uma das formas de aplicação da DLT, que tem a particularidade de registrar todo o histórico de transações, seja em forma integral ou criptografada, em blocos que são continuamente emendados aos anteriores (*ibidem*).

As Aplicações da DLT e as atividades das IMF brasileiras

A aplicação mais óbvia da DLT é a manutenção de registros (*record keeping*) – isto é, a transcrição e o compartilhamento de informações propriamente ditos –, mas não é a única.

Segundo o relatório do BIS de 2017, a tecnologia pode também permitir: i) a própria transferência de ativos ou atualização de saldos; ou ii) o uso de ferramentas de automação/*smart contracts*.

Essas funcionalidades potenciais da tecnologia têm evidente relação com as atividades hoje desempenhadas pelas IMF e demonstram grande potencial para substituí-las (ou, pelo menos, alterar seu formato), desde o registro propriamente

2 Em muitos mercados, as IMFs são encarregadas por seus participantes pela atualização e preservação da integridade de um registro (*ledger*) central e, em alguns casos, por gerenciar certos riscos que afetam os participantes. No original: *"In many markets, financial market infrastructures (FMIs) are entrusted by their participants with updating and preserving the integrity of a central ledger and, in some cases, managing certain risks on behalf of participants"* (BIS, 2017).

3 "No contexto de liquidação, compensação e pagamento, a DLT permite que entidades, por intermédio de protocolos e procedimentos definidos, realizem transações sem necessariamente depender de uma autoridade central encarregada de manter uma única "cópia dourada" dos registros." *In the context of payment, clearing, and settlement, DLT enables entities, through the use of established procedures and protocols, to carry out transactions without necessarily relying on a central authority to maintain a single "golden copy" of the ledger.* (BIS, 2017)

4 "[...] *Financial Markets are currently intermediated by Financial Market Infrastructures (FMIs) or Financial Market Utilities (FMUs). These infrastructures exist with the express purpose of providing shared processes that are explicitly designed to reduce cost and various types of operational complexity and risk.This is the first of a series of posts where we outline a vision of a "Distributed FMI" (dFMI), a vision that goes beyond the narrow, technology-centric goals of operational efficiency improvements that are found in many DLT initiatives.dFMI is a multi-disciplinary construct that combines distributed protocols and cryptography with economic mechanism design to re-imagine how the functions performed by FMIs today can be replaced with infrastructure that is not concentrated in FMI intermediaries. Rather, the power is with the participating members/users of the infrastructure, effectively returning to the mutualized ownership structures that were prevalent as recently as 30 years ago. dFMI will help contribute to a financial system that is more resilient, competitive and anti-fragile."* (RAM, 2018)

dito (entendido, em sentido puro, como mera transcrição de informações) até um arranjo dentro do qual aconteça a própria emissão dos ativos ou transferência de titularidade, com efeitos análogos aos lançamentos dentro de um sistema de depósito central.

Nos últimos anos, a DLT tem sido objeto de estudo e experimentação com relação a diversos outros usos além do Bitcoin, sendo a escrituração de ativos financeiros uma aplicação óbvia. Por se tratar de uma tecnologia nova, os bancos centrais e outros agentes de mercado estão estudando atenta e cautelosamente as suas aplicações, que, em princípio, parecem muito promissoras. O próprio BCB já publicou estudo que trata da DLT (BCB, 2017).

Visão geral do produto

O presente projeto visa ir além do modelo **centralizado** e propor, em seu lugar, um modelo **distribuído** para conciliação de lançamentos entre os participantes do arranjo de escrituração. (Figura 1)

Os recentes avanços na tecnologia de *blockchain*, assim como técnicas já consolidadas há duas décadas no campo de sistemas distribuídos, permitem contemplar arranjos que não necessariamente dependem de uma entidade central responsável pela manutenção de um repositório comum a vários participantes, ou responsável pela coordenação das constantes trocas de informação entre as Escrituradoras.

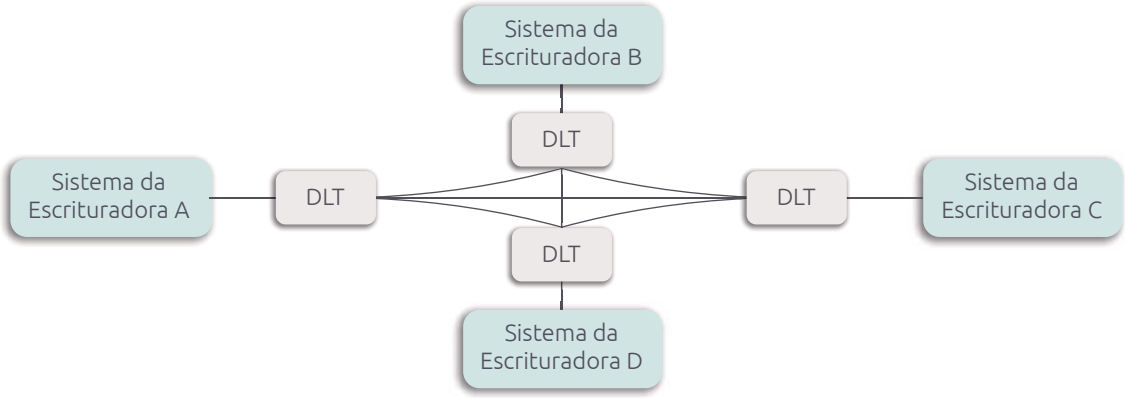
Em seu lugar, seriam possíveis arranjos em que trocas, armazenamento e validação de informações ocorreriam direta e simultaneamente entre as Escrituradoras, dotando as transações de celeridade sem prejuízo de sua segurança.

A ordem temporal e a consistência dos registros podem ser garantidas por meio dos chamados algoritmos de consenso, para que todos os participantes concordem em relação ao estado de um banco de dados único e constantemente atualizado.

Os algoritmos de consenso adotados não são os mesmos do *Bitcoin*, cujo algoritmo de consenso se baseia na chamada "Prova de Trabalho".

A aplicação aqui proposta consiste de uma rede privada, na qual todos os participantes são conhecidos e em número moderado (até dez participantes). Essas características permitiriam o uso de algoritmos de consenso muito mais velozes, eficientes do ponto de vista computacional e capazes de atingir consenso definitivo, como o *Practical Byzantine Fault Tolerance* (PBFT).

Figura 1 – Interoperabilidade entre Escrituradoras por meio de DLT



O projeto proposto é uma *blockchain* destinada a facilitar o intercâmbio de dados e a conciliação dos registros das entidades Escrituradoras de duplicatas, incluindo os lançamentos de diversas operações escrituradas nessas entidades, tais como a emissão, a transferência de titularidade etc.

O protótipo em si corresponde a um conjunto de procedimentos, protocolo-padrão e *software* de referência com vistas à criação de uma *blockchain* de duplicatas, e pode ser usado tanto para fins meramente auxiliares de troca de informações entre todos os participantes e produção do registro de suas interações quanto – e esta seria sua aplicação mais interessante – como meio de validação prévia adotado pelos participantes antes de lançar qualquer operação em seus próprios livros, visando impedir os registros em publicidade.

O protótipo se divide em três módulos (módulo *Blockchain*, módulo P2P e módulo API), que serão mais bem definidos na seção "Escopo do Produto".

Casos de uso

Emissão de duplicata

Uma Escrituradora insere na cadeia uma solicitação de registro de emissão de um determinado título, individualizado com base nas informações de que dispõe.

O titular padrão é o emissor da nota fiscal, devendo ser exigida, pela Escrituradora, comprovação documental da transmissão do título caso o titular seja um terceiro.

O registro somente é concluído após validação dos demais integrantes da cadeia assegurando a não existência de registro prévio do mesmo título ou outro impedimento.

Registro de transferência de titularidade de duplicata (endosso escritural)

Uma Escrituradora insere na cadeia um registro de transferência de titularidade da duplicata, total ou parcial, o qual é efetuado após a validação dos demais participantes.

Entende-se por transferência parcial a cessão do direito creditório de fração do valor nominal da duplicata.

Registro de gravame

O lançamento de ônus e gravames dos títulos (por exemplo, cessão fiduciária, penhor) segue rito semelhante às demais operações, partindo de uma Escrituradora, que se obriga a manter e disponibilizar acesso ao lastro documental.

Integração de nova Escrituradora

A integração de uma nova Escrituradora ocorre mediante adoção do mesmo *software* de referência que implementa os mesmos protocolos de comunicação e consenso e atribuição de chaves por associação mantenedora do sistema.

Escopo do protótipo

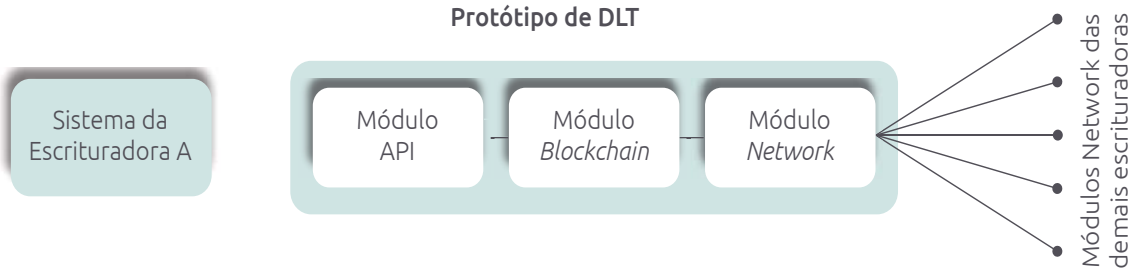
O protótipo construído durante a fase de incubação do LIFT implementa parcialmente os três principais módulos para o funcionamento do sistema. Cada módulo corresponde a uma aplicação dentro de um projeto guarda-chuva, desenvolvido na linguagem Elixir para execução em Beam (máquina virtual do Erlang) usando o conjunto de *middlewares*, bibliotecas e ferramentas do OTP (*Open Telecom Platform*).

Esse conjunto de tecnologias foi escolhido pelos seguintes requerimentos do sistema: alta disponibilidade, tolerância a falhas, uso intensivo de entradas e saídas (I/O bound), comunicação em tempo real não crítico, processamento simultâneo de mensagens e escalabilidade.

Na figura 2, são detalhadas as três aplicações desenvolvidas, assim como suas limitações, que deverão ser tratadas para utilização em ambiente de produção.

Em relação à cadeia de blocos, ficou pendente o armazenamento dos dados em disco, que atualmente é feito apenas em memória; a construção de índices para busca eficiente dos dados já armazenados; o porte do algoritmo de consenso PBFT (*Practical Byzantine Fault Tolerance*) para a linguagem Elixir; e a lida com a entrada de um novo participante, enviando dados históricos de forma paralela aos demais participantes.

Figura 2 – Módulos do protótipo



Módulo *Blockchain*

Nesse módulo, são definidas as estruturas de dados básicas da DLT, como blocos e cadeia de blocos, assim como suas lógicas de negócio. Cada bloco contém um índice numérico incremental, um *hash* do bloco anterior, um carimbo do tempo, um campo para dados genéricos e um *hash* de todos os dados anteriores, além de implementar as lógicas de geração e validação dos *hashes*.

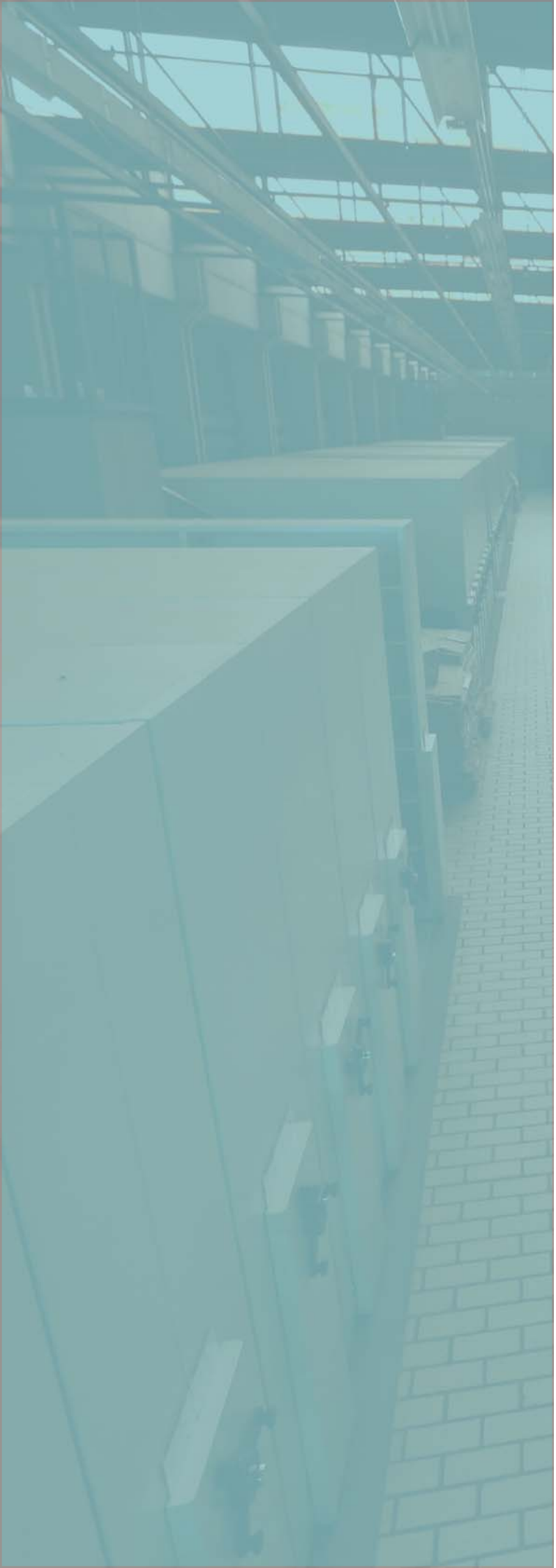
A cadeia de blocos é responsável por validar, conciliar e armazenar os dados dos blocos, além de expor alguns métodos para consulta desses dados.

Em relação aos blocos, ficou pendente a implementação de um *layout* padrão para seus dados, assim como a lógica de validação desse *layout*.

Módulo P2P

Esse módulo implementa um servidor ponto a ponto (P2P) para que cada participante do arranjo se conecte e troque mensagens entre si de forma segura por meio de protocolo TLS usando certificados digitais emitidos por uma determinada autoridade certificadora. Ele também define os tipos e *layout* JSON de mensagens trocadas entre os participantes e encaminha as mensagens recebidas para processamento pelo módulo *Blockchain*.

Ficou pendente a implementação das mensagens necessárias para o funcionamento do algoritmo de consenso PBFT e para consultas de dados entre os participantes. Também ainda não foi implementado um mecanismo para revogação de certificados.



Módulo API

Esse módulo permite a integração entre o sistema de registro ou escrituração próprio de cada participante com o módulo *Blockchain*, que, por sua vez, utiliza o módulo P2P para conciliação com os demais. Ele implementa um servidor HTTP com diversas rotas em arquitetura REST (*Representational State Transfer*). Foram implementadas algumas rotas para escrita e consulta simples de dados. Ficou pendente a implementação de consultas avançadas.

Características Inovadoras

A arquitetura descentralizada da DLT também torna o sistema como um todo mais resiliente a falhas e com maior disponibilidade. O fato de que os registros são imutáveis e mantidos com redundância por instituições independentes facilita e torna qualquer auditoria mais confiável.

Além disso, a adoção de uma estrutura distribuída de escrituração e registro poderia potencialmente:

a) remover a necessidade de um intermediário responsável pelo acréscimo de custos (depositário central);
b) propiciar condições para a "imobilização" dos ativos escriturados, mesmo que não depositados;
c) aumentar a disponibilidade do sistema ao evitar um único ponto de falha; e
d) implicar maior auditabilidade, com registros imutáveis e mantidos com redundância por todos os participantes.

Contribuição para o SFN

O mecanismo baseado em DLT apresentado neste trabalho traz uma série de vantagens ao SFN em relação a outras abordagens de interoperabilidade mais centralizadas.

A utilização de um único *software* de referência para integração com todos os demais participantes do arranjo, como o aqui proposto, reduz custos e o esforço operacional para a entrada de novos participantes. Essa redução de custo e maior concorrência entre entidades escrituradoras tendem a reduzir os preços para usuários finais, assim como aumentar a qualidade do serviço.

A interoperabilidade entre Escrituradoras de duplicatas tornaria mais seguras as operações financeiras envolvendo esses ativos, reduzindo, assim, o custo de crédito e tornando o SFN.

Restrições

Mais desenvolvimentos necessários

Entre as restrições para o funcionamento do protótipo, pode-se apontar o seu próprio estágio inicial, demandando um significativo esforço para que todas as funcionalidades essenciais sejam desenvolvidas.

Além do desenvolvimento mais avançado de funcionalidades, e paralelamente a ele, deve ser empreendida uma análise mais aprofundada do projeto no âmbito teórico em vista de trabalhos canônicos que dizem respeito ao assunto, como o relatório do BIS de fevereiro de 2017 (*Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement – an analytical framework*) (BIS, 2017) e o *whitepaper* desenvolvido pelos servidores do BCB em agosto de 2017 (BCB, 2017), que foram mencionados somente tangencialmente no documento.

Regulador e participantes do mercado

Outras duas restrições relevantes são a aprovação do regulador e a adesão dos participantes do mercado.

A aprovação do regulador (BCB) depende da resposta satisfatória às questões-chave delineadas nos documentos mencionados no primeiro parágrafo acima (BIS, 2017; BCB, 2017), das edições regulamentares correspondentes e da análise da conformidade do protótipo às preocupações próprias do regulador.

A adesão dos participantes do mercado, alguns dos quais podem ser aqueles nomeados na primeira seção do documento (Objetivos), depende, em primeiro lugar, de sua percepção de que as necessidades suas e do sistema financeiro de maneira geral são atendidas pela solução, incluindo a conformidade de seus sistemas (e eventuais necessidades de adaptação) ao formato de interoperabilidade por meio de *blockchain*.

Além disso, a existência de um arranjo de DLT não substitui a necessidade de governança por meios externos ao sistema, e provavelmente seria necessário constituir uma associação com os participantes do sistema e eventualmente do próprio regulador, com seus atos constitutivos próprios e mecanismos de governança. Esse arranjo de governança precisaria ser objeto de uma discussão própria e foge ao escopo do protótipo em si.

Uma forma de avançar com relação a essas restrições seria justamente a criação, ainda que por meios informais, de um grupo de discussões ou de trabalho sob a

coordenação ou pelo menos os auspícios do regulador com o objetivo de avaliar a adequação do protótipo às necessidades de todos os envolvidos.

Privacidade

Não tratamos, também, especificamente do tema da privacidade dos titulares de quaisquer dados envolvidos no sistema, que é um problema bastante apontado em sistemas que utilizam a tecnologia DLT. Esse tema exigiria um esforço adicional que não tivemos a oportunidade de empreender neste trabalho.

Conclusão

O protótipo se propõe a atender à necessidade criada pela Lei Federal nº 13.775, de 2018: a existência de um número múltiplo de Escrituradoras, sem um mecanismo pré-definido que lhes permita compartilhar seus registros.

O mecanismo sugerido é um sistema, baseado em DLT, que permitiria às Escrituradoras o intercâmbio de informações necessárias para que elas pudessem, a um só tempo, fornecer aos agentes interessados um mecanismo de consulta, conciliar informações e validar as operações efetuadas previamente à sua conclusão, com todos os potenciais benefícios que a DLT pode apresentar com relação aos formatos tradicionais de IMF.

A implementação e o maior desenvolvimento funcional desse protótipo dependem, como apontado no capítulo das Restrições, da percepção pelos agentes de mercado (de que o sistema poderá atender suas necessidades) e pelo regulador (de que o sistema atende adequadamente aos imperativos que lhe dirigem a ação).

Este é um trabalho para o qual a participação de todos os potenciais envolvidos seria essencial para seu sucesso.

Referências

ANBIMA. Estudo sobre Registro, Depósito e Constituição de Ônus e Gravames. 2016. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pom/spb/seminarios/2016_Dez_ForumSPB/ %C3%94nus%20e%20Gravames_Anbima.pdf. Acesso em:

BCB. Distributed ledger technical research in central bank of Brazil – positioning report. 2017. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/htms/public/microcredito/Distributed_ ledger_technical_research_in_Central_Bank_of_Brazil.pdf. Acesso em:

BIS. Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement an analytical framework. 2017. Disponível em: https://www.bis.org/cpmi/publ/d157.pdf. Acesso em:

BIS/IOSCO. Principles for financial market infrastructures. Committee on Payment and Settlement Systems, Technical Committee of the Internacional Organization of Securities Commissions, 2012.

BRASIL. Exposição de Motivos No 00107/2011 - MF. 2011. Disponível em: http:// www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Exm/EM-107-MF-Mpv539.htm. Acesso em:

CVM. Edital de Audiência Pública SDM nº 6/2013. 2013. Disponível em: http://www.cvm.gov.br/export/sites/cvm/audiencias_publicas/ap_sdm/anexos/2013/ sdm0613-edital.pdf. Acesso em:

QUEIROZ, C. G. A Alienação/Cessão Fiduciária em Operações de Derivativos.

Tese (Doutorado) — São Paulo, Insper, 2014. Disponível em: http:

//dspace.insper.edu.br/xmlui/bitstream/handle/11224/1239/Caroline%20Guazzelli%20Queiroz_Trabalho.pdf?sequence=1. Acesso em:

RAM, R. Distributed Financial Market Infrastructure and the Disintermediation of Digital Assets. 2018. CLEARMATICS. Disponível em: https://medium.com/clearmatics/ dfmi-and-the-disintermediation-of-digital-assets-6be7a5551870. Acesso em: