

CADERNOS IFD

Infraestruturas de mercado financeiro e DLT/Blockchain

Volume 7

Experiências internacionais

Instituto de Finanças Digitais (IFD)

2026

Cadernos IFD — Infraestruturas de mercado financeiro e DLT/Blockchain

Volume 7 — Experiências internacionais

Instituto de Finanças Digitais (IFD)

2026

Coordenador Geral: Ricardo Paixão

Coordenadores Técnicos: Isac Costa, Maria Julia Person Argollo e Rodrigo de Abreu Pinto

Pesquisadores: Eduarda Caldas, Gabriel Barenco, Geovana Soares, Guilherme Melchior, João Felipe Bezerra Assis, Jorge Aragão, Lucas Caminha, Marcelo Vaz de Oliveira Júnior, Pedro de Menezes Carvalho, Tarcísio de Souza Neto, Tarik Machado

As análises e opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem a posição oficial da Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

Sobre o IFD

O Instituto de Finanças Digitais (IFD) é pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, qualificada como Instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICT) nos termos da Lei nº 10.973/2004. Sua missão institucional consiste em formar pesquisadores e desenvolver estudos voltados ao avanço tecnológico do mercado financeiro e de capitais brasileiro.

No âmbito do Acordo de Cooperação Técnica celebrado com a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) em outubro de 2023, o IFD coordena pesquisas e estudos sobre o arcabouço regulatório do mercado de capitais, com o propósito de contribuir para o fomento da inovação tecnológica e de oferecer subsídios técnicos ao regulador em eventuais processos de atualização normativa.

As atividades de pesquisa que deram origem a esta série contam com o apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), responsável pela concessão de bolsas a jovens pesquisadores.

Apresentação da série

A série *Cadernos IFD — Infraestruturas de mercado financeiro e DLT/Blockchain* reúne, em volumes independentes, os resultados da pesquisa conduzida pelo Instituto de Finanças Digitais (IFD) no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica firmado com a Comissão de Valores Mobiliários (CVM) em outubro de 2023.

A pesquisa examinou, de forma exploratória e sistemática, a interação entre o uso de tecnologias de registro distribuído (*Distributed Ledger Technology*, DLT) e o arcabouço normativo aplicável aos prestadores de serviços do mercado de capitais brasileiro, com atenção às implicações regulatórias decorrentes da adoção dessas tecnologias. O trabalho articulou o exame dos fundamentos tecnológicos da DLT, o mapeamento das normas vigentes aplicáveis às infraestruturas de mercado financeiro e aos serviços correlatos, a avaliação das práticas dos participantes do mercado brasileiro, o estudo de experiências internacionais e a análise de recomendações de organismos multilaterais.

O objetivo central foi identificar em que medida o regime regulatório vigente acomoda o uso de DLT por prestadores de serviços do mercado de capitais e onde eventuais ajustes normativos se mostram necessários, de modo a preservar a integridade das transações, a proteção dos investidores e o funcionamento adequado das infraestruturas de mercado.

O relatório final, organizado em onze capítulos, é publicado nesta série como nove cadernos independentes. Os oito primeiros capítulos correspondem a um caderno cada. Os três capítulos finais, dedicados às oportunidades e aos riscos, às propostas de adaptação normativa e às conclusões, reúnem-se em um caderno consolidado, o mais substantivo da série:

1. Introdução
2. Infraestruturas de Mercado Financeiro: Funções e Regulação

3. Regulação da CVM sobre IMFs e serviços correlatos
4. Mercados organizados e intermediação
5. Tecnologias de Registro Distribuído (DLT) e IMFs
6. Visão dos prestadores de serviços no Brasil
7. Experiências internacionais
8. Diretrizes de organismos multilaterais
9. Mapeamento de Riscos e Oportunidades para a Regulação

Cada caderno reproduz na íntegra o conteúdo correspondente do relatório. As adaptações limitam-se a ajustes editoriais destinados à leitura autônoma do volume, ao realinhamento da numeração das seções e das notas de rodapé e ao acréscimo de elementos visuais derivados do próprio texto.

Este caderno corresponde ao Capítulo 7 do relatório e trata das experiências internacionais de uso de DLT em infraestruturas de mercado, de Singapura à União Europeia, com as lições regulatórias pertinentes ao Brasil.

Sumário

Sobre o IFD	2
Apresentação da série	3
Sumário	5
Tópicos deste caderno	8
1. Metodologia.....	1
1.1. Estágio de maturidade	3
1.2. Disponibilidade de evidência empírica.....	4
1.3. Categorização (tipos de iniciativa).....	6
1.4. Critérios de comparação	7
1.5. Matriz de Experiências Internacionais	10
2. Singapura – Project Guardian.....	11
3. Alemanha – Clearstream / D7 Platform	20
4. Suíça – SIX Digital Exchange e BX Digital	31
4.1. Duas infraestruturas, duas vias regulatórias.....	33
4.2. Reforma legislativa como estratégia regulatória.....	35
4.3. Participantes e governança.....	37
4.4. <i>Project Helvetia</i> e a liquidação em moeda de banco central	38
4.5. Reconsolidação e a lição da fragmentação de liquidez	41
4.6. Relevância para o regulador brasileiro.....	42
5. Estados Unidos	43
6. Austrália – ASX DLT Project.....	50
7. Hong Kong – Project Ensemble	59

8.	Israel – Iniciativas DLT da Tel Aviv Stock Exchange.....	72
9.	África do Sul – Project Khokha.....	83
10.	União Europeia	89
10.1.	Arquitetura do regime e categorias de infraestrutura	90
10.2.	O mecanismo de isenções e medidas compensatórias.....	91
10.3.	Barreiras estruturais identificadas pela ESMA	94
10.4.	O <i>position paper</i> AMF-Consob e a pressão por convergência	96
10.5.	O Market Integration and Supervision Package.....	97
10.6.	O Regulamento de Finalidade de Liquidação e as infraestruturas DLT	99
10.7.	Os projetos Pontes e Appia do Eurosistema.....	101
10.8.	A Euroclear D-FMI como infraestrutura paralela.....	103
10.9.	Competição regulatória e a carta aberta de fevereiro de 2026	105
10.10.	O <i>Digital Securities Sandbox</i> britânico como modelo comparativo	107
10.11.	Lições regulatórias para o Brasil.....	109
11.	Síntese.....	110
11.1.	Estratégias regulatórias.....	110
11.2.	Liquidação em moeda soberana.....	112
11.3.	Fragmentação de liquidez e os limites da negociação em DLT ..	114
11.4.	Governança, concentração e gradualismo	115
11.5.	Finalidade de liquidação e segurança jurídica	116
11.6.	Implicações macroeconômicas da tokenização	118
11.7.	Matriz comparativa consolidada.....	119

11.8.	Lições para o regulador brasileiro.....	121
12.	Resumo.....	125

Tópicos deste caderno

Este caderno examina experiências internacionais de uso de tecnologia de registro distribuído (*distributed ledger technology*, DLT) em infraestruturas de mercado financeiro e em ambientes regulatórios voltados à negociação, ao registro e à liquidação de ativos financeiros. A partir de uma seleção dirigida de casos, classificados por estágio de maturidade, por disponibilidade de evidência empírica e por tipo de iniciativa, percorrem-se nove jurisdições, a saber, Singapura, Alemanha, Suíça, Estados Unidos, Austrália, Hong Kong, Israel, África do Sul e União Europeia, à luz de seis critérios comparativos comuns.

A análise de cada jurisdição contempla a autoridade reguladora, o tipo de infraestrutura, o escopo funcional, os ajustes regulatórios adotados, a estrutura de governança e os resultados observados. O percurso vai das reformas legislativas permanentes, como a eWpG alemã e a DLT Act suíça, à experimentação dentro do arcabouço vigente, por meio de *sandboxes*, de *no-action letters* e de doutrina regulatória por circulares, até o regime-piloto supranacional da União Europeia. Ao final, o caderno reúne as lições regulatórias pertinentes ao debate brasileiro sobre a revisão da Resolução CVM nº 135, o desenho do Drex e a adaptação das normas de depósito centralizado, custódia e escrituração a ambientes baseados em DLT.

Este capítulo examina experiências internacionais relacionadas ao uso de DLT em infraestruturas de mercado financeiro e em ambientes regulatórios destinados à negociação, registro ou liquidação de ativos financeiros. O objetivo central da análise consiste em identificar como diferentes jurisdições têm estruturado iniciativas institucionais e ajustes regulatórios voltados à incorporação dessas tecnologias no funcionamento dos mercados de capitais, bem como extrair lições relevantes para a evolução do debate regulatório.

Para esse fim, foram selecionadas iniciativas que apresentam grau mínimo de maturidade institucional e evidência empírica documentada, de modo a permitir a análise de experiências concretas de implementação ou experimentação regulatória. A investigação concentrou-se em projetos conduzidos por reguladores financeiros, bancos centrais ou operadores de infraestruturas de mercado, distribuídos em diferentes jurisdições e modelos institucionais.

A análise foi estruturada a partir de um conjunto padronizado de critérios comparativos, que incluem a identificação da jurisdição e da autoridade reguladora envolvida, o tipo de infraestrutura de mercado analisada, o escopo funcional do projeto, os ajustes regulatórios adotados para viabilizar a iniciativa, a estrutura de governança e participação institucional, bem como os resultados observados e as principais lições regulatórias extraídas de cada experiência. Essa abordagem busca permitir uma leitura comparativa das iniciativas internacionais, evidenciando padrões institucionais e estratégias regulatórias adotadas na incorporação de DLT em mercados financeiros.

1. Metodologia

A matriz de experiências internacionais apresentada na tabela ao final desta seção foi construída a partir de uma estratégia de seleção dirigida de

casos¹ voltada a identificar iniciativas relevantes de aplicação de DLT em infraestruturas de mercado financeiro ou mercados organizados de negociação de valores mobiliários.

A metodologia adotada buscou equilibrar dois objetivos: (i) assegurar representatividade geográfica e institucional das principais jurisdições que vêm conduzindo experimentos ou reformas regulatórias nesse campo e (ii) restringir a amostra a iniciativas que apresentem grau mínimo de maturidade institucional e disponibilidade de evidências empíricas, de modo a permitir a extração de lições regulatórias comparáveis.

O primeiro passo consistiu na identificação preliminar de iniciativas internacionais associadas ao uso de DLT em mercados de capitais, por meio de revisão de documentos institucionais de reguladores financeiros, relatórios de organismos internacionais (como BIS, IOSCO e FMI), publicações de infraestruturas de mercado e literatura acadêmica especializada.

A partir desse levantamento inicial, foram selecionadas apenas aquelas iniciativas que atendiam a pelo menos dois critérios cumulativos: (i) existência de um projeto institucional formalmente anunciado ou implementado, conduzido por autoridades públicas, infraestruturas de mercado ou consórcios

¹ A seleção dirigida de casos (*purposive case selection* ou *purposeful sampling*) constitui uma estratégia metodológica amplamente utilizada em pesquisas qualitativas e comparativas, especialmente quando o objetivo do estudo não é obter representatividade estatística da população, mas sim analisar casos informacionalmente relevantes para o fenômeno investigado. Nessa abordagem, os casos são selecionados de forma deliberada pelo pesquisador com base em critérios teóricos ou empíricos – como relevância institucional, disponibilidade de dados ou capacidade de ilustrar variações importantes do fenômeno – permitindo explorar em profundidade contextos particularmente informativos. A literatura metodológica enfatiza que esse tipo de seleção é especialmente apropriado quando o número de casos relevantes é limitado ou quando se pretende examinar experiências institucionais comparáveis que possam gerar inferências analíticas ou lições regulatórias, ainda que não permitam generalizações estatísticas. Em tais contextos, o foco da pesquisa desloca-se da representatividade da amostra para a identificação de “*information-rich cases*”, isto é, casos capazes de oferecer evidências substantivas sobre o objeto de estudo e permitir comparações significativas entre diferentes contextos institucionais. Cf. YIN, Robert K. *Case study research and applications: design and methods*. 6. ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.; PATTON, Michael Quinn. *Qualitative research and evaluation methods*. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 2002.

financeiros relevantes; e (ii) disponibilidade mínima de informações públicas sobre objetivos, arquitetura institucional ou resultados observados, seja em relatórios técnicos, documentos regulatórios ou análises de mercado.

Jurisdições nas quais foram identificadas apenas iniciativas exploratórias de natureza conceitual, projetos ainda não anunciados formalmente ou experiências com escassa documentação pública foram excluídas da matriz, por não permitirem análise comparativa consistente.

1.1. Estágio de maturidade

A classificação do **estágio de maturidade** dos projetos foi realizada a partir de um conjunto de indicadores qualitativos relacionados ao grau de desenvolvimento institucional da iniciativa. Foram considerados três níveis principais.

Projetos classificados como **iniciais** correspondem a iniciativas em fase de concepção institucional, consulta pública ou implementação de regimes experimentais ainda recentemente instituídos, entendendo-se como tais aqueles lançados ou formalmente anunciados nos últimos dois a três anos, ou que ainda se encontram em estágio regulatório preliminar, como sandboxes ou regimes piloto cuja participação institucional e parâmetros operacionais ainda estão em definição.

Nesses casos, em regra, não há evidência de operações de mercado efetivas, tampouco de emissões ou negociações sistemáticas de ativos baseados em DLT, limitando-se a documentação disponível a documentos regulatórios, relatórios institucionais ou descrições conceituais da arquitetura proposta.

Projetos classificados como **intermediários** ou **médios** referem-se a pilotos institucionais ou plataformas em fase de testes operacionais, nos quais já existem transações experimentais documentadas, participação de instituições financeiras ou realização de provas de conceito envolvendo ativos tokenizados ou infraestruturas de liquidação baseadas em DLT.

Nesses casos, entretanto, a adoção pelo mercado permanece restrita, seja porque a participação institucional está limitada a um número reduzido de participantes selecionados, seja porque o ambiente permanece confinado a pilotos ou programas experimentais, sem disponibilidade ampla para emissores ou investidores ou sem volumes de negociação que permitam caracterizar uma utilização regular da infraestrutura.

Por fim, iniciativas classificadas como **avançadas** correspondem a infraestruturas já implementadas ou utilizadas em operações reais de mercado, nas quais existem evidências verificáveis de emissão, negociação ou liquidação de ativos digitais em ambiente operacional.

Esses casos normalmente apresentam ao menos alguns dos seguintes elementos: existência de plataforma regulada em funcionamento, integração com infraestruturas tradicionais de mercado (como sistemas de custódia, depositários centrais ou sistemas de liquidação), participação de emissores ou intermediários financeiros em operações efetivas e divulgação pública de dados operacionais mínimos, como número de emissões, participantes institucionais ou exemplos documentados de transações realizadas.

1.2. Disponibilidade de evidência empírica

A mensuração da disponibilidade de evidência empírica seguiu lógica semelhante à utilizada para a classificação do nível de maturidade dos projetos, baseando-se na quantidade, diversidade e qualidade das informações públicas disponíveis sobre cada iniciativa. Foram considerados, entre outros elementos, a existência de relatórios institucionais, publicações regulatórias, estudos técnicos, documentação de pilotos, dados operacionais divulgados por participantes do mercado e análises independentes produzidas por organismos internacionais ou centros de pesquisa.

Projetos classificados com **evidência empírica baixa** são aqueles para os quais existem apenas informações institucionais de caráter descritivo, como

comunicados oficiais de lançamento, documentos de consulta pública, apresentações institucionais ou descrições conceituais da arquitetura tecnológica proposta.

Nesses casos, não há dados verificáveis sobre operações realizadas, participantes efetivos, volumes de emissão ou negociação, ou resultados observados a partir da implementação do projeto.

A categoria **moderada** inclui iniciativas para as quais já existem relatórios técnicos ou documentação de pilotos operacionais, frequentemente produzidos por autoridades regulatórias, operadores de mercado ou instituições participantes dos experimentos.

Esses projetos normalmente apresentam evidências de operações experimentais ou provas de conceito, incluindo exemplos documentados de emissões de ativos digitais, transações em ambientes de teste ou participação de instituições financeiras em programas piloto. Ainda assim, a informação disponível tende a ser pontual ou qualitativa, sem divulgação sistemática de métricas operacionais ou de séries de dados que permitam avaliar de forma mais abrangente o funcionamento da infraestrutura.

Por fim, projetos classificados com evidência empírica elevada correspondem a iniciativas para as quais existem dados mais robustos e diversificados sobre sua implementação e funcionamento, incluindo relatórios detalhados de resultados, estudos de caso documentados, divulgação de volumes de emissão ou negociação de ativos tokenizados, número de participantes institucionais ou indicadores operacionais associados à infraestrutura.

Em geral, esses casos contam também com análises sistemáticas produzidas por autoridades regulatórias, operadores de mercado ou organismos internacionais, permitindo examinar não apenas a arquitetura institucional do projeto, mas também seus efeitos práticos sobre o funcionamento das infraestruturas de mercado financeiro.

1.3. Categorização (tipos de iniciativa)

A categorização adotada para agrupar as iniciativas foi definida com base na natureza institucional e regulatória predominante de cada experiência. A análise comparativa revelou três modelos principais de iniciativas internacionais.

O primeiro corresponde a regimes regulatórios experimentais, nos quais autoridades públicas criam ambientes jurídicos específicos – como sandboxes ou regimes piloto – destinados a permitir a operação temporária de infraestruturas de mercado baseadas em DLT com flexibilizações normativas controladas.

O segundo grupo abrange infraestruturas de mercado baseadas em DLT, geralmente desenvolvidas por bolsas, depositários centrais ou operadores de sistemas de liquidação, com o objetivo de modernizar atividades de negociação, registro, custódia ou pós-negociação.

O terceiro grupo reúne projetos institucionais ou pilotos conduzidos por autoridades públicas ou consórcios financeiros, frequentemente voltados à experimentação tecnológica ou ao desenvolvimento de arquiteturas de mercado para ativos tokenizados, sem necessariamente constituir uma infraestrutura permanente de negociação ou liquidação.

Essa tipologia permite distinguir entre iniciativas cujo foco principal é **testar adaptações regulatórias**, aquelas voltadas à **transformação tecnológica das infraestruturas de mercado existentes** e aquelas orientadas à **experimentação institucional e ao aprendizado regulatório**. A adoção dessa classificação facilita a comparação entre experiências internacionais heterogêneas e permite identificar padrões regulatórios emergentes na adoção de DLT em mercados de capitais.

1.4. Critérios de comparação

A análise comparativa foi restrita às iniciativas que apresentam nível de maturidade médio ou elevado e evidência empírica moderada ou elevada, com exceção do DLT Pilot Regime da União Europeia, o qual, embora esteja em estágio inicial e com poucas evidências de operações realizadas, possui amplo material conceitual disponível e dialoga com o regime Market in Crypto Assets (MiCA), um dos mais desenvolvidos sistemas de regras para o mercado de criptoativos atualmente.

A estrutura de análise adotou seis critérios comparativos centrais, selecionados de modo a permitir a identificação de padrões regulatórios e institucionais na adoção de tecnologias de registro distribuído em infraestruturas de mercado financeiro. Os critérios adotados foram:

- a) Jurisdição e autoridade reguladora responsável;
- b) Tipo de infraestrutura de mercado;
- c) Escopo funcional e objetivo institucional do projeto;
- d) Ajustes regulatórios realizados ou necessários para viabilizar a iniciativa;
- e) Participantes institucionais e governança;
- f) Resultados observados e lições regulatórias.

A escolha desses critérios busca equilibrar dois objetivos: de um lado, permitir a descrição sistemática das experiências internacionais; de outro, viabilizar uma comparação qualitativa capaz de revelar lições regulatórias relevantes para a evolução do arcabouço normativo aplicável ao mercado de capitais.

O primeiro critério refere-se à jurisdição e **autoridade reguladora responsável** pela iniciativa. Esse elemento permite identificar o contexto institucional em que cada projeto se desenvolve, bem como o grau de

envolvimento de autoridades públicas – como reguladores de mercado de capitais ou bancos centrais – na concepção e supervisão da iniciativa.

A análise desse aspecto é particularmente relevante porque muitas experiências internacionais envolvendo DLT em mercados financeiros têm sido conduzidas em ambientes institucionais híbridos, que combinam a atuação de reguladores, operadores de infraestrutura e instituições financeiras.

O segundo critério corresponde ao **tipo de infraestrutura de mercado** envolvida na iniciativa. Esse elemento permite distinguir se a aplicação de DLT ocorre em ambientes de negociação, em atividades de pós-negociação ou em plataformas integradas que combinam múltiplas funções – como emissão, registro, negociação e liquidação de ativos digitais. A identificação do tipo de infraestrutura é relevante porque a adoção de tecnologias distribuídas tende a afetar de maneira distinta as funções desempenhadas por bolsas, sistemas de negociação multilaterais, depositários centrais ou sistemas de liquidação.

O terceiro critério diz respeito ao **escopo funcional e ao objetivo institucional do projeto**. Nesse ponto, busca-se compreender qual problema regulatório ou operacional cada iniciativa procura endereçar. Em alguns casos, a motivação principal consiste na modernização de infraestruturas existentes de negociação ou liquidação; em outros, o foco está na experimentação de modelos de tokenização de ativos ou na avaliação do potencial de integração entre infraestruturas financeiras e tecnologias distribuídas. A identificação do objetivo institucional de cada iniciativa permite contextualizar as escolhas regulatórias e tecnológicas adotadas em cada jurisdição.

O quarto critério examina os **ajustes regulatórios realizados ou necessários para viabilizar a iniciativa**. Essa dimensão é central para os objetivos da pesquisa, pois permite identificar se a adoção de DLT ocorreu dentro do arcabouço normativo existente ou se exigiu a criação de regimes experimentais, sandboxes regulatórios, derrogações específicas ou reformas legislativas.

A análise desse elemento possibilita avaliar em que medida diferentes jurisdições têm optado por estratégias regulatórias distintas – como a adaptação de normas existentes ou a criação de regimes específicos para infraestruturas baseadas em DLT.

O quinto critério corresponde aos **participantes institucionais** e à **governança** da iniciativa. Esse aspecto inclui a identificação dos operadores da infraestrutura, das instituições financeiras participantes e, quando disponível, do número de entidades envolvidas no projeto. A análise da governança é relevante porque a adoção de tecnologias distribuídas frequentemente envolve arranjos institucionais complexos, nos quais diferentes atores – reguladores, operadores de mercado e instituições financeiras – desempenham papéis complementares no desenvolvimento e na operação das plataformas.

O sexto critério refere-se aos **resultados observados** e às **lições regulatórias** extraídas da experiência analisada. Nessa dimensão são considerados elementos como a realização de emissões de ativos digitais, operações de negociação ou liquidação em ambiente distribuído, bem como a divulgação de dados operacionais ou relatórios institucionais que permitam avaliar os efeitos da iniciativa. A análise desses resultados possibilita identificar desafios recorrentes – como questões relacionadas à custódia de ativos digitais, interoperabilidade com infraestruturas tradicionais ou adequação das regras aplicáveis às atividades de registro e liquidação.

A adoção desses seis critérios permite construir uma matriz comparativa suficientemente estruturada para identificar padrões institucionais e regulatórios nas experiências internacionais analisadas, sem comprometer a clareza analítica do estudo. Ao concentrar a análise em projetos com maior grau de maturidade e evidência empírica, a pesquisa busca privilegiar iniciativas capazes de oferecer informações concretas sobre a implementação de DLT em infraestruturas de mercado financeiro, permitindo extrair lições relevantes para o debate regulatório sobre a modernização do mercado de capitais.

1.5. Matriz de Experiências Internacionais

Jurisdição	Projeto	Tipo de iniciativa	Estágio de maturidade	Evidência empírica disponível
Singapura	Project Guardian	Projeto de autoridade regulatória	A - Avançado	1 - Alta
Alemanha	Clearstream / Deutsche Börse D7	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	A - Avançado	2 - Moderada
Suíça	SIX Digital Exchange / BX Digital	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	A - Avançado	2 - Moderada
Estados Unidos	DTCC Digital Settlement / Ion / Digital Assets initiatives	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	B - Médio	2 - Moderada
Austrália	ASX DLT settlement project	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	B - Médio	2 - Moderada
Hong Kong	Project Ensemble / HKEX initiatives	Projeto de autoridade regulatória	B - Médio	2 - Moderada
Israel	Tel Aviv Stock Exchange DLT initiatives	Projeto de autoridade regulatória	B - Médio	2 - Moderada
África do Sul	Project Khokha	Projeto de autoridade regulatória	B - Médio	2 - Moderada
União Europeia	EU DLT Pilot Regime	Regime regulatório experimental	C - Inicial	3 - Baixa
Reino Unido	Digital Securities Sandbox	Regime regulatório experimental	C - Inicial	3 - Baixa
Estados Unidos	Nasdaq Digital Assets	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	C - Inicial	3 - Baixa
União Europeia	Euroclear D-FMI	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	C - Inicial	4 - Muito baixa
Reino Unido	LSEG Digital Securities Depository	Infraestrutura de mercado baseada em DLT	C - Inicial	4 - Muito baixa

Tabela 1. Iniciativas de uso de DLT em infraestruturas de mercado e critérios de análise.

2. Singapura – Project Guardian

O *Project Guardian* é a iniciativa de maior envergadura institucional na Ásia voltada à experimentação com tokenização de ativos financeiros em infraestruturas de mercado. Lançado em maio de 2022 pela *Monetary Authority of Singapore* (MAS), o projeto opera como plataforma colaborativa que reúne reguladores de múltiplas jurisdições e dezenas de instituições financeiras globais com o propósito de testar, em condições próximas das operacionais, a aplicação de DLT a funções essenciais do ciclo de vida dos valores mobiliários.²

A iniciativa insere-se em uma genealogia institucional mais ampla de projetos da MAS dedicados à infraestrutura financeira digital, cujo ponto de partida foi o *Project Ubin* (2016–2020), dedicado ao uso de DLT na liquidação bruta em tempo real de pagamentos domésticos.³ Com o encerramento do *Ubin*, seus aprendizados ramificaram-se em duas frentes: o *Project Ubin+*, voltado à liquidação transfronteiriça com CBDCs, e o *Project Guardian*, que expandiu o escopo para a tokenização de instrumentos do mercado de capitais.⁴

A MAS acumula as funções de banco central e de regulador integrado do sistema financeiro de Singapura, exercendo competência sobre bancos, seguradoras, intermediários de mercado de capitais e bolsas de valores. O *Project Guardian* foi concebido sob essas atribuições gerais, sem recurso a base legal específica, apoiando-se no arcabouço regulatório existente, em particular no *Securities and Futures Act* e no *Payment Services Act*.

² MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Project Guardian*. Singapura: MAS, 2025. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/schemes-and-initiatives/project-guardian>. Todos os links deste documento foram acessados em 28 de julho de 2026.

³ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Project Ubin: Central Bank Digital Money using Distributed Ledger Technology*. Singapura: MAS, 2020. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/schemes-and-initiatives/project-ubin>.

⁴ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Project Ubin: Central Bank Digital Money using Distributed Ledger Technology*. Singapura: MAS, 2020. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/schemes-and-initiatives/project-ubin>.

A iniciativa não constitui *sandbox* regulatório em sentido estrito, embora opere dentro de um regime de experimentação supervisionada que permite derrogações pontuais de requisitos normativos aplicáveis a infraestruturas tradicionais.⁵

Um traço distintivo do projeto é a dimensão transnacional de sua governança. A MAS instituiu um grupo de formuladores de políticas (*Policymaker Group*) composto por reguladores e bancos centrais de outras jurisdições, entre os quais a *Financial Conduct Authority* (FCA) do Reino Unido, a *Financial Services Agency* (FSA) do Japão, a FINMA suíça, o Banco Central Europeu, o *Banque de France*, o *Deutsche Bundesbank* e representantes do FMI e do Banco Mundial.⁶

Essa composição confere ao projeto legitimidade regulatória internacional e permite que seus resultados sejam avaliados sob múltiplas perspectivas normativas, fator relevante para iniciativas que pretendem viabilizar transações transfronteiriças com ativos tokenizados.

O *Project Guardian* não se enquadra como infraestrutura de mercado financeiro em sentido técnico-regulatório. Trata-se de plataforma de experimentação transversal que abrange múltiplas funções da cadeia de valor, incluindo emissão, negociação, liquidação e custódia de ativos tokenizados.

Os pilotos conduzidos no seu âmbito envolvem classes de ativos distintas, organizadas em frentes de trabalho dedicadas a renda fixa, câmbio e gestão de ativos e patrimônio. A frente de renda fixa, liderada pela *International Capital Market Association* (ICMA), produziu o *Guardian Fixed Income Framework* (GFIF), que integra a *Bond Data Taxonomy* da ICMA, os padrões de tokenização

⁵ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Regulatory Sandbox*. Singapura: MAS, 2025. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/development/fintech/regulatory-sandbox>.

⁶ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *MAS Expands Industry Collaboration to Scale Asset Tokenisation for Financial Services*. Media Release, 27 jun. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2024/mas-expands-industry-collaboration-to-scale-asset-tokenisation-for-financial-services>.

da *Capital Markets and Technology Association* (CMTA) e os princípios de *design* para valores mobiliários tokenizados formulados pela *Global Financial Markets Association* (GFMA).⁷ A frente de fundos gerou o *Guardian Funds Framework* (GFF), com recomendações para fundos tokenizados. Em 2025, a ICMA publicou guias adicionais sobre liquidação DvP e custódia para títulos de dívida baseados em DLT, consolidando diretrizes para a mitigação de riscos em contratos inteligentes e gestão contínua de risco de mercado.⁸

O escopo funcional do projeto pode ser decomposto em três dimensões complementares. A primeira consiste na validação de casos de uso de tokenização em classes de ativos específicas. A segunda envolve o desenvolvimento de padrões e *frameworks* para a indústria, com vocação normativa e orientados à interoperabilidade. A terceira dimensão, e a mais estruturante, é a construção da infraestrutura *Global Layer One* (GL1).

A GL1 foi lançada em novembro de 2023 com o objetivo de desenvolver um *shared ledger* público-permissionado destinado a hospedar ativos financeiros tokenizados e facilitar transações transfronteiriças entre instituições reguladas.⁹

A sua arquitetura técnica fundamenta-se no modelo conceitual de quatro camadas desenvolvido conjuntamente pela MAS e pelo FMI, denominado ASAP (*Access-Service-Asset-Platform*), que organiza as funções da plataforma em camada de acesso (interface e *onboarding* por instituições licenciadas), camada

⁷ INTERNATIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. *Project Guardian Fixed Income workstream deliverables led by ICMA published as an addendum to the Guardian Fixed Income Framework*. Genebra: ICMA, 12 nov. 2025. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/News/news-in-brief/project-guardian-fixed-income-workstream-deliverables-led-by-icma-published-as-an-addendum-to-the-guardian-fixed-income-framework/>.

⁸ INTERNATIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. *ICMA to lead Project Guardian Fixed Income workstream*. Press Release, 2 jun. 2025. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/News/news-in-brief/icma-to-lead-project-guardian-fixed-income-workstream/>.

⁹ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Global Layer One: Foundation Layer for Financial Networks*. Whitepaper. Singapura: MAS, mai. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/publications/monographs-or-information-paper/2024/gl1-whitepaper>.

de serviços (lógica de negócios e *smart contracts*), camada de ativos (representação digital de instrumentos financeiros, CBDCs e depósitos tokenizados) e camada de infraestrutura (registro compartilhado, ordenação de transações e finalidade de liquidação).¹⁰

A rede opera de forma agnóstica quanto ao protocolo de base, mas impõe que os nós validadores sejam operados exclusivamente por instituições financeiras reguladas, combinando a resiliência de redes descentralizadas com a *accountability* jurídica exigida pelo ambiente institucional.¹¹ Os bancos centrais e formuladores de políticas participam como observadores e garantidores da estabilidade financeira, sem operar diretamente a rede.

O *whitepaper* da GL1, publicado em maio de 2024, detalha governança e casos de uso potenciais, incluindo emissão primária de valores mobiliários, gestão de colateral e liquidação de operações. O núcleo institucional da iniciativa é formado por BNY, Citi, J.P. Morgan, MUFG e Societe Generale-FORGE, com Euroclear e HSBC incorporados em novembro de 2024.¹²

No final de 2025, a GL1 publicou dois conjuntos de ferramentas de padronização: o *Market Infrastructure Toolkit* v1.0, voltado à avaliação de serviços digitais em relação a princípios de conformidade e resiliência, e o *Programmable Compliance Toolkit* v1.0, que viabiliza a programação de

¹⁰ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Global Layer One: Foundation Layer for Financial Networks*. Whitepaper. Singapura: MAS, mai. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/-/media/mas-media-library/development/fintech/guardian/gl1---whitepaper.pdf>.

¹¹ LEONG, Sing Chiong. *Tokenisation in Financial Services: Pathways to Scale*. Discurso publicado pelo Bank for International Settlements, 2024. Disponível em: <https://www.bis.org/review/r241104k.htm>.

¹² MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *MAS Announces Plans to Support Commercialisation of Asset Tokenisation*. Media Release, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2024/mas-announces-plans-to-support-commercialisation-of-asset-tokenisation>.

verificações regulatórias automatizadas na lógica do ativo, utilizando o modelo de *policy wrapper* desenvolvido no *Project Mandala*.¹³

A política de acesso adota o princípio de conformidade por *design*, restringindo a interação direta com o *ledger* a instituições financeiras licenciadas. Investidores de varejo e entidades não designadas devem realizar *onboarding* por meio de instituição participante credenciada, que atua como âncora de confiança (*trust anchor*) e emite credenciais verificáveis.¹⁴

A MAS também desenvolveu a *SGD Testnet*, plataforma de liquidação baseada em *wCBDC* denominada em dólar de Singapura, lançada em novembro de 2024. Bancos como DBS, OCBC, Standard Chartered e UOB participam dos testes de liquidação de operações com ativos tokenizados nessa plataforma.¹⁵

A articulação entre *SGD Testnet* e *Project Guardian* é complementada pela iniciativa BLOOM (*Borderless, Liquid, Open, Online, Multi-currency*), anunciada em outubro de 2025, que estende as capacidades de liquidação *wholesale* para ambiente multi-moedas, integrando depósitos tokenizados e *stablecoins* licenciadas para viabilizar liquidação atômica em operações transfronteiriças.¹⁶ Esses desenvolvimentos são relevantes para a análise regulatória brasileira, considerando as discussões em torno do Drex e a necessidade de um ativo de liquidação soberano interoperável com infraestruturas baseadas em DLT.

¹³ GLOBAL LAYER ONE. *GL1 Programmable Compliance Whitepaper*. 2025. Disponível em: <https://global-layer-one.org/>.

¹⁴ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Project Guardian: Open and Interoperable Networks*. Monograph. Singapura: MAS, 2023. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/-/media/mas-media-library/development/fintech/project-guardian/project-guardian-open-interoperable-network.pdf>.

¹⁵ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *MAS Announces Plans to Support Commercialisation of Asset Tokenisation*. Media Release, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2024/mas-announces-plans-to-support-commercialisation-of-asset-tokenisation>.

¹⁶ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *MAS Launches BLOOM Initiative to Extend Settlement Capabilities*. Media Release, 16 out. 2025. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2025/mas-launches-bloom-initiative-to-extend-settlement-capabilities>.

A estratégia regulatória adotada por Singapura é explicitamente fundada no princípio de que a regulação não deve antecipar-se à inovação. A MAS não criou regime regulatório novo nem legislação habilitadora específica para DLT em infraestruturas de mercado.

Os pilotos operam dentro do arcabouço existente, com derrogações pontuais concedidas caso a caso sob o guarda-chuva do *FinTech Regulatory Sandbox* da MAS, incluindo as variantes *Sandbox Express* e *Sandbox Plus*.¹⁷

A intenção declarada, contudo, não é manter os projetos em regime de experimentação indefinida. Com o esgotamento do prazo do *sandbox* ou a demonstração de viabilidade, os produtos devem transitar para a comercialização plena sob a regulação vigente, ou provocar adaptações definitivas nas normas existentes com base nas lições documentadas. Essa abordagem contrasta com modelos como o da Alemanha e da Suíça, que optaram por reformas legislativas prévias, e com o da União Europeia, que criou regime-piloto supranacional próprio.

A posição da MAS sobre custódia de ativos digitais merece atenção pela clareza da distinção entre autocustódia e custódia institucional. Carteiras não custodiais, nas quais o próprio usuário retém e gerencia suas chaves privadas, não são classificadas como serviço regulado sob o *Payment Services Act*.

A regulação recai sobre a prestação de serviços de liquidação, custódia e câmbio em nome de terceiros. Para os provedores de serviços de *tokens* de pagamento digital (*DPTSPs*), a MAS instituiu a partir de julho de 2023 requisitos de segregação patrimonial obrigatória em contas fiduciárias, independência operacional da função de custódia, padrões de gerenciamento de chaves criptográficas com auditorias regulares e proibição de *lending* e

¹⁷ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Regulatory Sandbox*. Singapura: MAS, 2025. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/development/fintech/regulatory-sandbox>.

staking de *tokens* de investidores de varejo.¹⁸ Para investidores institucionais, a autocustódia pura não é viável em razão da responsabilidade fiduciária. O mercado tem convergido para modelos híbridos que combinam *Multi-Party Computation* (MPC), módulos de segurança de *hardware* (HSMs) e estruturas de múltipla assinatura, permitindo que o investidor institucional participe da governança de suas carteiras sem abdicar dos padrões de conformidade exigidos pelo regulador.¹⁹

A governança do *Project Guardian* organiza-se em camadas. O *Policymaker Group* reúne reguladores e bancos centrais internacionais. O *Industry Group* agrega mais de quarenta instituições financeiras, incluindo bancos comerciais, gestores de ativos, operadores de mercado, custodiantes e agências de classificação de risco.

Entre os participantes figuram DBS, OCBC, Standard Chartered e UOB (bancos de Singapura), J.P. Morgan, Citi, BNY Mellon, Goldman Sachs, Barclays e Fidelity (instituições globais), MUFG e SBI (Japão) e Societe Generale-FORGE (França).²⁰ Em 2024, a MAS incorporou as associações GFMA, ICMA e ISDA como as primeiras associações globais a integrar o *Industry Group*.

O *Guardian Wholesale Network* (GWN), formado por Citi, HSBC, Schroders, Standard Chartered e UOB, foi criado em novembro de 2024 para

¹⁸ SIDLEY AUSTIN LLP. *Singapore to Impose New Custody Rules on Crypto Service Providers*. Insights, jul. 2023. Disponível em: <https://www.sidley.com/en/insights/newsupdates/2023/07/singapore-to-impose-new-custody-rules-on-crypto-service-providers>.

¹⁹ CAIA ASSOCIATION. *The Institutional Custody Dilemma: Balancing Centralization and Self-Custody in Digital Asset Portfolios*. Portfolio for the Future, 22 dez. 2025. Disponível em: <https://caia.org/blog/2025/12/22/institutional-custody-dilemma-balancing-centralization-and-self-custody-digital>.

²⁰ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *MAS Expands Industry Collaboration to Scale Asset Tokenisation for Financial Services*. Media Release, 27 jun. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2024/mas-expands-industry-collaboration-to-scale-asset-tokenisation-for-financial-services>.

comercializar os pilotos em escala.²¹ A governança da GWN baseia-se em modelo multi-membros, no qual as instituições consorciadas alinham regras comerciais, políticas de segurança cibernética e critérios de liquidez para operar um mercado secundário unificado de ativos tokenizados. A participação é restrita a instituições financeiras reguladas em suas respectivas jurisdições.²²

Até novembro de 2024, mais de quinze pilotos industriais haviam sido conduzidos no âmbito do projeto, em seis moedas distintas (USD, EUR, JPY, CHF, SGD e AUD) e múltiplas classes de produtos financeiros.²³

O primeiro piloto concluído, no final de 2022, envolveu uma transação cambial multilateral na rede pública Polygon, na qual a Onyx (divisão de *blockchain* do J.P. Morgan) tokenizou depósitos em dólar de Singapura enquanto a SBI Digital Asset Holdings emitiu depósitos tokenizados em iene japonês. Em paralelo, o DBS Bank conduziu transação simulada de compra e venda de títulos públicos de Singapura contra liquidez de títulos públicos japoneses em *pools* permissionados nas plataformas Aave e Uniswap.²⁴

Pilotos subsequentes demonstraram negociação atômica, liquidação e custódia de ativos tokenizados em renda fixa, fundos e operações de câmbio. O DBS realizou emissão pioneira de título de dívida digital de SGD 15 milhões, e

²¹ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *MAS Announces Plans to Support Commercialisation of Asset Tokenisation*. Media Release, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2024/mas-announces-plans-to-support-commercialisation-of-asset-tokenisation>.

²² LEONG, Sing Chiong. *Tokenisation in Financial Services: Pathways to Scale*. Discurso publicado pelo Bank for International Settlements, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://www.bis.org/review/r241104k.htm>.

²³ LEONG, Sing Chiong. *Towards Achieving Trusted Open and Interoperable Networks*. Discurso, Singapore FinTech Festival, 12 nov. 2025. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/news/speeches/2025/towards-achieving-trusted-open-and-interoperable-networks>.

²⁴ J.P. MORGAN. *Unlocking TradFi through Institutional DeFi*. Disponível em: <https://www.jpmorgan.com/kinexys/documents/Institutional-DeFi-The-Next-Generation-of-Finance.pdf>. Cf. também DBS BANK. *DBS: One of the first banks globally to adopt DeFi protocols to carry out foreign exchange and government securities transactions*. Disponível em: https://www.dbs.com/newsroom/DBS_One_of_the_first_banks_globally_to_adapt_DeFi_protocols_to_carry_out_foreign_exchange_and_government_securities_transactions.

pilotos *cross-border* envolvendo corredores entre Singapura, Japão, Suíça e Reino Unido foram operacionalizados. DBS, UBS e SBI executaram o primeiro piloto ao vivo de emissão e recompra de títulos digitais nativos sob lei suíça, com liquidação atômica em *blockchain* público, envolvendo *stablecoins* reguladas japonesas e certificados de depósito tokenizados suíços.²⁵

As lições regulatórias extraídas do *Project Guardian* são significativas para o regulador brasileiro. A primeira diz respeito à harmonização regulatória transfronteiriça. Os relatórios oficiais do projeto, incluindo avaliações da FCA, indicam que a viabilidade da tokenização global não esbarra em limitações de consenso criptográfico, mas na disparidade entre taxonomias nacionais de criptoativos e interpretações divergentes sobre conceitos como “liquidação final” e “controle de custódia”.²⁶

A FCA, na condição de membro ativo do *Polymaker Group*, propôs reformas em seu *Handbook* para viabilizar processos de liquidação de fundos compatíveis com DLT, incluindo o uso temporário de *stablecoins* seguras para liquidação de cotas de fundos autorizados.²⁷

A segunda lição refere-se à insuficiência de aplicar tokenização dentro de sistemas legados sem reformar a infraestrutura de ponta a ponta. A terceira concerne a inadequação das normas contábeis vigentes, que obrigam corporações a classificar reservas de moeda digital voltadas para liquidação como inventário, e não como caixa ou equivalente de caixa, gerando tratamento

²⁵ FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY. *FCA welcomes Project Guardian's first industry report on tokenisation*. Statement, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://www.fca.org.uk/news/statements/fca-welcomes-project-guardian-report-tokenisation>.

²⁶ FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY. *FCA welcomes Project Guardian's first industry report on tokenisation*. Statement, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://www.fca.org.uk/news/statements/fca-welcomes-project-guardian-report-tokenisation>.

²⁷ FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY. *PS26/7: Progressing Fund Tokenisation*. Londres: FCA, 2026. Disponível em: <https://www.fca.org.uk/publication/policy/ps26-7.pdf>.

tributário oneroso e volatilidade contábil incompatível com operações de liquidação rotineiras.²⁸

A quarta lição, relevante para a arquitetura que a CVM pretende construir, é a necessidade de padrões de segregação patrimonial adequados ao ambiente DLT, capazes de assegurar a proteção do investidor na hipótese de colapso de plataformas hospedeiras. A liquidez permanece desafio estrutural, exigindo escala na base de participantes e interoperabilidade entre redes.

A experiência de Singapura evidencia que a tokenização institucional migrou do estágio conceitual para o de implantação comercial em escala, sem que isso tenha exigido arcabouço legal inteiramente novo. A construção progressiva de camadas, dos pilotos técnicos à rede *wholesale* comercial, passando pela infraestrutura compartilhada da GL1 e pelo ativo de liquidação soberano da *SGD Testnet*, configura um modelo em que inovação tecnológica, governança institucional e conformidade regulatória avançam de forma coordenada.

As discussões brasileiras em torno do Drex, da interoperabilidade entre infraestruturas e da adaptação das normas de custódia e depósito centralizado para ambientes baseados em DLT encontram na experiência singapurense pontos de contato que merecem consideração detida.

3. Alemanha – Clearstream / D7 Platform

A experiência alemã na adoção de DLT em infraestruturas de mercado distingue-se por combinar reforma legislativa de fundo com a atuação de um depositário central de escala global. A plataforma D7, desenvolvida pela Clearstream como braço de pós-negociação do Deutsche Börse Group, representa uma das iniciativas de maior envergadura quantitativa entre as

²⁸ MONETARY AUTHORITY OF SINGAPORE. *Project Guardian: Open and Interoperable Networks*. Monograph. Singapura: MAS, 2023. Disponível em: <https://www.mas.gov.sg/publications/monographs-or-information-paper/2023/project-guardian-open-interoperable-networks>.

jurisdições examinadas, com volume acumulado de emissão digital que ultrapassou 80 bilhões de euros em maio de 2026.²⁹ Sua relevância para o regulador brasileiro reside tanto no modelo legislativo adotado, que eliminou a exigência de certificado físico sem criar regime transitório ou *sandbox*, quanto na estratégia de evolução gradual de uma infraestrutura regulada existente em direção à tokenização.

A supervisão da plataforma compete à Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin), autoridade federal de supervisão financeira, em articulação com o Deutsche Bundesbank. No plano europeu, a Clearstream Banking AG opera como depositário central autorizado sob o *Central Securities Depository Regulation* (CSDR), o que submete a iniciativa ao regime harmonizado de supervisão de depositárias centrais da União Europeia, com coordenação da ESMA.³⁰

O fundamento normativo que viabilizou a plataforma é a Lei de Valores Mobiliários Eletrônicos (*Gesetz über elektronische Wertpapiere*, abreviada eWpG), promulgada em 3 de junho de 2021 e em vigor desde 10 de junho do mesmo ano.³¹ A eWpG constitui peça central da Estratégia de *Blockchain* do Governo Federal alemão, publicada em 2019, e resulta de documento conjunto do Ministério Federal das Finanças e do Ministério Federal da Justiça sobre o tratamento regulatório de valores mobiliários eletrônicos.³² A lei aboliu a

²⁹ HACHMEISTER, Jens. *Clearstream Accelerates the Future of Securities with its Digital Issuance Platform D7*. World Federation of Exchanges Focus, nov. 2025. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/clearstream-db-d7>. Dados atualizados em maio de 2026, conforme comunicados da Clearstream.

³⁰ A Clearstream Banking AG detém autorização como depositário central nos termos do CSDR desde janeiro de 2020, concedida pela BaFin. BUNDESANSTALT FÜR FINANZDIENSTLEISTUNGSAUFSICHT (BaFin).

³¹ ALEMANHA. *Gesetz zur Einführung von elektronischen Wertpapieren (eWpG)*. Bundesgesetzblatt, 3 jun. 2021. Em vigor desde 10 jun. 2021.

³² LIBRARY OF CONGRESS. *Germany: Electronic Securities Act Enters into Force*. Global Legal Monitor, 29 jun. 2021. Disponível em: <https://www.loc.gov/item/global-legal-monitor/2021-06-29/germany-electronic-securities-act-enters-into-force/>.

exigência secular de certificado físico para a emissão de títulos de dívida ao portador (*Inhaberschuldverschreibungen*), determinados *Pfandbriefe* e cotas de fundos de investimento. Em seu lugar, instituiu o registro em registros eletrônicos de valores mobiliários como mecanismo juridicamente equivalente à emissão certificada.

A opção legislativa merece atenção analítica detida. A eWpG equiparou os valores mobiliários eletrônicos a bens móveis (*Sachen*) para fins do § 90 do Código Civil alemão (BGB), preservando a aplicabilidade das normas de direito de propriedade, inclusive a proteção da boa-fé na aquisição.³³ Criou-se um sistema dual de registros. O registro centralizado (*Zentralregister*) pode ser operado por depositárias centrais ou custodiantes autorizados. O registro de criptovalores mobiliários (*Kryptowertpapierregister*) opera sobre tecnologia de registro distribuído e exige autorização específica da BaFin, nos termos do § 1, alínea 1a, n.º 8, da Lei Bancária (KWG).³⁴ A coexistência entre os dois tipos de registro permite que emissores escolham a via tecnológica mais adequada a cada instrumento, sem ruptura com o arcabouço civilístico preexistente. A eWpG, estruturada como lei-ônibus (*Artikelgesetz*), alterou simultaneamente a Lei de Admissão à Bolsa (*BörsZulV*), a Lei de Prospectos (*WpPG*), a Lei de Custódia (*DepotG*), a KWG, a Lei de Obrigações (*SchVG*) e o Código de Investimento (*KAGB*), entre outros diplomas.³⁵

Essa reforma legislativa constitui o alicerce sobre o qual a Clearstream desenvolveu a plataforma D7. A infraestrutura compreende dois componentes complementares. O D7 Digital é a plataforma de emissão digital centralizada,

³³ BUNDESANSTALT FÜR FINANZDIENSTLEISTUNGS AUFSICHT (BaFin). *Now Also in Electronic Form: Securities*. BaFin Journal, jul. 2021.

³⁴ A manutenção de um *Kryptowertpapierregister* constitui serviço financeiro regulado nos termos do § 1, alínea 1a, n.º 8, da KWG, exigindo autorização prévia da BaFin. BUNDESANSTALT FÜR FINANZDIENSTLEISTUNGS AUFSICHT (BaFin). *Now Also in Electronic Form: Securities*. BaFin Journal, jul. 2021.

³⁵ BUNDESANSTALT FÜR FINANZDIENSTLEISTUNGS AUFSICHT (BaFin). *Now Also in Electronic Form: Securities*. BaFin Journal, jul. 2021.

operada em parceria tecnológica com o Google Cloud, que processa emissões como *central register securities* nos termos da eWpG. Sua função principal é a desmaterialização do processo de emissão de instrumentos de dívida, notadamente produtos estruturados de varejo, *medium-term notes* e *commercial papers*, com processamento automatizado (*straight-through processing*) e emissão no mesmo dia (*same-day issuance*).³⁶

O D7 DLT, lançado em novembro de 2025, acrescenta uma camada de tokenização em conformidade com o CSDR. A plataforma utiliza o protocolo Canton, desenvolvido pela Digital Asset, cuja arquitetura opera como “rede de redes” com governança descentralizada. O Canton emprega a linguagem de contratos inteligentes Daml e separa a atividade de ordenação de transações da atividade de validação lógica. Na camada de ordenação, um consórcio de nós validadores executa protocolo de tolerância a falhas bizantinas (BFT) para estabelecer sequência cronológica e impedir gasto duplo, sem acesso ao conteúdo das transações. Na camada de validação, apenas os nós diretamente envolvidos na operação descriptografam e verificam as condições do contrato inteligente, o que preserva a confidencialidade bancária exigida pelas instituições reguladas.³⁷ Embora a rede geral Canton seja categorizada como pública permissionada, a infraestrutura dedicada ao D7 DLT é mantida pela Clearstream como rede privada e permissionada, com aproximadamente 30 membros institucionais.³⁸ O desenho inicial do D7 DLT privilegia o mercado

³⁶ CLEARSTREAM. *Deutsche Börse launches next-generation digital post-trade platform*. Frankfurt, 6 out. 2021. Disponível em: <https://www.clearstream.com/clearstream-en/newsroom/211006-2801334>.

³⁷ FLASHBOTS COLLECTIVE. *Deep Dive on Permissioned Blockchains: the Canton Network*. Disponível em: <https://collective.flashbots.net/t/deep-dive-on-permissioned-blockchains-the-canton-network/5517>.

³⁸ HACHMEISTER, Jens. *Clearstream Accelerates the Future of Securities with its Digital Issuance Platform D7*. World Federation of Exchanges Focus, nov. 2025. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/clearstream-db-d7>. ; DEUTSCHE BÖRSE GROUP. *D7 DLT: Clearstream Launches Tokenized Securities Platform*. Frankfurt, 4 nov. 2025. Disponível em: <https://www.deutsche-boerse.com/dbg-en/media/news-stories/press-releases/D7-DLT-Clearstream-Launches-Tokenized-Securities-Platform-4757912>.

internacional de *Eurobonds*, com foco em *commercial papers* e *medium-term notes* emitidos por clientes da Clearstream Banking S.A., ICSD sediado em Luxemburgo.³⁹

A plataforma foi projetada para integrar-se com ambientes de negociação, como a 360X, *multilateral trading facility* (MTF) do próprio Deutsche Börse Group que admite valores mobiliários nativamente emitidos em DLT. Em abril de 2025, a 360X AG obteve autorização como DLT MTF no âmbito do *EU DLT Pilot Regime*.⁴⁰ A autorização não envolveu concessão de isenções regulatórias ao CSDR ou à MiFID II, uma vez que as etapas de pós-negociação são integralmente processadas pela Clearstream Banking AG como CSD autorizado. Essa configuração dispensa medidas compensatórias e diferencia a 360X de outros operadores alemães autorizados no mesmo período, como a 21X AG, que obteve amplo conjunto de isenções para operar negociação, liquidação e registro de ativos diretamente em DLT.⁴¹ O relatório da ESMA sobre o funcionamento do *Pilot Regime*, com dados até maio de 2025, indicava que a 360X ainda se encontrava em fase pré-operacional, sem volumes de negociação registrados em produção.⁴²

³⁹ DEUTSCHE BÖRSE GROUP. *D7 DLT: Clearstream Launches Tokenized Securities Platform*. Frankfurt, 4 nov. 2025. Disponível em: <https://www.deutsche-boerse.com/dbg-en/media/news-stories/press-releases/D7-DLT-Clearstream-Launches-Tokenized-Securities-Platform-4757912>.

⁴⁰ A 360X AG recebeu autorização como DLT MTF em 29 de abril de 2025, sob supervisão da BaFin, no âmbito do Regulamento (UE) 2022/858. EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY (ESMA). *Table of Authorised DLT Market Infrastructures*. Paris, jan. 2026. Disponível em: [https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2026-01/Authorised DLT Market Infrastructures.pdf](https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2026-01/Authorised%20DLT%20Market%20Infrastructures.pdf).

⁴¹ A 21X AG obteve autorização como DLT *Trading and Settlement System* (DLT TSS) em 3 de dezembro de 2024, com isenções a dispositivos do CSDR (arts. 2, 3, 6, 7, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 50, 51 e 53) e da MiFID II (arts. 53(3) e 19(2)), para operar negociação, liquidação e registro diretamente em DLT, inclusive com acesso direto de investidores de varejo.

⁴² EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY (ESMA). *Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime (DLTR), Article 14*. Paris, jun. 2025. Disponível em: [https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2025-06/ESMA75-117376770-460 Report on the functioning and review of the DLTR - Art.14.pdf](https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2025-06/ESMA75-117376770-460%20Report%20on%20the%20functioning%20and%20review%20of%20the%20DLTR%20-%20Art.14.pdf).

A estratégia da Deutsche Börse segue lógica de evolução incremental. O modelo de opcionalidade tecnológica é deliberado. Os emissores podem optar entre emissão digital centralizada e emissão tokenizada sem alteração significativa em suas infraestruturas internas (*tech stacks*), o que viabiliza adoção gradual e reduz barreiras de entrada.⁴³ A Clearstream opera como infraestrutura permanente de mercado, submetida ao escrutínio regulatório contínuo da BaFin e ao regime do CSDR. Nenhuma das vertentes do D7 constitui experimento temporário ou *sandbox* regulatório. As diretrizes de governança e controle tecnológico do D7 DLT estão alinhadas ao *Digital Asset Securities Control Principles* (DASCP), arcabouço de padronização elaborado conjuntamente pela Clearstream, DTCC e Euroclear e publicado em setembro de 2025.⁴⁴

Os resultados quantitativos da plataforma demonstram escala crescente. Em outubro de 2024, a Clearstream anunciou que o D7 havia ultrapassado 10 bilhões de euros em volume de emissão digital, com mais de 250 mil emissões processadas e um ritmo semanal de cerca de 15 mil novas emissões.⁴⁵ O banco de fomento alemão KfW utilizou a plataforma para emissão de títulos *benchmark* em euros registrados como *central register securities*. Em junho de 2024, o KfW emitiu título de 4 bilhões de euros com prazo de três anos, posteriormente ampliado para 5 bilhões em setembro; em outubro do mesmo ano, emitiu segundo título de 3 bilhões de euros com prazo de sete anos. No final de 2024, o

⁴³ HACHMEISTER, Jens. *Clearstream Accelerates the Future of Securities with its Digital Issuance Platform D7*. World Federation of Exchanges Focus, nov. 2025. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/clearstream-db-d7>.

⁴⁴ DTCC; CLEARSTREAM; EUROCLEAR. *Digital Asset Securities Control Principles: a Framework for Adoption*. New York/Frankfurt/Brussels, 21 set. 2025. Disponível em: <https://www.dtcc.com/-/media/DASCPWhitePaper.pdf>.

⁴⁵ DEUTSCHE BÖRSE GROUP. *Clearstream's digital securities platform D7 reaches €10 billion milestone*. Frankfurt, out. 2024. Disponível em: <https://www.deutsche-boerse.com/dbg-en/media/news-stories/press-releases/Clearstream-s-digital-securities-platform-D7-reaches-10-billion-milestone--4147866>.

KfW adicionou mais 9 bilhões de euros em duas tranches, elevando seu volume acumulado no D7 a 17,5 bilhões de euros.⁴⁶

A base de emissores se diversificou para além do KfW. A Evonik Industries, empresa do setor de especialidades químicas, emitiu em janeiro de 2025 título sênior verde de 500 milhões de euros com prazo de cinco anos, em parceria com o Deutsche Bank, que atuou como agente fiscal e pagador. A operação representou a primeira emissão *benchmark* de grau de investimento corporativo na plataforma por emissor não bancário.⁴⁷ Entidades públicas estaduais e bancos de fomento regionais também adotaram a plataforma, entre eles a L-Bank (Baden-Württemberg), a WIBank (Hessen) e o Estado da Saxônia-Anhalt, que emitiram *commercial papers* e obrigações digitais ao longo de 2024.⁴⁸ Em maio de 2026, o volume acumulado da plataforma alcançou 80 bilhões de euros, com mais de 3,3 milhões de valores mobiliários emitidos e ritmo semanal

⁴⁶ O primeiro título do KfW, de 4 bilhões de euros com prazo de três anos e cupom de 2,75%, teve data-valor em 2 de julho de 2024 e foi ampliado para 5 bilhões em setembro. O segundo, de 3 bilhões de euros com prazo de sete anos, foi emitido em outubro de 2024. Ao final de 2024, duas tranches adicionais de 3 bilhões e 6 bilhões de euros elevaram o volume acumulado do KfW no D7 a 17,5 bilhões de euros. CLEARSTREAM. *More transparent and efficient: first KfW benchmark bond via Deutsche Börse's digital D7 platform*. Frankfurt, 27 jun. 2024. Disponível em: <https://www.clearstream.com/clearstream-en/newsroom/240627-4012566>. ; LEDGER INSIGHTS. *State-owned KfW issues another €9 billion in digital bonds using Clearstream's D7*. London, nov. 2024. Disponível em: <https://www.ledgerinsights.com/state-owned-kfw-issues-another-e9-billion-in-digital-bonds-using-clearstreams-d7/>.

⁴⁷ DEUTSCHE BANK. *Evonik and Deutsche Bank partner to issue electronic securities via Clearstream's digital platform*. Frankfurt, 15 jan. 2025. Disponível em: <https://corporates.db.com/more/latest-news/evonik-and-deutsche-bank-partner-to-issue-electronic-securities-via-clearstreams-digital-platform>.

⁴⁸ A L-Bank emitiu *commercial papers* digitais em outubro de 2024 com a NatWest Markets como revendedora; a WIBank emitiu obrigações digitais no mesmo mês, adquiridas pelo Bankhaus Metzler; o Estado da Saxônia-Anhalt emitiu títulos de curto prazo em setembro de 2024 com o Deutsche Bundesbank como banco liquidante. DEUTSCHE BUNDESBANK. *Conducted trials and experiments with the Trigger Solution*. Frankfurt, 2024. Disponível em: <https://www.bundesbank.de/en/tasks/payment-systems/trigger-solution/conducted-trials-and-experiments-with-the-trigger-solution-918546>.

de 45 mil novas emissões, impulsionado pela expansão internacional do D7 DLT para *Eurobonds*.⁴⁹

Na vertente DLT, os primeiros resultados concretos de liquidação em moeda de banco central foram obtidos nos ECB *Trials and Experiments* conduzidos entre maio e novembro de 2024. O programa do Eurosistema envolveu 64 instituições financeiras de 9 países, processando mais de 200 transações reais e simuladas, com volume de aproximadamente 1,59 bilhão de euros.⁵⁰ A Clearstream foi o único CSD a participar da primeira fase de testes, integrando suas divisões da Alemanha, de Luxemburgo e o ICSD por meio da infraestrutura D7. As transações ao vivo incluíram *repos* tripartites intradiários coordenados com Goldman Sachs, Eurex Repo e HQLA X; resgates de *commercial papers* emitidos por DekaBank, DZ Bank, L-Bank e pelo Estado da Saxônia-Anhalt; e resgate de título de 20 milhões de euros do KfW.⁵¹

O mecanismo de DvP predominante nas operações na Alemanha foi a *Trigger Solution* do Deutsche Bundesbank. Sob esse modelo, a perna de valores mobiliários, registrada na DLT do D7, e a perna financeira são liquidadas de forma sincronizada, sem emissão de *tokens* de moeda de atacado na *blockchain*. A transferência de propriedade do ativo na DLT é mantida em estado pendente até que a liquidação financeira ocorra em moeda de banco central nas contas do sistema TARGET (T2), assegurando irrevogabilidade legal e eliminação do risco

⁴⁹ HACHMEISTER, Jens. *Clearstream Accelerates the Future of Securities with its Digital Issuance Platform D7*. World Federation of Exchanges Focus, nov. 2025. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/clearstream-db-d7>. Dados de maio de 2026, conforme comunicados da Clearstream, que registram mais de 3,3 milhões de valores mobiliários emitidos e ritmo de 45 mil novas emissões semanais.

⁵⁰ EUROPEAN CENTRAL BANK. *Eurosystem completes tests using DLT for central bank money settlement*. Frankfurt, 4 dez. 2024. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/press/intro/news/html/ecb.mipnews241204.en.html>.

⁵¹ As transações ao vivo da Clearstream nos ECB *Trials* incluíram *repos* tripartites intradiários (26-28 nov. 2024, com Goldman Sachs, Eurex Repo e HQLA X), resgates de *commercial papers* de DekaBank, DZ Bank, L-Bank e do Estado da Saxônia-Anhalt (nov. 2024), e resgate de título do KfW de 20 milhões de euros.

de principal.⁵² O relatório consolidado do Eurosistema, publicado em junho de 2025, confirmou que as soluções de interoperabilidade se mostraram operacionais, comprimindo prazos de liquidação de dias para minutos. O BCE identificou, contudo, riscos de fragmentação de liquidez decorrentes da proliferação de plataformas DLT privadas e custos de integração com sistemas legados das instituições financeiras.⁵³

A articulação entre o D7 e a infraestrutura permanente de liquidação do BCE seguirá dois caminhos. O projeto Pontes, solução de curto e médio prazo, conectará plataformas DLT privadas diretamente aos serviços TARGET para liquidação em moeda de banco central. O Eurosistema publicou em maio de 2026 a documentação técnica para o piloto, com cronograma que prevê fase de testes a partir de julho de 2026 e entrada em produção no primeiro trimestre de 2028.⁵⁴ O projeto Appia, voltado ao longo prazo, visa construir um ecossistema financeiro europeu tokenizado e harmonizado, com fornecimento de moeda de banco central e serviços de colateral diretamente em múltiplas redes DLT interconectadas. Seu *roadmap*, publicado em março de 2026, prevê entrega de *blueprint* conceitual até 2028.⁵⁵ A Clearstream está adaptando os canais de pós-negociação do D7 para integração nativa com o Pontes, de modo que emissores

⁵² A *Trigger Solution* utiliza ponte de mensagens eletrônicas entre a DLT e o sistema TARGET (T2), mantendo a transferência de propriedade em estado pendente até a confirmação da liquidação financeira em contas RTGS.

⁵³ EUROPEAN CENTRAL BANK. *Report on the exploratory work on new technologies for wholesale central bank money settlement*. Frankfurt, jun. 2025. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/press/pubbydate/2025/html/ecb.exploratoryworknewtechnologies202506.en.html>.

⁵⁴ EUROPEAN CENTRAL BANK. *Pontes: distributed ledger technology (DLT) solution for TARGET Services*. Frankfurt, 2026. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/paym/target/pontes/html/index.en.html>. O modelo de liquidação dupla (*dual settlement model*) permite liquidação via *tokens* de caixa em formato digital ou via contas RTGS convencionais.

⁵⁵ EUROPEAN CENTRAL BANK. *Appia: paving the way for a future-ready, integrated financial ecosystem leveraging tokenisation and DLT*. Frankfurt, 2026. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/paym/dlt/appia/html/index.en.html>.

de *Eurobonds* no D7 DLT acessem liquidação em moeda digital de atacado do Eurosistema.⁵⁶

O ecossistema de participantes reflete a posição da Clearstream como CSD e ICSD de alcance global, com aproximadamente 20 trilhões de euros em ativos sob custódia e atuação em 59 mercados. Instituições financeiras já conectadas à plataforma ou participantes de pilotos incluem DekaBank, DZ Bank, Deutsche Bank, BNP Paribas, Citi, Goldman Sachs, J.P. Morgan, NatWest, Vontobel, dwpbank e Raiffeisen Bank International. A Eurex Clearing, contraparte central do grupo, integra o ecossistema.⁵⁷ A governança é centralizada no Deutsche Börse Group, com a Clearstream como operadora regulada e a 360X como MTF vinculada.

A eWpG foi objeto de processo formal de avaliação conduzido entre 2025 e 2026 pelo Ministério Federal das Finanças (BMF) em cooperação com o Ministério Federal da Justiça. As manifestações da Associação Alemã de Blockchain (Bundesblock) e da Bitkom identificaram entraves operacionais, como obrigações de manutenção de interfaces públicas de consulta em tempo real com taxa de utilização nula e exigências de publicação no Diário Oficial Federal (Bundesanzeiger) consideradas incompatíveis com a agilidade de emissão digital.⁵⁸ No plano de ampliação de escopo, a Lei de Financiamento do Futuro (*Zukunftsfinanzierungsgesetz*, ZuFinG) já estendeu a eWpG para permitir

⁵⁶ HACHMEISTER, Jens. *Clearstream Accelerates the Future of Securities with its Digital Issuance Platform D7*. World Federation of Exchanges Focus, nov. 2025. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/clearstream-db-d7>.

⁵⁷ DEUTSCHE BÖRSE GROUP. *Clearstream's digital securities platform D7 reaches €10 billion milestone*. Frankfurt, out. 2024. Disponível em: <https://www.deutsche-boerse.com/dbg-en/media/news-stories/press-releases/Clearstream-s-digital-securities-platform-D7-reaches-10-billion-milestone--4147866>. ; DEUTSCHE BANK. *Evonik and Deutsche Bank partner to issue electronic securities via Clearstream's digital platform*. Frankfurt, 15 jan. 2025. Disponível em: <https://corporates.db.com/more/latest-news/evonik-and-deutsche-bank-partner-to-issue-electronic-securities-via-clearstreams-digital-platform>.

⁵⁸ BITKOM. *Evaluierung des Gesetzes über elektronische Wertpapiere (eWpG)*. Berlin, 2026. Disponível em: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Evaluierung-des-Gesetzes-ueber-elektronische-Wertpapiere-eWpG>.

a emissão de ações nominativas eletrônicas (*registered electronic e-shares*). As associações setoriais pressionam, contudo, por nova extensão a ações ao portador (*Inhaberaktien*) e a quotas de sociedades de responsabilidade limitada (GmbH), com o objetivo de reduzir custos notariais e prover liquidez secundária via DLT a empresas de menor porte. A Clearstream planeja dar suporte à emissão digital de ações eletrônicas no D7 a partir do segundo semestre de 2026.⁵⁹

A experiência alemã permite extrair lições regulatórias de interesse direto para o contexto brasileiro. A eWpG demonstra que é possível adaptar o regime de valores mobiliários à desmaterialização digital sem criar regime paralelo ou temporário. A opção por equiparar os valores mobiliários eletrônicos a bens móveis para fins do direito civil preserva a segurança jurídica da transferência e dos gravames, problema que a regulação brasileira enfrentaria em qualquer extensão da tokenização a valores mobiliários escriturais ou depositados. A dualidade entre registro centralizado e registro cripto, operando sob o mesmo arcabouço legal, permite transição gradual e reduz o risco de fragmentação operacional.

De sinal inverso, o desafio de articulação entre a eWpG e o arcabouço supranacional europeu revela uma tensão estrutural. A regulação de depositárias centrais do CSDR não foi originalmente concebida para valores mobiliários em DLT, o que gera fricções para a negociação secundária de ativos tokenizados. A dependência do D7 DLT em relação ao projeto Pontes para liquidação em moeda de banco central ilustra como a viabilidade plena de uma plataforma de infraestrutura depende de soluções coordenadas entre depositário central e banco central. Esse desafio é análogo, em seus termos, às

⁵⁹ HACHMEISTER, Jens. *Clearstream Accelerates the Future of Securities with its Digital Issuance Platform D7*. World Federation of Exchanges Focus, nov. 2025. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/clearstream-db-d7>.

questões de coordenação entre CVM e Banco Central no desenho regulatório do Drex e de suas interfaces com o mercado de capitais.

Se a Alemanha ilustra o caminho de evolução de um CSD existente em direção à tokenização, a Suíça oferece o caso mais avançado de integração vertical completa em infraestrutura nova, com negociação, liquidação e custódia em ambiente DLT e participação ativa do banco central na liquidação com moeda digital soberana.

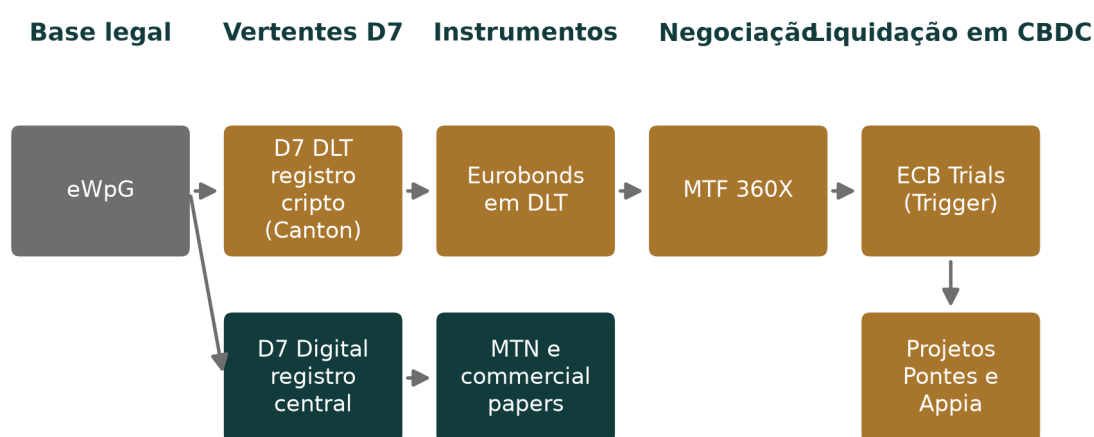


Figura 1 – Arquitetura da plataforma D7 da Clearstream em suas vertentes D7 Digital e D7 DLT

Elaboração própria.

4. Suíça – SIX Digital Exchange e BX Digital

A Suíça consolidou, entre 2021 e 2026, a experiência regulatória mais abrangente em matéria de infraestruturas de mercado baseadas em DLT. O legislador suíço promoveu uma reforma legislativa sistemática que alterou dez diplomas federais e criou uma nova categoria permanente de licença para infraestruturas financeiras, em vez de recorrer a regimes experimentais ou concessões pontuais. Essa opção produziu dois modelos institucionais distintos

de infraestrutura DLT, cuja análise conjunta oferece ao regulador brasileiro um espectro representativo das escolhas disponíveis.

A supervisão das iniciativas cabe à *Swiss Financial Market Supervisory Authority* (FINMA), com participação do *Swiss National Bank* (SNB) no que se refere à liquidação em moeda de banco central e à experimentação com *wholesale CBDC* (wCBDC). A base legal central é a *Financial Market Infrastructure Act* (FMIA/FinfraG), complementada pela *Federal Act on the Adaptation of Federal Law to Developments in Distributed Ledger Technology*, aprovada pelo Parlamento em 25 de setembro de 2020 e que entrou em vigor em duas etapas, a partir de fevereiro e agosto de 2021.⁶⁰

Essa lei, conhecida como *DLT Act*, constitui legislação-guarda-chuva que introduziu alterações seletivas em múltiplos diplomas, sem criar regime inteiramente novo. As modificações mais relevantes para infraestruturas de mercado foram três. A introdução dos *ledger-based securities* no Código de Obrigações suíço (art. 973d e seguintes) conferiu reconhecimento jurídico a valores mobiliários registrados e transferidos por meio de registros distribuídos.

O arcabouço exige o cumprimento cumulativo de quatro requisitos para que um sistema distribuído se qualifique como registro de valores mobiliários, a saber, poder de disposição do investidor sobre suas chaves privadas, integridade do registro por mecanismos de consenso e segurança criptográfica, transparência das regras de funcionamento e verificabilidade independente das transações pelos participantes.

A segunda alteração foi o estabelecimento de regras sobre o tratamento de criptoativos em processos de insolvência, na Lei de Execução e Falências. A terceira, e mais consequente para a presente análise, foi a criação de uma nova

⁶⁰ SWITZERLAND. *Federal Act on the Adaptation of Federal Law to Developments in Distributed Ledger Technology* (DLT Act). Aprovada pelo Parlamento em 25 set. 2020. Entrada em vigor em 1.º fev. 2021 (primeira etapa) e 1.º ago. 2021 (segunda etapa).

categoria de licença na FMIA, a *DLT trading facility* (art. 73a e seguintes), desenhada para permitir que uma única entidade combine negociação multilateral, liquidação e custódia de valores mobiliários baseados em DLT, podendo inclusive conceder acesso direto a pessoas físicas sem intermediação bancária.⁶¹

4.1. Duas infraestruturas, duas vias regulatórias

A Suíça abriga duas infraestruturas de mercado licenciadas para DLT com perfis complementares. A SIX Digital Exchange (SDX), integrante do SIX Group, recebeu da FINMA, em setembro de 2021, licença como bolsa de valores (*stock exchange*) e como depositário central de valores mobiliários (CSD), ambas sob as categorias tradicionais da FMIA.⁶²

A SDX optou, portanto, pela via regulatória convencional, sem recorrer à nova categoria de *DLT trading facility*. Essa escolha restringe a participação a instituições financeiras supervisionadas, mas confere à infraestrutura o enquadramento jurídico mais robusto disponível no ordenamento suíço. O CSD da SDX opera em rede privada e permissionada baseada em Corda, com liquidação bruta e imediata (*gross settlement*), sem interposição de contraparte central. As transações na bolsa somente se tornam juridicamente vinculantes após a liquidação integral pelo CSD.⁶³

A BX Digital AG, subsidiária tecnológica da BX Swiss AG e integrante do Boerse Stuttgart Group, percorreu caminho distinto. Em 12 de março de 2025,

⁶¹ SWITZERLAND. *Financial Market Infrastructure Act* (FMIA/FinfraG), art. 73a e seguintes, na redação conferida pela DLT Act.

⁶² SWISS FINANCIAL MARKET SUPERVISORY AUTHORITY (FINMA). *FINMA issues first-ever approval for a stock exchange and a central securities depository for the trading of tokens*. Media Release, 10 set. 2021. Disponível em: <https://www.finma.ch/en/news/2021/09/finma-issues-first-ever-approval-for-a-stock-exchange-and-a-central-securities-depository-for-the-trading-of-tokens/>.

⁶³ SIX DIGITAL EXCHANGE (SDX). *SDX Gets Regulatory Approval from FINMA*. Press Release, 10 set. 2021. Disponível em: <https://www.six-group.com/en/newsroom/media-releases/2021/20210910-sdx-finma-approval.html>.

recebeu da FINMA a primeira licença como *DLT trading facility* da história do ordenamento suíço, com eficácia jurídica a partir de 14 de maio de 2025 e lançamento operacional (*go-live*) no quarto trimestre de 2025.⁶⁴

A BX Digital requereu autorização sob o regime de *small DLT trading facility*, categoria definida no art. 58a da Ordenança sobre Infraestruturas do Mercado Financeiro (FinMIO), cujos limiares cumulativos incluem volume máximo de negociação e liquidação de CHF 250 milhões anuais, custódia de até CHF 100 milhões e capital mínimo de CHF 500 mil (contra CHF 1 milhão ou CHF 5 milhões para infraestruturas maiores), com vedação à concessão de crédito.⁶⁵ Em contrapartida, essas infraestruturas beneficiam-se de isenção das exigências de adequação de capital de CSD, simplificação dos requisitos de continuidade de negócios e escalonamento proporcional da governança.

A inovação tecnológica mais significativa da BX Digital reside na utilização do Ethereum, blockchain pública e *permissionless*, para a liquidação de operações com valores mobiliários DLT. A plataforma adota arquitetura híbrida, na qual o casamento de ordens ocorre *off-chain* em ambiente centralizado, evitando latências e *gas fees*, enquanto a liquidação acontece de forma atômica *on-chain*.

A entrega contra pagamento (*DvP*) é assegurada por um *smart contract* proprietário que mantém a custódia temporária dos ativos na blockchain e, uma vez confirmada a liquidação bruta em tempo real da perna fiduciária no SIC (*Swiss Interbank Clearing*, operado em nome do SNB), libera os *DLT securities* para a carteira de destino.⁶⁶ Trata-se da primeira infraestrutura de mercado

⁶⁴ SWISS FINANCIAL MARKET SUPERVISORY AUTHORITY (FINMA). *FINMA licenses first DLT trading facility*. Media Release, 18 mar. 2025. Disponível em: <https://www.finma.ch/en/news/2025/03/20250318-mm-dlt-handelssystem/>.

⁶⁵ SWITZERLAND. *Financial Market Infrastructure Ordinance* (FinMIO/FinfraV), art. 58a.

⁶⁶ FINMA. *Press release: FINMA licenses first DLT trading facility*. Berna, 18 mar. 2025. Disponível em: <https://www.finma.ch/en/~media/finma/dokumente/dokumentencenter/8news/medienmitteilungen/2025/03/20250318-mm-dlt-handelssystem.pdf>.

financeiro regulada a operar liquidação de valores mobiliários em blockchain pública com conexão direta a sistema de pagamentos de banco central.

A diferença fundamental entre os dois modelos vai além da tecnologia. A SDX opera sob licenças tradicionais que impõem segregação funcional entre bolsa e CSD, admitindo apenas participantes institucionais supervisionados.

A *DLT trading facility*, por sua vez, permite que uma única entidade ofereça negociação, liquidação e custódia de forma integrada, podendo inclusive conceder acesso direto a pessoas físicas, embora a BX Digital tenha optado por restringir a participação a entidades reguladas para mitigar riscos de lavagem de dinheiro.

4.2.Reforma legislativa como estratégia regulatória

A abordagem suíça distingue-se pelo princípio de neutralidade tecnológica. A FINMA aplica as normas existentes de forma consistente, partindo da premissa de que atividades com riscos equivalentes devem receber tratamento regulatório equivalente. A *DLT Act* não criou um *sandbox* nem um regime experimental temporário. Ela inseriu no ordenamento permanente uma categoria regulatória adaptada às especificidades técnicas do registro distribuído, sem flexibilizar os requisitos prudenciais e de proteção ao investidor aplicáveis a infraestruturas de mercado.⁶⁷

A estratégia legislativa pode ser descrita como reforma seletiva de múltiplos diplomas. Em vez de produzir legislação autônoma e abrangente sobre ativos digitais, o legislador identificou os pontos de fricção entre o direito vigente e as características operacionais da DLT, promovendo alterações cirúrgicas em cada diploma afetado. O resultado é um arcabouço em que a

⁶⁷ CHAMBERS AND PARTNERS. *Blockchain & Cryptocurrency Laws 2026 – Switzerland*. In: Global Legal Insights, 2025. Disponível em: <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-cryptocurrency-laws-and-regulations/switzerland/>.

inovação tecnológica se integra ao regime jurídico preexistente, sem criar um espaço normativo paralelo.

Para o licenciamento da BX Digital, a FINMA exigiu, entre outras condições, estratégia de continuidade de negócios específica para liquidação em blockchain pública, auditorias técnicas do código-fonte dos *smart contracts* e demonstração de robustez operacional compatível com infraestruturas de mercado financeiro.

Os *DLT securities* mantidos temporariamente no *smart contract* de DvP são qualificados como ativos segregáveis em caso de falência, nos termos do art. 88(1) da FMIA e dos artigos 37d e 16 da Lei Bancária. A supervisão contínua inclui auditorias periódicas do código dos contratos inteligentes e dos planos de BCM, com atenção aos riscos de bifurcação de rede ou atrasos de blocos no Ethereum.

Os emissores que utilizam a BX Digital devem demonstrar conformidade técnica com os padrões abertos da *Capital Markets and Technology Association* (CMTA), associação sediada em Genebra que desenvolveu o padrão *CMTA Token* (CMTAT), uma especificação *open-source* de *smart contract* em Solidity para Ethereum e redes compatíveis com a EVM.⁶⁸

O CMTAT difere do padrão utilitário ERC-20 ao incorporar funções nativas de conformidade regulatória, tais como pausa geral e congelamento de carteiras por ordem judicial, validação programática de transferências contra lista de investidores identificados por KYC (via contrato acessório *RuleEngine*), e *snapshots* auditáveis de saldos para distribuição de dividendos ou apuração de quórum assemblear.

Em maio de 2025, a CMTA formalizou padrão complementar para títulos de dívida, com gestão automatizada de eventos de crédito e cronogramas de

⁶⁸ CAPITAL MARKETS AND TECHNOLOGY ASSOCIATION (CMTA). *CMTA Token* (CMTAT). Disponível em: <https://cmta.ch/standards/cmta-token-cmtat>.

cupons.⁶⁹ Uma versão denominada CMTAT-Confidential utiliza provas de conhecimento zero para encriptar balanços e fluxos transacionais, garantindo que apenas reguladores autorizados e as partes envolvidas acessem os dados econômicos.⁷⁰

4.3.Participantes e governança

A SDX é subsidiária integral do SIX Group, consórcio detido por aproximadamente 120 instituições financeiras suíças e que opera as principais infraestruturas de mercado da Suíça e da Espanha. O SIX Group empregava mais de 4.400 funcionários em 19 países e registrou receita operacional de CHF 1,6 bilhão em 2024.

A oferta da SDX é direcionada exclusivamente a participantes supervisionados. Entre os membros e emissores que utilizaram a plataforma figuram o UBS, que realizou a primeira emissão nativa de *digital bond* no valor de CHF 375 milhões, o Banco Mundial (IBRD), com emissão de CHF 200 milhões em maio de 2024, a Commerzbank, o Cantão de Lugano e a KfW Development Bank, com emissão de CHF 140 milhões em junho de 2025. Em março de 2025, o Standard Chartered assinou memorando de entendimento para integrar o CSD da SDX.⁷¹

Em maio de 2025, o Citi anunciou parceria para atuar como custodiante e agente de tokenização na plataforma, com foco em ações pré-IPO de empresas

⁶⁹ LENZ & STAEHELIN. *CMTA publishes its debt tokenization standard*. Disponível em: <https://www.lenzstaelin.com/news-and-insights/browse-thought-leadership-insights/insights-detail/cmta-publishes-its-debt-tokenization-standard/>.

⁷⁰ S-GE (SWITZERLAND GLOBAL ENTERPRISE). *CMTA enhances security for tokenized securities*. Disponível em: <https://www.s-ge.com/invest/en/articles/news/cmta-enhances-security-tokenized-securities>.

⁷¹ STANDARD CHARTERED. *Standard Chartered signs Memorandum of Understanding to join SIX Digital Exchange*. Press Release, 25 mar. 2025. Disponível em: <https://www.sc.com/uk/2025/03/25/standard-chartered-signs-memorandum-of-understanding-to-join-six-digital-exchange/>.

de alto crescimento, em colaboração com Sygnum Bank e SBI Digital Markets para distribuição na Europa e na Ásia.⁷²

A BX Digital é governada no âmbito do Boerse Stuttgart Group, sexto maior grupo de bolsas da Europa. A participação é restrita a entidades reguladas, incluindo firmas de valores mobiliários e entidades supervisionadas pela FINMA ou por autoridades estrangeiras equivalentes. O consórcio de participantes ativos inclui cinco membros fundadores que concluíram os processos de integração técnica e de custódia, a saber, Sygnum Bank, Incore Bank, Hypothekarbank Lenzburg, ISP Group e EUWAX AG, sendo esta última o braço de formação de mercado do próprio Boerse Stuttgart Group.⁷³

Os ativos admitidos à negociação compreendem ações suíças tokenizadas, *digital bonds* corporativos e produtos negociados em bolsa (*Exchange Traded Products*), com expansão progressiva para cotas de fundos de investimento regulados. Desde o *go-live*, nenhum incidente técnico, indisponibilidade sistêmica ou violação de segurança cibernética foi reportado à FINMA.

4.4. *Project Helvetia* e a liquidação em moeda de banco central

O *Project Helvetia* constitui o resultado empírico de maior relevância institucional produzido pela experiência suíça. Concebido originalmente como investigação conjunta entre o BIS Innovation Hub, o SNB e o SIX Group, o projeto evoluiu da prova de conceito (fases I e II, entre 2020 e 2022) para um

⁷² CITIGROUP. *Citi and SDX Join Forces to Unlock Access to Tokenized Private Market Assets for Global Issuers and Investors*. Press Release, 6 mai. 2025. Disponível em: <https://www.citigroup.com/global/news/press-release/2025/citi-and-sdx-join-forces-to-unlock-access-to-tokenized-private-market-assets-for-global-issuers-and-investors>.

⁷³ LEDGER INSIGHTS. *BX Digital secures five founding partners for Swiss DLT trading launch*. Disponível em: <https://www.ledgerinsights.com/bx-digital-secures-five-founding-partners-for-swiss-dlt-trading-launch/>. Cf. BX DIGITAL. *BX Digital receives Switzerland's first FINMA license for a DLT trading facility*. Press Release, 18 mar. 2025. Disponível em: <https://bxdigital.ch/en/bx-digital-receives-switzerlands-first-finma-license-for-a-dlt-trading-facility/>.

piloto ao vivo em ambiente de produção (fase III, a partir de dezembro de 2023).

A fase II, concluída no final de 2021, integrou cinco bancos comerciais, entre eles Citi, Credit Suisse, Goldman Sachs, Hypothekarbank Lenzburg e UBS, e demonstrou que a emissão de wCBDC em uma plataforma operada por terceiros do setor privado é juridicamente viável sob a lei suíça e operacionalmente integrável aos sistemas de *back-office* bancários.⁷⁴ A fase III, por sua vez, foi conduzida de forma autônoma pelo SNB e pelo SIX Group, sem participação do BIS Innovation Hub, razão pela qual os resultados quantitativos emanam exclusivamente de publicações do SNB e comunicados do SIX Group.

Durante a fase III, que se estendeu de dezembro de 2023 a junho de 2024, seis emissões de *digital bonds* foram liquidadas na SDX utilizando wCBDC emitida pelo SNB, totalizando CHF 750 milhões.⁷⁵ Entre os emissores figuraram os Cantões de Zurique e Basileia-Cidade (dezembro de 2023), as Cidades de Lugano e St. Gallen (março de 2024, com CHF 100 milhões cada, em listagem dual na SDX e na SIX Swiss Exchange) e o Banco Mundial (maio de 2024, com CHF 200 milhões). Em junho de 2024, o SNB conduziu a primeira operação de política monetária nativa em DLT, com a emissão de CHF 64 milhões em *SNB Bills* digitais na plataforma da SDX, com maturidade de uma semana, conforme documentado em nota econômica oficial do banco central.⁷⁶

⁷⁴ BIS INNOVATION HUB; SWISS NATIONAL BANK (SNB). *Project Helvetia Phase II – Settling tokenised assets in wholesale CBDC*. Jan. 2022. Disponível em: https://www.snb.ch/dam/jcr:c1bacbb8-58ec-48d9-8f0b-93c628cccd44/project_helvetia_phase_ii_report.en.pdf.

⁷⁵ SWISS NATIONAL BANK (SNB). *Project Helvetia*. Disponível em: https://www.snb.ch/en/the-snb/mandates-goals/payment-transactions/projekt_helvetia.

⁷⁶ SWISS NATIONAL BANK (SNB). *Piloting monetary policy implementation on a DLT-based infrastructure – Issuance of digital SNB Bills*. Economic Note 2024/04. Disponível em: https://www.snb.ch/en/publications/research/economic-notes/2024/economic_note_2024_04.

Diante dos resultados, o SNB anunciou em junho de 2025 a extensão e ampliação do piloto até pelo menos junho de 2027.⁷⁷ O número de instituições autorizadas a liquidar transações com wCBDC foi ampliado de seis para mais de dez, incluindo bancos cantonais (Zurique, Basileia, Vaud), instituições comerciais como Commerzbank e Raiffeisen Suíça, e bancos globais como UBS.

O SNB expandiu a conexão em ambiente de produção para a infraestrutura da BX Digital, permitindo comparação direta entre o modelo integrado com wCBDC e o modelo sincronizado via SIC. Iniciaram-se ainda preparativos para testar a liquidação de operações compromissadas (*repos*) originadas na plataforma SIX Repo. O SNB e o SIX Group reiteraram que a manutenção do piloto não constitui compromisso político de emitir wCBDC em bases permanentes.

A inovação que o UBS introduziu na SDX, conhecida como *single-ISIN solution*, merece atenção específica. Ao atribuir um único código ISIN ao valor mobiliário, independentemente de sua representação digital ou convencional, a solução permite que o título circule entre infraestruturas sem necessidade de dupla listagem, preservando a fungibilidade e a elegibilidade para índices e cestas de colateral.

A Administração Fiscal Federal (SFTA) emitiu orientação formal determinando que os títulos emitidos na SDX não se enquadram na definição de criptoativos do *Common Reporting Standard* (CRS) nem do *Crypto-Asset Reporting Framework* (CARF), sendo classificados como ativos financeiros convencionais sob a Lei de Títulos Intermediários (FISA/BEG), o que assegura neutralidade tributária aos investidores.

⁷⁷ SWISS NATIONAL BANK (SNB). *Swiss National Bank extends and expands Project Helvetia*. Press Release, 30 jun. 2025. Disponível em: https://www.snb.ch/en/publications/communication/press-releases/2025/pre_20250630.

Os *digital bonds* governamentais e de emissores de alta classificação de crédito liquidados em wCBDC são integrados à carteira de colaterais aceitos pelo SNB para operações de liquidez e compõem o Swiss Bond Index.

4.5.Reconsolidação e a lição da fragmentação de liquidez

Apesar do êxito na emissão primária e na liquidação atômica, a SDX enfrentou severa escassez de liquidez no mercado secundário. A negociação dos *digital bonds* emitidos na plataforma DLT não atraiu volume institucional suficiente para sustentar formação de preços e profundidade de livro de ofertas. Em maio de 2025, o SIX Group anunciou a consolidação das negociações de ativos digitais na SIX Swiss Exchange, determinando que, a partir de 1.º de junho de 2025, todos os *digital bonds* emitidos na SDX passariam a ser negociados exclusivamente na bolsa tradicional.⁷⁸

A reorganização societária foi mais profunda do que uma simples transferência de negociação. Entre março de 2025 e abril de 2026, três fusões consecutivas assessoradas pela firma Bär & Karrer resultaram na incorporação e dissolução das entidades SDX Web3 AG, SDX Group AG e SIX Digital Exchange AG, consolidadas sob a SIX SIS AG. Em 5 de maio de 2026, a FINMA aprovou formalmente a fusão por incorporação do CSD digital na estrutura regulada da SIX SIS AG.⁷⁹

A infraestrutura resultante opera sob o modelo denominado *One Plug to Two Worlds*, no qual as instituições conectadas à SIX SIS AG mantêm seus canais SWIFT e interfaces ISO habituais e, pela mesma conexão, acessam o *ledger* distribuído privado baseado em Corda para liquidação instantânea de *digital*

⁷⁸ SIX DIGITAL EXCHANGE (SDX). *SDX announces the consolidation of trading for digital assets into SIX Swiss Exchange*. Press Release, 9 mai. 2025. Disponível em: <https://www.sdx.com/news/sdx-announces-the-consolidation-of-trading-for-digital-assets-into-six-swiss-exchange/>.

⁷⁹ SIX GROUP. *SIX Receives FINMA Approval to Merge Digital CSD into SIX SIS AG*. Press Release, 5 mai. 2026. Disponível em: <https://www.six-group.com/en/newsroom/media-releases/2026/20260505-custody-consolidation.html>.

bonds.⁸⁰ No mesmo ato, a FINMA autorizou a SIX SIS AG a atuar como custodiante regulada de criptoativos institucionais, com segregação de chaves privadas por arquitetura de *Multi-Party Computation* (MPC) e módulos de segurança de hardware (HSM).⁸¹ O volume total de valores mobiliários emitidos pela plataforma supera CHF 2 bilhões.

Essa reconsolidação revela um padrão que outras jurisdições também observaram. A liquidez de mercado secundário não decorre da tecnologia utilizada, mas da concentração de fluxos institucionais, da presença de formadores de mercado e da interoperabilidade com as estruturas de negociação estabelecidas. A fragmentação de liquidez entre plataformas digitais e convencionais tende a produzir perda de eficiência informacional, forçando o retorno aos ambientes com maior base de participantes.

4.6.Relevância para o regulador brasileiro

Para o regulador brasileiro, a experiência suíça oferece ao menos quatro contribuições analíticas. A reforma legislativa seletiva, que altera cirurgicamente os diplomas existentes em vez de criar regime paralelo, demonstrou capacidade de oferecer segurança jurídica sem sacrificar a integração com o ordenamento vigente. A coexistência de duas vias regulatórias, com limiares quantitativos proporcionais para infraestruturas menores, permite observar como perfis distintos de risco e complexidade podem ser acomodados sem perda de rigor prudencial. A participação ativa do banco central, por meio do *Project Helvetia*, indica que a liquidação de ativos tokenizados em moeda soberana é técnica e juridicamente viável em infraestrutura DLT regulada. A reconsolidação da negociação na bolsa

⁸⁰ SIX GROUP. *Digital Securities Issuance & Market Solutions*. Disponível em: <https://www.six-group.com/en/products-services/securities-services/digital-assets/digital-securities.html>.

⁸¹ FINEWS.COM. *Clearance For The Merger of SDX and SIX SIS*. Disponível em: <https://www.finews.com/news/english-news/72097-six-sdx-sis-verwahrung-kryptoassets-digitalassets-finma-genehmigung-2>.

tradicional sinaliza que os ganhos mais imediatos da DLT concentram-se na emissão, no registro, na custódia e na liquidação, e não necessariamente na criação de novos ambientes de formação de preços.

5. Estados Unidos

A experiência norte-americana em DLT aplicada a infraestruturas de mercado financeiro é indissociável da posição institucional ocupada pela *Depository Trust & Clearing Corporation* (DTCC). A DTCC opera, por meio de suas subsidiárias, a quase totalidade da cadeia de pós-negociação do mercado de valores mobiliários dos Estados Unidos, processando anualmente volume superior a dois quatrilhões de dólares em transações. Suas três subsidiárias principais são a *Depository Trust Company* (DTC), que atua como depositário central, a *National Securities Clearing Corporation* (NSCC), que funciona como contraparte central de compensação, e a *Fixed Income Clearing Corporation* (FICC), dedicada ao mercado de renda fixa. A DTC e a NSCC são *registered clearing agencies* nos termos da Section 17A do *Securities Exchange Act* de 1934 e estão submetidas à supervisão direta da *Securities and Exchange Commission* (SEC), incluindo os requisitos da *Regulation Systems Compliance and Integrity* (Reg SCI) e as normas de gestão de risco das *Rules 17Ad-22(e)* e *17Ad-25*.⁸² A DTCC é classificada como *Systemically Important Financial Market Utility* (SIFMU) pelo *Financial Stability Oversight Council*, o que reforça a intensidade do escrutínio regulatório e a cautela institucional diante de qualquer alteração na infraestrutura.

Essa configuração institucional explica o caráter marcadamente incremental da estratégia norte-americana de adoção de DLT em infraestruturas de mercado. Diferentemente de jurisdições que promulgaram legislação

⁸² A DTC e a NSCC são *registered clearing agencies* nos termos da Section 17A do *Securities Exchange Act* de 1934. A DTCC é classificada como SIFMU pelo *Financial Stability Oversight Council*.

habilitadora específica, como a Alemanha com a *eWpG* ou a Suíça com a *DLT Act*, os Estados Unidos não promoveram reforma legislativa dedicada para viabilizar a experimentação com registros distribuídos em infraestruturas de pós-negociação. A inovação tem ocorrido dentro do arcabouço regulatório existente, por meio de instrumentos de flexibilização administrativa, e sob a premissa de que os sistemas convencionais permanecem como instância autoritativa de registro.

A aceleração observada a partir de 2025 é inseparável de uma reconfiguração político-institucional. A posse de Paul Atkins na presidência da SEC, em abril de 2025, encerrou o período de postura intervencionista que havia caracterizado a gestão anterior, durante a qual o *Staff Accounting Bulletin* nº 121 impunha tratamento contábil desfavorável à custódia de criptoativos por instituições financeiras. A nova gestão revogou essa diretriz em janeiro de 2025 e criou, no mesmo mês, a *Crypto Task Force*, liderada pela comissária Hester Peirce, com mandato para elaborar diretrizes regulatórias que distinguissem valores mobiliários digitais de ativos não mobiliários e viabilizassem caminhos práticos de registro para intermediários. Em paralelo, a Ordem Executiva nº 14.178, de 23 de janeiro de 2025, instituiu o *President's Working Group on Digital Asset Markets* (PWG), cujo relatório de julho de 2025 recomendou o uso de poderes de isenção regulatória para criar *safe harbors* e acelerar a experimentação com ativos digitais no mercado de capitais.⁸³ Esse alinhamento entre Poder Executivo e agência reguladora criou as condições para que

⁸³ EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT. *Executive Order 14178 – Strengthening American Leadership in Digital Financial Technology*. Washington, D.C., 23 jan. 2025. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/01/strengthening-american-leadership-in-digital-financial-technology/>. O relatório do PWG foi publicado em 30 de julho de 2025. Cf. THE WHITE HOUSE. *Fact Sheet: The President's Working Group on Digital Asset Markets Releases Recommendations*. Washington, D.C., jul. 2025. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/fact-sheets/2025/07/fact-sheet-the-presidents-working-group-on-digital-asset-markets-releases-recommendations-to-strengthen-american-leadership-in-digital-financial-technology/>.

medidas concretas de flexibilização fossem implementadas no segundo semestre de 2025.

As iniciativas da DTCC concentram-se em dois projetos complementares. O *Project Ion*, lançado como protótipo em 2020 e operacional em ambiente de produção paralela desde agosto de 2022, constitui uma plataforma de liquidação de ações baseada em DLT, desenvolvida sobre a tecnologia Corda da R3. A plataforma processa transações bilaterais em paralelo com os sistemas convencionais da DTC, que permanecem como fonte definitiva de registro de propriedade, e foi projetada para suportar múltiplos ciclos de liquidação, incluindo T+0 com *netting* e T+1, alinhando-se à transição do mercado norte-americano para o ciclo T+1, efetivada em 28 de maio de 2024.

O escopo do *Project Ion* evoluiu ao longo do período de operação paralela. Inicialmente restrita a ordens de entrega bilateral direta, a plataforma passou a integrar transações ao sistema de compensação multilateral da NSCC, permitindo que operações executadas em DLT contassem com garantia de contraparte central e fossem submetidas ao mecanismo de *netting* da entidade. Desenvolvida em colaboração com um consórcio que inclui BNY Mellon, Citadel Securities, Goldman Sachs, J.P. Morgan, Citi e Robinhood Securities, entre outros, a plataforma tem processado em média mais de cem mil transações bilaterais por dia, com picos próximos a cento e sessenta mil em dias de maior volume. Testes de estresse demonstraram capacidade de processamento superior a cem milhões de transações diárias simuladas, confirmando a escalabilidade do *ledger* Corda frente aos picos históricos do mercado norte-americano. As lições operacionais acumuladas contribuíram para o planejamento de migração da comunicação dos sistemas de pós-negociação da DTCC para o padrão ISO 20022, com testes integrados previstos para 2026 e adoção obrigatória até o final de 2027.⁸⁴

⁸⁴ CITI. *Where Can We Take You? United States*. Citi Global Insights, 2025. Disponível em: <https://www.citigroup.com/global/insights/where-can-we-take-you-united-states>.

O segundo projeto, denominado *DTCC Tokenization Services*, permite que participantes da DTC elejam ter seus *security entitlements* sobre valores mobiliários custodiados registrados em tecnologia de registro distribuído, sob a forma de *tokenized entitlements*, em vez de exclusivamente no *ledger* centralizado. A viabilização jurídica desse programa apoiou-se na *no-action letter* emitida pela *Division of Trading and Markets* da SEC em 11 de dezembro de 2025, pela qual o *staff* indicou que não recomendaria ação de *enforcement* contra a DTC pela operação do programa piloto, desde que respeitadas as condições estabelecidas na carta de solicitação.⁸⁵ O mecanismo evitou a necessidade de *filing* formal de alteração de regras nos termos da Section 19(b) do *Exchange Act*, procedimento que exigiria tramitação substancialmente mais longa.

A *no-action letter* autoriza um piloto de três anos, contados a partir do lançamento previsto para o segundo semestre de 2026. Os ativos elegíveis incluem títulos do Tesouro norte-americano, ações integrantes do índice Russell 1000 e determinados ETFs que replicam índices de referência, como o S&P 500 e o Nasdaq-100. A participação é restrita aos *DTC Participants*, categoria composta predominantemente por grandes instituições financeiras. Ficam excluídos participantes sobre os quais a DTC possua obrigações legais de retenção tributária ou de reporte associadas ao *Treasury International Capital* (TIC).

O mecanismo operacional segue a lógica de custódia indireta. Ao solicitar a tokenização, o participante tem suas posições debitadas da conta convencional e creditadas em conta segregada de controle interno denominada *Digital Omnibus Account*, mantida no *ledger* centralizado da DTC. A DTC emite (*mints*) *tokens* equivalentes na *blockchain* suportada, creditando-os na carteira digital previamente registrada (*Registered Wallet*) do participante. A movimentação subsequente dos *tokens* ocorre diretamente entre carteiras

⁸⁵ SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. *The Depository Trust Company – No-Action Letter*. Division of Trading and Markets. Washington, D.C., 11 dez. 2025. Disponível em: <https://www.sec.gov/files/tm/no-action/dtc-nal-121125.pdf>.

autorizadas, monitorada em tempo real pelo *LedgerScan*, sistema de rastreamento hospedado em nuvem que varre a rede distribuída para atualizar os registros internos de saldo. A destokenização é voluntária, com destruição dos *tokens* e restituição das posições à conta escritural convencional.⁸⁶

Os *tokenized entitlements* não possuem valor de colateral nem de liquidação para fins dos sistemas centrais de gestão de risco da DTC durante o piloto. Essa exclusão neutraliza a possibilidade de contágio entre a camada experimental e a infraestrutura de compensação, ao custo de impedir que os participantes otimizem seus balanços por meio de garantias tokenizadas. O *relief* abrange a Regulation SCI, a Section 19(b) e as Rules 17Ad-22(e) e 17Ad-25(i) e (j), e pode ser modificado ou revogado pelo *staff* da SEC a qualquer momento.

A DTC mantém *override keys* em armazenamento frio, que permitem reverter, transferir ou destruir *tokens* em condições específicas, como transferências errôneas ou ilícitas. Os *tokens* só podem circular entre carteiras formalmente identificadas e associadas a participantes da DTC, bloqueando transferências para endereços anônimos. Os sistemas auxiliares e de monitoramento do piloto foram enquadrados na classificação de resiliência *Tier 2* da instituição, que exige operação em múltiplos sítios redundantes, objetivo de tempo de recuperação máximo de quatro horas e perda de dados tolerada de no máximo dois minutos. A DTC comprometeu-se, ainda, a enviar à SEC relatórios periódicos sobre volume e identificação de valores mobiliários tokenizados, bem como notificações prévias de qualquer alteração material na arquitetura do sistema. A segregação física e lógica entre os sistemas de

⁸⁶ DTCC. *DTCC Authorized to Offer New Tokenization Service, Paving the Way to Tokenized DTC-Custodied Assets*. Press Release, 11 dez. 2025. Disponível em: <https://www.dtcc.com/news/2025/december/11/paving-the-way-to-tokenized-dtc-custodied-assets>. Sobre o fluxo operacional detalhado, cf. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION, *op. cit.*, nota 10.

tokenização e os *SCI systems* centrais de liquidação assegura que eventual falha na camada DLT não comprometa a operação da infraestrutura convencional.

A parceria tecnológica para o programa foi firmada com a Digital Asset Holdings, desenvolvedora do Canton Network. A Canton adota arquitetura de *sub-ledgers* particionados por domínio de sincronização, em contraste com *blockchains* monolíticas que replicam integralmente o estado global para todos os validadores. Cada nó participante executa localmente os contratos inteligentes escritos em *Daml* (*Digital Asset Modeling Language*) e armazena apenas os dados transacionais de seus clientes. A camada de ordenação opera de forma desacoplada, com sequenciadores que processam envelopes criptografados sem acesso ao conteúdo das transações, assegurando privacidade entre participantes. O modelo de privacidade da *Daml* define, para cada contrato, papéis explícitos de *signatories*, *observers* e *controllers*, o que permite segmentar a visibilidade de sub-transações em operações complexas. A correção de erros na Canton opera no nível do protocolo, mediante autorização de atores predefinidos para arquivar retroativamente um contrato e criar registro corrigido, sem necessidade de *forks* sistêmicos, preservando trilha de auditoria e conformidade regulatória.⁸⁷

A inovação não se limitou à pós-negociação. Em março de 2026, a SEC aprovou alteração de regras da Nasdaq que viabiliza a listagem e a negociação de valores mobiliários tokenizados em seu livro de ofertas central, no âmbito do piloto da DTC. O mecanismo integra ações tokenizadas à infraestrutura eletrônica existente da Nasdaq, de modo que as versões convencionais e tokenizada do mesmo ativo compartilham idêntica liquidez e são negociadas sob o mesmo símbolo, com idêntica prioridade de execução por preço e tempo. Ao lançar uma ordem, o participante indica a preferência de liquidação em

⁸⁷ Sobre o mecanismo de correção e *override* na Canton, cf. FLASHBOTS COLLECTIVE. *Deep Dive on Permissioned Blockchains – The Canton Network*. 2024. Disponível em: <https://collective.flashbots.net/t/deep-dive-on-permissioned-blockchains-the-canton-network/5517>.

formato DLT, informando a carteira cadastrada e o protocolo de rede. Se houver qualquer inconsistência na validação pós-negociação, a transação é liquidada automaticamente pelo sistema escritural convencional, evitando quebra de operações. A Nasdaq também anunciou, em parceria com a Payward (controladora da Kraken), o *Equity Token Design*, modelo centrado no emissor em que os registros da *blockchain* são sincronizados diretamente com o livro de transferência do agente escriturador (*transfer agent*), permitindo que a transferência *on-chain* represente a transferência legal do valor mobiliário, com direitos de governança e pagamento de dividendos programáveis.⁸⁸

Em março de 2026, a DTCC, a Clearstream e a Euroclear publicaram conjuntamente, em colaboração com o Boston Consulting Group, o *white paper* intitulado “*Building the Path Towards Digital Asset Securities Interoperability*”. O documento estrutura-se sobre os *Digital Asset Securities Control Principles* (DASCPs), publicados pelas mesmas entidades em 2024, que definem requisitos mínimos de controle de risco para que infraestruturas financeiras adotem canais de distribuição baseados em DLT. O *white paper* de 2026 detalha cinco pilares de harmonização para a interoperabilidade, abrangendo padronização de ativos e passivos, reconhecimento de propriedade entre carteiras e contas, protocolos de ciclo de vida do ativo com interface entre registros *on-chain* e *off-chain*, sincronização temporal entre *ledgers* e conformidade legal transfronteiriça com reconhecimento mútuo da finalidade de liquidação. O documento recomenda que uma associação setorial neutra consolide as propostas e coordene a padronização internacional.⁸⁹ A publicação conjunta pelos três maiores

⁸⁸ NASDAQ. *Nasdaq to Launch Equity Token Design, Putting Issuers at the Center of Tokenization*. Press Release, 9 mar. 2026. Disponível em: <https://www.nasdaq.com/press-release/nasdaq-launch-equity-token-design-putting-issuers-center-tokenization-2026-03-09>.

⁸⁹ CLEARSTREAM; DTCC; EUROCLEAR; BOSTON CONSULTING GROUP. *Building the Path Towards Digital Asset Securities Interoperability*. White Paper, 4 mar. 2026. Disponível em: <https://www.dtcc.com/news/2026/march/04/mapping-the-course-to-interoperability>. Os DASCPs foram publicados em 2024 pelas mesmas entidades, cf. *Digital Asset Securities Control Principles White Paper*. Disponível em: <https://www.dtcc.com/-/media/DASCPWhitePaper.pdf>.

CSDs/ICSDs do mundo sinaliza reconhecimento de que a fragmentação entre plataformas DLT constitui risco estrutural para a adoção em escala.

A experiência norte-americana oferece lições regulatórias relevantes para o contexto brasileiro. A *no-action letter* demonstra a viabilidade de experimentação controlada sem alteração legislativa, mas impõe limitações de escopo, duração e elegibilidade que circunscrevem a escalabilidade do programa, e a possibilidade de revogação unilateral cria incerteza que pode inibir investimentos de maior prazo. A opção deliberada de manter os sistemas convencionais como instância autoritativa de registro durante a transição preserva a estabilidade sistêmica, mas impede que a DLT assuma funções de registro definitivo de titularidade enquanto perdurar a dualidade. A aprovação da proposta da Nasdaq indica que a trajetória tende a expandir-se da pós-negociação para a negociação, integrando ambos os elos da cadeia em um mesmo arcabouço experimental. O arcabouço de interoperabilidade proposto no *white paper* conjunto aponta, por fim, que a adoção de DLT em infraestruturas de mercado sem mecanismos de padronização tende a reproduzir, em formato distribuído, a fragmentação que a tecnologia se propõe a superar. A conectividade com a seção 7.6, dedicada à experiência australiana, permitirá examinar um caso em que a tentativa de substituição integral da infraestrutura convencional por DLT, sem a gradualidade da abordagem norte-americana, resultou em consequências distintas.

6. Austrália – ASX DLT Project

A experiência australiana com a substituição do sistema CHES (Clearing House Electronic Subregister System) por uma plataforma baseada em DLT constitui, provavelmente, o caso mais instrutivo de fracasso controlado no universo das infraestruturas de mercado financeiro. Ao contrário dos projetos pilotos de escala limitada adotados por outras jurisdições, a *Australian Securities Exchange* (ASX) tentou substituir integralmente o núcleo de sua infraestrutura

de pós-negociação, concentrando em um único programa de migração as funções de compensação, liquidação, registro de titularidade e subregistro eletrônico de ações. O resultado, após seis anos de desenvolvimento e investimentos superiores a 250 milhões de dólares australianos, foi o abandono completo da solução DLT e a reversão a uma arquitetura convencional.⁹⁰

O CHESS opera desde meados da década de 1990 como espinha dorsal do mercado de ações australiano, acumulando funções que correspondem a SSS, CSD e subregistro eletrônico de titularidade, incluindo as contas HIN (*Holding Identification Numbers*) patrocinadas por corretoras. Qualquer instabilidade no sistema afeta diretamente a totalidade das corretoras, dos custodiantes, dos emissores e dos investidores de varejo. A supervisão é exercida conjuntamente pela ASIC, responsável pela integridade do mercado e pelo licenciamento sob a Parte 7.3 do *Corporations Act 2001*, e pelo RBA, que detém mandato macroprudencial sobre os *Financial Stability Standards* aplicáveis às instalações de compensação e liquidação.⁹¹

A decisão de adotar DLT foi anunciada em 2016, com previsão de entrada em operação em 2020. A ASX contratou a *Digital Asset* para desenvolver a plataforma utilizando a linguagem DAML (*Digital Asset Modeling Language*) sobre infraestrutura *VMware Blockchain*. A visão estratégica postulava que um registro compartilhado ofereceria aos participantes acesso em tempo real a uma fonte única de verdade (*single source of truth*), automatizando fluxos de trabalho e eliminando reconciliações de *back-office*. A escolha recaiu sobre rede permissionada com nós validadores controlados pela ASX e nós de leitura

⁹⁰ AUSTRALIAN SECURITIES EXCHANGE. *ASX will reassess all aspects of the CHESS replacement project and derecognise capitalised software of \$245–255 million pre-tax in 1H23*. Sydney: ASX, 17 nov. 2022. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

⁹¹ AUSTRALIAN SECURITIES AND INVESTMENTS COMMISSION; RESERVE BANK OF AUSTRALIA. *ASIC and RBA acknowledge ASX's CHESS solution design announcement*. Media release 23-307MR. Canberra: ASIC, 21 nov. 2023. Disponível em: <https://www.asic.gov.au>.

distribuídos aos participantes, o que preservava o controle da bolsa sobre a governança e mantinha compatibilidade com os requisitos prudenciais.⁹²

A revisão independente conduzida pela Accenture em novembro de 2022 revelou deficiências estruturais na arquitetura. A DLT introduzia problemas de latência e contenção de dados incompatíveis com uma infraestrutura sistêmica. Transações percorrem um fluxo de dupla via, do nó do participante ao *ledger* centralizador e de volta para confirmação de consenso, significativamente mais lento do que bancos de dados relacionais centralizados. Em cenários de alta concorrência, múltiplos processos operam simultaneamente sobre os mesmos identificadores de ativo ou de participante, gerando conflitos no estado do registro. Para mitigar a contenção, a ASX e a *Digital Asset* recorreram ao processamento em lote, o que contrariava a premissa de liquidação em tempo real e esbarrava em limites práticos das APIs do DAML e da camada de mensageria do *VMware Blockchain*.⁹³ A meta de 690 transações por segundo, revisada para cima após os picos de volatilidade de 2020, não foi alcançada. A Accenture constatou que, embora 63% do software estivesse concluído em termos funcionais, 77% das capacidades não funcionais essenciais, como desempenho sob estresse, escalabilidade e resiliência operacional, sequer haviam sido entregues para testes.⁹⁴ Havia, ainda, incompatibilidade entre os processos de negócios do mercado australiano, particularmente a lógica de subregistro por contas HIN patrocinadas por corretoras e o cálculo de *Net*

⁹² AUSTRALIAN PARLIAMENT. *Competition in clearing and settlement of the Australian cash equity market*. Chapter 5 – The ASX CHESS Replacement Project – Background. Joint Committee on Corporations and Financial Services. Canberra: Parliament of Australia, 2024. Disponível em: <https://www.aph.gov.au>.

⁹³ ACCENTURE. *Independent Review of CHESS Replacement Application*. Sydney: Accenture/ASX, 17 nov. 2022. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

⁹⁴ ACCENTURE. *Independent Review of CHESS Replacement Application*. Sydney: Accenture/ASX, 17 nov. 2022. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

Broker Obligation, e o modelo de *ledger* distribuído, que exigiu customizações extensas sem solução satisfatória.⁹⁵

O projeto não se apoiou em *sandbox* regulatório nem em regime jurídico específico para DLT. A estratégia tratou a migração como modernização tecnológica do sistema legado, mantidas as obrigações de licenciamento e os padrões prudenciais vigentes. ASIC e RBA impuseram condições adicionais de supervisão, incluindo um programa de garantia (*Assurance Program*) com avaliações independentes periódicas, e a partir de 2021 intensificaram a fiscalização diante dos sucessivos adiamentos do cronograma.⁹⁶

A governança corporativa do programa revelou-se um dos pontos de maior fragilidade. O projeto foi conduzido de forma centralizada pela diretoria da ASX, em modelo verticalizado sem mecanismos eficazes de participação dos demais agentes do mercado. Relatórios do RBA indicavam que a equipe de gestão de risco da ASX havia classificado o risco inerente do programa como “alto”, com o projeto operando fora do apetite de risco aceitável.⁹⁷ Em fevereiro de 2022, a ASX comunicou ao mercado que o projeto estava “no caminho certo” e “progredindo bem”. Em novembro, foi forçada a paralisá-lo integralmente, após a revisão da Accenture concluir que quase metade do software precisaria ser reescrita.⁹⁸

⁹⁵ AUSTRALIAN PARLIAMENT. *Competition in clearing and settlement of the Australian cash equity market*. Chapter 5 – The ASX CHES Replacement Project – Background. Joint Committee on Corporations and Financial Services. Canberra: Parliament of Australia, 2024. Disponível em: <https://www.aph.gov.au>.

⁹⁶ AUSTRALIAN SECURITIES AND INVESTMENTS COMMISSION. *Further ASIC regulatory response on CHES Replacement and ASX’s program capabilities*. Media release 23-035MR. Canberra: ASIC, 21 fev. 2023. Disponível em: <https://www.asic.gov.au>.

⁹⁷ RESERVE BANK OF AUSTRALIA. *Special topic – CHES Replacement*. In: 2021/22 Assessment of ASX Clearing and Settlement Facilities. Sydney: RBA, 2022. Disponível em: <https://www.rba.gov.au>.

⁹⁸ AUSTRALIAN SECURITIES EXCHANGE. *ASX will reassess all aspects of the CHES replacement project*. Sydney: ASX, 17 nov. 2022. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

A ASX registrou uma baixa contábil de 245 a 255 milhões de dólares australianos em software capitalizado.⁹⁹ O custo total do fracasso excedeu as perdas diretas da bolsa. Os participantes do mercado haviam investido ao longo de quase sete anos na adaptação de suas infraestruturas de *back-office* às interfaces de mensageria ISO 20022 e aos requisitos da rede DLT. Estimativas apresentadas ao Comitê Parlamentar Conjunto indicam que os participantes despenderam dezenas de milhões de dólares em custos afundados. A Cboe Australia estimou que os prejuízos agregados para a indústria alcançaram centenas de milhões de dólares, incluindo o desvio de recursos de TI de outros projetos estratégicos.¹⁰⁰

A ASIC invocou os poderes conferidos pelas Seções 794B e 823B do *Corporations Act 2001* para exigir relatórios especiais e auditorias externas conduzidas pela EY, além de atestados executivos formais garantindo a manutenção da resiliência do sistema CHESSE legado até que alternativa viável fosse construída.¹⁰¹ Em agosto de 2024, a ASIC ajuizou ação civil contra a ASX no Tribunal Federal, alegando que as declarações de fevereiro de 2022 haviam sido enganosas e de caráter fraudulento, dado que relatórios internos já apontavam riscos materiais iminentes de atraso e falhas na arquitetura.¹⁰²

A fragilidade do sistema legado ficou exposta em dezembro de 2024. No dia 20 daquele mês, o CHESSE sofreu uma falha de persistência de dados no sistema operacional OpenVMS que impediu a conclusão da liquidação

⁹⁹ AUSTRALIAN SECURITIES EXCHANGE. *ASX will reassess all aspects of the CHESSE replacement project and derecognise capitalised software of \$245–255 million pre-tax in 1H23*. Sydney: ASX, 17 nov. 2022. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

¹⁰⁰ CBOE AUSTRALIA. *Submission to ASIC CP 379: Clearing and Settlement Services Rules*. Sydney: Cboe, 10 set. 2024. Disponível em: <https://cdn.cboe.com>.

¹⁰¹ AUSTRALIAN SECURITIES AND INVESTMENTS COMMISSION. *ASIC acknowledge ASX's release of the CHESSE Special Report and Audit Report*. Media release 23-145MR. Canberra: ASIC, 30 jun. 2023. Disponível em: <https://www.asic.gov.au>.

¹⁰² AUSTRALIAN SECURITIES AND INVESTMENTS COMMISSION. *ASIC commences civil proceedings against ASX Limited*. Media release 24-186MR. Canberra: ASIC, 14 ago. 2024. Disponível em: <https://www.asic.gov.au>.

multilateral diária, obrigando seu adiamento para 23 de dezembro. A causa raiz foi um erro latente de alocação de memória introduzido em 2014, que permitiu ao sistema operar durante dez anos com margem de segurança de apenas uma página. Uma operação administrativa rotineira eliminou essa margem, e o volume de usuários ativos excedeu o novo limite. A ASX Clear reteve as margens de garantia até a conclusão da liquidação, e os intermediários precisaram estender linhas de crédito emergenciais para cobrir a quebra temporária do fluxo de caixa sistêmico.¹⁰³ O RBA reagiu rebaixando a classificação de conformidade da ASX Clear e da ASX Settlement em relação ao padrão de risco operacional para “não observado” (*not observed*), a pior avaliação possível, e a da ASX Settlement contra o padrão de *settlement finality* para “parcialmente observado”. A ASIC determinou a contratação de especialista independente para auditar a resiliência da plataforma legada.¹⁰⁴

A resposta institucional à crise do projeto DLT precipitou reformas estruturais no arcabouço regulatório australiano para infraestruturas de mercado. O *Treasury Laws Amendment (Financial Market Infrastructure and Other Measures) Act 2024*, sancionado em setembro de 2024, implementou dezesseis recomendações formuladas pelo Conselho de Reguladores Financeiros desde 2020. A lei reforçou os poderes da ASIC e do RBA para supervisionar, intervir e, se necessário, assumir a resolução de instalações de compensação e liquidação em situação de crise. Foram introduzidos poderes de resolução e gestão de crises para o RBA, competência normativa (*rulemaking power*) para a ASIC e

¹⁰³ AUSTRALIAN SECURITIES EXCHANGE. *CHESS Batch Settlement Incident Review*. Sydney: ASX, 23 jan. 2025. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

¹⁰⁴ RESERVE BANK OF AUSTRALIA. *Assessment of ASX Clearing and Settlement Facilities (2024–2025)*. Sydney: RBA, 2025. Disponível em: <https://www.rba.gov.au>.

mecanismos de interoperabilidade compulsória destinados a abrir espaço para concorrência no segmento de pós-negociação.¹⁰⁵

Em fevereiro de 2025, a ASIC exerceu os novos poderes para editar as *CS Services Rules 2025*, vigentes a partir de maio de 2025, que proíbem preços discriminatórios ou descontos de fidelidade que impeçam a entrada de provedores alternativos, exigem transparência na precificação pelo método do bloco de construção e impõem que novos sistemas do CHES sejam projetados com interfaces de programação abertas e interoperáveis. A ACCC (*Australian Competition and Consumer Commission*) foi dotada de poderes de arbitragem compulsória para disputas de acesso à infraestrutura.¹⁰⁶

A falta de pressão competitiva sobre o monopolista de pós-negociação foi identificada como fator estrutural do fracasso. O governo reconheceu que a legislação anterior não dispunha de instrumentos efetivos para promover a entrada de concorrentes. Dois desdobramentos concretos ilustram a nova dinâmica. Em outubro de 2025, a ASIC aprovou a licença de mercado de listagem da Cboe Australia, que já responde por cerca de 20% do volume diário de negociação de ações.¹⁰⁷ Em outubro de 2024, a ASIC e o RBA concederam à FCX, subsidiária da FinClear, licença de mercado e de instalação de compensação e liquidação, tornando-a a primeira entidade na história da Austrália, fora a ASX, autorizada a compensar e liquidar transações financeiras.

¹⁰⁵ AUSTRALIA. *Treasury Laws Amendment (Financial Market Infrastructure and Other Measures) Act 2024*. No. 87, 2024. Canberra: Federal Register of Legislation, 17 set. 2024. Disponível em: <https://www.legislation.gov.au>.

¹⁰⁶ TREASURY OF AUSTRALIA. *Financial Sector Reform (Competition in Clearing and Settlement) Bill 2023 – Exposure draft explanatory material*. Canberra: Treasury, mar. 2023. Disponível em: <https://treasury.gov.au>.

¹⁰⁷ AUSTRALIAN SECURITIES AND INVESTMENTS COMMISSION. *ASIC approves Cboe's listing application to bolster competition in public markets*. Media release 25-227MR. Canberra: ASIC, 7 out. 2025. Disponível em: <https://www.asic.gov.au>.

A FCX opera em mercados privados e ativos não listados, empregando liquidação atômica sobre a Canton Network em parceria com a *Digital Asset*.¹⁰⁸

Em novembro de 2023, a ASX abandonou integralmente o paradigma DLT em favor de uma plataforma convencional baseada no *TCS BaNCS for Market Infrastructure*, da Tata Consultancy Services. O novo sistema foi estruturado em duas fases independentes. A primeira, dedicada à compensação de ações à vista, entrou em operação no dia 20 de abril de 2026, ao custo de aproximadamente 105 milhões de dólares australianos. A auditoria pré-lançamento da EY não identificou pendências tecnológicas.¹⁰⁹ A segunda fase, que abrange liquidação e subregistro, tem orçamento projetado de 125 milhões de dólares australianos e cronograma indicativo para 2029. Até sua conclusão, o CHES legado continuará a operar todos os processos de liquidação e custódia, mantendo o ecossistema exposto às fragilidades que produziram o incidente de dezembro de 2024 e impondo custos redundantes de manutenção de interfaces antigas coexistindo com as novas conexões do BaNCS.¹¹⁰ A abordagem faseada representa inversão deliberada da estratégia anterior de migração simultânea.

A experiência australiana não é isolada. O *Project Jasper*, conduzido pelo *Bank of Canada* e pelo *Payments Canada*, concluiu que as soluções DLT não ofereciam benefícios líquidos superiores aos de sistemas centralizados eficientes para pagamentos interbancários de grande valor, especialmente em razão da complexidade introduzida por funcionalidades de economia de liquidez

¹⁰⁸ FINCLEAR. *FCX Granted Historic Australian Market Licence by ASIC and RBA to Create the World's First Regulated, DLT-Enabled Private Capital Market*. Sydney: FinClear, 8 out. 2024. Disponível em: <https://finclear.com.au>.

¹⁰⁹ AUSTRALIAN SECURITIES EXCHANGE. *CHES Project Release 1 Reports*: ASX, 2026. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

¹¹⁰ DEAR, Stephen. *Stephen Dear Response to the CHES Replacement Staging and Staggered Releases*. Sydney: Independent Financial Expert Submission, 2024. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

operando em ambientes de consenso distribuído.¹¹¹ O projeto HKEX Synapse, que também utilizava DAML para fluxos de pós-negociação no programa *Stock Connect* com a China continental, entrou em prolongado período de silêncio após a derrocada australiana.¹¹² O *DLT Innovation Challenge* de 2025 do Banco da Inglaterra identificou padrões convergentes, como a necessidade de restringir drasticamente o número de nós validadores para atingir rendimentos próximos de dez mil transações por segundo, o que recria redes com forte dependência centralizada e elimina as vantagens teóricas da distribuição.¹¹³

O caso oferece lições regulatórias que transcendem a dimensão tecnológica. A concentração das funções de operação, definição de requisitos e gestão do projeto nas mãos da mesma entidade, sem contrapesos efetivos dos participantes do mercado, criou ambiente propício a decisões de escopo excessivamente ambiciosas e a atrasos não corrigidos tempestivamente. A constituição tardia de um comitê consultivo independente, o *Cash Equities Clearing and Settlement Advisory Group*, foi reconhecida como medida insuficiente para reverter os efeitos acumulados.¹¹⁴ A tentativa de substituir a totalidade de uma infraestrutura sistêmica por tecnologia nascente, em regime de corte abrupto, mostrou-se incompatível com as exigências de continuidade operacional de uma IMF. Jurisdições que obtiveram resultados mais positivos optaram por abordagens incrementais ou modelos híbridos em que a camada DLT se sobrepõe aos sistemas legados. A reforma legislativa de 2024 e as regras

¹¹¹ CHAPMAN, James et al. *Project Jasper: Are Distributed Ledgers Ready for Financial Market Infrastructures?* Ottawa: Bank of Canada, Financial System Review, jun. 2017. Disponível em: <https://www.bankofcanada.ca>.

¹¹² THOMAS MURRAY. *Blunder down under: ASX's failed blockchain plans*. London: Thomas Murray Insights, 2022. Disponível em: <https://thomasmurray.com>.

¹¹³ BANK OF ENGLAND. *Wholesale Distribution and Settlement in Financial Market Infrastructures: Key findings and lessons*. Londres: Bank of England Fintech Team, 2025. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk>.

¹¹⁴ AUSTRALIAN SECURITIES AND INVESTMENTS COMMISSION; RESERVE BANK OF AUSTRALIA. *ASIC and RBA acknowledge ASX's CHES solution design announcement*. Media release 23-307MR. Canberra: ASIC, 21 nov. 2023. Disponível em: <https://www.asx.com.au>.

da ASIC de 2025 sinalizam que o regulador australiano passou a tratar a abertura à concorrência como instrumento complementar da supervisão prudencial.

O caso projeta consequências para o debate regulatório brasileiro. A estrutura de pós-negociação do mercado de capitais no Brasil compartilha com a australiana a característica de elevada concentração institucional, com uma única entidade acumulando funções de bolsa, CSD, CCP e SSS. As dificuldades enfrentadas pela ASX sugerem que projetos de DLT em infraestruturas sistêmicas requerem governança com participação estruturada dos participantes, validação regulatória contínua e calibração realista entre escopo e maturidade tecnológica. O incidente do CHESSE legado em dezembro de 2024 acrescenta outra dimensão ao demonstrar que a obsolescência da infraestrutura existente impõe riscos operacionais crescentes, limitando o tempo disponível para transições graduais e pressionando o regulador a equilibrar prudência com urgência. A opção por pilotos setoriais ou classes de ativos específicas, preservando a integridade do sistema legado como rede de segurança, emerge como abordagem mais prudente do que a substituição integral.

7. Hong Kong – Project Ensemble

Hong Kong articulou, a partir de 2023, uma estratégia de tokenização de ativos financeiros que se distingue das demais jurisdições analisadas pela coordenação institucional entre autoridade monetária e regulador de valores mobiliários desde as fases iniciais, pela construção progressiva de infraestrutura (de provas de conceito a pilotos com transações reais) e pela formulação de doutrina regulatória própria para valores mobiliários tokenizados sem reforma legislativa de base. O resultado é um modelo que combina inovação incremental com preservação do arcabouço jurídico vigente, oferecendo ao regulador brasileiro caso instrutivo sobre como viabilizar a tokenização sem reescrever a legislação de mercado de capitais.

A estrutura regulatória de Hong Kong opera sob regime de competência dual. A *Hong Kong Monetary Authority* (HKMA) exerce as funções de banco central *de facto*, supervisiona o setor bancário e regula infraestruturas de pagamentos sistemicamente importantes ¹¹⁵. A *Securities and Futures Commission* (SFC) regula bolsas, derivativos, gestão de ativos e intermediários do mercado de capitais, incluindo, desde 2023, atividades relacionadas a ativos virtuais ¹¹⁶. A tokenização de ativos financeiros funde elementos do sistema bancário com elementos do mercado de capitais, o que impôs articulação entre as duas autoridades desde o início.

O eixo central da iniciativa é o *Project Ensemble*, lançado pela HKMA em março de 2024 para desenvolver infraestrutura de mercado financeiro capaz de viabilizar a liquidação interbancária de operações com ativos tokenizados por meio de formas digitais de dinheiro ¹¹⁷. O projeto se insere em agenda que inclui o *Project e-HKD+* (moeda digital de banco central para varejo) e colaborações com o BIS em iniciativas como *mBridge*, *Dynamo* e *Genesis* ¹¹⁸, mas seu foco recai especificamente sobre a liquidação de atacado.

A arquitetura do projeto parte de uma premissa que dialoga diretamente com o debate sobre o ativo de liquidação em ambientes DLT. A HKMA adotou como posição institucional que formas públicas e privadas de dinheiro digital devem coexistir sinergicamente, replicando em ambiente tokenizado a estrutura

¹¹⁵ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *About the HKMA*. Hong Kong, 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk>.

¹¹⁶ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *A-S-P-I-Re for a brighter future: SFC's regulatory roadmap for Hong Kong's virtual asset market*. Hong Kong, 2025. Disponível em: <https://www.sfc.hk>.

¹¹⁷ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA unveils Project Ensemble to support the development of the Hong Kong tokenisation market*. Press release, 7 mar. 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/03/20240307-5/>.

¹¹⁸ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *Central Bank Digital Currency (CBDC)*. Hong Kong, 2026. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/international-financial-centre/fintech/central-bank-digital-currency/>.

de dois níveis do sistema monetário tradicional ¹¹⁹. Na camada comercial, os depósitos tokenizados, representações digitais de depósitos bancários convencionais emitidos por bancos licenciados, funcionam como meio de pagamento para transações com ativos tokenizados. Na camada de liquidação final, a moeda digital de banco central por atacado (*wholesale CBDC* ou CeBM) será utilizada para a compensação interbancária definitiva. Essa configuração evita a dependência de *stablecoins* puramente privadas como ativo de liquidação, opção que suscita dúvidas em relação ao risco de contraparte e à conformidade com o Princípio 9 dos PFMI sobre *settlement finality*.



Figura 2 – Liquidação em dois níveis, dos depósitos tokenizados à moeda de banco central

Elaboração própria.

Do ponto de vista tecnológico, o *Ensemble* opera sob uma rede híbrida e permissionada, na qual as plataformas de registros distribuídos proprietárias de cada instituição participante se conectam a uma camada centralizada de interoperabilidade supervisionada pela HKMA ¹²⁰. O HSBC, por exemplo, integrou ao ecossistema o seu *Tokenised Deposit Service* (TDS) e a plataforma HSBC Orion, enquanto o Bank of China (Hong Kong) utiliza infraestrutura

¹¹⁹ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *e-HKD Pilot Programme Phase 2 Report*. Hong Kong: HKMA, out. 2025. Disponível em: https://www.hkma.gov.hk/media/eng/doc/key-functions/financial-infrastructure/e-HKD_Pilot_Programme_Phase_2_Report.pdf.

¹²⁰ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *Project Ensemble*. Hong Kong, 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk>.

blockchain própria conectada à camada *Ensemble* ¹²¹. O consenso adota modelo baseado em tolerância a falhas bizantinas (BFT) ou tolerância a falhas de travamento (CFT), compatível com finalidade determinística e dispensando mecanismos competitivos de validação ¹²². Para os *smart contracts*, os participantes empregam linguagens variadas, incluindo Solidity para ambientes compatíveis com EVM, DAML e soluções de código aberto como FISCO BCOS. O modelo de interoperabilidade entre redes de depósitos tokenizados e redes de ativos tokenizados opera por pontes criptográficas que sincronizam mensagens e executam liquidação atômica sob os princípios de *delivery versus payment* (DvP) e *payment versus payment* (PvP), assegurando que a transferência do ativo e a transferência do dinheiro tokenizado ocorram de forma simultânea ou não ocorram ¹²³.

O *Ensemble Sandbox*, inaugurado em agosto de 2024, constituiu o primeiro ambiente controlado de experimentação ¹²⁴. Projetado como infraestrutura capaz de suportar o ciclo de vida completo de uma transação com ativos tokenizados, o *Sandbox* permitiu que bancos e participantes da indústria testassem casos de uso abrangentes, desde a criação e negociação de ativos tokenizados até o pagamento e a liquidação com depósitos tokenizados experimentais, seguidos pela liquidação interbancária final em *wCBDC* emitida

¹²¹ HSBC. *HSBC completes first live cross-bank transaction in EnsembleTX*. Press release, nov. 2025. Disponível em: <https://www.about.hsbc.com.hk/news-and-media/hsbc-completes-first-live-cross-bank-transaction-in-ensembletx>.

¹²² HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *Distributed Ledger Technology in the Financial Sector: a study on the opportunities and challenges*. Hong Kong: HKMA, 2024. Disponível em: https://www.hkma.gov.hk/media/eng/doc/key-functions/banking-stability/DLT_Research_Paper.pdf.

¹²³ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *Project Ensemble*. Hong Kong, 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk>.

¹²⁴ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA launches Project Ensemble Sandbox*. Press release, 28 ago. 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/08/20240828-3/>.

pela HKMA ¹²⁵. Os seis casos de uso iniciais, distribuídos em quatro temas de experimentação, abrangeram renda fixa e fundos de investimento, *green bonds*, créditos de carbono, financiamento de comércio exterior e gestão de tesouraria. A interoperabilidade transfronteiriça também integrou a agenda, com a conexão bem-sucedida à plataforma DL3S do Banque de France para testes de liquidação atômica entre jurisdições ¹²⁶.

Em novembro de 2025, a HKMA anunciou a transição do ambiente experimental para o piloto com valores reais, denominado *EnsembleTX* ¹²⁷. A mudança representa um salto qualitativo, pois as transações passam a envolver depósitos tokenizados efetivos e ativos digitais em operações juridicamente vinculantes. O foco inicial do piloto recai sobre a utilização de depósitos tokenizados para liquidação de cotas de fundos do mercado monetário tokenizados e para gestão de liquidez e tesouraria em tempo real ¹²⁸. As primeiras transações comerciais já produziram resultados concretos. O HSBC concluiu a primeira transferência interbancária ao vivo de depósitos tokenizados pela camada de interoperabilidade do *EnsembleTX*, processando HK\$ 3,8 milhões pertencentes à Ant International, com uso de contratos inteligentes para automação da movimentação de liquidez conforme regras de

¹²⁵ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA launches Project Ensemble Sandbox*. Press release, 28 ago. 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/08/20240828-3/>.

¹²⁶ BANQUE DE FRANCE; HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *Memorandum of Understanding on wCBDC and Tokenisation*. Paris; Hong Kong, jun. 2024.

¹²⁷ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA announces the new phase of Project Ensemble to support real-value transactions in tokenised deposits and digital assets*. Press release, 13 nov. 2025. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251113-3/>.

¹²⁸ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA announces the new phase of Project Ensemble to support real-value transactions in tokenised deposits and digital assets*. Press release, 13 nov. 2025. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251113-3/>.

negócio predefinidas ¹²⁹. O Bank of China (Hong Kong) completou testes de produção para subscrição de classes tokenizadas de fundos de mercado monetário em HKD e prestou suporte à Futu Securities para transferências interbancárias de depósitos tokenizados destinadas à subscrição de fundos digitais no Standard Chartered Bank, comprovando a interoperabilidade interbancária ¹³⁰. Na esfera do comércio exterior, o ecossistema foi integrado a plataformas logísticas da China continental para substituir conhecimentos de embarque físicos por registros em *blockchain*, permitindo liquidação instantânea de obrigações comerciais por depósitos tokenizados ¹³¹.

A liquidação interbancária das transações com depósitos tokenizados ocorrerá, na fase inicial, por meio do sistema de liquidação bruta em tempo real existente para o dólar de Hong Kong (HKD RTGS), com evolução planejada para liquidação em CeBM em regime 24/7 à medida que o sistema ganhe maturidade ¹³². Essa abordagem gradual, que conecta a infraestrutura nova ao sistema de liquidação tradicional antes de migrar para liquidação integralmente *on-chain*, constitui decisão de desenho institucional que merece atenção do regulador brasileiro no contexto do Drex e do SPB.

O consórcio de participantes do *EnsembleTX* é expressivo. Os bancos autorizados a emitir depósitos tokenizados incluem Bank of China (Hong Kong), HSBC, Standard Chartered, China Construction Bank (Asia), Bank of

¹²⁹ HSBC. *HSBC completes first live cross-bank transaction in EnsembleTX*. Press release, nov. 2025. Disponível em: <https://www.about.hsbc.com.hk/news-and-media/hsbc-completes-first-live-cross-bank-transaction-in-ensembletx>.

¹³⁰ BANK OF CHINA (HONG KONG). *BOCHK completes production verification testing under EnsembleTX*. Press release, 13 nov. 2025. Disponível em: https://www.bochk.com/dam/bochk/desktop/top/aboutus/pressrelease2/2025/251113068_Press_Release_EN.pdf.

¹³¹ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *Project Ensemble*. Hong Kong, 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk>.

¹³² HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA announces the new phase of Project Ensemble to support real-value transactions in tokenised deposits and digital assets*. Press release, 13 nov. 2025. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251113-3/>.

East Asia e Fusion Bank. Os pioneiros da indústria reúnem gestoras globais como BlackRock e Franklin Templeton, a HKEX e empresas de tecnologia como Ant International ¹³³. A SFC participa como parceira regulatória, provendo validação concomitante ao desenvolvimento da infraestrutura. A HKMA integrou ainda ao ecossistema a *wCBDC Architecture Community*, fórum que congrega bancos, empresas de ativos digitais e especialistas em CBDC¹³⁴. A amplitude e a diversidade do consórcio indicam que o modelo de governança privilegia a construção coletiva de padrões, em contraste com projetos conduzidos por operadores monopolistas sem representação adequada dos participantes de mercado, como ocorreu no caso australiano analisado na seção 7.6.

Paralelamente ao *Project Ensemble*, a HKEX desenvolveu e colocou em produção a plataforma *Synapse*, voltada à aceleração da liquidação no programa *Stock Connect*, que conecta os mercados acionários de Hong Kong e da China continental ¹³⁵. Lançada em outubro de 2023, a *Synapse* utiliza *smart contracts* escritos na linguagem DAML para padronizar e sincronizar os fluxos de pós-negociação do segmento *Northbound*, por meio do qual investidores internacionais acessam ações listadas nas bolsas de Xangai e Shenzhen ¹³⁶. O desafio operacional enfrentado pela plataforma é concreto e ilustrativo. O mercado chinês opera em regime de liquidação T+0, enquanto Hong Kong e as

¹³³ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA announces the new phase of Project Ensemble to support real-value transactions in tokenised deposits and digital assets*. Press release, 13 nov. 2025. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251113-3/>.

¹³⁴ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKMA unveils Project Ensemble to support the development of the Hong Kong tokenisation market*. Press release, 7 mar. 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/03/20240307-5/>.

¹³⁵ HONG KONG EXCHANGES AND CLEARING LIMITED. *HKEX launches Synapse, a Settlement Acceleration Platform for Northbound Stock Connect*. Press release, 4 out. 2023. Disponível em: <https://www.hkex.com.hk>.

¹³⁶ HONG KONG EXCHANGES AND CLEARING LIMITED. *Synapse*. Hong Kong, 2023. Disponível em: <https://www.hkex.com.hk/Mutual-Market/Stock-Connect/Reference-Materials/Synapse>.

demais jurisdições relevantes operam em T+2. A diferença de fusos horários agrava a complexidade, pois gestoras globais localizadas nas Américas ou na Europa dispunham de janela de apenas duas a quatro horas para reconciliar dados de transação, sob pena de falhas de liquidação forçadas, e suas equipes pós-operacionais trabalhavam regularmente em turnos de madrugada ¹³⁷.

A *Synapse* resolveu essa fricção ao substituir as comunicações bilaterais sequenciais tradicionais por um fluxo de processamento simultâneo e em tempo real ¹³⁸. A plataforma opera com integração ao serviço de *Institutional Trade Processing* (CTM) da DTCC, permitindo *matching* central de transações transfronteiriças e envio automatizado de instruções de liquidação ¹³⁹. No momento em que as alocações de blocos são casadas no CTM, a *Synapse* cria uma fonte única de dados e dispara instruções de liquidação simultâneas para todos os custodiantes globais, locais e participantes do CCASS, reduzindo o tempo médio de processamento e mitigando os erros de entrada manual que geravam falhas recorrentes ¹⁴⁰. Embora a adesão ao serviço seja opcional, a plataforma serviu de esteira tecnológica para suportar uma expansão significativa de volumes transacionados. O volume médio diário do *Northbound Stock Connect* atingiu RMB 150,1 bilhões em 2024, com crescimento de 39% em relação ao ano anterior, e registrou expansão adicional de 42% em 2025. O

¹³⁷ CITIGROUP. *Enhancing operational efficiencies on Stock Connect*. Nova York: Citigroup, 2024. Disponível em: https://www.citigroup.com/rcs/citigpa/storage/public/Enhancing_Operational_Efficiencies_Stock_Connect.pdf.

¹³⁸ CITIGROUP. *Enhancing operational efficiencies on Stock Connect*. Nova York: Citigroup, 2024. Disponível em: https://www.citigroup.com/rcs/citigpa/storage/public/Enhancing_Operational_Efficiencies_Stock_Connect.pdf.

¹³⁹ DTCC. *HKEX Synapse*. Nova York: DTCC, 2023. Disponível em: <https://www.dtcc.com/asia-pacific/partnership-and-collaboration/hkex-synapse>.

¹⁴⁰ CITIGROUP. *Enhancing operational efficiencies on Stock Connect*. Nova York: Citigroup, 2024. Disponível em: https://www.citigroup.com/rcs/citigpa/storage/public/Enhancing_Operational_Efficiencies_Stock_Connect.pdf.

segmento *Southbound* alcançou HK\$ 48,2 bilhões de volume médio diário em 2024, com crescimento de 55%, e expandiu-se em 151% em 2025 ¹⁴¹. A HKEX planeja estender as soluções de *smart contracts* para outros canais do ecossistema *Connect*, incluindo o *Southbound Connect* e parcerias em mercados internacionais ¹⁴². A plataforma não substitui a infraestrutura de liquidação e custódia existente, nem requer *sandbox* regulatório, já que a liquidação final continua nos sistemas tradicionais da HKEX. Trata-se de camada DLT superposta à infraestrutura convencional, com função de coordenação e sincronização de dados. O caso demonstra que *smart contracts* podem gerar ganhos operacionais em pós-negociação sem exigir reformulação da arquitetura de liquidação, custódia ou depósito centralizado.

No plano regulatório, a contribuição mais significativa de Hong Kong é a doutrina do *see-through approach*, formulada pela SFC em duas circulares emitidas em 2 de novembro de 2023 ¹⁴³. A primeira circular trata da participação de intermediários em atividades relacionadas a valores mobiliários tokenizados. A segunda estabelece requisitos para a tokenização de produtos de investimento autorizados pela SFC para oferta ao público ¹⁴⁴. As duas circulares superam a posição anterior da SFC, formalizada em março de 2019, que

¹⁴¹ HONG KONG EXCHANGES AND CLEARING LIMITED. 2024 *Annual Report*. Hong Kong: HKEX Group, 2025. Disponível em: https://www.hkexgroup.com/-/media/HKEX-Group-Site/ssd/Investor-Relations/Regulatory-Reports/documents/2025/250317ar_e.pdf.

¹⁴² HONG KONG EXCHANGES AND CLEARING LIMITED. 2024 *Annual Report*. Hong Kong: HKEX Group, 2025. Disponível em: https://www.hkexgroup.com/-/media/HKEX-Group-Site/ssd/Investor-Relations/Regulatory-Reports/documents/2025/250317ar_e.pdf.

¹⁴³ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on intermediaries engaging in tokenised securities-related activities*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sfc.hk>.

¹⁴⁴ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on tokenisation of SFC-authorized investment products*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/api/circular/list-content/circular/doc?lang=EN&refNo=23EC53>.

classificava automaticamente os *security tokens* como produtos complexos, restringindo sua oferta a investidores profissionais ¹⁴⁵.

A lógica do *see-through approach* é funcional. A SFC orienta intermediários e gestores a tratar a infraestrutura *blockchain* como “invólucro tecnológico” (*tokenisation wrapper*) superposto ao produto financeiro tradicional ¹⁴⁶. A avaliação regulatória recai sobre o ativo econômico subjacente, não sobre o mecanismo de registro ou transferência. Se um título de renda fixa não é classificado como produto complexo em sua forma convencional, não deve ser reclassificado como tal apenas porque sua titularidade é representada por *tokens* em rede distribuída ¹⁴⁷. A consequência prática é a preservação integral do regime de proteção ao investidor, das exigências de *suitability* e das regras de prevenção à lavagem de dinheiro, sem necessidade de legislação específica. Em abril de 2026, a SFC deu passo adicional ao autorizar a negociação secundária de produtos de investimento tokenizados em plataformas de negociação de ativos virtuais (VATPs) licenciadas, admitindo depósitos tokenizados e *stablecoins* reguladas como meios de liquidação para fundos abertos autorizados ¹⁴⁸.

A abordagem não implica complacência regulatória. As circulares da SFC estabelecem que a responsabilidade integral pelos riscos cibernéticos, pela gestão de chaves privadas e pela resiliência dos sistemas recai sobre a gestora

¹⁴⁵ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on intermediaries engaging in tokenised securities-related activities*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sfc.hk>.

¹⁴⁶ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on tokenisation of SFC-authorised investment products*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/api/circular/list-content/circular/doc?lang=EN&refNo=23EC53>.

¹⁴⁷ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on intermediaries engaging in tokenised securities-related activities*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sfc.hk>.

¹⁴⁸ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *SFC unveils new regulatory framework to allow secondary trading of tokenised SFC-authorised investment products*. Press release, abr. 2026. Disponível em: <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/gateway/EN/news-and-announcements/news/doc?refNo=26PR59>.

ou o intermediário que emite ou distribui o produto tokenizado, vedada a exoneração por meio de contratos de terceirização com provedores de tecnologia ¹⁴⁹. Há restrição ao uso de *blockchains* públicas não permissionadas para produtos regulamentados, salvo quando acompanhadas de mecanismos robustos de controle e permissionamento ¹⁵⁰. A SFC exige, ainda, auditorias externas dos *smart contracts* utilizados e planos de continuidade de negócios que contemplem cenários de falha tecnológica, incluindo funcionalidades administrativas de queima e reemissão de *tokens* comprometidos ¹⁵¹.

O regime de propriedade aplicável a ativos tokenizados em Hong Kong preserva a estrutura jurídica tradicional. Os *tokens* não conferem, de forma automática, propriedade legal sobre os ativos subjacentes, cuja titularidade continua governada pela *Companies Ordinance* e pela *Securities and Futures Ordinance* (SFO, Cap. 571). As estruturas de mercado são construídas de modo que os *tokens* representem direitos contratuais contra o emissor ou direitos beneficiários de propriedade (*beneficial interest*) sobre ativos mantidos em *trust* por custodiante licenciado. Apenas nos casos em que a legislação admite livro de registros oficial descentralizado, como nos títulos de dívida emitidos nativamente sob a *Electronic Transactions Ordinance* (Cap. 553), o registro em *blockchain* serve como prova de propriedade direta. Em caso de insolvência do custodiante ou da plataforma, as regras de segregação patrimonial impostas pela SFC exigem contas de clientes estritamente segregadas e sob regime de

¹⁴⁹ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on intermediaries engaging in tokenised securities-related activities*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sfc.hk>.

¹⁵⁰ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on tokenisation of SFC-authorised investment products*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/api/circular/list-content/circular/doc?lang=EN&refNo=23EC53>.

¹⁵¹ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *Circular on tokenisation of SFC-authorised investment products*. Hong Kong, 2 nov. 2023. Disponível em: <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/api/circular/list-content/circular/doc?lang=EN&refNo=23EC53>.

trust, impedindo que os ativos dos investidores integrem a massa falida ¹⁵². Gravames e ônus sobre valores mobiliários tokenizados seguem a *Companies Ordinance* (Cap. 622), com registro formal perante o *Companies Registry* para prioridade legal, complementado pelo controle técnico sobre chaves privadas ou transferência dos *tokens* para endereços de garantia sob guarda de fiduciário neutro.

A experiência de Hong Kong com títulos verdes tokenizados complementa o quadro institucional. O governo emitiu três séries de *green bonds* digitais entre 2023 e 2025. A primeira (fevereiro de 2023) totalizou HK\$ 800 milhões. A segunda (fevereiro de 2024) alcançou cerca de HK\$ 6 bilhões em múltiplas moedas ¹⁵³. A terceira (novembro de 2025) atingiu aproximadamente HK\$ 10 bilhões em quatro denominações (HKD, RMB, USD e EUR), com volume de subscrição superior a HK\$ 130 bilhões, constituindo a maior emissão de título digital soberano realizada globalmente até então ¹⁵⁴. A arquitetura repousa na integração entre a plataforma DLT HSBC Orion e a *Central Moneymarkets Unit* (CMU), que assegura finalidade de liquidação estatutária e opera *links* com Euroclear e Clearstream, facultando que investidores tradicionais custodiem os títulos digitais por suas contas convencionais ¹⁵⁵.

A terceira emissão integrou pela primeira vez moeda digital de banco central na liquidação primária. As *tranches* em HKD e RMB contaram com

¹⁵² SIDLEY AUSTIN. *Hong Kong implements new regulatory framework for stablecoins*. Chicago, 2025. Disponível em: <https://www.sidley.com/en/insights/newsupdates/2025/08/hong-kong-implements-new-regulatory-framework-for-stablecoins>.

¹⁵³ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKSAR Government's Digital Green Bonds Offering*. Press release, 7 fev. 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/02/20240207-6/>.

¹⁵⁴ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKSAR Government's Third Digital Green Bonds Offering*. Press release, 11 nov. 2025. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251111-6/>.

¹⁵⁵ HONG KONG MONETARY AUTHORITY. *HKSAR Government's Digital Green Bonds Offering*. Press release, 7 fev. 2024. Disponível em: <https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2024/02/20240207-6/>.

liquidação atômica de DvP em ciclo T+1 por meio de e-HKD e e-CNY, reduzindo tempos de compensação e exposição à contraparte. A operação adotou os identificadores DTI da norma ISO 24165 e a taxonomia de dados de títulos da ICMA, com dados de cupons legíveis por máquina e automatizáveis por *smart contracts*. A *Policy Address* de 2025 formalizou a intenção de regularizar emissões governamentais tokenizadas como prática corrente, e o *Digital Bond Grant Scheme* passou a oferecer subsídios de até HK\$ 2,5 milhões por emissão para neutralizar barreiras de custo inicial.

A interação entre o *Project Ensemble* e o regime de *stablecoins* representa outra dimensão relevante. O Conselho Legislativo aprovou a *Stablecoins Bill* em 21 de maio de 2025, transformada na *Stablecoins Ordinance* com vigência a partir de 1º de agosto de 2025. A legislação estabeleceu regime mandatório administrado pela HKMA para emissores de *stablecoins* referenciadas a moedas fiduciárias, com requisitos prudenciais que incluem capital integralizado mínimo de HK\$ 25 milhões, lastro de 100% em ativos de alta liquidez denominados na moeda de referência e mantidos em contas segregadas, e resgate ao par em até um dia útil. No primeiro lote de licenciamento (abril de 2026), apenas HSBC e Anchorpoint foram aprovadas dentre 36 candidatas, o que revela grau de exigência equiparável ao de licenças bancárias. A coexistência entre depósitos tokenizados e *stablecoins* reguladas opera em camadas complementares, e não concorrentes. Os depósitos tokenizados atuam na esfera interbancária sob as regras da *Banking Ordinance*, enquanto as *stablecoins* reguladas servem como elo de compensação de varejo e pagamentos corporativos. A obrigatoriedade de casamento cambial das reservas e segregação absoluta de ativos protege o sistema de taxa de câmbio vinculada (*Linked Exchange Rate System*) e mitiga riscos de corrida financeira.

As lições regulatórias emergentes podem ser organizadas em quatro dimensões. A primeira diz respeito à ancoragem da liquidação em dinheiro de banco central, que reflete compromisso com a hierarquia monetária e com a

conformidade aos Princípios 8 e 9 dos PFMI. A segunda é a eficácia da abordagem *see-through* como estratégia que permite estender o regime existente sem lacunas normativas e sem a paralisia legislativa que acompanha reformas de base. A terceira é o valor da progressão controlada como mecanismo de gestão de risco, com resultados já mensuráveis, como os HK\$ 10,7 bilhões de ativos sob gestão em produtos tokenizados autorizados pela SFC em março de 2026, que representam expansão de cerca de sete vezes em relação ao ano anterior ¹⁵⁶. A quarta é a demonstração, pela *Synapse*, de que *smart contracts* geram valor operacional em infraestruturas existentes sem exigir substituição das camadas de liquidação e custódia, possibilidade de adoção incremental particularmente relevante para o contexto brasileiro.

8. Israel – Iniciativas DLT da Tel Aviv Stock Exchange

A experiência israelense com tecnologias de registro distribuído em infraestruturas de mercado distingue-se das demais jurisdições analisadas neste capítulo por um aspecto estrutural relevante. Enquanto outros projetos se concentraram em reformar camadas específicas da pós-negociação ou em testar moedas digitais de banco central para liquidação interbancária, Israel direcionou seus esforços para o núcleo do financiamento soberano, testando a emissão e a liquidação de títulos da dívida pública do Estado em plataforma *blockchain*. O Project Eden, conduzido pela Bolsa de Valores de Tel Aviv (TASE) em parceria com o Ministério das Finanças, constitui a principal iniciativa e será o foco desta seção, embora a TASE também tenha colocado em produção uma plataforma de empréstimo de títulos baseada em DLT e anunciado, em seu plano estratégico 2023–2027, a intenção de criar uma plataforma mais ampla de ativos digitais.

¹⁵⁶ SECURITIES AND FUTURES COMMISSION. *SFC unveils new regulatory framework to allow secondary trading of tokenised SFC-authorized investment products*. Press release, abr. 2026. Disponível em: <https://apps.sfc.hk/edistributionWeb/gateway/EN/news-and-announcements/news/doc?refNo=26PR59>.

A supervisão do mercado de capitais israelense cabe à *Israel Securities Authority* (ISA), autoridade criada pela Lei de Valores Mobiliários (*Securities Law*) de 1968, com competência sobre bolsas de valores, câmaras de compensação, plataformas de negociação e demais participantes do mercado.¹⁵⁷ A TASE, por sua vez, acumula funções que em outras jurisdições costumam ser exercidas por entidades distintas, operando simultaneamente como bolsa de valores, depositária central e operadora de câmaras de compensação (*clearing houses*). Essa integração vertical facilitou a concepção do Project Eden, pois permitiu que a prova de conceito abrangesse, dentro de uma única infraestrutura institucional, as funções de emissão, custódia e liquidação de títulos digitais.¹⁵⁸

Uma particularidade adicional do mercado israelense conferiu relevância especial ao experimento. Diferentemente da maioria das economias desenvolvidas, onde títulos soberanos são negociados predominantemente em mercados de balcão por meio de *primary dealers* especializados, os títulos do governo de Israel são listados e negociados em pregão eletrônico contínuo na TASE, em condições análogas às das ações corporativas.¹⁵⁹ Essa característica concentra liquidez transacional na infraestrutura da bolsa e torna a TASE um ambiente natural para testar a aplicação de DLT à gestão da dívida soberana.

O Project Eden foi anunciado em outubro de 2022, quando o escritório do Contador Geral do Ministério das Finanças (*Accountant General*) e a TASE

¹⁵⁷ ISRAEL SECURITIES AUTHORITY. *About the ISA*. Jerusalém: ISA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.isa.gov.il>.

¹⁵⁸ WORLD FEDERATION OF EXCHANGES. Project Eden: revolutionising government debt-raising and settlement at TASE – paving the way for financial innovation. *WFE Focus*, 2024. Disponível em: <https://focus.world-exchanges.org/articles/project-eden>.

¹⁵⁹ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

constituíram equipe conjunta para conduzir uma prova de conceito de emissão de títulos públicos digitais em plataforma *blockchain*.¹⁶⁰ O desenvolvimento técnico teve início em novembro daquele ano, com oficinas de arquitetura envolvendo três parceiros tecnológicos selecionados, e foi concluído em abril de 2023. A plataforma foi construída sobre rede *blockchain* permissionada baseada em VMware Blockchain, porém compatível com a *Ethereum Virtual Machine* (EVM), decisão de desenho que preserva a possibilidade de futura interoperabilidade com redes públicas ou outras infraestruturas baseadas em padrões Ethereum.¹⁶¹ A custódia de chaves criptográficas ficou a cargo da Fireblocks, empresa israelense especializada em infraestrutura de ativos digitais, que empregou tecnologia de computação multipartícipe (*multi-party computation*, MPC) para proteger as chaves privadas dos participantes.

O desenho funcional do projeto articulou três componentes técnicos complementares por meio de *smart contracts*. O *security token*, representando o título público do tesouro israelense, adotou o padrão ERC-1155, cuja flexibilidade permite a coexistência de propriedades fungíveis e não fungíveis em um mesmo contrato e suporta transferências em lote, além de acomodar dados relativos a vencimentos e pagamentos de cupons.¹⁶² O *payment token*,

¹⁶⁰ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. Project “Eden” kicks off: for the first time in Israel – the Ministry of Finance and the Tel Aviv Stock Exchange (TASE) prepare for the issuance of government bonds on a blockchain platform. *Press release*, 19 out. 2022. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/project-eden-kicks-off-for-the-first-time-in-israel---the-ministry-of-finance-and-the-tel-aviv-stock-exchange-tase-prepare-for-the-issuance-of-government-bonds-on-a-blockchain-platform-301653316.html>.

¹⁶¹ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

¹⁶² TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

construído sob o padrão ERC-20, representava na proporção de um para um o novo shekel israelense (NIS) depositado em contas de custódia tradicionais e funcionava como instrumento de liquidação financeira no ambiente da plataforma.¹⁶³ A escolha de um token de pagamento genérico, e não de uma CBDC, foi deliberada, pois o sistema foi projetado com arquitetura agnóstica quanto ao ativo de liquidação, de modo que futuramente o *payment token* possa ser substituído por moeda digital de banco central, caso o Banco de Israel venha a emitir uma. O terceiro componente foi o contrato inteligente de gestão de títulos da TASE (*TASE Bond Management Contract*), que orquestrava a lógica de liquidação atômica, funcionando como mecanismo de *escrow* autônomo que condicionava a liberação dos *security tokens* ao depósito comprovado dos *payment tokens* pelos bancos participantes, eliminando o risco de principal.¹⁶⁴

O evento de simulação ocorreu em 31 de maio de 2023, nas instalações da TASE em Tel Aviv. Participaram doze *primary dealers*, incluindo instituições domésticas (Bank Discount, Bank Hapoalim, Bank Leumi, Bank Mizrahi e First International Bank) e braços locais de bancos globais (Barclays, BNP Paribas, Deutsche Bank, Goldman Sachs, JP Morgan e Merrill Lynch). Durante a simulação, o Ministério das Finanças emitiu e cunhou o primeiro título público

[exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html](https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html).

¹⁶³ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

¹⁶⁴ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

digital (*dummy bond*) em plataforma *blockchain*, enquanto os *primary dealers* submeteram lances por meio de terminais Bloomberg e transferiram fundos simulados por meio de suas carteiras digitais.¹⁶⁵ A liquidação atômica entre *security tokens* e *payment tokens* foi executada integralmente via *smart contracts*, sem intervenção manual e sem risco de inadimplemento parcial.

Do ponto de vista regulatório, o Project Eden foi estruturado como prova de conceito, sem alteração legislativa formal. A operação ocorreu sob a autoridade institucional combinada do Ministério das Finanças e da TASE, com supervisão da ISA, em ambiente controlado que se aproximou funcionalmente de uma *sandbox* regulatória, embora sem regime jurídico específico para esse fim.¹⁶⁶ Em março de 2024, o Ministério das Finanças publicou relatório técnico detalhando os resultados do experimento.¹⁶⁷ O documento reconheceu que a execução de compensação atômica instantânea reduz significativamente a exposição a flutuações de taxas de juros interdiárias e elimina a necessidade de depósitos colaterais exigidos em processos convencionais de liquidação em T+1 ou T+2. Além do ganho de eficiência, o relatório destacou que o registro de todas as etapas transacionais em *ledger* distribuído inalterável confere ao emissor governamental e aos órgãos de supervisão visibilidade em tempo real sobre os detentores finais dos títulos públicos, simplificando processos de conciliação e fiscalização tributária. Entre as recomendações para próximas

¹⁶⁵ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept--issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

¹⁶⁶ ISRAEL. Ministry of Justice. *Legal guide for designing regulatory sandboxes*. Jerusalém: Gov.il, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.il/BlobFolder/reports/sandbox-en/en/sand-box-en.pdf>.

¹⁶⁷ ISRAEL. Ministry of Finance. *Project Eden: relatório de resultados da prova de conceito*. Jerusalém, mar. 2024. Referenciado em: COINGEEK. Israel completes blockchain-based bond tokenization pilot. 15 abr. 2025. Disponível em: <https://coingeek.com/israel-completes-blockchain-based-bond-tokenization-pilot/>.

fases, o relatório indicou a necessidade de testar a interoperabilidade entre diferentes protocolos de DLT, expandir a modelagem para redes descentralizadas públicas e avaliar a liquidação direta dos títulos contra o *Digital Shekel* tão logo a infraestrutura de CBDC do Banco de Israel esteja operacional.

A ISA tem atuado na modernização do arcabouço regulatório para acomodar ativos digitais. A autoridade classifica criptoativos conforme suas características econômicas e funcionais, distinguindo *security tokens*, *utility tokens* e *payment tokens*, com atribuição de competência à ISA (para os que se equiparam a valores mobiliários) ou à *Capital Market, Insurance, and Savings Authority* (CMA, para os demais). Em agosto de 2024, a ISA aprovou emenda que permitiu a membros não bancários da TASE oferecer serviços de negociação e custódia de criptoativos a investidores finais, inicialmente limitados a Bitcoin e Ethereum, sob modelo de “jardim fechado” (*closed garden*), no qual as operações ocorrem exclusivamente dentro de contas de investimento reguladas, sem possibilidade de saques ou depósitos a partir de carteiras externas. A ISA também propôs alterações legislativas para introduzir na *Securities Law* os conceitos de “ativo digital” e “ativo digital de investimento”, conferindo competência regulatória expressa sobre plataformas de negociação secundária de ativos tokenizados e administração de fundos expostos a essa classe.

O Project Eden insere-se em estratégia institucional mais ampla da TASE. Em maio de 2018, a bolsa havia anunciado, em parceria com a Accenture, a Intel e o *hub* de inovação The Floor, o desenvolvimento de uma plataforma de empréstimo de títulos (*Blockchain Securities Lending*, BSL) baseada em Hyperledger Sawtooth, com tecnologia Intel SGX para criptografia de dados transacionais.¹⁶⁸ A motivação era suprir a inexistência de plataforma

¹⁶⁸ TEL AVIV STOCK EXCHANGE. TASE sets up blockchain securities lending platform. *Press release*, maio 2018. Referenciado em: FINEXTRA. Tel Aviv Stock Exchange plans blockchain

centralizada de *securities lending* em Israel, mercado até então operado por meio de acordos bilaterais interbancários fragmentados entre os quatro principais bancos custodiantes globais atuantes no país.¹⁶⁹ A plataforma entrou em produção em 2 de novembro de 2020, operando como balcão único para empréstimo direto e *peer-to-peer* dos principais instrumentos financeiros regulados do mercado israelense.¹⁷⁰ A TASE *Clearing House* atua como contraparte central (CCP) das transações registradas no *ledger*, o que elimina o risco de crédito bilateral e garante a liquidação das pontas mesmo diante da insolvência de um membro. A automação por *smart contracts* abrange todo o ciclo de vida do empréstimo, incluindo postagem de margem, ajuste diário de marcação a mercado e devolução de títulos.¹⁷¹

Em outubro de 2022, o plano estratégico 2023–2027 da TASE estabeleceu como um dos quatro eixos prioritários a criação de plataforma de ativos digitais baseada em DLT e *smart contracts*, com exploração de tokenização de diversas classes de ativos.¹⁷² Em agosto de 2023, a TASE formalizou parceria tecnológica

securities lending platform. 17 maio 2018. Disponível em: <https://www.finextra.com/newsarticle/32121/tel-aviv-stock-exchange-plans-blockchain-securities-lending-platform/blockchain>.

¹⁶⁹ TEL AVIV STOCK EXCHANGE. Starting on November 2, 2020 and for the first time – the Tel Aviv Stock Exchange launches a central blockchain securities lending platform. *Press release*, 1 nov. 2020. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/starting-on-november-2-2020-and-for-the-first-time---the-tel-aviv-stock-exchange-launches-a-central-blockchain-securities-lending-platform-301100912.html>.

¹⁷⁰ TEL AVIV STOCK EXCHANGE. Starting on November 2, 2020 and for the first time – the Tel Aviv Stock Exchange launches a central blockchain securities lending platform. *Press release*, 1 nov. 2020. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/starting-on-november-2-2020-and-for-the-first-time---the-tel-aviv-stock-exchange-launches-a-central-blockchain-securities-lending-platform-301100912.html>.

¹⁷¹ TEL AVIV STOCK EXCHANGE. Starting on November 2, 2020 and for the first time – the Tel Aviv Stock Exchange launches a central blockchain securities lending platform. *Press release*, 1 nov. 2020. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/starting-on-november-2-2020-and-for-the-first-time---the-tel-aviv-stock-exchange-launches-a-central-blockchain-securities-lending-platform-301100912.html>.

¹⁷² TEL AVIV STOCK EXCHANGE. The Tel-Aviv Stock Exchange (TASE) presents today: new strategy for the years 2023–2027. *Press release*, 24 out. 2022. Disponível em:

com a Fireblocks para desenvolvimento de soluções de custódia e emissão de ativos digitais de nível institucional, combinando segurança criptográfica baseada em MPC com processos de conformidade regulatória.¹⁷³ O plano contempla também reorganização societária, com a constituição de *holding* pública que deterá o controle integral sobre a bolsa, separando as linhas de serviços digitais das operações de liquidação legada.¹⁷⁴ Em março de 2025, a TASE e a ISA abriram consulta pública para redesenhar as plataformas de liquidação da TASE *Clearing House*, adaptando a infraestrutura herdada para absorver nativamente tecnologias de DLT e soluções em nuvem.¹⁷⁵

O Banco de Israel tem desenvolvido em paralelo o projeto do *Digital Shekel*, cujo avanço guarda conexão direta com as perspectivas de liquidação de valores mobiliários tokenizados na TASE. Em março de 2025, o banco central publicou documento de *design* preliminar do sistema, estabelecendo plano de ação de dois anos para subsidiar decisão definitiva sobre emissão da CBDC até o final de 2026.¹⁷⁶ O relatório de progresso publicado em abril de 2026 consolidou a principal inovação conceitual do projeto, denominada *Digital Shekel* multiuso, que reúne em uma única infraestrutura tecnológica as funções

<https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-tase-presents-today-new-strategy-for-the-years-2023-2027-301657097.html>.

¹⁷³ TEL AVIV STOCK EXCHANGE. Tel Aviv Stock Exchange (TASE) signs agreement with Fireblocks to provide technology infrastructure for a comprehensive range of digital asset products & services. *Press release*, 2 ago. 2023. Disponível em: https://www.tase.co.il/en/content/news-lobby/20230802_pr.

¹⁷⁴ TEL AVIV STOCK EXCHANGE. The Tel-Aviv Stock Exchange (TASE) presents today: new strategy for the years 2023–2027. *Press release*, 24 out. 2022. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-tase-presents-today-new-strategy-for-the-years-2023-2027-301657097.html>.

¹⁷⁵ TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL SECURITIES AUTHORITY. Call for public consultation on contemplated upgrading of the TASE Clearing House. Tel Aviv: TASE, 10 mar. 2025. Disponível em: <https://mayafiles.tase.co.il/reports/1649001-1650000/E1649942.pdf>.

¹⁷⁶ BANK OF ISRAEL. *Digital Shekel project: progress report 2025*. Jerusalém: BoI, abr. 2026. Disponível em: <https://www.boi.org.il/media/ubvbmsak/digital-shekel-2025-progress-report.pdf>.

de varejo e de atacado.¹⁷⁷ O *design* foi concebido para interoperar com plataformas de ativos digitais reguladas, de modo que o *Digital Shekel* possa servir como ativo de liquidação em tempo real (T+0) para operações de DvP de valores mobiliários tokenizados, eliminando a dependência de *stablecoins* privadas ou depósitos bancários tokenizados.¹⁷⁸ Essa convergência preenche a lacuna identificada no Project Eden, cuja arquitetura agnóstica quanto ao ativo de liquidação foi desenhada precisamente para acomodar futura substituição do *payment token* simulado por CBDC. O Banco de Israel também participou do Project Icebreaker, em cooperação com os bancos centrais da Noruega e da Suécia e o *Hub* de Inovação do BIS, que testou a viabilidade de pagamentos transfronteiriços em tempo real utilizando moedas digitais de varejo por meio de mecanismos de PvP viabilizados por *Hash Time-Locked Contracts* (HTLC).¹⁷⁹

A aderência das infraestruturas DLT israelenses aos PFMI é assegurada por instrumentos normativos específicos. O Banco de Israel e a ISA adotaram os princípios do CPMI-IOSCO como referência para avaliar a resiliência e a eficiência de sistemas de compensação e liquidação sob sua supervisão. No que concerne ao Princípio 8 (*settlement finality*), a Diretiva 5 do Banco de Israel sobre finalidade e irrevogabilidade da liquidação exige que o operador do sistema especifique em seu regulamento interno os marcos temporais de entrada de ordens e irreversibilidade das transações, respaldados por parecer jurídico formal que confirme a validade das regras mesmo em cenários de insolvência

¹⁷⁷ BANK OF ISRAEL. *Digital Shekel project: progress report 2025*. Jerusalém: BoI, abr. 2026. Disponível em: <https://www.boi.org.il/media/ubvbmsak/digital-shekel-2025-progress-report.pdf>.

¹⁷⁸ BANK OF ISRAEL. *Digital Shekel project: progress report 2025*. Jerusalém: BoI, abr. 2026. Disponível em: <https://www.boi.org.il/media/ubvbmsak/digital-shekel-2025-progress-report.pdf>.

¹⁷⁹ BANK OF ISRAEL; NORGES BANK; SVERIGES RIKSBANK; BIS INNOVATION HUB. *Project Icebreaker: breaking new paths in cross-border retail CBDC payments*. Basileia: BIS, 2023. Disponível em: <https://www.boi.org.il/media/31vbknly/icebreaker-full-report.pdf>.

de participantes.¹⁸⁰ Essa exigência implica que todas as infraestruturas financeiras baseadas em DLT sob supervisão israelense, como a plataforma BSL e o ecossistema do Project Eden, utilizem redes permissionadas com algoritmos de consenso que garantam finalidade determinística no momento da geração do bloco, o que exclui protocolos de finalidade probabilística.¹⁸¹ No que se refere ao Princípio 11 (integridade das emissões), a conformidade é mantida pela programação das funções de *minting* e *burning* nos *smart contracts* centrais, de modo que apenas o endereço criptográfico verificado do Ministério das Finanças ou da TASE *Clearing House* pode gerar títulos, enquanto os nós regulados da rede impedem a circulação de tokens não homologados ou transações de gasto duplo.¹⁸² A segregação patrimonial (Princípio 12) é reforçada pela separação lógica de carteiras de ativos digitais na TASE *Clearing House*, baseada em criptografia MPC, que isola as contas dos investidores dos balanços das corretoras e dos nós de validação.

As lições regulatórias da experiência israelense podem ser organizadas em três dimensões. A primeira concerne à viabilidade técnica da liquidação atômica para títulos soberanos. O Project Eden demonstrou que *smart contracts* bem desenhados podem executar DvP em ambiente *blockchain* com participação simultânea de múltiplos *primary dealers* internacionais, eliminando o risco de

¹⁸⁰ BANK OF ISRAEL. *Directive 5: settlement finality and irrevocability in a controlled payment system and a designated controlled payment system*. Jerusalém: BoI, [s.d.]. Disponível em: <https://boi.org.il/media/k3afaupl/directive-5-settlement-finality-and-irrevocability-in-a-controlled-payment-system-and-a-designated-controlled-payment-system.pdf>.

¹⁸¹ BANK OF ISRAEL. *Digital Shekel project: progress report 2025*. Jerusalém: BoI, abr. 2026. Disponível em: <https://www.boi.org.il/media/ubvbmsak/digital-shekel-2025-progress-report.pdf>.

¹⁸² TEL AVIV STOCK EXCHANGE; ISRAEL MINISTRY OF FINANCE. The Tel Aviv Stock Exchange and the Israeli Ministry of Finance successfully completed the Project Eden Proof of Concept – issuing a government digital bond on a dedicated blockchain platform. *Press release*, 6 jun. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/the-tel-aviv-stock-exchange-and-the-israeli-ministry-of-finance-successfully-completed-the-project-eden-proof-of-concept-issuing-a-government-digital-bond-on-a-dedicated-blockchain-platform-301843506.html>.

principal e reduzindo a necessidade de reconciliação pós-negociação. O relatório oficial de março de 2024 confirmou esses resultados e avançou ao recomendar a expansão do modelo para outros instrumentos financeiros e a integração com o *Digital Shekel*. A segunda dimensão refere-se ao papel da integração vertical da infraestrutura. A concentração de funções de bolsa, depositária central e câmara de compensação na TASE simplificou a arquitetura do projeto e permitiu que a prova de conceito abrangesse o ciclo de vida completo do título digital. Essa concentração, no entanto, levanta questões sobre gestão de risco moral e separação funcional que exigiriam tratamento regulatório específico caso a tecnologia fosse adotada em produção, preocupação que a reorganização societária prevista no plano estratégico 2023–2027 busca endereçar. A terceira dimensão diz respeito à estratégia de implementação gradual. Ao optar por uma prova de conceito com título fictício e participação institucional ampla, em vez de migração imediata para produção, Israel evitou os riscos de execução que comprometeram projetos mais ambiciosos em outras jurisdições, como o da ASX australiana, sem deixar de produzir evidência empírica relevante.

Para o regulador brasileiro, a experiência israelense oferece subsídios em pelo menos três planos. No plano arquitetônico, a compatibilidade da plataforma com a EVM e a adoção de padrões abertos (ERC-1155 e ERC-20) ilustram como uma infraestrutura permissionada pode ser desenhada com vistas à interoperabilidade futura, sem sacrificar o controle institucional sobre acesso e governança. No plano da política de dívida pública, o projeto sinaliza que a tokenização de títulos soberanos pode reduzir custos de intermediação e ampliar a base de participantes em leilões primários. No plano da integração com CBDC, a estratégia israelense de desenvolver o *Digital Shekel* multiuso com capacidade de servir como ativo de liquidação para títulos tokenizados converge com a trajetória do Drex no Brasil e reforça a tese de que a liquidação

atômica com finalidade plena no sentido dos PFMI depende da disponibilidade de moeda de banco central em ambiente DLT.

9. África do Sul – Project Khokha

A África do Sul ocupa posição singular entre as jurisdições analisadas neste capítulo. Enquanto a maioria das experiências internacionais concentra-se na tokenização de ativos ou na modernização de infraestruturas de pós-negociação, o *Project Khokha* avançou sobre o próprio mecanismo monetário de liquidação, testando a emissão e a circulação de moeda digital de banco central por atacado (*wholesale CBDC*) em rede DLT e sua interação com instrumentos de dívida tokenizados. A iniciativa, conduzida pelo *South African Reserve Bank* (SARB), produziu achados relevantes sobre tensões macroeconômicas que a liquidação atômica pode introduzir no sistema financeiro.

O arcabouço institucional sul-africano para inovação financeira distingue-se pela coordenação multiagências. O *Intergovernmental Fintech Working Group* (IFWG), criado em 2016, reúne o SARB, o *National Treasury*, a *Financial Sector Conduct Authority* (FSCA), o *Financial Intelligence Centre* (FIC), a *Competition Commission* e outros reguladores em fórum permanente de diálogo e experimentação. Essa estrutura evita a fragmentação regulatória que dificulta a experimentação em jurisdições onde bancos centrais e autoridades de mercado de capitais operam sem articulação institucional.

A primeira fase do projeto (PK1), executada entre janeiro e maio de 2018, consistiu em prova de conceito para liquidação interbancária por atacado em rede DLT permissionada. O objetivo era avaliar se uma rede distribuída poderia replicar o desempenho, a confidencialidade e a finalidade de liquidação do SAMOS (*South African Multiple Option Settlement*), o sistema de liquidação bruta em tempo real operado pelo SARB ¹⁸³. A rede foi construída sobre a plataforma

¹⁸³ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha: exploring the use of distributed ledger technology for interbank payments settlement in South Africa*. Pretória: SARB, 2018.

Quorum, versão corporativa e permissionada da Ethereum, utilizando o mecanismo de consenso *Istanbul Byzantine Fault Tolerance* (IBFT) e técnicas criptográficas de preservação de privacidade baseadas em *Pedersen commitments* e *range proofs*. Participaram sete bancos de liquidação sul-africanos, com a ConsenSys como parceira tecnológica e a PwC como suporte de gestão de projeto¹⁸⁴.

A rede processou o volume típico diário do sistema de pagamentos sul-africano, superior a 70 mil transações, em menos de duas horas, com tempo médio de processamento inferior a dois segundos por transação, preservando confidencialidade e finalidade de liquidação ¹⁸⁵. O vice-governador François Groepe afirmou, no lançamento do relatório, que a prova de conceito demonstrara a viabilidade de liquidar transações interbancárias utilizando um *rand* tokenizado em DLT ¹⁸⁶. O projeto recebeu o prêmio de melhor iniciativa em DLT no *Central Banking Awards* de 2018, embora o relatório final tenha ressalvado que viabilidade técnica não implica adoção imediata ¹⁸⁷.

A segunda fase (PK2), lançada em janeiro de 2021 e com relatório publicado em abril de 2022, ampliou o escopo da experimentação. O PK2 investigou o ciclo de vida completo de emissão, compensação e liquidação de debêntures do SARB em ambiente DLT, utilizando duas formas de dinheiro tokenizado como ativos de liquidação. O objetivo era compreender as

¹⁸⁴ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha: exploring the use of distributed ledger technology for interbank payments settlement in South Africa*. Pretória: SARB, 2018.

¹⁸⁵ GROEPE, François. *Launch of the Project Khokha report*. Discurso proferido no lançamento do relatório do Project Khokha. Joanesburgo, 5 jun. 2018. Disponível em: <https://www.bis.org/review/r180607e.htm>. Acesso em: 23 maio 2026.

¹⁸⁶ GROEPE, François. *Launch of the Project Khokha report*. Discurso proferido no lançamento do relatório do Project Khokha. Joanesburgo, 5 jun. 2018. Disponível em: <https://www.bis.org/review/r180607e.htm>.

¹⁸⁷ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha: exploring the use of distributed ledger technology for interbank payments settlement in South Africa*. Pretória: SARB, 2018.

implicações regulatórias, jurídicas e macroeconômicas da tokenização aplicada a mercados financeiros.

A arquitetura do PK2 organizou-se em torno de duas redes DLT independentes e interoperáveis. A *wCBDC Zone*, construída sobre R3 Corda e operada exclusivamente pelo SARB, emitia moeda digital de banco central por atacado como passivo direto do banco central, constituindo ativo de liquidação sem risco de crédito para o mercado primário de debêntures. O *Khokha Hub*, desenvolvido sobre Cosmos por meio da tecnologia BitFair, funcionava como plataforma de negociação secundária na qual os bancos participantes emitiam *wTokens*, *stablecoins* bancárias lastreadas em reservas de *wCBDC*, para negociação *peer-to-peer* de debêntures tokenizadas. A comunicação entre as redes se dava por ponte criptográfica em regime de bloqueio e emissão (*lock-and-mint*), pelo qual o banco comercial instruía o bloqueio de *wCBDC* em conta de custódia na rede Corda, e a ponte acionava a cunhagem de *wCBDC* sintético equivalente no Cosmos, viabilizando liquidação simultânea no mercado secundário¹⁸⁸.

A decisão de empregar duas plataformas tecnologicamente heterogêneas refletia a intenção de testar interoperabilidade em condições que se aproximassem da fragmentação real dos mercados financeiros. O relatório do PK2 identificou três riscos associados à ponte criptográfica, reconhecida pelo SARB como vulnerabilidade relevante. O primeiro refere-se à incompatibilidade de modelos de finalidade entre as redes, dado que o Cosmos pode admitir finalidade probabilística em condições de instabilidade, gerando potencial quebra de equivalência contábil em relação a instruções já transmitidas de forma irreversível na rede Corda. O segundo decorre da dependência de oráculos *off-chain* para monitorar estados dos contratos inteligentes, criando superfície de ataque para cunhagem de *tokens* sintéticos

¹⁸⁸ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha 2: full report*. Pretória: SARB, abr. 2022.

sem lastro. O terceiro envolve a custódia multilateral de chaves privadas da ponte. Como mitigação, o SARB manteve controle exclusivo da chave mestre na rede Corda, enquanto alterações de regras no *Khokha Hub* dependiam de concordância coletiva de comitê técnico denominado *Khokha Council*¹⁸⁹.

Os achados do PK2 produziram reflexões de política econômica pouco exploradas em outras jurisdições.

A constatação mais relevante refere-se ao paradoxo entre finalidade de liquidação e demanda por liquidez. Em sistemas tradicionais, a compensação por valores líquidos (*multilateral netting*) permite que obrigações interbancárias se compensem mutuamente, economizando volumes expressivos de liquidez. Na arquitetura de liquidação atômica testada no PK2, cada operação exige aporte integral e prévio do ativo de liquidação, configurando mercado pré-financiado (*pre-funded market*). O relatório concluiu que a liquidação atômica, embora elimine o risco de principal, impõe demanda de liquidez bruta substancialmente superior à dos modelos tradicionais, com potencial para gerar restrições intradiárias nos balanços bancários e forçar o banco central a intervir como provedor massivo de liquidez intradia ¹⁹⁰.

Uma segunda constatação revelou efeito colateral imprevisto da divisibilidade digital aplicada a instrumentos de dívida do banco central. As debêntures emitidas pelo SARB cumprem função de enxugamento de liquidez, pois, ao adquiri-las, os bancos comerciais imobilizam reservas que de outro modo circulariam como crédito. No ambiente do PK2, a tokenização dessas debêntures em unidades fracionárias (*Fractionalised Debt at Maturity*, ou FDM Tokens), combinada com transferência contínua *on-chain*, conferiu a esses instrumentos características de quasi-moeda líquida. Por representarem direito contra o banco central com vencimento iminente e risco de desconto reduzido,

¹⁸⁹ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha 2: full report*. Pretória: SARB, abr. 2022.

¹⁹⁰ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha 2: full report*. Pretória: SARB, abr. 2022.

os FDM Tokens passaram a circular como meio de liquidação bilateral entre bancos, dispensando reservas convencionais. Um instrumento concebido para retirar liquidez do sistema acabou, pela transformação digital, reintroduzindo liquidez no mercado interbancário, em conflito direto com a função original de política monetária¹⁹¹.

Do ponto de vista regulatório, o *Project Khokha* foi conduzido como exercício exploratório, sem alterações legislativas prévias, beneficiando-se do *Innovation Accelerator* do IFWG. Os desdobramentos subsequentes, contudo, foram expressivos. Em outubro de 2022, a FSCA classificou formalmente os criptoativos como produtos financeiros, submetendo os prestadores de serviços de ativos cripto (*Crypto Asset Service Providers, CASPs*) ao licenciamento compulsório nos termos do *FAIS Act* e incorporando-os ao rol de instituições obrigadas na legislação antilavagem. O SARB emitiu diretrizes provisórias (*draft directives*) sob o *National Payment System Act*, determinando que operadores de *ledgers* compartilhados e pontes interbancárias devem adotar políticas de resiliência e continuidade equivalentes aos PFMI. Quanto às *stablecoins*, a orientação diferencia emissores que se limitem à função de pagamento com lastro integral, que não necessitam de licença bancária plena, daqueles que realizem transformação de prazos ou concessão de crédito, que devem constituir-se como instituições bancárias¹⁹².

Em novembro de 2025, o SARB publicou *Position Paper* sobre a necessidade de uma CBDC de varejo, concluindo pela inexistência de necessidade imediata¹⁹³. A análise apontou que as fricções de inclusão financeira estão sendo endereçadas pela modernização do sistema de

¹⁹¹ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha 2: full report*. Pretória: SARB, abr. 2022.

¹⁹² FINANCIAL SECTOR CONDUCT AUTHORITY. *Declaration of crypto assets as a financial product under the Financial Advisory and Intermediary Services Act, 2002*. Government Gazette, n. 47523, 19 out. 2022. Pretória: FSCA, 2022. Disponível em: <https://www.fsca.co.za>.

¹⁹³ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Position Paper on the necessity of a retail central bank digital currency in South Africa*. Pretória: SARB, nov. 2025.

pagamentos, incluindo a expansão do PayShap, e que o dinheiro físico continua essencial para populações de menor renda ¹⁹⁴. A decisão foi acompanhada de reorientação estratégica para a CBDC de atacado, reutilizando as arquiteturas consolidadas no PK2 e alinhando-se a discussões multilaterais como o *Project Dunbar* ¹⁹⁵.

A governança dos projetos seguiu modelo de coordenação centralizada pelo banco central. No PK1, a liderança do SARB combinada com a experiência da ConsenSys permitiu execução rápida do piloto ¹⁹⁶. No PK2, a participação expandiu-se para incluir a JSE (*Johannesburg Stock Exchange*) e quatro grandes bancos comerciais ¹⁹⁷. A presença da JSE sinalizou interesse da principal bolsa sul-africana em explorar DLT para mercados de capitais. O *Innovation Hub* do IFWG também admitiu, após 2022, novos participantes em sua *Regulatory Sandbox*, dentre os quais o Standard Bank, que concluiu com êxito a tokenização de cotas de um ETF referenciado ao índice JSE Top 40, demonstrando transparência no ciclo de vida do ativo e liquidação em tempo real em plataforma DLT proprietária.

A experiência sul-africana complementa as demais jurisdições examinadas neste capítulo ao confrontar as implicações sistêmicas da tokenização do próprio dinheiro de banco central. A tensão entre liquidação atômica e demanda por liquidez, o efeito de quasi-moeda dos FDM Tokens e os riscos de segurança da ponte criptográfica constituem advertências para qualquer jurisdição que considere DLT em infraestruturas de liquidação de grande valor. Para o regulador brasileiro, essas lições são pertinentes na medida

¹⁹⁴ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Background note on the Position Paper on the necessity of a retail central bank digital currency in South Africa*. Pretória: SARB, nov. 2025.

¹⁹⁵ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Position Paper on the necessity of a retail central bank digital currency in South Africa*. Pretória: SARB, nov. 2025.

¹⁹⁶ SOUTH AFRICAN RESERVE BANK. *Project Khokha: exploring the use of distributed ledger technology for interbank payments settlement in South Africa*. Pretória: SARB, 2018.

¹⁹⁷ BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *CBDCs in emerging market economies*. BIS Papers, n. 123, 2022. Disponível em: https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap123_w.pdf.

em que o Drex enfrenta questões análogas sobre interação entre moeda digital, liquidação de ativos e preservação dos instrumentos de política monetária, e os desdobramentos regulatórios sul-africanos sobre classificação de criptoativos e diferenciação funcional de *stablecoins* oferecem referência comparativa para a calibragem do regime brasileiro.

10. União Europeia

A União Europeia adotou, para a experimentação de DLT em infraestruturas de mercado, um modelo regulatório sem precedentes no direito financeiro internacional. O Regulamento (UE) 2022/858, aprovado pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho em 30 de maio de 2022 e aplicável desde 23 de março de 2023, instituiu um regime-piloto supranacional diretamente aplicável em todos os Estados-Membros, concebido como *sandbox* regulatório para infraestruturas de negociação e liquidação de instrumentos financeiros tokenizados.¹⁹⁸ O regulamento integra o *Digital Finance Package* da Comissão Europeia, ao lado do Regulamento MiCA e do DORA, compondo um tripé regulatório que articula inovação tecnológica, supervisão prudencial e resiliência operacional.¹⁹⁹

A supervisão é exercida pelas autoridades nacionais competentes (*national competent authorities*, NCAs) de cada Estado-Membro, com papel de coordenação atribuído à ESMA. Ao BCE cabe consulta em matérias de liquidação em moeda de banco central. Essa arquitetura, como se verá, gera tensões entre convergência desejada e heterogeneidade prática.

¹⁹⁸ UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2022/858 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio de 2022, relativo a um regime-piloto para infraestruturas de mercado baseadas em tecnologia de registo distribuído, e que altera os Regulamentos (UE) n.º 600/2014 e (UE) n.º 909/2014 e a Diretiva 2014/65/UE. Jornal Oficial da União Europeia, L 151, 2 jun. 2022.

¹⁹⁹ COMISSÃO EUROPEIA. Digital Finance Package. Bruxelas: Comissão Europeia, 2020. Disponível em: https://finance.ec.europa.eu/publications/digital-finance-package_en.

10.1. Arquitetura do regime e categorias de infraestrutura

O Regulamento 2022/858 criou três categorias de infraestruturas de mercado baseadas em DLT (*DLT market infrastructures*, DLT MIs). A primeira é a plataforma de negociação multilateral DLT (*DLT MTF*), operada por firmas de investimento ou operadores de mercado autorizados nos termos da Diretiva MiFID II. A segunda é o sistema de liquidação DLT (*DLT SS*), operado por depositários centrais de valores mobiliários (CSDs) autorizados sob o CSDR. A terceira, e mais inovadora, é o sistema combinado de negociação e liquidação DLT (*DLT TSS*), que permite a integração vertical de funções de negociação multilateral e liquidação em uma única entidade, quebrando a separação funcional que o direito europeu tradicionalmente impõe entre essas atividades.²⁰⁰

A categoria DLT TSS constitui a principal inovação regulatória do Regulamento, ao permitir que uma mesma entidade opere como plataforma de negociação e sistema de liquidação, abrindo espaço para *atomic settlement* em ambiente regulado. Essa integração vertical encontra paralelo funcional na categoria suíça de *DLT trading facility*, embora os dois modelos difiram em escopo, governança e mecanismo de autorização.

O escopo material do regime foi inicialmente delimitado a três tipos de instrumentos financeiros tokenizados, com limites de capitalização por tipo e um teto agregado de €6 bilhões por infraestrutura, podendo chegar a €9 bilhões sob salvaguardas adicionais. Ações eram admitidas até €500 milhões de capitalização de mercado do emissor, títulos de dívida até €1 bilhão e cotas de fundos UCITS até €500 milhões.²⁰¹ Esses parâmetros refletiam uma postura

²⁰⁰ UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2022/858, artigos 2.º a 5.º, que definem as categorias de DLT MTF, DLT SS e DLT TSS e estabelecem os requisitos gerais e específicos de autorização para cada tipo de infraestrutura.

²⁰¹ UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2022/858, artigo 3.º, que delimita os tipos de instrumentos financeiros DLT elegíveis e seus limiares de capitalização e valor agregado por infraestrutura.

cautelosa, coerente com a natureza experimental do regime, mas, como se demonstrará, revelaram-se restritivos demais para viabilizar a atratividade econômica das infraestruturas autorizadas.

10.2. O mecanismo de isenções e medidas compensatórias

O instrumento regulatório central do *Pilot Regime* é o mecanismo de isenções individualizadas. As infraestruturas DLT podem solicitar derrogações de requisitos específicos da MiFID II, do MiFIR e do CSDR, desde que demonstrem à NCA competente que as disposições derogadas são incompatíveis com o uso de DLT e que medidas compensatórias adequadas mitigam os riscos associados. A ESMA emite parecer não vinculante sobre cada pedido de isenção, buscando promover convergência supervisória.²⁰²

Até março de 2026, seis infraestruturas haviam obtido autorização sob o regime, cada uma com perfil tecnológico, modelo de negócio e conjunto de isenções distintos. A análise individualizada desses pedidos revela tanto a flexibilidade do modelo quanto os limites práticos de sua implementação.

O CSD Prague, autorizado pelo Banco Nacional Tcheco em 11 de outubro de 2024 como DLT SS, obteve isenções com base no artigo 5.º do DLTR que o dispensam de requisitos convencionais do CSDR, incluindo a classificação de sua plataforma como sistema de liquidação sob a definição convencional de finalidade.²⁰³ Em contrapartida, a NCA impôs integração dos nós de validação DLT à infraestrutura de continuidade de negócios, hospedagem híbrida com

²⁰² EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, pursuant to Article 14 of Regulation (EU) 2022/858. ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, p. 7-9.

²⁰³ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa às isenções e medidas compensatórias do CSD Prague.

núcleo *on-premises*, auditorias contínuas do *ledger* com mecanismos de *rollback* e conformidade estrita com padrões de segurança da informação (ISMS).²⁰⁴

A 21X AG, autorizada pela BaFin em 3 de dezembro de 2024 como DLT TSS, estruturou sua plataforma sobre a *blockchain* pública Polygon PoS, conciliando essa escolha arquitetural com as exigências de prevenção à lavagem de dinheiro por meio de contratos inteligentes de *whitelisting* que restringem a interação na plataforma a carteiras previamente identificadas e verificadas.²⁰⁵ A isenção do artigo 53(3) da MiFID II permite à 21X conceder acesso direto a investidores de varejo sem intermediação de corretoras.

As medidas compensatórias impostas incluem *onboarding* estruturado com módulos pedagógicos e simulação de riscos, *wallets* programadas com permissões por nível de ativos e limites de negociação, auditoria prévia de *smart contracts* por firmas externas de cibersegurança, lógica de *kill switch* emergencial e análises comportamentais pós-negociação contra abuso de mercado.²⁰⁶ Esse conjunto de salvaguardas ilustra como a NCA calibrou a proporcionalidade da isenção, permitindo inovação no acesso ao mercado enquanto replicava, por meios tecnológicos, proteções funcionalmente equivalentes às da intermediação tradicional.

A 360X AG, do grupo Deutsche Börse, foi autorizada pela BaFin em dezembro de 2024 como DLT MTF, licenciada para admitir à negociação títulos de dívida elegíveis, como títulos soberanos, públicos, de cobertura e corporativos. A NCA aprovou dois modelos potenciais de liquidação para

²⁰⁴ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa às isenções e medidas compensatórias do CSD Prague.

²⁰⁵ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa às isenções e medidas compensatórias da 21X AG.

²⁰⁶ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa às isenções e medidas compensatórias da 21X AG.

garantir flexibilidade operacional, e as medidas compensatórias apoiam-se na matriz de controle de risco corporativo do grupo, em mecanismos automáticos de interrupção de negociação e em governança restrita de validação centralizada.²⁰⁷

As três infraestruturas autorizadas no segundo semestre de 2025 seguem padrão semelhante. A Axiology (Lituânia) obteve isenções cumulativas de intermediação no mercado secundário e de segregação convencional de liquidação, com restrições ao perfil de ativos e custódia em carteiras blindadas. A Securitize Europe (Espanha) foi dispensada de intermediação de varejo e de escrituração centralizada por CSD, com exigência de conciliação diária entre *ledger* e registro administrativo central e monitoramento integrado de KYC/AML.²⁰⁸ A Lise/Kriptown (França) opera sob isenções de centralização de contas e intermediação de ordens, limitada a ações de PMEs não listadas, com controle restrito sobre nós validadores.²⁰⁹

A análise agregada revela três padrões. O primeiro é que a barreira de intermediação da MiFID II, concebida para um ambiente de negociação institucional, tem sido flexibilizada com sucesso para admitir acesso direto de investidores de varejo, desde que acompanhada de proteções tecnológicas equivalentes. O segundo é que as medidas compensatórias de cibersegurança e resiliência operacional representam custo de conformidade significativo, especialmente para operadores de menor porte, o que tende a favorecer infraestruturas vinculadas a grandes grupos financeiros. O terceiro é a

²⁰⁷ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa às isenções e medidas compensatórias da 360X AG.

²⁰⁸ COMISIÓN NACIONAL DEL MERCADO DE VALORES. Annual report on securities markets and their activity 2024. Madri: CNMV, 2025. Disponível em: https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Informes/Informe_anual_2024_ENen.pdf.

²⁰⁹ AUTORITÉ DES MARCHÉS FINANCIERS. Pilot Regime: the AMF publishes an in-depth report on the implementation of the regulation. Paris: AMF, 2025. Disponível em: <https://www.amf-france.org/en/news-publications/news/pilot-regime-amf-publishes-depth-report-implementation-regulation>.

heterogeneidade de abordagens entre NCAs. Enquanto a BaFin demonstrou abertura para infraestruturas híbridas construídas sobre redes públicas com camadas de permissão, outras NCAs adotaram posturas conservadoras, exigindo livros de ordens estritamente *off-chain* e redes privadas centralizadas.²¹⁰ As divergências concentraram-se na aceitação de *blockchains* públicas versus privadas, na robustez dos testes de estresse para gerenciamento de falhas de liquidação e na viabilidade de formas comerciais de dinheiro digital na ausência de CBDC. Essa fragmentação motivou o pedido, pela AMF e pela Consob, de fortalecimento do papel da ESMA no processo de avaliação.

10.3. Barreiras estruturais identificadas pela ESMA

O relatório publicado pela ESMA em 25 de junho de 2025, nos termos do artigo 14 do Regulamento 2022/858, constitui o primeiro exame abrangente do funcionamento do regime.²¹¹ O documento reconhece que a adoção inicial foi modesta. Até 31 de maio de 2025, apenas três infraestruturas estavam autorizadas, com atividade de mercado secundário mínima. O CSD Prague reportou seis emissões de ações DLT totalizando €11,9 milhões e uma emissão de título de dívida de €401. A 21X AG reportou uma emissão de título de dívida de €500 milhões.²¹²

A ESMA identificou quatro barreiras estruturais à adoção. A primeira é a falta de interoperabilidade com infraestruturas financeiras tradicionais, notadamente CSDs, CCPs e sistemas de liquidação bruta em tempo real (RTGS).

²¹⁰ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seções relativas a divergências entre NCAs na avaliação de isenções.

²¹¹ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. ESMA suggests amendments to the DLT Pilot Regime to make it permanent. Comunicado de imprensa. Paris: ESMA, 25 jun. 2025.

²¹² EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa à atividade das DLT MIs autorizadas.

A segunda é o acesso limitado à moeda de banco central para a perna de caixa das operações, problema que força as infraestruturas a recorrer a mecanismos de liquidação fora da rede ou a *stablecoins* privadas, com implicações prudenciais relevantes. A terceira é a incerteza quanto ao caráter temporário ou permanente do regime, que desestimula investimentos de longo prazo em tecnologia e conformidade. A quarta é a insuficiência dos limiares de volume e de escopo de ativos para sustentar a viabilidade econômica das plataformas.²¹³

O papel concreto dos pareceres não vinculativos da ESMA destinava-se a harmonizar as decisões das NCAs e mitigar o risco de arbitragem regulatória intracomunitária. A ESMA emitiu pareceres sobre a adequação das tecnologias propostas e a proporcionalidade das isenções face aos riscos sistêmicos. Contudo, por serem estritamente não vinculativos, esses pareceres funcionaram como instrumentos de coordenação técnica e persuasão, sem eficácia vinculante. Na prática, as NCAs mantiveram autonomia de decisão, perpetuando tempos de resposta e exigências heterogêneas.

Com base nesse diagnóstico, a ESMA recomendou formalmente que o regime fosse tornado permanente, com limiares recalibrados, escopo de ativos ampliado e integração progressiva das regras específicas de DLT ao corpo normativo da MiFID II e do CSDR.²¹⁴ A recomendação de perenização altera a natureza do instrumento regulatório, que deixaria de funcionar como experimento temporário e passaria a integrar de forma estável a arquitetura dos mercados de capitais europeus.

²¹³ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, seção relativa a barreiras estruturais e recomendações.

²¹⁴ EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY. Report on the functioning and review of the DLT Pilot Regime, ESMA75-117376770-460. Paris: ESMA, 25 jun. 2025, *Executive Summary* e recomendações finais.

10.4. O *position paper* AMF-Consob e a pressão por convergência

A publicação conjunta da AMF francesa e da Consob italiana em 9 de abril de 2025 antecipou parcialmente as conclusões da ESMA e evidenciou as tensões entre NCAs mais favoráveis à ampliação do regime e posições mais conservadoras em outros Estados-Membros.²¹⁵ As duas autoridades constataram que os prazos longos de análise de licenciamento decorriam, em parte, da fragmentação dos entendimentos regulatórios nacionais, e propuseram conferir à ESMA autoridade ativa na homologação inicial de infraestruturas DLT e na aplicação uniforme do princípio da proporcionalidade.

O *position paper* articulou três eixos de reforma. O primeiro defendia a aceitação provisória de *electronic money tokens* (EMTs) e *stablecoins* autorizadas pelo MiCA para a perna de caixa das operações, como solução transitória para o hiato temporal até a disponibilização de CBDC de atacado europeia. O segundo propunha a elevação dos limites de volume por ativo e globais e a abolição da cláusula de *sunset* temporário das licenças, de modo a permitir investimentos de longo prazo pelas infraestruturas. O terceiro demandava fortalecimento do papel da ESMA para assegurar convergência administrativa no bloco.²¹⁶

A relação entre o *position paper* franco-italiano e as recomendações posteriores da ESMA é direta. O relatório de junho de 2025 acolheu as principais propostas das duas NCAs, o que sugere que a dinâmica de convergência regulatória europeia, nesse caso, operou de baixo para cima, com as autoridades nacionais mais engajadas moldando a posição do regulador supranacional.

²¹⁵ AUTORITÉ DES MARCHÉS FINANCIERS; COMMISSIONE NAZIONALE PER LE SOCIETÀ E LA BORSA. Towards a more competitive European Pilot Regime: proposals from the French and Italian authorities for fostering experimentation by blockchain-based market infrastructures. Paris; Roma: AMF; Consob, 9 abr. 2025.

²¹⁶ COMMISSIONE NAZIONALE PER LE SOCIETÀ E LA BORSA. Comunicato Consob-AMF 9 aprile 2025. Roma: Consob, 9 abr. 2025. Disponível em: https://www.consob.it/web/area-pubblica/dettaglio-news/-/asset_publisher/qjVSo44Lk1fl/content/comunicato-consob-amf-9-aprile-2025/10194.

10.5. O Market Integration and Supervision Package

Em 4 de dezembro de 2025, a Comissão Europeia adotou o *Market Integration and Supervision Package* (MISP), pacote legislativo que constitui a iniciativa de integração de mercados de capitais mais abrangente desde a MiFID II.²¹⁷ Com mais de mil páginas de propostas, o MISP articula-se ao projeto da União de Poupança e Investimento (*Savings and Investment Union*, SIU) e inclui reformas substanciais do *Pilot Regime*. O pacote é composto por três propostas legislativas principais, um regulamento geral (*Master Regulation*) que altera 14 regulamentos vigentes, uma diretiva geral (*Master Directive*) que altera três diretivas e uma proposta de Regulamento de Finalidade de Liquidação (*Settlement Finality Regulation*, SFR) para substituir a Diretiva 98/26/CE.²¹⁸

No que tange ao DLT *Pilot Regime*, as alterações propostas pelo MISP operam em quatro frentes. A primeira é a elevação do teto agregado de €6 bilhões para €100 bilhões de valor de mercado por infraestrutura, com eliminação dos limites específicos por tipo de ativo. A segunda é a ampliação do escopo de ativos elegíveis para todos os instrumentos financeiros enquadrados na MiFID II, incluindo derivativos regulados, notas estruturadas e fundos de investimento alternativos. A terceira é a eliminação da cláusula de *sunset*, convertendo as autorizações temporárias em licenças permanentes. A quarta é a introdução de um regime simplificado de conformidade para plataformas com volume agregado inferior a €10 bilhões, o que reduz custos de entrada para operadores de menor porte.

²¹⁷ COMISSÃO EUROPEIA. Market Integration and Supervision Package. Bruxelas: Comissão Europeia, 4 dez. 2025. Disponível em: https://finance.ec.europa.eu/publications/market-integration-and-supervision-package_en.

²¹⁸ EUROPEAN PARLIAMENT. Capital markets integration and supervision: Settlement finality. Briefing EPRS. Bruxelas: Parlamento Europeu, 2026. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/785671/EPRS_BRI\(2026\)785671_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/785671/EPRS_BRI(2026)785671_EN.pdf).

O MISP também promove a integração regulatória entre o *Pilot Regime* e o MiCA. Prestadores de serviços de criptoativos (CASPs) autorizados sob o MiCA passam a ter legitimidade para solicitar autorização de operação de DLT *trading venues* e DLT TSSs. Essa fusão regulatória potencialmente rompe o monopólio das depositárias centrais tradicionais em atividades de pós-negociação, mas gera uma assimetria competitiva relevante. Os CASPs nativos digitais beneficiam-se de supervisão centralizada e harmonizada diretamente pela ESMA, enquanto instituições financeiras tradicionais que desempenham funções idênticas permanecem sob supervisão de NCAs nacionais, com processos heterogêneos e frequentemente mais onerosos.²¹⁹ Essa assimetria, identificada pela EDFA (*European Digital Finance Association*) em carta aberta de março de 2026, suscita questões de isonomia concorrencial cuja resolução deverá condicionar a tramitação legislativa do pacote.

O MISP determina ainda a introdução de padrões obrigatórios de interoperabilidade tecnológica entre as DLT MIs e as infraestruturas tradicionais, buscando mitigar o risco de fragmentação de liquidez. No tocante à custódia e ao registro central de contas, o pacote admite que serviços de *notário DLT* e de manutenção central sejam prestados por entidades que não são CSDs, embora a ausência de mecanismo de transição para registradores nacionais licenciados sob leis civis locais tenha sido objeto de crítica por participantes do mercado.

No Parlameto Europeu, as propostas foram encaminhadas à Comissão dos Assuntos Económicos e Monetários (ECON). Em maio de 2026, a tramitação encontra-se na fase de elaboração de relatórios, com relatorias atribuídas a Markus Ferber (PPE) para o Regulamento Geral, Eero Heinäluoma (S&D) para a Diretiva Geral e Giovanni Crosetto (ECR) para o Regulamento de Finalidade de

²¹⁹ EUROPEAN DIGITAL FINANCE ASSOCIATION. EDFA Open Letter on proposed amendments to the EU DLT Pilot Regime and MiCAR. Bruxelas: EDFA, 19 mar. 2026. Disponível em: <https://europeandigitalfinance.eu/wp-content/uploads/2026/03/EDFA-Blockchain-WG-Open-Letter.pdf>.

Liquidação.²²⁰ Em 5 de maio de 2026, a Comissão ECON realizou audiência pública para recolher contribuições do mercado sobre os prazos de transição regulatória. O cronograma político do MISP está formalmente vinculado ao plano de ação “Uma Europa, Um Mercado”, que estabelece como meta um acordo político entre Parlamento e Conselho até o final de 2026.²²¹

10.6. O Regulamento de Finalidade de Liquidação e as infraestruturas DLT

O *Settlement Finality Regulation* (SFR) proposto no âmbito do MISP merece atenção específica por sua relação com o Princípio 8 dos PFMI, que exige finalidade de liquidação determinística e irrevogável. A conversão da Diretiva 98/26/CE em regulamento diretamente aplicável elimina as lacunas de segurança jurídica decorrentes de transposições nacionais divergentes, criando um livro de regras único para a liquidação transfronteiriça.²²²

Sob a diretiva vigente, a aplicação de regras de proteção contra insolvência a transações em registros distribuídos dependia de analogias jurídicas frágeis. O SFR inclui explicitamente as infraestruturas DLT no seu escopo de proteção, estabelecendo que os sistemas designados pelas autoridades competentes devem demonstrar finalidade jurídica determinística e exequível. Para sistemas que utilizam modelos de consenso probabilísticos, o regulamento exige que operador e participantes definam em suas regras internas três momentos críticos da liquidação, com base em critérios técnicos a

²²⁰ EUROPEAN PARLIAMENT. MISP: a review of selected technical issues. Briefing ECTI. Bruxelas: Parlamento Europeu, 2026. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/784036/ECTI_BRI\(2026\)784036_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/784036/ECTI_BRI(2026)784036_EN.pdf).

²²¹ EUROPEAN PARLIAMENT. MISP: a review of selected technical issues. Briefing ECTI. Bruxelas: Parlamento Europeu, 2026. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/784036/ECTI_BRI\(2026\)784036_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/784036/ECTI_BRI(2026)784036_EN.pdf).

²²² INTERNATIONAL SWAPS AND DERIVATIVES ASSOCIATION. Executive summary: Settlement Finality Regulation. Nova Iorque: ISDA, 2026. Disponível em: <https://www.isda.org/a/Ui6iE/ISDA-Commentary-on-Settlement-Finality-Regulation-040726.pdf>.

serem detalhados pela ESMA e pela EBA. O primeiro é o momento de introdução, em que a instrução de transferência ingressa formalmente no sistema e se torna imune a contestações de insolvência. O segundo é o momento de irrevogabilidade, após o qual a instrução não pode ser revogada unilateralmente. O terceiro é o momento de finalidade, em que a transferência de propriedade é definitiva e juridicamente protegida.²²³

O SFR também endereça o conflito de leis aplicáveis em registros descentralizados, estipulando que a localização legal do registro corresponde à sede do operador do sistema. Adicionalmente, a proposta promove emendas à Diretiva de Acordos de Garantia Financeira (*Financial Collateral Directive, FCD*) para garantir consistência com ativos tokenizados. As referências a “conta”, “registro” ou “registro escritural” passam a abranger formalmente os registros mantidos em plataformas DLT, e a proposta confirma expressamente a elegibilidade de instrumentos financeiros emitidos ou representados em DLT para acordos de colateral regulados, bem como a validade de instruções baseadas em chaves criptográficas e em contratos inteligentes para liquidação de garantias.²²⁴

Essas disposições têm implicações diretas para a reflexão brasileira. A exigência de definição ex ante dos momentos de finalidade para infraestruturas DLT constitui modelo regulatório transportável, com paralelos possíveis na aplicação dos PFMI às infraestruturas do SPB. A inclusão expressa de registros distribuídos no conceito de “conta” para fins de garantias financeiras resolve

²²³ INTERNATIONAL SWAPS AND DERIVATIVES ASSOCIATION. Executive summary: Settlement Finality Regulation. Nova Iorque: ISDA, 2026. Disponível em: <https://www.isda.org/a/Ui6iE/ISDA-Commentary-on-Settlement-Finality-Regulation-040726.pdf>.

²²⁴ EUROPEAN PARLIAMENT. Capital markets integration and supervision: Settlement finality. Briefing EPRS. Bruxelas: Parlamento Europeu, 2026. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/785671/EPRS_BRI\(2026\)785671_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/785671/EPRS_BRI(2026)785671_EN.pdf).

uma ambiguidade que permanece aberta em diversas jurisdições, incluindo o Brasil.

10.7. Os projetos Pontes e Appia do Eurosistema

A ausência de um ativo de liquidação em moeda de banco central disponível *on-chain* é, talvez, a barreira estrutural mais relevante identificada pelo *Pilot Regime*. Sem liquidação em *central bank money*, as transações dependem de mecanismos *off-chain* ou de representações monetárias privadas que introduzem risco de crédito e de liquidez, contrariando o Princípio 9 dos PFMI, que preconiza a liquidação em moeda de banco central como preferência para infraestruturas sistemicamente relevantes.

O Eurosistema respondeu a essa lacuna com uma estratégia de duas vias temporais, formalizada pelo Conselho do BCE em fevereiro de 2025 e operacionalizada em julho do mesmo ano.²²⁵ A primeira via é o Projeto Pontes, solução tática de curto prazo que vincula plataformas DLT de mercado aos TARGET Services, o sistema convencional de liquidação bruta em tempo real do Eurosistema. O mecanismo opera por meio de *Dedicated Cash Wallets* (DCWs), nas quais participantes do TARGET capitalizam posições em moeda de banco central na rede DLT. O piloto testará dois modelos operacionais complementares. No primeiro, a liquidação financeira ocorre diretamente nas contas de liquidação do componente RTGS do TARGET, coordenada por mensagens de gatilho (*trigger*) enviadas pela plataforma DLT. No segundo, a liquidação opera por meio de *tokens* representativos de moeda fiduciária emitidos diretamente na plataforma DLT do Eurosistema.

Para apoiar o desenvolvimento do projeto, o Eurosistema constituiu formalmente em 10 de outubro de 2025 o *Pontes Market Contact Group*, sob a

²²⁵ BANCO CENTRAL EUROPEU. ECB commits to distributed ledger technology settlement plans with dual-track strategy. Comunicado de imprensa. Frankfurt: BCE, 1.º jul. 2025. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2025/html/ecb.pr250701~f4a98dd9dc.en.html>.

presidência de George Kalogeropoulos, vice-chefe da Divisão de Infraestrutura de Mercado do BCE.²²⁶ A seleção reuniu o BCE e dez bancos centrais nacionais da Zona do Euro, os tesouros nacionais da França e da Eslovênia, o Banco Europeu de Investimento e 36 instituições privadas, sendo 22 bancos comerciais e 14 fornecedores de infraestrutura de mercado digital. A amplitude dessa composição, que integra bancos centrais, tesouros soberanos e operadores de mercado numa mesma instância consultiva, reflete a escala do desafio de interoperabilidade entre registros distribuídos e sistemas convencionais de liquidação.

Em maio de 2026, a execução do cronograma permanece alinhada com a meta de lançamento da fase piloto no terceiro trimestre de 2026. As atividades do primeiro semestre concentraram-se no desenvolvimento técnico, na redação de especificações finais de requisitos e na preparação de cenários para testes de conectividade e mensageria que os participantes selecionados devem executar antes do ingresso na fase piloto efetiva.²²⁷ O Eurosistema planeja cobrir liquidação *delivery-versus-payment* (DvP) de títulos, *payment-versus-payment* (PvP) transfronteiriço e pagamentos corporativos de atacado denominados em euros.

A segunda via é o Projeto Appia, iniciativa de longo prazo voltada ao desenho de um ecossistema financeiro integrado para ativos tokenizados. O BCE publicou consulta e documento de lançamento no primeiro trimestre de 2026, com previsão de conclusão do *blueprint* no segundo semestre de 2028. O Appia organiza-se em seis blocos funcionais que cobrem interoperabilidade de ativos, política monetária e gestão de colaterais em DLT, infraestrutura de

²²⁶ BANCO CENTRAL EUROPEU. Eurosystem selects members for the Pontes market contact group. Comunicado de imprensa. Frankfurt: BCE, 10 out. 2025. Disponível em: <https://www.ecb.europa.eu/press/intro/news/html/ecb.mipnews251010.en.html>.

²²⁷ BANCO CENTRAL EUROPEU. Short-term offering: Project Pontes. Focus Session. Frankfurt: BCE, 15 jul. 2025.

wCBDC, integração transfronteiriça, harmonização jurídica e estratégia de migração.

Um debate técnico central no Appia envolve a arquitetura de rede, contrapondo um *ledger* comum europeu como utilidade compartilhada pública a uma infraestrutura de múltiplas redes interoperáveis. A opção entre esses modelos terá consequências diretas para governança, distribuição de riscos e integração com infraestruturas não europeias.

Os ensaios exploratórios de 2024, que precederam a formalização de Pontes e Appia, já haviam demonstrado a viabilidade técnica dessa interoperabilidade. O programa reuniu 64 participantes em nove jurisdições, registrando mais de 50 testes com volume total de €1,6 bilhão em liquidações em moeda de banco central, utilizando três soluções tecnológicas desenvolvidas pelo Banque de France, pela Banca d'Italia e pelo Deutsche Bundesbank.²²⁸

A interdependência entre Pontes/Appia e o *Pilot Regime* é estrutural. Enquanto as infraestruturas DLT autorizadas não tiverem acesso a liquidação em moeda de banco central, sua capacidade operacional permanecerá limitada e a conformidade com os PFMI, incompleta. A disponibilização do Pontes em 2026 poderá alterar significativamente a dinâmica de adoção do regime, ao remover a barreira que a ESMA e as NCAs identificaram como a mais restritiva.

10.8. A Euroclear D-FMI como infraestrutura paralela

A *Digital Financial Market Infrastructure* (D-FMI) da Euroclear oferece um contraponto relevante ao modelo do *Pilot Regime*. Operando sob sua licença regulada tradicional de CSD, e não sob as isenções do Regulamento 2022/858, a Euroclear estruturou uma rede DLT privada baseada na tecnologia R3 Corda,

²²⁸ BANCA D'ITALIA. ECB report and next steps on the use of new technologies for the settlement of wholesale transactions in central bank money. Roma: Banca d'Italia, 1.º jul. 2025. Disponível em: <https://www.bancaditalia.it/media/notizia/ecb-report-and-next-steps-on-the-use-of-new-technologies-for-the-settlement-of-wholesale-transactions-in-central-bank-money/>.

em consenso *Proof-of-Authority*, para emissão e liquidação de *Digitally Native Notes* (DNNs). A Euroclear atua como operador exclusivo da rede.²²⁹

A D-FMI acumulou, até o encerramento do exercício de 2025, volume total de aproximadamente €1,2 bilhão em emissões de títulos digitais, tornando-se a plataforma DLT europeia com a trajetória de emissões mais expressiva.²³⁰ Desde a emissão inaugural do Banco Mundial em outubro de 2023 (€100 milhões, três anos), seguiram-se operações do AIIB (USD 300 milhões em agosto de 2024, constituindo o primeiro título digital em dólares na plataforma), do İşbank da Turquia (primeiro título digital turco, voltado ao financiamento de reconstrução pós-terremoto), do Doha Bank (US\$150 milhões em dezembro de 2025), do Akbank (USD 100 milhões em título de gênero com a IFC como investidora única) e do Emirates NBD, que emitiu o primeiro título digital denominado em Dirhams (AED 1 bilhão, aproximadamente US\$272 milhões), com *ratings* A1 (Moody's) e A+ (Fitch), listado na Nasdaq Dubai em janeiro de 2026. Em março de 2026, o Citigroup emitiu a primeira nota estruturada digital de *wealth management*, através de sua subsidiária luxemburguesa.²³¹

A arquitetura operacional baseia-se em integração híbrida com o sistema legado. A liquidação atômica primária (DvP) ocorre *on-chain* em T+0. Concluída a liquidação primária entre o emissor e os bancos intermediários, as DNNs são imobilizadas *on-chain* pela Euroclear e representadas em contas de custódia tradicionais no sistema legado, de modo que as transações de mercado secundário, transferências de custódia, reconciliações e pagamentos de cupons

²²⁹ EUROCLEAR. D-FMI: Digital Financial Market Infrastructure. Bruxelas: Euroclear, 2026.

²³⁰ EUROCLEAR. Euroclear delivers strong 2025 results. Comunicado de imprensa. Bruxelas: Euroclear, 4 fev. 2026. Disponível em: <https://www.euroclear.com/newsandinsights/en/press/2026/mr-06-euroclear-delivers-strong-2025-results.html>.

²³¹ CITIGROUP. Citi issues inaugural digitally native structured note on Euroclear's D-FMI DLT Platform. Luxemburgo: Citigroup, 9 mar. 2026. Disponível em: <https://www.citigroup.com/global/news/press-release/2026/citi-issues-inaugural-digitally-native-structured-note-on-euroclear-s-d-fmi-dlt-platform>.

ocorrem integralmente nos sistemas convencionais da Euroclear Bank, em conformidade com o CSDR.²³² Esse desenho permite que investidores institucionais mantenham e negociem DNNs no mercado secundário sem alterar seus procedimentos de liquidação convencionais ou investir em custódia de chaves criptográficas.

A aceitação institucional do modelo foi ratificada no plano de gestão de colaterais. O *Bank of England* aceitou títulos digitais emitidos pelo AIIB como colateral elegível de nível 2 em 2024. Em 30 de março de 2026, o Eurosistema passou a admitir títulos de DLT registrados em centrais de custódia europeias como colateral elegível para operações de liquidez de bancos centrais.²³³ Essa decisão tem significado regulatório material, pois confirma que instrumentos emitidos em DLT podem cumprir os requisitos de elegibilidade aplicáveis a ativos tradicionais, removendo uma barreira de confiança institucional para emissores soberanos e supranacionais.

A trajetória da D-FMI demonstra que infraestruturas reguladas existentes podem operar em DLT sem recurso ao *Pilot Regime*, desde que o arcabouço regulatório de base seja suficientemente flexível para acomodar a inovação tecnológica. Essa constatação levanta a questão de se o *Pilot Regime* é complementar ou, em certa medida, redundante em relação às possibilidades já existentes para CSDs plenamente licenciados.

10.9. Competição regulatória e a carta aberta de fevereiro de 2026

Em 6 de fevereiro de 2026, uma coalizão de operadores autorizados e candidatos a infraestruturas DLT sob o *Pilot Regime* dirigiu carta aberta

²³² CITI. Exchanging with the times by issuing, trading and settling digital bonds. Nova Iorque: Citibank, 2026. Disponível em: https://www.citibank.com/icg/docs/Citi_Exchanging_with_the_times.pdf.

²³³ EUROCLEAR. A landmark step: digital assets eligible as Eurosystem collateral. Bruxelas: Euroclear, 2026. Disponível em: <https://www.euroclear.com/newsandinsights/en/Format/Articles/integration-digital-assets-into-financial-ecosystem.html>.

conjunta à Presidência do Conselho Europeu e ao Comitê ECON do Parlamento Europeu. Os signatários, que incluíam Securitize, 21X, Axiology, Lise (Kriptown), CSD Prague, Börse Stuttgart e operadores espanhóis, argumentaram que, embora o MISP de dezembro de 2025 contivesse as reformas corretas, a tramitação legislativa europeia projetava vigência prática somente em 2030. Essa defasagem de quatro anos, segundo os signatários, criava uma janela de arbitragem regulatória sistêmica em favor dos Estados Unidos.

O argumento de competição regulatória apoia-se em desenvolvimentos concretos. Em dezembro de 2025, a *Division of Trading and Markets* da SEC emitiu *no-action letter* à DTCC, autorizando piloto de três anos para tokenização de títulos do Tesouro dos Estados Unidos custodiados na DTC, sem necessidade de *filing* formal de alteração de regras.²³⁴ A agilidade procedimental do instrumento americano, que dispensa tramitação legislativa e permite experimentação sob supervisão direta do *staff* regulatório, contrasta com o modelo europeu de regulamento supranacional, cuja adoção exige negociação interinstitucional entre Comissão, Parlamento e Conselho.

Os custos e benefícios de cada abordagem são assimétricos. A *no-action letter* oferece velocidade e flexibilidade, mas gera incerteza, pois pode ser revogada unilateralmente e não tem força de lei. O regulamento europeu oferece segurança jurídica e harmonização supranacional, mas ao custo de tramitação que pode drenar liquidez e talentos para jurisdições mais ágeis.

A carta solicitou um micropacote de ajustes emergenciais (*quick fix*) adotável por atos técnicos diretos, incluindo expansão imediata do escopo de ativos, elevação do teto para €100 a €150 bilhões e revogação do prazo de *sunset*. Em abril de 2026, a EDFA reuniu 38 organizações em carta adicional reiterando

²³⁴ UNITED STATES. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. Division of Trading and Markets. No-action letter to The Depository Trust Company: DTCC Tokenization Services. Washington, D.C.: SEC, 11 dez. 2025. Disponível em: <https://www.sec.gov/files/tm/no-action/dtc-nal-121125.pdf>.

o pedido de *quick fix* legislativo separado do MISP. Até o final de maio de 2026, embora parlamentares tenham expressado apoio conceitual à flexibilização, nenhuma emenda formalizadora de projeto de lei de *quick fix* separado foi introduzida, mantendo a revisão do DLTR vinculada à tramitação unificada do MISP na ECON.²³⁵

10.10. O *Digital Securities Sandbox* britânico como modelo comparativo

O *Digital Securities Sandbox* (DSS) do Reino Unido, operante desde 30 de setembro de 2024 com gestão conjunta do *Bank of England* e da FCA, oferece o termo de comparação mais imediato ao *Pilot Regime* europeu.²³⁶ Com vigência autorizada até dezembro de 2028 e previsão de encerramento da janela de adesão para março de 2027, o DSS já admitiu 16 entidades até maio de 2026, todas tendo superado a avaliação do Gate 1 e obtido seus *Sandbox Approval Notices*.²³⁷

O contraste com o *Pilot Regime* é expressivo em três dimensões. A primeira é escopo. O DSS admite títulos de dívida pública de grande porte (*gilts*), bônus corporativos institucionais, ações do FTSE 350 e créditos de carbono, enquanto o regime europeu permanece restrito a emissões de capitalização modesta. A segunda é governança. A supervisão unificada por duas autoridades nacionais evita a fragmentação inerente a 27 NCAs com interpretações heterogêneas. A terceira é flexibilidade de limites. O DSS adota limites dinâmicos calibrados individualmente por entidade e escalonados

²³⁵ EUROPEAN PARLIAMENT. MISP: a review of selected technical issues. Briefing ECTI. Bruxelas: Parlamento Europeu, 2026. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/784036/ECTI_BRI\(2026\)784036_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2026/784036/ECTI_BRI(2026)784036_EN.pdf).

²³⁶ FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY. Digital Securities Sandbox (DSS). Londres: FCA, 2024. Disponível em: <https://www.fca.org.uk/firms/innovation/digital-securities-sandbox>.

²³⁷ BANK OF ENGLAND. Digital Securities Sandbox dashboard. Londres: Bank of England, 2026. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk/financial-stability/digital-securities-sandbox/digital-securities-sandbox-dashboard>.

progressivamente conforme o participante demonstra conformidade, com faixas de capacidade agregada que chegam a £13 bilhões para *gilts* e £28 bilhões para bônus corporativos.²³⁸ O *Pilot Regime* europeu, em contraste, opera com limites estáticos definidos no texto legislativo de nível 1.

O perfil dos participantes admitidos no DSS é igualmente revelador. Ao lado de plataformas nativas digitais, o programa atraiu HSBC, J.P. Morgan, Euroclear UK & International, Tradeweb Europe e LSEG B3, o que sugere que o modelo britânico logrou captar investimento institucional de escala que, na Europa continental, foi inibido pelos parâmetros do DLTR.²³⁹

O DSS estrutura-se em quatro estágios progressivos (*gates*), que conduzem da admissão para testes não operacionais (Gate 1) à operação com clientes reais sob limites conservadores (Gate 2), ao escalonamento com limites revistos mediante comprovação de requisitos patrimoniais (Gate 3) e, por fim, ao licenciamento pleno fora do *sandbox*, integrando o operador a um regime regulatório permanente a ser desenhado com base nas lições do programa (Gate 4).²⁴⁰ Essa progressividade graduada contrasta com o modelo europeu, no qual a autorização é binária e os limites, fixados na legislação primária.

Para a reflexão regulatória brasileira, o contraste entre os dois modelos oferece lição prática relevante. A calibração dinâmica de limites por entidade, no modelo britânico, permite ajustar a intensidade supervisória à maturidade operacional efetiva de cada infraestrutura, evitando tanto a permissividade excessiva quanto a rigidez paralisante de parâmetros legislados.

²³⁸ BANK OF ENGLAND. Guidance on the operation of the Digital Securities Sandbox. Londres: Bank of England, 2024. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk/financial-stability/digital-securities-sandbox/guidance-on-operation-digital-securities-sandbox>.

²³⁹ BANK OF ENGLAND. Digital Securities Sandbox dashboard. Londres: Bank of England, 2026. Disponível em: <https://www.bankofengland.co.uk/financial-stability/digital-securities-sandbox/digital-securities-sandbox-dashboard>.

²⁴⁰ FINANCIAL CONDUCT AUTHORITY. Digital Securities Sandbox (DSS). Londres: FCA, 2024. Disponível em: <https://www.fca.org.uk/firms/innovation/digital-securities-sandbox>.

10.11. Lições regulatórias para o Brasil

A experiência europeia oferece lições em múltiplos planos para a reflexão regulatória brasileira. No plano institucional, o mecanismo de isenções individualizadas constitui modelo de supervisão proporcional que preserva a discricionariedade regulatória, evitando tanto a rigidez de regulação uniforme quanto a permissividade de desregulação generalizada. No plano da liquidação, a experiência demonstra que a viabilidade de infraestruturas DLT depende criticamente de mecanismos de liquidação em moeda soberana, e que política monetária e política regulatória de infraestruturas são dimensões interdependentes do mesmo problema, lição relevante para o desenho do Drex no contexto brasileiro. A proposta de SFR acrescenta uma dimensão adicional, ao demonstrar que a definição ex ante de momentos de finalidade, irrevogabilidade e imunidade a contestações de insolvência para registros distribuídos é condição para integração plena de infraestruturas DLT no arcabouço pós-negociação, tema diretamente conectado ao Princípio 8 dos PFMI e à disciplina do SPB.

No plano da escala, a evolução dos limiares europeus e o contraste com o modelo britânico ilustram a tensão entre prudência regulatória e viabilidade econômica. Regimes com limites estáticos e excessivamente restritivos geram evidência empírica insuficiente para fundamentar decisões normativas definitivas, enquanto modelos com escalonamento dinâmico permitem acompanhar a maturação das infraestruturas sem comprometer a estabilidade do sistema.

No plano da competição regulatória, o contraste entre regulamento supranacional europeu, *no-action letter* americana e *sandbox* graduado britânico explicita o dilema entre segurança jurídica e velocidade de adaptação, dilema que para o Brasil se traduz na escolha do instrumento regulatório adequado, seja resolução, instrução normativa, regime experimental ou ato interpretativo.

11. Síntese

As nove jurisdições analisadas nas seções precedentes oferecem um espectro representativo das estratégias institucionais adotadas para incorporar tecnologias de registro distribuído em infraestruturas de mercado financeiro. A diversidade dos modelos, dos instrumentos regulatórios e dos resultados obtidos permite identificar padrões recorrentes, discriminar as variáveis que condicionam o êxito ou o fracasso das iniciativas e extrair lições regulatórias pertinentes ao debate brasileiro. Esta seção organiza a análise de forma temática, não jurisdicional, de modo a evidenciar as decisões estruturantes, os riscos documentados e as boas práticas que emergem da comparação.

11.1. Estratégias regulatórias

A primeira constatação transversal é que nenhuma jurisdição adotou a desregulação como estratégia. Todas as iniciativas examinadas operam dentro de perímetros regulatórios definidos, com graus variáveis de intervenção legislativa. As diferenças residem na forma do instrumento regulatório, e não na presença ou ausência de supervisão.

Três modalidades de ajuste regulatório podem ser distinguidas. A primeira é a reforma legislativa permanente, adotada pela Alemanha e pela Suíça. A *eWpG* alemã aboliu a exigência de certificado físico e criou sistema dual de registros (centralizado e cripto) no mesmo arcabouço legal, enquanto a *DLT Act* suíça alterou dez diplomas federais e instituiu uma nova categoria permanente de licença para infraestruturas DLT. Em ambos os casos, os legisladores optaram por integrar a inovação ao ordenamento existente, sem criar regimes paralelos ou temporários, e a decisão se mostrou compatível com a atração de participantes institucionais de escala global.

A segunda modalidade é a experimentação dentro do arcabouço vigente, sem reforma legislativa prévia. Singapura, os Estados Unidos, Hong Kong e

Israel seguiram essa via, embora com instrumentos distintos. A MAS operou sob o guarda-chuva do *FinTech Regulatory Sandbox*, com derrogações pontuais. A SEC norte-americana recorreu à *no-action letter*, instrumento de flexibilização administrativa que autoriza experimentação sem alterar regras formais, mas que pode ser revogado unilateralmente. A SFC de Hong Kong formulou doutrina regulatória por circulares, com o *see-through approach* que trata a DLT como invólucro tecnológico e aplica ao ativo tokenizado o mesmo regime do ativo convencional subjacente. Israel conduziu prova de conceito sob autoridade institucional combinada do Ministério das Finanças e da TASE, sem enquadramento formal em *sandbox*. Cada instrumento apresenta vantagens e limitações próprias. A *no-action letter* oferece velocidade, mas gera incerteza pela revogabilidade. As circulares da SFC conferem previsibilidade sem exigir tramitação legislativa, mas dependem da estabilidade doutrinária do regulador. As provas de conceito institucionais permitem validação técnica, mas não produzem arcabouço normativo definitivo.

A terceira modalidade é o regime regulatório experimental supranacional, representado exclusivamente pelo *DLT Pilot Regime* da União Europeia. O Regulamento (UE) 2022/858 criou três categorias de infraestruturas de mercado DLT e um mecanismo de isenções individualizadas com medidas compensatórias calibradas por autoridade nacional competente. O modelo oferece harmonização supranacional e segurança jurídica, mas a experiência revelou que a tramitação legislativa europeia, combinada com a heterogeneidade de interpretação entre 27 NCAs, inibiu a adoção. Até maio de 2025, a atividade de mercado secundário nas infraestruturas autorizadas era mínima. O contraste com o *Digital Securities Sandbox* britânico, que admitiu 16 entidades em seu primeiro ano e atraiu participantes institucionais de escala (HSBC, J.P. Morgan, Euroclear UK), ilustra como a governança unificada e os limites dinâmicos calibrados por entidade permitem ajustar a intensidade

supervisória à maturidade operacional efetiva, sem a rigidez de parâmetros legislados em nível primário.

A análise comparada demonstra, ainda, que infraestruturas reguladas existentes podem adotar DLT sem recurso a regimes experimentais. A Clearstream (Alemanha) evoluiu de CSD convencional para plataforma de emissão digital e tokenização sob suas licenças permanentes, e a Euroclear desenvolveu a D-FMI sob licença tradicional de CSD, acumulando mais de €1,2 bilhão em emissões de títulos digitais sem participar do *Pilot Regime*. Essa constatação levanta a questão da complementaridade, ou eventual redundância, entre regimes experimentais e a flexibilidade inerente ao arcabouço regulatório já disponível para depositários centrais plenamente licenciados.

11.2. Liquidação em moeda soberana

A segunda dimensão transversal, e talvez a mais consequente para o desenho regulatório, é a centralidade da liquidação em moeda de banco central. O Princípio 9 dos PFMI preconiza que infraestruturas sistemicamente relevantes liquidem preferencialmente em *central bank money*. A ausência de ativo de liquidação soberano disponível em ambiente DLT foi identificada como barreira estrutural pela ESMA, pelo BCE e pelas autoridades francesas e italianas em seus pronunciamentos sobre o *Pilot Regime*.

As jurisdições mais avançadas desenvolveram ou estão desenvolvendo mecanismos específicos para endereçar essa lacuna. A Suíça é o caso de maior maturidade operacional. O *Project Helvetia*, conduzido pelo SNB em parceria com o SIX Group, liquidou CHF 750 milhões em *digital bonds* com *wholesale CBDC* na fase III, e o banco central emitiu a primeira operação de política monetária nativa em DLT (SNB Bills de CHF 64 milhões). O piloto foi estendido até pelo menos junho de 2027, com ampliação da base de participantes. A Alemanha adotou modelo de sincronização entre a DLT e o sistema TARGET por meio da *Trigger Solution* do Bundesbank, na qual a transferência de

propriedade na DLT permanece em estado pendente até a confirmação da liquidação financeira em moeda de banco central nas contas RTGS. O Eurosistema formalizou estratégia dual com o Projeto Pontes (curto prazo, liquidação via *Dedicated Cash Wallets* conectadas ao TARGET) e o Projeto Appia (longo prazo, ecossistema integrado de ativos tokenizados com *wCBDC*). Singapura desenvolveu a *SGD Testnet* e a iniciativa BLOOM para liquidação multi-moedas. Hong Kong ancorou o *Project Ensemble* na coexistência entre depósitos tokenizados (camada comercial) e *wCBDC* (camada de liquidação final), com a terceira emissão de *green bonds* digitais do governo, de aproximadamente HK\$ 10 bilhões, tendo sido liquidada com e-HKD e e-CNY em DvP atômico.

Os Estados Unidos constituem a principal exceção. A DTCC não desenvolveu mecanismo de liquidação em moeda de banco central para o *Project Ion* nem para o *Tokenization Services*, e os *tokenized entitlements* do piloto autorizado pela SEC não possuem valor de colateral nem de liquidação durante o período experimental. Essa lacuna limita a utilidade prática da tokenização e levanta questões de conformidade com os PFMI. Israel adotou solução intermediária, com *payment token* genérico representando depósitos em conta de custódia, deliberadamente projetado para futura substituição pelo *Digital Shekel* quando a infraestrutura de CBDC do Banco de Israel estiver operacional.

A lição para o regulador brasileiro é direta. A viabilidade de infraestruturas de mercado baseadas em DLT depende da disponibilidade de um ativo de liquidação com finalidade jurídica equivalente à da moeda fiduciária convencional. O desenho do Drex e sua articulação com as infraestruturas do mercado de capitais constituem condição prévia para que a tokenização institucional ultrapasse o estágio experimental.

11.3. Fragmentação de liquidez e os limites da negociação em DLT

A terceira constatação transversal refere-se à relação entre DLT e formação de preços em mercado secundário. A experiência comparada revela que os ganhos de eficiência da tokenização concentram-se predominantemente nas etapas de emissão, registro, custódia e liquidação, e não na criação de novos ambientes de negociação.

O caso mais expressivo é o da Suíça. A SDX, apesar de ter obtido licenças de bolsa de valores e de CSD e de ter liquidado operações com *wCBDC*, enfrentou severa escassez de liquidez no mercado secundário, o que levou o SIX Group a consolidar as negociações de ativos digitais na SIX Swiss Exchange e a promover a absorção societária da SDX pela SIX SIS AG. A negociação dos *digital bonds* migrou para a bolsa tradicional, enquanto a infraestrutura de emissão, liquidação e custódia em DLT foi preservada.

O BCE identificou padrão análogo nos *Trials and Experiments* de 2024, alertando para o risco de fragmentação de liquidez decorrente da proliferação de plataformas DLT privadas. A DTCC, a Clearstream e a Euroclear, em *white paper* conjunto de março de 2026, reconheceram que a fragmentação entre plataformas DLT sem mecanismos de padronização tende a reproduzir, em formato distribuído, a mesma segmentação que a tecnologia se propõe a superar. Singapura identificou o problema prospectivamente, e a resposta da MAS foi concentrar esforços na infraestrutura compartilhada da GL1 e nos *toolkits* de interoperabilidade, em vez de multiplicar ambientes de negociação.

Duas soluções de *design* merecem atenção. A *single-ISIN solution* introduzida pelo UBS na SDX atribui um único código ISIN ao valor mobiliário, independentemente de sua representação digital ou convencional, preservando a fungibilidade e a elegibilidade para índices e cestas de colateral. A Nasdaq, nos Estados Unidos, obteve aprovação da SEC para integrar valores mobiliários tokenizados ao livro de ofertas central, de modo que as versões convencional e

tokenizada do mesmo ativo compartilham idêntica liquidez e são negociadas sob o mesmo símbolo, com idêntica prioridade de execução. Ambas as soluções apontam para o mesmo princípio regulatório: a DLT deve integrar-se aos ambientes de formação de preços existentes, e não competir com eles por liquidez.

11.4. Governança, concentração e gradualismo

A análise comparada permite isolar a governança e a calibração do escopo de migração como variáveis determinantes do resultado dos projetos.

O caso australiano é o mais instrutivo pelo avesso. A ASX tentou substituir integralmente o CHES, sua infraestrutura sistêmica de pós-negociação, por plataforma DLT, concentrando na mesma entidade as funções de operação, definição de requisitos e gestão do projeto, sem contrapesos efetivos dos participantes do mercado. O resultado, após seis anos e investimentos superiores a AUD 250 milhões, foi o abandono completo da solução DLT, com perdas adicionais de dezenas a centenas de milhões para os participantes. A revisão independente da Accenture constatou que 77% das capacidades não funcionais não haviam sido entregues para testes. O fracasso precipitou reforma legislativa que reforçou os poderes de supervisão e resolução da ASIC e do RBA, além de mecanismos de interoperabilidade compulsória e abertura à concorrência.

Todas as jurisdições com resultados positivos adotaram estratégias de gradualismo, mantendo os sistemas convencionais como rede de segurança. A Alemanha ofereceu aos emissores opcionalidade entre emissão digital centralizada e emissão tokenizada sem alteração de suas infraestruturas internas. A Suíça preservou o modelo *One Plug to Two Worlds* após a reconsolidação. Singapura construiu camadas progressivas, dos pilotos técnicos à rede *wholesale* comercial. Os Estados Unidos mantiveram os sistemas convencionais como instância autoritativa de registro, com o *Project Ion*

operando em produção paralela. Israel conduziu prova de conceito com título fictício antes de qualquer migração para ambiente de produção. Hong Kong progrediu do *Sandbox* ao *EnsembleTX* com valores reais, mantendo a liquidação final no sistema HKD RTGS tradicional.

A concentração institucional, por si só, não é variável determinante do fracasso. Israel e a Austrália compartilham infraestruturas verticalmente integradas (bolsa, CSD e CCP na mesma entidade), em configuração análoga à do mercado de capitais brasileiro. O resultado divergiu radicalmente porque Israel calibrou o escopo de intervenção (prova de conceito delimitada), enquanto a Austrália tentou migração integral em regime de corte abrupto. A lição pertinente para o regulador brasileiro não é evitar a concentração, mas assegurar governança com participação estruturada dos participantes de mercado, validação regulatória contínua e proporção entre o escopo do projeto e a maturidade da tecnologia.

11.5. Finalidade de liquidação e segurança jurídica

O Princípio 8 dos PFMI exige que a liquidação seja definitiva, irrevogável e juridicamente protegida contra contestações de insolvência. A aplicação desse princípio a infraestruturas DLT suscita questões que apenas duas jurisdições endereçaram de forma explícita.

A proposta de Regulamento de Finalidade de Liquidação (*Settlement Finality Regulation*, SFR) da União Europeia, integrante do MISP de dezembro de 2025, constitui o instrumento mais elaborado. O SFR inclui expressamente infraestruturas DLT no escopo de proteção e exige que operadores e participantes definam em suas regras internas três momentos críticos: o momento de introdução (em que a instrução ingressa no sistema e se torna imune a contestações de insolvência), o momento de irrevogabilidade (após o qual a instrução não pode ser revogada unilateralmente) e o momento de finalidade (em que a transferência de propriedade é definitiva e juridicamente

protegida). O regulamento endereça também o conflito de leis em registros descentralizados, estipulando que a localização legal do registro corresponde à sede do operador do sistema, e confirma a elegibilidade de instrumentos financeiros emitidos em DLT para acordos de colateral regulados.

Em Israel, a Diretiva 5 do Banco de Israel sobre finalidade e irrevogabilidade exige que o operador especifique em seu regulamento os marcos temporais de entrada de ordens e irreversibilidade, respaldados por parecer jurídico formal. Essa exigência implica que todas as infraestruturas sob supervisão israelense utilizem redes permissionadas com algoritmos de consenso de finalidade determinística, excluindo protocolos probabilísticos.

Na Suíça, a *DLT Act* conferiu reconhecimento jurídico aos *ledger-based securities* com requisitos cumulativos de poder de disposição do investidor, integridade do registro por mecanismos de consenso, transparência das regras e verificabilidade independente das transações. A equiparação legal na Alemanha dos valores mobiliários eletrônicos a bens móveis para fins do direito civil preservou a aplicabilidade das normas de propriedade, inclusive a proteção da boa-fé na aquisição. Hong Kong manteve o regime de propriedade convencional, no qual *tokens* representam direitos contratuais ou beneficiários, e não propriedade direta sobre os ativos subjacentes, salvo nos casos em que a legislação admite registro descentralizado como prova de propriedade.

Para a reflexão regulatória brasileira, a definição *ex ante* de momentos de finalidade para infraestruturas DLT constitui modelo transportável, com paralelos possíveis na aplicação dos PFMI às infraestruturas do SPB. A inclusão expressa de registros distribuídos no conceito de 201cconta201d para fins de garantias financeiras resolve uma ambiguidade que permanece em aberto no ordenamento brasileiro.

11.6. Implicações macroeconômicas da tokenização

A África do Sul é a única jurisdição que documentou empiricamente os efeitos colaterais macroeconômicos da liquidação atômica em ambiente de banco central. Os achados do *Project Khokha 2* constituem advertências que merecem destaque pela singularidade e pela pertinência ao desenho do Drex.

O primeiro efeito refere-se ao paradoxo entre finalidade de liquidação e demanda por liquidez. Em sistemas tradicionais, a compensação por valores líquidos permite que obrigações interbancárias se compensem mutuamente, economizando liquidez. Na liquidação atômica, cada operação exige aporte integral e prévio do ativo de liquidação, configurando mercado pré-financiado com demanda de liquidez bruta substancialmente superior à dos modelos convencionais. O relatório do SARB concluiu que esse mecanismo pode forçar o banco central a intervir como provedor massivo de liquidez intradia, alterando a dinâmica de transmissão de política monetária.

O segundo efeito, ainda mais revelador, refere-se à transformação de instrumentos de política monetária em quasi-moeda. As debêntures do SARB, concebidas para enxugar liquidez do sistema, foram tokenizadas em unidades fracionárias com transferência contínua *on-chain*. Por representarem direito contra o banco central com vencimento iminente e risco de desconto reduzido, esses *tokens* fracionários passaram a circular como meio de liquidação bilateral entre bancos, dispensando reservas convencionais. Um instrumento originalmente concebido para retirar liquidez acabou, pela transformação digital, reintroduzindo-a no mercado interbancário.

Esses achados não foram replicados ou refutados em outras jurisdições, o que limita sua generalização. Contudo, para qualquer jurisdição que considere a implementação de liquidação atômica em infraestruturas de grande valor, a análise sul-africana impõe a avaliação prévia das consequências sobre a demanda de liquidez, a eficácia dos instrumentos de política monetária e a

necessidade de mecanismos de provisão de liquidez intradia compatíveis com o novo ambiente operacional.

11.7. Matriz comparativa consolidada

A tabela a seguir organiza as nove jurisdições segundo as dimensões analíticas centrais.

Jurisdicção	Instrumento regulatório	Liquidação soberana	Tipo de infraestrutura	Escala	Maturidade
Singapura	Arcabouço existente + <i>sandbox</i> pontual	SGD Testnet (wCBDC em testes)	Plataforma colaborativa (GL1)	15+ pilotos, 6 moedas	Avançado
Alemanha	Reforma legislativa permanente (eWpG)	<i>Trigger Solution</i> (DLT-TARGET)	Evolução de CSD existente (D7)	€80 bi emitidos	Avançado
Suíça	Reforma legislativa sistemática (DLT Act)	wCBDC do SNB (CHF 750 mi liquidados)	Duas infraestruturas reguladas (SDX + BX Digital)	CHF 2 bi+ emitidos	Avançado
Estados Unidos	<i>No-action letter</i> + aprovação de regras de bolsa	Ausente	Extensão DLT da DTCC (produção paralela)	100 mil+ transações/dia (Ion)	Médio
Austrália	Migração sob arcabouço vigente; reforma reativa pós-fracasso	Não aplicável	Tentativa de substituição integral (abandonada)	AUD 250+ mi em perdas	Médio
Hong Kong	Doutrina por circulares (<i>see-through</i>)	Depósitos tokenizados + wCBDC (e-	Infraestrutura progressiva	HK\$ 10 bi em <i>green bonds</i>	Médio

Jurisdicção	Instrumento regulatório	Liquidação soberana	Tipo de infraestrutura	Escala	Maturidade
		HKD, e-CNY)	(Ensemble) + camada DLT (Synapse)	digitais	
Israel	Prova de conceito institucional	<i>Payment token</i> genérico (futuro <i>Digital Shekel</i>)	Prova de conceito em infraestrutura verticalmente integrada	1 simulação com 12 <i>primary dealers</i>	Médio
África do Sul	Experimentação exploratória pelo banco central	wCBDC emitida pelo SARB (passivo direto)	Provas de conceito (PK1 e PK2)	70 mil+ transações processadas (PK1)	Médio
União Europeia	Regulamento supranacional (<i>sandbox</i> + isenções individualizadas)	Ausente (Pontes/Appia em desenvolvimento)	Regime experimental (6 infraestruturas autorizadas) + D-FMI fora do regime	€1,2 bi (D-FMI); atividade mínima no <i>Pilot Regime</i>	Inicial

Tabela 2. Comparação das experiências internacionais de DLT em infraestruturas de mercado financeiro.

Jurisdicção	Decisão regulatória central	Risco ou limitação principal
Singapura	Experimentação incremental com governança multinacional e construção progressiva de camadas	Dependência de massa crítica de participantes para liquidez secundária
Alemanha	Reforma legislativa que eliminou	Tensão entre eWpG nacional e

Jurisdição	Decisão regulatória central	Risco ou limitação principal
	certificado físico e criou sistema dual de registros	CSDR supranacional; fragmentação DLT
Suíça	Reforma legislativa com nova categoria de licença proporcional + wCBDC operacional	Fragmentação de liquidez forçou reconsolidação na bolsa tradicional
Estados Unidos	Flexibilização administrativa (<i>no-action letter</i>) com segregação da camada experimental	Revogabilidade unilateral; ausência de liquidação em moeda soberana
Austrália	Substituição integral sem regime experimental	Concentração sem contrapesos + escopo excessivo = fracasso sistêmico
Hong Kong	Coordenação precoce banco central + regulador de valores mobiliários; <i>see-through approach</i>	Complexidade da interoperabilidade entre múltiplas plataformas proprietárias
Israel	Prova de conceito de título soberano com gradualidade (título fictício → futuro piloto real)	Ausência de piloto com valores reais; dependência do <i>Digital Shekel</i>
África do Sul	Experimentação focada em implicações macroeconômicas da tokenização do dinheiro soberano	Provas de conceito sem transição para produção; efeitos colaterais macroeconômicos
União Europeia	Regime-piloto supranacional + proposta de SFR para finalidade em DLT	Tramitação legislativa lenta; heterogeneidade entre NCAs; ausência de CBDC

Tabela 3. Decisões regulatórias centrais e riscos identificados

11.8. Lições para o regulador brasileiro

A análise comparada permite organizar as lições regulatórias em seis eixos que dialogam diretamente com as discussões brasileiras sobre revisão da Resolução CVM nº 135/2022, sobre o desenho do Drex e sobre a adaptação das normas de depósito centralizado, custódia e escrituração para ambientes baseados em DLT.

O primeiro eixo refere-se à escolha do instrumento regulatório. A experiência comparada demonstra que tanto reformas legislativas permanentes (Alemanha, Suíça) quanto instrumentos de flexibilização dentro do arcabouço existente (Singapura, Hong Kong, Estados Unidos) podem viabilizar a experimentação com resultados positivos. A escolha adequada depende do grau de fricção entre o direito vigente e as características operacionais da DLT. Quando o ordenamento impõe exigências que são conceitualmente incompatíveis com registros distribuídos, como a exigência de certificado físico eliminada pela eWpG alemã, a reforma legislativa é condição necessária. Quando a incompatibilidade é operacional, e não conceitual, a flexibilização administrativa ou a doutrina regulatória por atos interpretativos podem ser suficientes. O *see-through approach* de Hong Kong oferece modelo particularmente atrativo para o regulador brasileiro, ao permitir a extensão do regime existente de proteção ao investidor sem necessidade de legislação específica para cada classe de ativo tokenizado.

O segundo eixo refere-se à articulação entre regulador de mercado de capitais e banco central. A experiência comparada é unívoca. A viabilidade plena da tokenização institucional depende de solução de liquidação em moeda de banco central. Jurisdições que avançaram nessa articulação (Suíça, Hong Kong, Singapura) produziram resultados operacionais mais maduros. A lacuna norte-americana nesse campo, contrastada com o desenvolvimento do Drex, pode representar vantagem comparativa para o Brasil, desde que a interoperabilidade entre o Drex e as infraestruturas do mercado de capitais seja desenhada com atenção aos PFMI.

O terceiro eixo refere-se à governança de projetos em infraestruturas concentradas. A estrutura do mercado de capitais brasileiro, com uma única entidade acumulando funções de bolsa, CSD, CCP e SSS, espelha a configuração australiana e israelense. O contraste entre o fracasso australiano e o êxito israelense demonstra que a variável determinante não é a concentração

institucional em si, mas a calibração do escopo de migração, a participação estruturada dos demais agentes e a validação regulatória contínua. Pilotos setoriais ou por classe de ativos, que preservem a integridade do sistema legado como rede de segurança, constituem abordagem mais prudente do que tentativas de migração integral.

O quarto eixo refere-se à finalidade de liquidação e à segurança jurídica. A definição ex ante de momentos de introdução, irrevogabilidade e finalidade para infraestruturas DLT, nos moldes do SFR europeu, constitui exigência cuja transposição ao ordenamento brasileiro endereçaria lacuna relevante na disciplina do SPB. A inclusão expressa de registros distribuídos no conceito de 201ccount201d ou 201registro201d para fins de garantias financeiras e de segregação patrimonial em insolvência eliminaria ambiguidades que atualmente inibem a adoção institucional.

O quinto eixo refere-se ao escalonamento de limiares e à proporcionalidade regulatória. A Suíça demonstrou que é possível acomodar infraestruturas de perfis distintos por meio de limiares quantitativos proporcionais (a *small DLT trading facility* com limites de CHF 250 milhões em negociação e CHF 100 milhões em custódia). O DSS britânico confirmou que limites dinâmicos calibrados por entidade são mais eficazes do que limites estáticos legislados. Para o regulador brasileiro, a possibilidade de dispensas regulatórias para ambientes de menor porte, com requisitos escalonados conforme a maturidade operacional, permitiria testar modelos de tokenização sem comprometer a estabilidade das infraestruturas sistêmicas.

O sexto eixo refere-se às implicações macroeconômicas. A experiência sul-africana demonstrou que a liquidação atômica pode gerar demanda de liquidez bruta incompatível com os mecanismos tradicionais de provisão intradia e que a tokenização fracionária de instrumentos de política monetária pode neutralizar sua função de enxugamento de liquidez. Esses efeitos devem ser avaliados previamente à implementação de liquidação atômica em

infraestruturas de grande valor no Brasil, especialmente na calibragem da interação entre Drex, operações compromissadas e instrumentos de gestão de liquidez do Banco Central.

A convergência das experiências analisadas aponta para um modelo regulatório no qual a DLT se integra progressivamente às infraestruturas existentes, com liquidação em moeda soberana, preservação da interoperabilidade com ambientes convencionais e governança institucional que equilibre inovação e estabilidade. O capítulo seguinte examina as diretrizes de organismos multilaterais que oferecem a referência normativa comum a essas experiências, articulando os PFMI como instrumento de avaliação da adequação regulatória das infraestruturas de mercado baseadas em DLT.

12. Resumo

O caderno investiga como diferentes jurisdições estruturaram iniciativas e ajustes regulatórios para incorporar a tecnologia de registro distribuído (*distributed ledger technology*, DLT) às infraestruturas de mercado. A seleção dirigida privilegiou casos com maturidade institucional e evidência empírica documentada, agrupados em três tipos, os regimes regulatórios experimentais, as infraestruturas baseadas em DLT e os projetos de autoridades públicas ou consórcios. Seis critérios orientaram a comparação, da autoridade reguladora e do tipo de infraestrutura aos ajustes regulatórios, à governança e aos resultados observados.

Singapura conduz o Project Guardian, plataforma colaborativa da Monetary Authority of Singapore que evoluiu do Project Ubin para a tokenização de instrumentos do mercado de capitais, apoiada na infraestrutura compartilhada Global Layer One. A Alemanha combinou a reforma da eWpG, que aboliu o certificado físico e instituiu registros centralizado e cripto no mesmo arcabouço, com a plataforma D7 da Clearstream, que ultrapassou 80 bilhões de euros em emissão digital e liquida em moeda de banco central pela Trigger Solution do Bundesbank. A Suíça consolidou a experiência mais abrangente com a DLT Act e duas infraestruturas licenciadas, a SIX Digital Exchange e a BX Digital, e o Project Helvetia liquidou 750 milhões de francos em moeda de banco central, embora a escassez de liquidez secundária tenha forçado a reconsolidação da negociação na bolsa tradicional.

Os Estados Unidos adotaram trajetória incremental centrada na Depository Trust & Clearing Corporation, com o Project Ion e os Tokenization Services viabilizados por *no-action letter* da SEC, mas sem liquidação em moeda soberana. A Austrália oferece o caso mais instrutivo de fracasso, com o abandono, após seis anos e perdas superiores a 250 milhões de dólares australianos, da tentativa de substituir integralmente o sistema CHESSE por

DLT, episódio que expôs os riscos da governança concentrada e precipitou reformas de concorrência e de resolução na pós-negociação.

Hong Kong articulou o Project Ensemble, assentado na coexistência entre depósitos tokenizados e moeda digital de banco central por atacado, e na doutrina do *see-through approach* da SFC, que aplica ao ativo tokenizado o regime do ativo subjacente. Israel testou, no Project Eden, a emissão e a liquidação atômica de títulos soberanos com doze *primary dealers*, em arquitetura agnóstica quanto ao ativo de liquidação, à espera do Digital Shekel. A África do Sul, no Project Khokha, avançou sobre o próprio dinheiro de banco central e documentou tensões macroeconômicas, como a maior demanda por liquidez bruta na liquidação atômica e o efeito de quasi-moeda de debêntures tokenizadas do banco central.

A União Europeia instituiu o DLT Pilot Regime, regime-piloto supranacional com isenções individualizadas e medidas compensatórias, cuja adoção foi inibida pela tramitação legislativa e pela heterogeneidade entre as autoridades nacionais, em contraste com o Digital Securities Sandbox britânico. Em paralelo, a Euroclear desenvolveu a D-FMI sob licença tradicional de depositário central, e o Eurosistema estruturou os projetos Pontes e Appia para a liquidação em moeda de banco central.

A síntese temática indica que nenhuma jurisdição recorreu à desregulação, que os ganhos da tokenização se concentram na emissão, no registro, na custódia e na liquidação, e não na formação de preços, e que a liquidação em moeda de banco central é condição da maturidade operacional. As lições para o regulador brasileiro convergem para a escolha do instrumento regulatório conforme a fricção entre o direito e a tecnologia, a articulação entre a CVM e o Banco Central, a governança de infraestruturas concentradas, a segurança jurídica quanto à finalidade de liquidação, a proporcionalidade por limiares e a avaliação prévia dos efeitos macroeconômicos da tokenização, com atenção ao Drex e aos PFMI.