

IX ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS I

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Ednilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Educação Jurídica

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - MS

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG

Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

D597

Direito, governança e novas tecnologias I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Rubens Beçak; Aires Jose Rover; Ana Elisa Silva Fernandes Vieira – Florianópolis: CONPEDI, 2026.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-592-7

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Constituição, Processo e Justiça Social: o papel da jurisdição constitucional na efetivação de direitos

2. Direito. 3. Governança e novas tecnologias. IX Encontro Virtual do CONPEDI (2: 2026: Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



IX ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS I

Apresentação

Os encontros nacionais do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito (CONPEDI) têm se consolidado como referência na disseminação de pesquisas que abordam os novos fenômenos envolvendo o direito, e o Grupo de Trabalho "Direito, Governança e Novas Tecnologias" é um exemplo vivo desse compromisso. Nesta edição, o evento destacou-se não apenas pela qualidade dos trabalhos apresentados, mas pela presença de renomados professores pesquisadores em instigante debate com seus alunos de pós-graduação.

Como de praxe, houve uma diversidade muito grande de temas e abordagens. Numa tentativa de dar unidade temática e facilitar a compreensão dessa complexa teia de inovações, os coordenadores organizaram os artigos desta publicação em três grandes grupos de reflexão.

O primeiro bloco abordou o tema da "Inteligência Artificial, Viés Algorítmico e Responsabilidade Tecnológica". As reflexões apresentadas neste eixo evidenciam a tensão constante entre a rápida expansão da inteligência artificial - que transforma desde o papel da advocacia e o uso de "smart contracts" até a governança das plataformas digitais - e os profundos riscos sociais intrínsecos a essas tecnologias. Os debates trouxeram à tona denúncias contundentes sobre o racismo estrutural e algorítmico, demonstrando como projetos de cidades inteligentes e ferramentas de reconhecimento facial podem operar sob uma lógica de necropolítica se não houver um olhar crítico. Consequentemente, os pesquisadores debruçaram-se sobre a urgência de estabelecer novos marcos de regulação, modelos de responsabilidade civil e robustos mecanismos de "compliance" e segurança da informação para frear a discriminação e garantir proteção contratual.

destaque para a urgência de uma identidade digital segura e a afirmação de um Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) no ambiente virtual.

Por fim, o terceiro bloco englobou "Direitos Humanos, Processo Judicial, Economia Digital e Governança Institucional". Este eixo refletiu de forma abrangente as complexas interseções entre a Revolução 4.0 e a proteção da dignidade humana. Foram problematizados fenômenos contemporâneos alarmantes, como a precarização das relações na "gig economy", o abandono parental no ambiente virtual e a violação do direito ao esquecimento infantil decorrente do "oversharenting". Em paralelo a essas vulnerabilidades, os estudos investigaram a modernização das estruturas institucionais e econômicas. Discutiu-se desde a responsabilidade civil frente à tokenização e financeirização de terras no agronegócio, até o esforço contínuo para democratizar o sistema de justiça. Para isso, foram apresentadas análises valiosas sobre a implantação municipal do processo eletrônico, a aplicação do "design thinking" no direito e o aprimoramento da transparência e da participação democrática sob a ótica do direito comparado.

Os artigos que ora são apresentados ao público têm a finalidade de fomentar a pesquisa e fortalecer o diálogo interdisciplinar em torno das respostas que o Direito precisa dar a uma realidade em constante e veloz transformação.

Enfim, os coordenadores do GT convidam os leitores para desfrutarem do teor integral dos artigos, expressando imensa gratidão pela participação dos autores pesquisadores desta edição.

Os Coordenadores

Prof. Dr. Aires José Rover, Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. .Rubens Beçak, Universidade de São Paulo - USP

**TOKENIZAÇÃO DE ATIVOS DO AGRONEGÓCIO E A FINANCEIRIZAÇÃO DA
TERRA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA RESPONSABILIDADE CIVIL
OBJETIVA À LUZ DA TEORIA DO RISCO DA ATIVIDADE**

**TOKENIZATION OF AGRIBUSINESS ASSETS AND THE FINANCIALIZATION
OF LAND IN BRAZIL: AN ANALYSIS OF STRICT CIVIL LIABILITY UNDER
THE THEORY OF ACTIVITY RISK**

José Luiz de Moura Faleiros Júnior ¹
Victor Hugo Gimenez Goncalves ²

Resumo

O presente artigo investiga, sob a ótica do Direito Civil contemporâneo, a reconfiguração da imputação de responsabilidade civil decorrente da tokenização de ativos do agronegócio brasileiro. Parte-se da premissa de que a representação digital de bens reais, viabilizada pela tecnologia de registros distribuídos e por instrumentos como o Fundo de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (FIAGRO), o Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA) em sua forma digital e as plataformas de tokenização de ativos rurais, promove uma dissociação estrutural entre o ativo subjacente (terra, safra, recebível agropecuário) e a sua representação algorítmica. O problema de pesquisa consiste em compreender de que modo essa dissociação altera o regime de imputação da responsabilidade civil nos casos de danos provocados por falhas estruturais, informacionais ou tecnológicas dos instrumentos financeiros digitais. A hipótese sustentada é a de que a tokenização, ao intensificar o risco informacional e a opacidade da cadeia de intermediação, justifica a incidência da responsabilidade objetiva fundada na teoria do risco da atividade (art. 927, parágrafo único, do Código Civil), eventualmente cumulada com o regime do Código de Defesa do Consumidor quando configurada relação de consumo. A pesquisa adota método dedutivo e revisão bibliográfica, articulando doutrina civilista clássica e contemporânea com produção especializada em blockchain, fintechs e financeirização. Conclui-se que fintechs, agtechs e plataformas de tokenização atuam como agentes de risco na cadeia produtiva digital, devendo responder objetivamente pelos danos derivados da assimetria informacional, do

Abstract/Resumen/Résumé

This article investigates, from the standpoint of contemporary Brazilian Civil Law, the reconfiguration of the attribution of civil liability arising from the tokenization of agribusiness assets. It assumes that the digital representation of real assets, enabled by distributed ledger technology and by instruments such as the Agro-industrial Investment Fund (FIAGRO), the digital Agribusiness Receivables Certificate (CRA), and tokenization platforms for rural assets, produces a structural dissociation between the underlying asset (land, crop, agricultural receivable) and its algorithmic representation. The research problem concerns how this dissociation modifies the regime of civil liability in cases of harm caused by structural, informational, or technological failures of digital financial instruments. The hypothesis is that tokenization, by intensifying informational risk and the opacity of the chain of intermediation, justifies strict liability grounded in the activity-risk doctrine (sole paragraph of Article 927 of the Brazilian Civil Code), eventually cumulated with the Consumer Protection Code regime where a consumer relationship is established. The study adopts a deductive method and a bibliographic review, articulating classical and contemporary civil-law doctrine with specialized scholarship on blockchain, fintechs, and financialization. It concludes that fintechs, agtechs, and tokenization platforms act as risk-creating agents in the digital production chain and must be held strictly liable for damages arising from informational asymmetry, defective service, and the dematerialization of rural assets.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Tokenization, Agribusiness, Financialization, Strict civil liability, Activity risk

1 Introdução

A tokenização de ativos representa uma das mais expressivas manifestações do processo contemporâneo de desmaterialização da riqueza, fenômeno cuja intensidade econômica tem ampliado o debate jurídico em torno do regime de imputação dos danos decorrentes da intermediação financeira por meio de tecnologias digitais. No setor do agronegócio brasileiro, esse movimento adquire dimensão singular: a Lei nº 14.130/2021 (Brasil, 2021), ao instituir os Fundos de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (FIAGRO), e a posterior consolidação dos Certificados de Recebíveis do Agronegócio (CRA) – previstos na Lei nº 11.076/2004 (Brasil, 2004) – em formato digital, somadas à proliferação de plataformas privadas de tokenização de ativos rurais, terra, safra, recebíveis agropecuários e até direitos creditórios decorrentes de Cédulas de Produto Rural (CPR), promoveram a aproximação inédita entre o setor produtivo primário e os mercados financeiros, agora mediados por estruturas algorítmicas e protocolos descentralizados de validação.

Esse cenário não se limita à mera digitalização de instrumentos preexistentes. Ao contrário, a tokenização reconfigura, em sentido jurídico-dogmático, a própria relação entre o titular do investimento e o ativo subjacente. Ali onde a tradição civilística reconhecia o liame direto entre o sujeito e a coisa, ou, no plano obrigacional, entre o credor e a prestação devida, a tokenização interpõe camadas tecnológicas e financeiras que desdobram a posição jurídica em múltiplos planos: o do ativo real (terra, lavoura, mercadoria), o do título representativo (CRA, CPR, cota de FIAGRO) e o do *token*, isto é, da unidade digital que circula em rede e cujo valor depende de oráculos, custódios, plataformas e contratos inteligentes. Essa pluralidade de planos produz, como consequência inelutável, uma dissociação estrutural entre ativo subjacente e representação digital, com profundas repercussões sobre o regime das obrigações e da responsabilidade civil.

O problema de pesquisa pode, portanto, ser formulado nos seguintes termos: como a tokenização de ativos do agronegócio reconfigura a imputação de responsabilidade civil nos casos de danos decorrentes de falhas estruturais, informacionais ou tecnológicas dos instrumentos financeiros digitais? Trata-se de questão central, pois o regime tradicional da responsabilidade civil, assentado, no Direito brasileiro, sobre a cláusula geral do art. 186 e o parágrafo único do art. 927 do Código Civil, foi pensado para uma realidade em que o nexo causal entre conduta e dano podia ser reconstituído com relativa transparência. A introdução de intermediários algorítmicos e estruturas de financeirização altera profundamente esse cenário, demandando releitura dogmática que articule,

simultaneamente, a teoria do risco criado, a doutrina do defeito do serviço e a categoria emergente do risco informacional.

A hipótese de pesquisa que orienta este estudo parte da premissa de que a tokenização, ao promover a dissociação entre o ativo real e sua representação digital, não apenas incrementa quantitativamente os riscos já conhecidos, mas qualitativamente inaugura uma nova categoria de risco, de natureza informacional e algorítmica, cuja gestão escapa aos mecanismos tradicionais de imputação subjetiva. Sustenta-se, nesse sentido, que a previsibilidade relevante para fins de responsabilidade civil deixa de ser aferida exclusivamente sob o prisma psicológico da culpa e passa a ser reconstruída em chave estrutural, como previsibilidade sistêmica dos riscos inerentes à arquitetura tecnológica e financeira da atividade. A consequência dogmática desse deslocamento é a centralidade da teoria do risco da atividade como fundamento de imputação objetiva, impondo aos agentes que organizam a cadeia tokenizada o dever de internalizar os custos dos danos decorrentes da opacidade informacional, da fragmentação da cadeia e da automatização decisória.

A partir dessa hipótese, o objetivo geral da pesquisa consiste em demonstrar que a tokenização de ativos do agronegócio brasileiro configura atividade geradora de risco qualificado, apta a atrair a incidência da responsabilidade civil objetiva nos termos do parágrafo único do art. 927 do Código Civil. Como objetivos específicos, busca-se: (i) analisar a estrutura jurídica da tokenização e sua inserção no processo de financeirização do agronegócio; (ii) identificar os novos focos de risco, especialmente o risco informacional e o risco algorítmico, decorrentes da dissociação entre ativo e representação digital; (iii) examinar a adequação das categorias clássicas da responsabilidade civil, em especial o nexo de causalidade, à realidade dos ambientes tecnologicamente mediados; e (iv) propor critérios dogmáticos para a imputação objetiva dos danos, com especial atenção ao papel das plataformas digitais como agentes organizadores do risco e eventuais fornecedores de fato.

Quanto ao método, a pesquisa adota abordagem dedutiva, estruturada a partir da reconstrução dogmática das categorias da responsabilidade civil à luz das transformações tecnológicas contemporâneas. O percurso metodológico combina revisão bibliográfica qualificada, com ênfase na doutrina civilista e na literatura especializada em *blockchain*, *fintechs* e regulação de ativos digitais, e análise normativa do regime jurídico aplicável aos instrumentos do agronegócio tokenizado, notadamente o FIAGRO, o CRA e as plataformas de intermediação. Trata-se, ademais, de investigação de natureza teórico-analítica, que se vale de construção conceitual para enfrentar problema jurídico emergente, sem prejuízo da

utilização de exemplos empíricos ilustrativos extraídos da prática de mercado, com o objetivo de conferir concretude às categorias propostas.

O percurso argumentativo divide-se em três grandes seções: a primeira examina a transição da propriedade física para a representação digital, esclarecendo a estrutura jurídica da tokenização e dos instrumentos financeiros do agronegócio; a segunda enfrenta a temática da financeirização da terra e do risco informacional como expressão de uma vulnerabilidade técnica peculiar; a terceira propõe a aplicação da teoria do risco da atividade como fundamento de imputação objetiva, articulando-a com a doutrina do defeito do serviço e com o regime consumerista. A conclusão reúne os achados em sede de síntese, propondo categorias úteis para a operação dogmática do problema.

2 Da propriedade física à representação digital: tokenização e desmaterialização dos ativos do agronegócio

A compreensão jurídica da tokenização de ativos do agronegócio exige, como ponto de partida, a retomada de uma premissa clássica do Direito Civil: na tradição inaugurada pela Pandectística e incorporada pelo Código Civil de 2002, a relação entre sujeito e bem estrutura-se, em regra, a partir da ideia de pertencimento direto, isto é, do vínculo jurídico que confere ao titular poder imediato sobre a coisa, no campo dos direitos reais, ou, no plano obrigacional, a faculdade de exigir diretamente de outro sujeito o cumprimento de determinada prestação (Pereira, 2018). Esse modelo, todavia, vem sendo progressivamente erodido por sucessivas etapas de desmaterialização: primeiro, com a substituição do título de crédito cartular pelo título escritural; em seguida, com o avanço da titularização (securitização) de recebíveis; e, mais recentemente, com a tokenização propriamente dita, em que a representação do ativo passa a circular como unidade digital em rede de blocos (Raskin, 2017).

A literatura especializada tem destacado que a tokenização não constitui mero suporte técnico de instrumentos preexistentes, mas verdadeira mutação estrutural na economia da representação dos bens. A tokenização da propriedade imobiliária no Brasil, cuja lógica é integralmente transponível para os ativos rurais, observam que o *token*, enquanto unidade criptográfica registrada em livro razão distribuído, não é ainda o bem em si, mas uma representação algorítmica que pretende corresponder, de modo automatizado, a uma fração de propriedade ou a um direito sobre o ativo subjacente. (Costa, 2021) A dissociação, contudo, é inelutável: o *token* circula em rede, fraciona-se, é negociado em mercados secundários e produz efeitos econômicos imediatos, ao passo que o bem físico

permanece sujeito ao seu próprio regime jurídico, registral, ambiental e produtivo, com tempos e contingências que o algoritmo não pode capturar integralmente.

Essa cisão entre o plano da coisa e o plano do *token* suscita um conjunto de problemas dogmáticos que excedem a moldura tradicional dos direitos reais e das obrigações. A doutrina civilística reconhece, desde Pontes de Miranda, a distinção entre o suporte fático e o seu reflexo no mundo jurídico (Pontes de Miranda, 2012); a tokenização adiciona um terceiro plano, o da representação algorítmica, que é juridicamente relevante, porém não se confunde nem com o ato-fato concreto, nem com a sua simples qualificação jurídica. O *token* é, ao mesmo tempo, ativo financeiro autônomo, suporte de circulação de direitos e veículo informacional. É exatamente nessa tríplice condição que se aloja, como se argumentará adiante, o núcleo do risco a ser imputado.

A complexificação desse modelo pode ser melhor compreendida à luz da literatura contemporânea sobre *blockchain* e regulação algorítmica, que enfatiza que tais tecnologias não eliminam a necessidade de estruturas jurídicas, mas antes deslocam e redistribuem as funções de confiança, controle e validação entre múltiplos agentes e camadas técnicas (Werbach, 2018; De Filippi; Wright, 2018). Nesse contexto, o *token* deixa de ser apenas uma representação de valor para assumir o papel de elemento integrante de uma infraestrutura financeira descentralizada, cuja operação depende da interação entre código, governança e mercado. Essa reconfiguração implica que a confiabilidade do sistema não decorre exclusivamente de garantias jurídicas tradicionais, mas da arquitetura do protocolo, da integridade dos dados e da coordenação entre participantes, o que reforça a ideia de que os riscos inerentes à tokenização são, em grande medida, sistêmicos e organizacionais, e não meramente individuais ou ocasionais.

Além disso, a tokenização insere-se em um ambiente marcado por assimetrias informacionais profundas, cuja análise tem sido desenvolvida pela literatura econômica e jurídica contemporânea. Como demonstram Acquisti, Taylor e Wagman (2016), a circulação de informações em mercados digitais tende a gerar desequilíbrios estruturais entre agentes, especialmente quando a compreensão dos mecanismos subjacentes exige elevado grau de especialização técnica. No caso dos ativos tokenizados, essa assimetria é amplificada pela opacidade dos algoritmos, pela dificuldade de auditabilidade dos contratos inteligentes e pela dependência de fontes externas de dados, o que aproxima o fenômeno daquilo que Yeung (2018) denomina “regulação algorítmica”, isto é, a governança de comportamentos e decisões por meio de sistemas automatizados. A consequência jurídica dessa configuração é a intensificação do risco informacional e a necessidade de repensar os critérios de

imputação de responsabilidade, sobretudo quando os danos decorrem de falhas estruturais do sistema e não de condutas individualmente identificáveis, aproximando o debate das discussões contemporâneas sobre responsabilidade em ambientes de inteligência artificial e *machine learning* (Calo, 2017; Surden, 2014).

2.1 Tokenização: conceito, técnica e estrutura jurídica

Em sentido técnico, tokenizar consiste em criar, em livro razão distribuído (*distributed ledger*), uma unidade criptográfica vinculada, direta ou indiretamente, a um ativo, a um direito ou a um conjunto de direitos (De Filipppe; Wright, 2018). A operação envolve três planos sucessivos: (i) a originação (criação do *token* a partir do ativo subjacente), (ii) a custódia (armazenamento e gestão das chaves criptográficas) e a (iii) circulação (transferência das unidades entre carteiras digitais), cada qual mediado por diferentes agentes, emissores, custódios, oráculos, *exchanges* e plataformas de tokenização (Costa, 2021; Bassan, Rabitti, 2024).

Sob o prisma da classificação jurídica, os *tokens* podem ser organizados em três grandes categorias funcionais. Os *payment tokens* (ou *tokens* de pagamento) operam como meio de troca, aproximando-se da figura das criptomoedas. Os *utility tokens* (ou *tokens* de utilidade) conferem ao titular acesso a determinada funcionalidade ou serviço. Os *security tokens* (ou *tokens* de investimento), por fim, representam direitos de natureza patrimonial assemelhados aos valores mobiliários, sendo justamente esta a categoria de maior pertinência para a análise dos ativos do agronegócio (Costa, 2021). A doutrina internacional, em diálogo com o regulador, vem enfatizando que a qualificação jurídica do *token* depende não da denominação adotada pelo emissor, mas da função econômica concretamente desempenhada pela unidade digital em circulação (Bassan; Rabitti, 2024).

A estrutura jurídica do *token* de investimento envolve, em regra, um contrato de adesão por meio do qual o investidor adquire não a coisa em si, mas um feixe de direitos que pode incluir participação em rendimentos, fração ideal de propriedade, direito a recebíveis ou pretensões creditórias contra o emissor. Essa configuração faz do *token* um instrumento jurídico complexo, cuja eficácia depende simultaneamente da validade do contrato originário, da integridade do registro distribuído, da fidelidade dos oráculos que alimentam o sistema com dados externos e da solvência dos diversos agentes envolvidos. Em outras palavras, o *token* só preserva sua significação econômica e jurídica enquanto se mantém a sincronia entre o plano contratual, o plano físico e o plano algorítmico, sincronia que, como se verá, é estruturalmente vulnerável.

No campo regulatório, a Comissão de Valores Mobiliários, mediante o Parecer de Orientação nº 40/2022 (CVM, 2022), adotou orientação funcional ao classificar os *tokens* conforme sua aderência ao conceito de valor mobiliário previsto no art. 2º, IX, da Lei nº 6.385/1976 (Brasil, 1976). Costa (2021) assinala que essa abordagem, ainda que inaugural, deixa entrever a complexidade de instrumentos como o CRA digital e o *token* de FIAGRO, que mesclam elementos de valores mobiliários, títulos de crédito e veículos de investimento coletivo. A consequência regulatória é a sobreposição de regimes: à plataforma e ao emissor incumbem deveres informacionais derivados do mercado de capitais; ao consumidor-investidor, a tutela do CDC, sempre que configurada relação de consumo; e a todos os intervenientes, a sujeição às regras gerais da responsabilidade civil, em especial, ao regime do risco criado.

A crescente sofisticação dos contratos inteligentes, nesse contexto, impõe releitura das categorias clássicas do Direito das Obrigações, especialmente no que se refere à formação, execução e inadimplemento das relações jurídicas. Diferentemente dos contratos tradicionais, cuja execução depende de condutas humanas sucessivas, os *smart contracts* operam por meio de execução automática condicionada a eventos previamente codificados, reduzindo margens de discricionariedade e, ao mesmo tempo, introduzindo novas fontes de risco, associadas à rigidez do código, à possibilidade de falhas de programação e à inadequação entre o evento real e sua tradução algorítmica (Raskin, 2017; De Filippi; Wright, 2018). Nesse cenário, a imputação de responsabilidade não pode se limitar à análise do conteúdo declarativo do contrato, devendo alcançar também a arquitetura técnica que viabiliza sua execução, o que reforça a centralidade dos agentes que projetam, validam e operam tais sistemas na cadeia de criação do risco.

No plano comparado, o Regulamento (UE) 2023/1114, conhecido como *Markets in Crypto-Assets Regulation* (MiCA), representa a tentativa mais sistemática de disciplinar juridicamente a emissão, oferta e prestação de serviços relacionados a criptoativos, estabelecendo um regime que combina exigências prudenciais, deveres informacionais reforçados e responsabilidade dos prestadores de serviços. A lógica subjacente ao MiCA revela especial preocupação com os riscos informacionais e estruturais inerentes aos criptoativos, impondo aos emissores e intermediários deveres de transparência quanto ao funcionamento do protocolo, aos riscos do ativo e à governança do sistema, bem como mecanismos de responsabilização em caso de falhas ou informações enganosas. Essa orientação confirma, no plano europeu, a percepção de que a tokenização não pode ser tratada como fenômeno neutro do ponto de vista jurídico, mas como atividade organizada

que gera riscos próprios e que exige alocação normativa adequada desses riscos (Barbosa, 2023). Ao estabelecer padrões mínimos de *disclosure* e de responsabilização, o MiCA aproxima-se, sob perspectiva funcional, da lógica do risco da atividade, ao internalizar nos agentes organizadores da infraestrutura tokenizada o ônus decorrente da opacidade e da complexidade tecnológica que eles próprios introduzem no mercado.

2.2 Instrumentos do agronegócio digital: FIAGRO, CRA digital e plataformas de tokenização rural

A inserção do agronegócio brasileiro nessa nova arquitetura financeira tem se dado mediante instrumentos que, ao se digitalizarem, passam a integrar a infraestrutura tokenizada. O FIAGRO, instituído pela Lei nº 14.130/2021 (Brasil, 2021) e regulamentado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2022), constitui veículo de investimento coletivo cuja carteira pode ser composta por imóveis rurais, direitos creditórios do agronegócio, ações de companhias e cotas de outros fundos do setor. Em sua versão tokenizada, ainda em formação no plano regulatório, a cota do FIAGRO passa a circular como *token*, sendo objeto de fracionamento, mercado secundário automatizado e gestão algorítmica (Costa, 2021).

O CRA digital, por sua vez, é a versão escritural-tokenizada do Certificado de Recebíveis do Agronegócio, título de crédito vinculado a operações financeiras lastreadas em direitos creditórios originários do setor primário. Sua tokenização permite a fragmentação do investimento em múltiplas frações (*fractional ownership*), a redução dos custos de transação e a ampliação do acesso de investidores varejistas a uma classe de ativos antes restrita a fundos institucionais. As plataformas de tokenização de ativos rurais, especialmente aquelas constituídas como *agtechs* e *fintechs*, passam a operar a originação, a custódia e a distribuição desses títulos, agregando funcionalidades como a execução automatizada de cláusulas via contratos inteligentes e a integração com sistemas de monitoramento da produção agropecuária.

A peculiaridade desses instrumentos, no contexto rural, decorre da natureza específica do ativo subjacente. Diferentemente de uma cota de fundo imobiliário urbano, o ativo agrícola está submetido a contingências climáticas, sanitárias, ambientais e de mercado que não podem ser inteiramente capturadas pelo registro algorítmico. A própria literatura especializada em contratos de safra futura tem demonstrado, no plano dos negócios tradicionais, a complexidade de eventos como a quebra de safra, a oscilação cambial e a inadimplência produtiva, questões já enfrentadas pelos tribunais a propósito da cláusula de

wash-out e da revisão contratual em contratos de compra e venda de safra futura (Nalin; Pavan, 2024). Quando essas contingências se inserem em um ambiente tokenizado, em que oráculos automatizados alimentam contratos inteligentes encarregados de liquidar pagamentos e desencadear garantias, multiplica-se o potencial de descompasso entre o evento real e a sua tradução algorítmica.

A inserção desses instrumentos em mercados cada vez mais integrados e digitalizados também evidencia que a tokenização não apenas amplia o acesso ao financiamento do agronegócio, mas redefine os próprios mecanismos de formação de preço e alocação de capital. Nesse ambiente, a liquidez potencialmente ampliada pelos *tokens* convive com novas formas de volatilidade e de assimetria informacional, na medida em que a precificação passa a refletir não apenas fundamentos econômicos do ativo subjacente, mas também dinâmicas próprias dos mercados digitais e expectativas algorítmicas de negociação (Zetsche *et al.*, 2019). A consequência é a progressiva autonomização do valor do *token* em relação ao ativo rural que o lastreia, fenômeno que intensifica o descolamento entre realidade produtiva e representação financeira, reforçando a necessidade de enquadramento jurídico que reconheça a tokenização como atividade organizadora de riscos específicos, especialmente no que concerne à proteção do investidor e à estabilidade das relações contratuais subjacentes.

Daí decorre a primeira tese parcial deste estudo: a tokenização dos ativos do agronegócio não é meramente acessória ou instrumental ao regime jurídico tradicional, mas introduz, na cadeia produtiva, novos focos de risco, isto é, risco operacional, risco informacional, risco de contraparte algorítmica, que devem ser dogmaticamente reconhecidos e juridicamente alocados. É nesta tarefa de alocação de riscos que se insere a discussão sobre responsabilidade civil que se desenvolverá à frente.

3 Financeirização da terra e risco informacional na intermediação tecnológica

A dimensão econômico-jurídica da tokenização não pode ser apreendida fora do quadro mais amplo da financeirização do agronegócio brasileiro. Por financeirização, entende-se o processo pelo qual ativos reais, neste caso, a terra, a produção e os recebíveis derivados da atividade rural, passam a ser tratados, geridos e negociados como ativos financeiros, sob lógica predominantemente patrimonial e de curto prazo, em substituição (ou em sobreposição) à racionalidade produtiva tradicional. A tokenização constitui, nesse sentido, a expressão tecnológica mais avançada da financeirização, na medida em que potencializa a fungibilidade, a divisibilidade e a velocidade de circulação dos ativos rurais.

A consequência jurídica imediata desse processo é o crescimento da distância, material e cognitiva, entre o investidor e o ativo subjacente. Em uma operação tradicional de aquisição de imóvel rural, a relação entre adquirente e bem é mediada por instrumentos registrais públicos, vistorias físicas e mecanismos de publicidade que asseguram um nível mínimo de simetria informacional. Na operação tokenizada, esse universo de mediações é substituído por interfaces digitais, *smart contracts*, oráculos privados e protocolos cuja arquitetura é, em larga medida, ininteligível ao investidor médio. O resultado é um déficit estrutural de informação, não apenas sobre o ativo, mas sobre o próprio funcionamento da plataforma que o representa (Frazão, 2023; Marcel Leonardi, 2012; Magrani, 2019).

Esse processo de financeirização mediada por tecnologia também deve ser compreendido à luz da crescente substituição de mecanismos tradicionais de governança por formas de regulação algorítmica, nas quais decisões relevantes para a circulação de ativos passam a ser automatizadas e incorporadas ao próprio funcionamento das plataformas. Como observa Yeung (2018), a regulação algorítmica desloca o centro decisório do direito para o código, transformando normas jurídicas em parâmetros operacionais executados automaticamente por sistemas digitais. No contexto da tokenização do agronegócio, isso significa que elementos essenciais da relação jurídica, como verificação de condições contratuais, execução de garantias e liquidação de obrigações, podem ser determinados por *smart contracts* alimentados por dados externos, cuja confiabilidade nem sempre é plenamente auditável. Esse deslocamento reforça a opacidade estrutural do sistema e amplia o risco informacional, aproximando o fenômeno das discussões contemporâneas sobre inteligência artificial e tomada de decisão automatizada, nas quais a dificuldade de explicação dos resultados e a dependência de modelos complexos desafiam os paradigmas tradicionais de imputação e controle jurídico (Calo, 2017; Surden, 2014).

3.1 A dissociação entre ativo subjacente e representação digital

A dissociação entre ativo subjacente e representação digital é o cerne dogmático do problema. Ela manifesta-se em pelo menos três dimensões. Em primeiro lugar, há a dissociação ontológica: o *token* não é a coisa, mas representa a coisa, e essa representação só se mantém íntegra enquanto persistir a fidelidade da cadeia que conecta o ativo ao registro distribuído. Em segundo lugar, há a dissociação temporal: enquanto o ativo físico está sujeito ao tempo da produção, da colheita e da maturação contratual, o *token* circula em mercado secundário com velocidade própria, podendo gerar precificações dissociadas do desempenho real do ativo. Em terceiro lugar, há a dissociação institucional: o *token* é gerido

por uma pluralidade de agentes, emissor, custódio, oráculo, plataforma, cuja atuação é nem sempre transparente ao investidor (Barbosa, 2021).

Essa fragmentação de planos compromete a operação tradicional do nexo de causalidade. A doutrina civilista contemporânea, ao examinar fenômenos análogos no campo da inteligência artificial e dos sistemas autônomos, tem recorrido a categorias como “causalidade probabilística” e “imputação por contribuição relevante” para enfrentar situações em que a multiplicidade de agentes torna inviável a reconstituição linear do dano (Barbosa, 2020). A tokenização de ativos do agronegócio insere-se, *mutatis mutandis*, nesse mesmo horizonte: um ataque cibernético contra a plataforma, uma falha do oráculo na transmissão da informação sobre o desempenho da safra, uma execução errônea de contrato inteligente, uma divergência entre o registro distribuído e o registro público imobiliário, todos são eventos cujas causas se distribuem entre múltiplos agentes, exigindo do intérprete uma releitura criativa, mas dogmaticamente disciplinada, do regime do nexo causal. (Barbosa, 2021; Coelho, 2021)

Não se trata, evidentemente, de abandonar a exigência de causalidade, mas de reconhecer que, em ambientes algorítmicos, ela passa a operar em registro distinto. Como ressalta Barbosa (2021), a noção de “causalidade por contribuição relevante” permite imputar o dano àqueles agentes cuja conduta, comissiva ou omissiva, tenha incrementado, de modo juridicamente relevante, o risco efetivamente concretizado. Trata-se, em essência, de uma releitura instrumental da teoria da equivalência das condições, à luz da concentração de poder nas mãos das plataformas tecnológicas e da desproporcional capacidade que estas possuem para conformar, ou desconfigurar, a fidelidade da representação digital.

3.2 Assimetria informacional, risco informacional e vulnerabilidade do investidor

Se a dissociação estrutural entre ativo e *token* é a causa material do problema, a sua expressão mais visível é o risco informacional, categoria que se desenvolve na doutrina civilística contemporânea como subespécie do risco da atividade. Por risco informacional entende-se a probabilidade, não evitável apenas pelo cuidado individual, de que a informação que circunda determinado ativo, serviço ou produto seja distorcida, omitida, manipulada ou fragmentada, com consequências patrimoniais relevantes para a contraparte hipossuficiente (Frazão, 2023; Berwig, Engelmann, 2020; Borges; Martins, 2017).

No mercado tokenizado, a assimetria informacional é potencializada por três fatores. O primeiro deles é a opacidade técnica: a arquitetura dos protocolos *blockchain*, dos contratos inteligentes e dos oráculos é compreensível somente para um número reduzido de

operadores, ao passo que o investidor varejista, público a quem se destina, primordialmente, a oferta de *tokens* em plataformas, depara-se com *whitepapers*, termos de adesão e interfaces gráficas que ocultam, em sua maioria, a verdadeira complexidade da operação. O segundo fator é a opacidade jurídica: a fragmentação regulatória entre o regime de valores mobiliários, o regime do agronegócio, o regime do CDC e o regime das *fintechs* cria zonas cinzentas em que o investidor não sabe ao certo quais direitos pode opor a quais agentes (Goettenauer, 2019). O terceiro fator é a opacidade econômica: a precificação dos *tokens*, em mercados secundários, depende de fatores que escapam ao controle do agente individual e que, com frequência, derivam de movimentos especulativos alheios ao desempenho do ativo subjacente.

Essa tríplice opacidade configura a hipervulnerabilidade técnica do investidor de varejo, na linha do que Borges e Martins (2017) sustentam para o nanoconsumidor, figura cuja extensão analógica para o investidor varejista de ativos tokenizados é particularmente fecunda. Ali onde a assimetria informacional não decorre apenas da posição relativa das partes no mercado, mas da impenetrabilidade tecnológica do próprio produto financeiro, o regime jurídico não pode contentar-se com deveres informacionais formais. É preciso reconhecer que a relação se desenvolve sob padrão de risco informacional estrutural, no sentido de risco criado pela própria conformação da atividade econômica explorada pelos agentes que organizam a cadeia de tokenização.

A doutrina nacional, em sintonia com o pensamento europeu sobre responsabilidade civil por informações, tem sustentado que a violação ao dever de informar, quando inserida em estrutura organizacional que se vale, profissionalmente, da assimetria informacional, não se resolve apenas pela via da responsabilidade subjetiva. Pelo contrário, ela aponta para o regime objetivo, fundado tanto na cláusula geral do parágrafo único do art. 927 do Código Civil quanto, conforme o caso, no art. 14 do CDC (Tepedino; Terra; Guedes, 2022). A imputação por defeito do serviço informacional, nesse contexto, deixa de ser a exceção para se tornar a forma natural de organização da responsabilidade nas relações financeirizadas-tokenizadas.

4 A teoria do risco da atividade e a imputação objetiva nos danos derivados da tokenização

A doutrina brasileira da responsabilidade civil incorporou, especialmente após o Código Civil de 2002, uma cláusula geral de risco que, embora articulada com a tradição da responsabilidade subjetiva, abre espaço dogmático específico para o tratamento dos danos

derivados de atividades intrinsecamente perigosas ou organizadoras de risco. Trata-se do parágrafo único do art. 927, segundo o qual “haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem”. Essa cláusula é, sem exagero, o vértice dogmático da responsabilidade civil contemporânea no Brasil, e seu manejo é decisivo para a alocação dos danos derivados da tokenização (Pereira, 2018; Tepedino; Terra; Guedes, 2022).

4.1 O parágrafo único do art. 927 do Código Civil e a categoria do risco criado

A teoria do risco, em suas diferentes modulações, risco-proveito, risco profissional, risco-criado, risco da atividade, tem em comum a ideia de que, em determinadas situações, a imputação do dano deve recair sobre quem organiza profissionalmente uma atividade que potencializa a probabilidade de lesão a terceiros, independentemente da demonstração de culpa. Caio Mário da Silva Pereira (2018), em sua clássica monografia, sustenta que o fundamento ético-jurídico dessa modalidade de imputação reside na correlação entre os benefícios extraídos da atividade e os ônus correlatos suportados pela coletividade, correlação que justifica que o agente assuma os riscos típicos da empresa que organiza. Tepedino, Terra e Guedes (2022), por sua vez, sublinham que o parágrafo único do art. 927 não consagra mero rol taxativo, mas autêntica cláusula geral, cuja aplicação depende de juízo concreto sobre a natureza da atividade e o tipo de risco por ela engendrado.

Na esteira dessa orientação, a doutrina nacional tem aplicado a teoria do risco da atividade a um número crescente de situações nas quais a inovação tecnológica organiza riscos novos, riscos nanotecnológicos, riscos algorítmicos, riscos derivados de sistemas autônomos, que escapam ao tratamento clássico da culpa (Berwig, Engelmann, 2020; Borges, Martins, 2017; Barbosa, 2021). A coerência dessa expansão depende, contudo, de critério dogmaticamente disciplinado, sob pena de que a cláusula geral se converta em hipótese genérica de responsabilização sem culpa, esvaziando o sistema. Coelho (2021), em ensaio sobre o sentido ético-axiológico da responsabilidade civil, alerta para o risco oposto: a aplicação mecânica da culpa em ambientes profundamente assimétricos, em que a vítima dificilmente teria condições materiais de demonstrar a falha do agente, conduz a uma denegação substantiva do direito de reparação.

Para os danos derivados da tokenização de ativos do agronegócio, a aplicação da cláusula do risco criado ampara-se em três argumentos cumulativos. Primeiro, a natureza profissional e organizada da atividade: as plataformas de tokenização, *fintechs* e *agtechs*

operam sob lógica empresarial sofisticada, com fins lucrativos, e estruturam toda a cadeia de circulação dos *tokens*, da originação à liquidação, em ambiente por elas próprias projetado. Segundo, a magnitude e a tipicidade do risco: os danos passíveis de ocorrer, falhas estruturais do protocolo, ataques cibernéticos, defeitos do oráculo, divergência entre *token* e ativo, descumprimento de cláusula contratual automatizada, são típicos do exercício profissional dessa atividade, podendo ser reconhecidos a priori como riscos próprios da empresa tokenizadora. Terceiro, a desproporção entre os agentes: a relação entre a plataforma tokenizadora e o investidor varejista, frequentemente também consumidor, no sentido do CDC, configura desequilíbrio estrutural que obstaculiza, na prática, a reconstituição da culpa, justificando a inversão do regime de imputação (Barbosa, 2021).

A esse triplo fundamento soma-se argumento de natureza sistêmica. A tokenização de ativos rurais não é apenas inovação técnica isolada, mas peça de uma estratégia mais ampla de financeirização do agronegócio, em que a fragmentação do investimento, a velocidade dos mercados secundários e a interconexão de plataformas globais criam efeitos de externalidade negativa que extrapolam a relação bilateral. A internalização desses custos, mediante o regime objetivo do risco criado, é condição para que a inovação tecnológica não se traduza, perversamente, em transferência de externalidades negativas para o investidor varejista e para a própria sociedade.

4.2 Fintechs, agtechs e plataformas como agentes de risco: causalidade, fornecedor de fato e responsabilidade objetiva

A dogmática contemporânea da responsabilidade civil tem desenvolvido, ao lado da clássica figura do fornecedor de direito, a categoria do fornecedor de fato, aquele que, embora não figure formalmente na cadeia contratual, organiza ou aproveita-se economicamente da relação de consumo de modo a integrá-la materialmente. A doutrina consumerista brasileira, em diálogo com a europeia, tem aplicado essa figura para imputar responsabilidade a plataformas digitais que se posicionam como meros “intermediários” mas, na realidade, conformam decisivamente a relação travada entre prestadores e consumidores (Tepedino; Terra; Guedes, 2022; Barbosa, 2021; Frazão, 2023).

Nas plataformas de tokenização de ativos rurais, essa qualificação tem alcance especialmente relevante. A plataforma não é mero veículo neutro de aproximação entre emissor e investidor: ela define os parâmetros técnicos da emissão, valida ou rejeita os contratos inteligentes que regem a operação, controla os oráculos que alimentam a cadeia com dados externos e estabelece, por meio de termos de adesão, o regime contratual

aplicável. Ao fazê-lo, integra a cadeia de fornecimento, devendo responder solidariamente, com fundamento no art. 7º, parágrafo único, e no art. 25, § 1º, do CDC, sempre que configurada relação de consumo (Goettenauer, 2017).

Quando a relação não se enquadrar no conceito de consumo, por exemplo, nas hipóteses em que o *token* é adquirido por investidor profissional, qualificado nos termos da regulação da CVM, persiste a aplicabilidade do parágrafo único do art. 927 do Código Civil, com base no risco criado pela atividade. Em ambos os regimes, o resultado prático é semelhante: a plataforma, o emissor, o custódio e o operador do oráculo respondem objetivamente pelos danos derivados da falha estrutural ou informacional, salvo se demonstrarem causa excludente de responsabilidade, caso fortuito externo, fato exclusivo da vítima ou fato exclusivo de terceiro, interpretadas, no contexto algorítmico, com a parcimônia ditada pela natureza da atividade (Tepedino; Terra; Guedes, 2022).

A dogmática do nexo causal, por sua vez, deve ser ajustada à realidade tecnológica. Nos ambientes tokenizados, a causalidade raramente é unilinear; ela é, antes, distribuída entre múltiplos agentes e camadas técnicas. Como sustenta Barbosa (2020), a categoria da “causalidade por contribuição relevante”, que dialoga com a teoria do *scope of risk* e com a doutrina da imputação objetiva, permite identificar, dentro de uma cadeia complexa, os agentes cuja conduta organizacional incrementou o risco efetivamente concretizado. A consequência é uma redistribuição funcional do ônus probatório: ao agente que organiza o risco compete demonstrar a inexistência de contribuição causal, ao passo que ao lesado basta demonstrar a participação típica do agente na cadeia tokenizadora e a relação entre o evento danoso e o universo de riscos profissionais por ele organizados.

Ressalva-se, ainda, que a multiplicidade de agentes não conduz à diluição da responsabilidade, mas à sua articulação solidária. A solidariedade decorre, em regime consumerista, do art. 7º, parágrafo único, do CDC; em regime extracontratual, do art. 942 do Código Civil. Em ambos os casos, a vítima é tutelada com efetividade, mediante a concentração da legitimidade passiva em qualquer um dos agentes da cadeia, ressalvados o direito de regresso e os critérios de repartição interna entre os causadores. Essa estrutura é coerente com a natureza coletiva do risco organizado pela tokenização e desestimula estratégias defensivas baseadas na pulverização funcional dos agentes, tão comuns nas arquiteturas algorítmicas contemporâneas (Surden, 2014; Werbach, 2018).

Há, por fim, dimensão preventiva que merece registro. A consagração da imputação objetiva às plataformas de tokenização do agronegócio cumpre função pedagógica e regulatória: estimula investimentos em compliance tecnológico, em auditoria de oráculos,

em redundância de protocolos e em transparência das interfaces, internalizando os custos sociais da inovação. Não se trata, portanto, de obstaculizar a inovação financeira, mas de assegurar que ela se desenvolva sob disciplina jurídica compatível com a magnitude dos riscos por ela engendrados, em consonância com o princípio da função social da empresa e com a leitura constitucionalizada do Direito Civil contemporâneo (Coelho, 2021; Tepedino; Terra; Guedes, 2022).

A consolidação desse regime de imputação objetiva também encontra fundamento na progressiva incorporação, pelas atividades econômicas tecnologicamente intensivas, de estruturas decisórias automatizadas que ampliam a complexidade do controle humano sobre o resultado final da operação. Em ambientes mediados por sistemas de *machine learning* e contratos inteligentes, a produção do dano pode decorrer não de uma conduta isolada, mas do funcionamento integrado de múltiplos componentes técnicos, cujas interações não são integralmente previsíveis ou controláveis *ex ante* (Surdén, 2014). Essa característica reforça a inadequação de modelos de responsabilidade centrados na culpa subjetiva e justifica a adoção de critérios de imputação baseados na organização do risco e na posição estrutural do agente na cadeia produtiva digital. Nessa linha, a literatura contemporânea sobre regulação algorítmica destaca que o deslocamento da decisão para o código não elimina a responsabilidade jurídica, mas a reconcentra nos agentes que projetam, implementam e operam os sistemas, os quais passam a responder pelos riscos inerentes à arquitetura que estruturam (Yeung, 2018; Calo, 2017). Trata-se, em última análise, de reconhecer que, em contextos de alta complexidade tecnológica, a responsabilidade civil cumpre função não apenas reparatória, mas também distributiva e preventiva, ao alocar os custos da inovação àqueles que dela se beneficiam e possuem melhores condições de gerir os riscos por ela gerados.

5 Conclusão

A análise empreendida permite consolidar algumas conclusões em torno do problema de pesquisa proposto. A tokenização dos ativos do agronegócio brasileiro, operada por meio do FIAGRO, do CRA digital e das plataformas privadas de fracionamento de ativos rurais, não consiste em mero suporte técnico para instrumentos preexistentes, mas inaugura genuína mutação dogmática na economia da representação dos bens. A coexistência de três planos, o do ativo real, o do título representativo e o do *token*, produz uma dissociação estrutural que reorganiza a cadeia de imputação e exige releitura criteriosa do regime da responsabilidade civil.

A primeira conclusão refere-se à natureza do risco. A tokenização não apenas digitaliza riscos preexistentes, mas cria riscos novos, operacionais, informacionais, algorítmicos e de contraparte tecnológica, cuja gestão exige disciplina jurídica específica. Em particular, o risco informacional, alimentado pela tríplice opacidade técnica, jurídica e econômica, configura vulnerabilidade estrutural cujo tratamento não pode ser confiado, exclusivamente, ao regime informativo formal ou à responsabilidade subjetiva.

A segunda conclusão diz respeito ao fundamento dogmático da imputação. O parágrafo único do art. 927 do Código Civil, ao consagrar cláusula geral de risco da atividade, oferece esteio adequado para a imputação objetiva dos danos derivados da tokenização. Cumulativa ou alternativamente, o art. 14 do CDC incide sempre que se configurar relação de consumo, sendo aplicável, ainda nos casos não consumeristas, o regime do risco criado. A integração entre as duas disciplinas, civilista e consumerista, assegura tutela efetiva à vítima e evita que a inovação tecnológica seja indevidamente convertida em mecanismo de transferência de externalidades.

A terceira conclusão concerne aos sujeitos imputáveis. Plataformas, *fintechs*, *agtechs*, custódios, oráculos e emissores integram, materialmente, a cadeia de fornecimento dos *tokens* e devem responder, em regime de solidariedade, pelos danos que decorram da falha estrutural ou informacional do produto financeiro digital. A categoria do fornecedor de fato, articulada com a do agente de risco no sentido do parágrafo único do art. 927, oferece chave dogmática consistente para essa qualificação.

A quarta conclusão refere-se à reconfiguração do nexa causal. Em ambientes algorítmicos, a causalidade torna-se distribuída e probabilística, exigindo abordagem que, sem abandonar a exigência tradicional, reconheça a relevância da contribuição organizacional dos agentes para o incremento do risco. A categoria da “causalidade por contribuição relevante” oferece resposta dogmaticamente disciplinada a esse desafio, redistribuindo o ônus probatório de modo coerente com a desproporção informacional da cadeia.

A quinta e última conclusão é de ordem normativa. A consolidação da responsabilidade objetiva nas relações tokenizadas do agronegócio não obstaculiza a inovação, mas a disciplina, fornecendo incentivos institucionais para o desenvolvimento de plataformas mais seguras, oráculos mais auditáveis e contratos inteligentes mais transparentes. A função social da empresa, projetada sobre os agentes que organizam profissionalmente o risco, encontra na cláusula geral do art. 927 do Código Civil seu instrumento adequado de operacionalização. Confirma-se, assim, a hipótese inicial: a

tokenização, ao promover a dissociação entre ativo real e representação digital, intensifica os riscos informacionais e operacionais e justifica, com fundamento na teoria do risco da atividade, a incidência da responsabilidade civil objetiva como regime adequado à imputação dos danos por ela produzidos.

Em horizonte prospectivo, a discussão aqui empreendida deverá ser aprofundada por pesquisas que articulem a dogmática da responsabilidade civil com as transformações regulatórias em curso, em especial, a evolução da disciplina dos prestadores de serviços de ativos virtuais na Lei nº 14.478/2022 (Brasil, 2022), a regulamentação infralegal da CVM sobre *crypto assets* (CVM, 2022) e a possível adoção, no Brasil, de marco análogo ao Regulamento MiCA europeu (Barbosa, 2023). A consistência desse esforço dogmático será determinante para que a financeirização do agronegócio brasileiro, mediada pela tokenização, não comprometa as conquistas civilísticas de tutela do contratante hipossuficiente, da boa-fé objetiva e da função social das obrigações, pilares que, no Direito Civil contemporâneo, oferecem a moldura ética e técnica para a alocação justa dos riscos da inovação.

Referências

ACQUISTI, Alessandro; TAYLOR, Curtis; WAGMAN, Liad. The economics of privacy. **Journal of Economic Literature**, Pittsburgh, v. 54, n. 2, p. 442-492, 2016.

BARBOSA, Mafalda Miranda. Blockchain e responsabilidade civil. In: BARBOSA, Mafalda Miranda; BRAGA NETTO, Felipe; SILVA, Michael César; FALEIROS JÚNIOR, José Luiz de Moura (org.). **Direito digital e inteligência artificial: diálogos entre Brasil e Europa**. Indaiatuba: Foco, 2021.

BARBOSA, Mafalda Miranda. Causalidade, imputação e responsabilidade por informações. **Revista de Direito da Responsabilidade**, Coimbra, ano 2, p. 971 e ss., 2020.

BARBOSA, Mafalda Miranda. Regulamento MiCA e responsabilidade civil – breve reflexão. **Revista de Direito da Responsabilidade**, Coimbra, ano 5, p. 435 e ss., 2023.

BASSAN, Fabio; RABITTI, Maddalena. From smart legal contracts to contracts on blockchain: an empirical investigation. **Computer Law & Security Review**, v. 55, art. 106035, 2024.

BERWIG, Juliane Altmann; ENGELMANN, Wilson. Nanotechnological risks and their international and national regulation: its importance in the context of time and human rights. **Revista Jurídica Unicuritiba**, Curitiba, v. 1, n. 58, p. 207-243, 2020.

BORGES, Gustavo Silveira; MARTINS, Patrícia Santos. As nanotecnologias, os riscos incertos e a hipervulnerabilidade do nanoconsumidor. **Revista de Direito do Consumidor**, v. 113, ano 26, p. 417-438. São Paulo: Revista dos Tribunais, set-out/2017.

BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002.** Institui o Código Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406.htm. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990.** Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18078.htm. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976.** Dispõe sobre o mercado de valores mobiliários e cria a Comissão de Valores Mobiliários. Brasília, DF: Presidência da República, 1976. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6385.htm. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.130, de 29 de março de 2021.** Altera a Lei nº 8.668, de 25 de junho de 1993, para instituir os Fundos de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (Fiagro), e a Lei nº 11.033, de 21 de dezembro de 2004. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114130.htm. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022.** Dispõe sobre diretrizes a serem observadas na prestação de serviços de ativos virtuais e na regulamentação das prestadoras de serviços de ativos virtuais. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114478.htm. Acesso em: 27 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 11.076, de 30 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre títulos do agronegócio e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/111076.htm. Acesso em: 27 abr. 2026.

CALO, Ryan. Artificial intelligence policy: a primer and roadmap. **UC Davis Law Review**, Davis, v. 51, p. 399-435, 2017.

COELHO, Angelino Gomes. Sentido ético-axiológico da responsabilidade civil. **Revista de Direito da Responsabilidade**, Coimbra, ano 3, p. 715 e ss, 2021.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (CVM). **Parecer de Orientação CVM nº 40, de 11 de outubro de 2022.** Os criptoativos e o mercado de valores mobiliários. Brasília, DF: CVM, 2022. Disponível em: <https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/pareceres-orientacao/pare040.html>. Acesso em: 27 abr. 2026.

COSTA, Isac. Plunct, plact, zum: tokens, valores mobiliários e a CVM. In: MOSQUERA, Roberto Quiroga; PINTO, Alexandre Evaristo; EROLES, Pedro (coord.). **Criptoativos: estudos regulatórios e tributários.** São Paulo: Quartier Latin, 2021.

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

FRAZÃO, Ana. Big Data e aspectos concorrenciais do tratamento de dados pessoais. In: MENDES, Laura Schertel; DONEDA, Danilo; SARLET, Ingo Wolfgang *et al.* (coord.). **Tratado de proteção de dados pessoais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2023.

GOETTENAUER, Carlos. Regulação responsiva e a política de segurança cibernética do Sistema Financeiro Nacional. **Revista de Direito Setorial e Regulatório**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 131-146, maio 2019.

LEONARDI, Marcel. **Tutela e privacidade na internet**. São Paulo: Saraiva, 2012.

MAGRANI, Eduardo. **Entre dados e robôs: ética e privacidade na era da hiperconectividade**. 2. ed. Porto Alegre: Arquipelago Editorial, 2019.

NALIN, Paulo; PAVAN, Vitor Ottoboni. A cláusula wash-out nos contratos de compra e venda de safra futura: natureza jurídica e efeitos para o inadimplemento. **Civilistica.com**, Rio de Janeiro, ano 13, n. 3, 2024.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Responsabilidade civil**. 12. ed. rev., atual. e ampl. Atualizada por Gustavo Tepedino. Rio de Janeiro: Forense, 2018.

PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcanti. **Tratado de direito privado**. Atualizado por Vilson Rodrigues Alves. Campinas: Bookseller, 2012. v. 53.

RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, Washington, DC, v. 1, p. 305-341, 2017.

SURDEN, Harry. Machine learning and law. **Washington Law Review**, Seattle, v. 89, p. 87-115, 2014.

TEPEDINO, Gustavo; TERRA, Aline de Miranda Valverde; GUEDES, Gisela Sampaio da Cruz. **Fundamentos do direito civil: responsabilidade civil**. v. 4. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022.

UNIÃO EUROPEIA. Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets, and amending Regulations (EU) No 1093/2010 and (EU) No 1095/2010 and Directives 2013/36/EU and (EU) 2019/1937 (MiCA). **Official Journal of the European Union**, L 150, 9 jun. 2023, p. 40–205. Disponível em: <https://data.europa.eu/eli/reg/2023/1114/oj>. Acesso em: 27 abr. 2026.

WERBACH, Kevin. Trust, but verify: why the blockchain needs the law. **Berkeley Technology Law Journal**, Berkeley, v. 33, n. 2, p. 487-550, 2018.

YEUNG, Karen. Algorithmic regulation: a critical interrogation. **Regulation & Governance**, Hoboken, v. 12, n. 4, p. 505-523, 2018.

ZETZSCHE, Dirk A.; BUCKLEY, Ross P.; ARNER, Douglas W.; FÖHR, Linus. The ICO gold rush: it's a scam, it's a bubble, it's a super challenge for regulators. **Harvard International Law Journal**, Cambridge, v. 60, p. 267-307, 2019.