

CONTRATOS INTELIGENTES NA *BLOCKCHAIN*: VALIDADE E RESTRIÇÕES

Lucas Magno de
Oliveira Porto,
Universidade Federal de
Minas Gerais, <https://orcid.org/0000-0002-6046-4961>

Luciano Ribeiro
Tambasco Glória,
Universidade Federal de
Minas Gerais, <https://orcid.org/0000-0002-4826-8239>

Mariah Brochado,
Universidade Federal de
Minas Gerais, <https://orcid.org/0000-0001-5863-7360>

Data de submissão:
30/06/2021

Data de aceite:
15/12/2021

Smart contracts on a *blockchain*: validity and restrictions

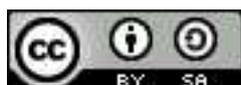
RESUMO

Esse estudo analisa a natureza e as implicações jurídicas dos contratos inteligentes (*smart contracts*) autoexecutáveis disponíveis na *blockchain*. Da leitura de suas características, constata-se que o contrato inteligente na *blockchain* é um algoritmo jurídico que proporciona uma eficiência contratual inédita por meio da ininterrupção e irreversibilidade dos ajustes contratuais programados. Apesar de já existirem estudos que intentem flexibilizar o conteúdo desses contratos, essa modalidade rompe com os paradigmas da teoria contratual na qual se assentam as relações jurídicas essencialmente analógicas. Assim, a partir de um método hipotético-dedutivo, se pretende delinear os contornos do que seria um contrato inteligente, seu âmbito de aplicação e apontar algumas possíveis restrições.

Palavras-chave: Contratos inteligentes. *Blockchain*. Direito e tecnologia.

Abstract

This paper investigates one of the applications available in blockchain, a platform of technology base, which allows self-executing smart contracts, among other applications. The reading of its characteristics shows that the smart contract in the blockchain is a legal algorithm that enables unprecedented contractual efficiency, through the uninterrupted and irreversible contractual adjustments programmed. Although there are already studies that intend to make the content of these contracts more flexible, this modality breaks with the paradigms of the contractual theory on which essentially analogical legal relations are based.



Thus, from a hypothetical-deductive method, we intend to outline the contours of what would be an intelligent contract, its scope of application and point out some possible restrictions.

Keywords: Smarts contracts. Blockchain. Law and technology.

INTRODUÇÃO

Dentre as diversas preocupações científicas de um mundo orientado a dados, analisar como a tecnologia tem sido absorvida pelo direito leva a uma nova agenda de pesquisas. Ao longo da última década, diversos institutos jurídicos ganharam novas características meramente pelo fato de serem processados digitalmente. Os contratos ganharam o ambiente digital, em especial na sua modalidade de adesão. A transposição das avenças para a máquina e suas interpelações com as condicionantes de um novo mundo globalizado já apresentam extensa discussão na literatura especializada e nos tribunais brasileiros, com destaque para o âmbito consumerista. Contudo, essa modalidade contratual ainda responde à uma realidade calcada no *mundo físico* e, em especial, em categorias clássicas do direito, tais como o texto em linguagem natural, garantia de possibilidades de reversão e intervenção de um terceiro equidistante para modulação de efeitos contratuais.

Recentemente, as possibilidades de tratativas no espaço digital têm ganhado novas formas de manifestação, as quais não se acoplam direta ou fidedignamente com essas categorias clássicas contratuais. O exemplo mais pujante desse cenário é o contrato inteligente (*smart contract*) com tecnologia *blockchain*, o qual pode ser caracterizado como um *metacontrato* construído em uma plataforma descentralizada de alta segurança para consecução das transações acordadas. Esse contrato é autoexecutável e não admite interrupção, reversão, cessação, suspensão ou parada. A despeito de já existir propostas que proponham a atualização dos termos contratuais, a premissa desse mecanismo rompe com as categorias flexíveis e *retardatárias* inerentes ao direito construído sob uma perspectiva analógica. São contratos baseados na

A ideia do contrato inteligente é reforçar o cumprimento de obrigações, o que sempre foi um desafio para o direito desde suas perspectivas mais clássicas até as contemporâneas.

instantaneidade, nas pressões agressivas e exigentes das novas relações constituídas e pautadas pelo viés tecnológico.

A ideia do contrato inteligente é reforçar o cumprimento de obrigações, o que sempre foi um desafio para o direito desde suas perspectivas mais clássicas até as contemporâneas. Assim, esse novo aparato jurídico-tecnológico surge como medida profilática com vistas à supressão do descumprimento de obrigações contratuais. A bem da verdade, esse sempre foi o cenário perfeito e a *mens legis* que consubstanciou conhecidas alterações legislativas como as Leis n. 12.232/2005 e a Lei n. 13.105/2015, as quais possuem esforços em construir óbices à inexecução de obrigações. Esses esforços decididamente não correspondem às necessidades mercadológicas para operações de grande porte e, cada vez mais, não corresponderão às necessidades de obrigações constituídas em linguagem digital e sob o paradigma dessa nova forma de controle.

No alvorecer do terceiro milênio, surge a possibilidade concreta para garantir a fiel execução da assunção de compromissos. Esses contratos transformam compromissos previamente consentidos em negócios efetivamente cumpridos, impõem aos acordos patrimoniais outro status de força, relevância e impacto jurídico, o qual se choca com a realidade que a legislação e o Poder Judiciário brasileiro conhecem atualmente e também com princípios seculares já assentados na temática.

Assim, ganha relevo discutir as características desse contrato inteligente, em especial sua intolerância à interrupção e a alterações após ser lançado na plataforma *blockchain* (inviolabilidade), semelhantemente a outras tecnologias como *Whatsapp* (também inviolável). Dessa forma, se, de um lado, eventuais afrontas legais não podem significar seu banimento, pois não se corta uma árvore por um galho seco, de outro lado, não se pode ser eficiente na execução contratual, de modo que seu âmbito de validade e restrições passa a ser o objetivo principal de análise desse estudo, cuja metodologia se pauta em um percurso eminentemente hipotético-dedutivo, de modo que se apresentará definições tecnológicas essenciais para o esclarecimento e desenvolvimento lógico do tema. Para verificar a análise proposta, o trabalho foi dividido em dois capítulos. Na primeira seção será analisado o contrato

inteligente na *blockchain*, com destaque para suas características e algumas funcionalidades. Na segunda seção se investigará os elementos jurídicos do contrato inteligente e o recorte a ser dado ao tema pesquisado em função de algumas hipóteses que possam ser consideradas como vedadas para aplicação do contrato inteligente no Brasil.

1. CONTRATOS INTELIGENTES

1.1 O Contrato inteligente e a *blockchain*

Empresa, contrato e tecnologia se encontram cada vez mais independentes. Ronald Coase estabeleceu a noção da empresa como um feixe organizado de contratos (COASE, 1937, tradução nossa). Para Enzo Roppo, ao se participar de uma empresa, torna-se parte de um contrato (ROPPO, 2009, p. 63-72). Recentemente, Oliver Hart e Bengt Holmstrom, laureados com o Prêmio Nobel de Economia em 2016, compreenderam o papel do poder nas relações contratuais como uma falha de mercado que desencadeia maior barganha para uma empresa ou indivíduo (OLIVER..., 2016). Atualmente, este poder dos contratos se revela com grande impacto pela aplicação de tecnologias transmitidas na internet.

Em 1997, quando a internet já se propagava, liberando-se dos círculos militares e acadêmicos, um artigo com o título de *Formalizando e protegendo relacionamentos em redes pública* (SZABO, 1997, tradução nossa), advogado, cientista da computação e criptógrafo, propõe soluções para superar falhas de mercado. Entre as soluções se encontra o contrato inteligente, uma tecnologia concebida para superar imperfeições nos arranjos contratuais decorrentes de custos de transação e assimetria de informação.

O artigo preconiza que os contratos inteligentes são cláusulas incorporadas em *hardware* e *software*, com o objetivo de reduzir imperfeições dos contratos em todo seu ciclo de vida (negociação, elaboração, execução, monitoramento, encerramento). E esclarece a ideia, desmitificando qualquer ineditismo, ao fornecer um exemplo de uso frequente de contrato inteligente: a máquina de comprar refrigerante. Ao escolher a bebida, a pessoa ativa a execução da máquina mediante o pagamento em moeda, constituindo um contrato inteligente que, segundo ele, classifica-se como primitivo.

A *blockchain* é um banco de informações e dados de qualquer conteúdo que possa ser convertido em criptografia, transmitido na internet na forma de um livro-razão, similar aos lançamentos contábeis (NAKAMOTO, 2008, p. 2)

Em um modelo aprimorado, Nick Szabo projeta um contrato inteligente a ser aplicado em tipos contratuais sofisticados, com a inclusão de elementos de ciência de computação avançada (SZABO, 1997). A arquitetura do modelo prevê a execução de contratos na internet (aplicação *online*), operacionalizada por um sistema criptográfico que garanta a segurança dos negócios pactuados (chaves públicas), e auditada por um ente de confiança (intermediário de confiança).

Contudo, em 1997 não existia uma tecnologia que pudesse viabilizar o modelo avançado de contrato inteligente tal como concebido por Nick Szabo. A confiança numa entidade ou intermediário que pudesse garantir o cumprimento de contratos inteligentes era um enorme desafio à época, que começou a ser resolvido 10 (dez) anos após por um programador anônimo, de alcunha Satoshi Nakamoto – o criador da moeda criptográfica *bitcoin*. Ele desenvolveu uma complexa tecnologia inovadora para solucionar o problema de confiança em redes descentralizadas e colaborativas: a *blockchain* (cadeia de blocos) (NAKAMOTO, 2008, p. 2-4).

Ainda, é necessário destacar que parte da literatura especializada (GREENSPAN, 2016; SAVELYEV, 2016) identifica que o exemplo de Szabo (1997) não necessariamente traduz o que há de novo nos contratos inteligentes. Os autores explicam que a máquina de refrigerante automatiza a participação de apenas uma parte do contratual, de modo que querem o envolvimento pessoal da outra, por meio da inserção da forma de pagamento na máquina. Assim, o paradigma do *blockchain* reside na automatização de ambas as partes, sendo essa cadeia de blocos responsável pelo armazenamento e direcionamento de transações.

1.2 Características e algumas funcionalidades da *blockchain*

A *blockchain* é um banco de informações e dados de qualquer conteúdo que possa ser convertido em criptografia, transmitido na internet na forma de um livro-razão, similar aos lançamentos contábeis (NAKAMOTO, 2008, p. 2). Diferencia-se do modelo de Nick Szabo porque equacionou um enigma computacional – o problema dos generais bizantinos¹, permitindo o fluxo de informações

¹ Trata-se de “conseguir que pessoas que não confiam umas nas outras entrem em consenso por um objetivo comum, mesmo quando entre elas existam traidores com objetivos opostos”. (VEM PEBORGH, s/d).

e dados sem a exigência de um intermediário de confiança, sendo, por isso, denominado Protocolo² da Confiança. Suas principais características de funcionamento são:

- a. *Software* de código-fonte³ aberto: uma linguagem de programação gratuita e acessível para democratizar seu uso e desenvolvimento;
- b. Redes *peer-to-peer*:⁴ um sistema de programação para trocas diretas entre os usuários, sem intermediários, permitindo que possam confiar sem se conhecerem;
- c. Descentralização: não existe uma entidade única que armazene as informações e dados, pois todos os usuários tem uma cópia do livro-razão;
- d. Consenso: negócios são inseridos somente após os usuários validarem e registrarem publicamente, mas a identidade das partes é sigilosamente garantida por criptografia;
- e. Inviolabilidade: não é possível substituir a operação lançada no bloco porque implicaria na alteração de toda a cadeia, tornando-a, por isso, imune à fraude; e,
- f. Irretroatividade: a cadeia de blocos sempre avança, não sendo possível retroagi-la (NAKAMOTO, 2008, p. 1).

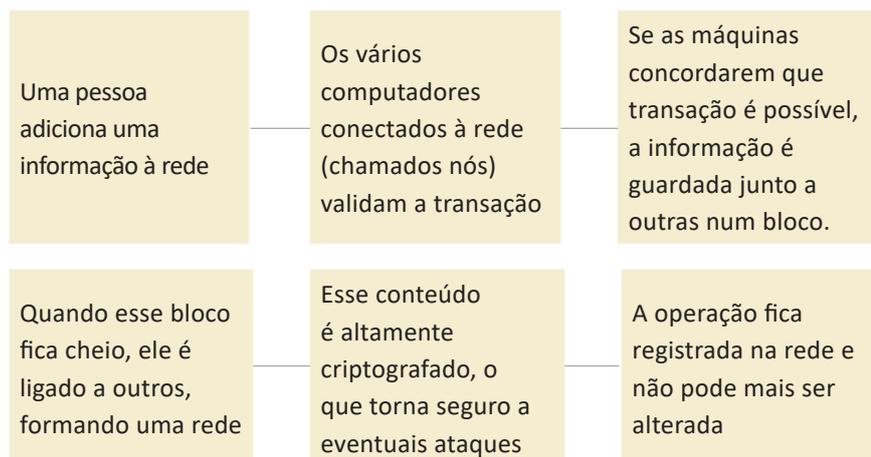
Um bom exemplo de funcionamento e encaminhamento da *blockchain*, *pari passu*, encontra-se em matéria do Jornal Folha de S. Paulo:

² O Guia do usuário da internet/Brasil, versão 2.0, abril 1996, define protocolo como a linguagem que une as redes eletrônicas interconectadas, como os dispositivos por computador (GUIA..., 1996).

³ Segundo Brancher (2003, p. 18): “denominamos essa linguagem de programação de alto nível de código-fonte, através do qual é possível desenhar a estrutura do programa e quais serão seus comandos para que o *hardware* possa alcançar o resultado lógico pretendido”.

⁴ Segundo Leonardi (2005, p. 16), a rede *peer-to-peer* é um sistema colaborativo usuário-a-usuário. Um exemplo foi o Napster, aplicativo que permitia a troca de arquivos MP3 entre seus usuários, hoje proibido pelas Cortes Americanas.

Quadro 1 – Fluxograma de uma blockchain



Folha de S. Paulo. **Como funciona o blockchain.** Edição de 15-04-2017, Caderno Mercado, p. A 21

Em suma, na *blockchain* o “protocolo automatiza as interações humanas e seu algoritmo pode autoexecutar, autoaplicar, autoverificar e autoconstranger a execução de um contrato” (SWANSON, 2014, s/p, tradução nossa).

2. CONTRATOS INTELIGENTES NA *BLOCKCHAIN*: VALIDADE E RESTRIÇÕES

2.1 Elementos jurídicos da tecnologia: o algoritmo e suas repercussões jurídico-contratuais

Não há consenso doutrinário da terminologia adotada para contratos formados ou concluídos sem uso do papel. As mais usuais são contratos “eletrônicos”, “informáticos”, virtuais” ou “artificiais-cibernéticos” (JORGE JUNIOR, 2012, p. 07-17), ou “digitais” (PINHEIRO, 2016, p. 21-40), ou, ainda “telemáticos” (DE LUCCA, 2003, p. 33).

O esforço exegético inevitavelmente esbarra na assunção de uma nova tecnologia que desafia a noção-paradigma do momento⁵. Dessa intrínseca relação de tecnologia e sua dinâmica, as definições são insuficientes. O fato social é que onde há negócios eletrônicos ou através da internet, há contratos.

⁵ Há, ainda, o conceito de “contratos de tecnologia”. Não abordo esta terminologia porque seu conceito requer um detentor de uma tecnologia, qualquer que seja, pressuposto este dissoluto na *blockchain* (SANTOS, 2011).

O contrato eletrônico, portanto, é todo e qualquer negócio jurídico bilateral típico ou atípico em que o meio eletrônico apenas o instrumentaliza em algum momento da fase pré-contratual, contratual ou pós-contratual (negociação, celebração, execução ou conclusão e pós), e que envolva um sistema de computadores para fornecimento físico ou digital de bens ou serviços

Nesse sentido, normas de direito internacional contêm abordagens mais amplas. A Lei Modelo da Uncitral sobre Comércio Eletrônico, no art. 11, afirma a validade e eficácia de contratos formados por mensagens eletrônicas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1996). A Convenção das Nações Unidas sobre Contratos de Compra e Venda Internacional de Mercadorias (CISG), ratificada pelo Brasil no Decreto n. 8.327/14, no art. 11, reconhece o contrato de compra e venda não escrito, provado por qualquer meio (BRASIL, 2014). A Convenção das Nações Unidas Sobre o Uso de Comunicações Eletrônicas nos Contratos Internacionais, no art. 8º, item 1, afirma que a comunicação eletrônica não torna inválida a execução de um contrato (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2005).

A literatura especializada no Brasil interpreta o negócio jurídico bilateral através de sistema de computadores⁶ interligados como “contrato eletrônico” (SANTOS; ROSSI, 2000, p. 105), classificados por tipo de comunicações em: (i) intersistêmica (computadores interligados); (ii) interpessoal (tipicamente realizadas por correio eletrônico entre ausentes ou presentes); e, (iii) interativa (interação do homem com a máquina e o consentimento contratual por um *click*) (BRANDINI, 2001, SANTOS; ROSSI, 2000, *apud* JORGE JUNIOR, 2012, p.09).

Entretanto, não se coaduna, nessa pesquisa, com os autores que excluem o contrato eletrônico da fase de negociação (AZEREDO, 2014, p. 42; REBOUÇAS, 2015, p. 23-31) porque nos contratos por *Electronic Data Interchange* (EDI)⁷, típicos contratos intersistêmicos, a conclusão ocorre na negociação dos contratantes (JORGE JUNIOR, 2012, p. 12), sem contar as relações internacionais em que há vínculo contratual na compra e venda de mercadoria, ainda que sem aceitação expressa do oblato, sendo uma exceção à teoria da expedição, a teor do art. 18, item 3 da CISG (BRASIL, 2014).

O contrato eletrônico, portanto, é todo e qualquer negócio jurídico bilateral típico ou atípico em que o *meio eletrônico apenas o instrumentaliza* em algum momento da fase pré-contratual,

⁶ “O termo computador não se refere aos computadores pessoais ou portáteis, mas em geral aos dispositivos de processamento de dados, como telefones celulares, organizadores pessoais, leitores eletrônicos de livros etc.” (AZEREDO, 2014, p. 40).

⁷ “Por esse método, interligam-se computadores de centros de estoques, centros de fornecedores, centros de gerenciamento, de outros, através dos quais a solicitação de uma determinada mercadoria ocorre com a verificação de sua diminuição de estoque” (BRANCHER, 2003, p. 86).

contratual ou pós-contratual (negociação, celebração, execução ou conclusão e pós), e que envolva um sistema de computadores para fornecimento físico ou digital de bens ou serviços. Nesse sentido, utiliza-se a definição “contrato eletrônico” apenas para distingui-lo do contrato inteligente na *blockchain*, que também se dinamiza por comunicação eletrônica em rede de computadores, de modo semelhante aos contratos intersistêmicos.

Com efeito, há uma igualdade funcional dos atos jurídicos eletrônicos com aqueles tradicionalmente desempenhados pelos atos jurídicos essencialmente físicos, de tal maneira que a validade do contrato eletrônico se subsume à sua conformidade aos negócios jurídicos em geral – art. 104, incisos I a III do Código Civil (CC) (BRASIL, 2002). A tecnologia é apenas um meio e não um resultado de um negócio jurídico distinto.

Os contratos inteligentes na *blockchain*, por conseguinte, igualmente preenchem os mesmos elementos de validade dos contratos eletrônicos – partes, objetos e forma, inexistindo um *tertium genus*, aproximando-se em funcionalidade dos contratos intersistêmicos.

As partes são os contratantes do negócio jurídico bilateral a ser realizado diretamente ou através de prestadores de serviços (empresas contratadas para programar a elaboração ou execução do contrato), que em qualquer caso pode utilizar assinatura digital para neutralizar, em tese, riscos de integridade e autenticidade da identificação.

O objeto corresponde à operação econômica declarada – os elementos gerais intrínsecos, essenciais, naturais e particulares, segundo classificação de Antônio Junqueira de Azevedo (AZEVEDO, 1986).

A forma, por sua vez, consiste no elemento diferenciado porque as declarações em algum momento da confecção contratual serão representadas por uma pseudolinguagem denominada algoritmo⁸, na sequência adaptada ao código-fonte da *blockchain*, porém, sem qualquer restrição jurídica em decorrência do princípio da liberdade da forma – art. 107 do CC (BRASIL, 2002), e previsibilidade de codificação na forma da lei do *software* – art. 1º da Lei n. 9.609/98 (BRASIL, 1998a).

⁸ Segundo Brancher (2003, p. 17): “considerando a necessidade do usuário, a linguagem em que o programa será escrito e os recursos do *hardware*, o programador alcançará um determinado conjunto prescrito de regras ou instruções bem definidas para a solução do problema. Em outras palavras, vem a ser a ideia ou solução que está na origem do procedimento”.

Ou seja, o contrato inteligente na blockchain introduz o algoritmo jurídico no processamento eletrônico do contrato, possibilitando declarações, negócios, transações e pagamentos descentralizados, invioláveis, autênticos, seguros e transparentes, seja entre os contratantes em si, seja entre os contratantes e uma empresa contratada para a execução do contrato inteligente.

O algoritmo do contrato inteligente a ser aplicado na *blockchain* nada mais é do que o equivalente jurídico à prestação das obrigações com seus termos, condições ou encargos, elaborados pelos próprios contratantes ou por prestadores de serviços por eles contratados.

A inteligência do contrato está na elaboração do algoritmo, isto é, na ideia a ser desenvolvida na *blockchain*. Denomina-se esse fato como sendo o surgimento do “algoritmo jurídico”⁹. Ou seja, o contrato inteligente na *blockchain* introduz o algoritmo jurídico no processamento eletrônico do contrato, possibilitando declarações, negócios, transações e pagamentos descentralizados, invioláveis, autênticos, seguros e transparentes, seja entre os contratantes em si, seja entre os contratantes e uma empresa contratada para a execução do contrato inteligente.

Como demonstração da equivalência funcional entre algoritmo do contrato inteligente e cláusulas contratuais, há um exemplo que extraímos do artigo de Nick Szabo, *Formalizing and Securing Relationships on Public Networks* (SZABO, 1997, sem página, tradução nossa), que, embora contenha cláusula de pacto comissório, proibido no Brasil – art. 1.364, art. 1.365 e art. 1.428, todos do CC (BRASIL, 2002), vale como ilustração de similaridade lógica:

Exemplo 1 – Um algoritmo para regular uma compra e venda de carro financiado

- “(1) Um bloqueio para permitir seletivamente o proprietário e excluir terceiros;
- (2) Uma porta traseira para deixar entrar o credor;
- (3a) A porta traseira do credor ligou-se apenas com o não pagamento por certo período de tempo; e
- (3b) O pagamento eletrônico final comuta permanentemente fora da porta dos fundos” (SZABO, 1997, tradução nossa) .¹⁰

Nesse exemplo, cada item representa uma condição determinada pelo protocolo, análoga às cláusulas contratuais. O negócio prevê

⁹ A qualificação como “algoritmo jurídico”, ao invés de “algoritmo contratual”, ocorre porque seu uso na *blockchain* não fica restrito aos contratos, alcançando declarações e acordos privados e públicos.

¹⁰ No original: “(1) A lock to selectively let in the owner and exclude third parties; (2) A back door to let in the creditor; (3) Creditor back door switched on only upon nonpayment for a certain period of time; and (3b) The final electronic payment permanently switches off the back door” (SZABO, 1997).

uma condição ordinária de uso e pagamento do carro no item (1). E outra extraordinária, em caso de inadimplemento, prevista nos itens (2) à (3b), em que o credor aciona a garantia diretamente na propriedade (pacto comissório) e impede o comprador de continuar a usar o carro. O protocolo é um sistema de segurança e funciona como uma garantia para o agente financiador caso haja descumprimento contratual pelo comprador.

A programação também é elemento contemporâneo e de uso frequente no cotidiano. Um exemplo são os contratos de conta corrente que incluem, entre os pacotes de serviço, envios de talões de cheques aos correntistas, por correio, após um número determinado de folhas de cheques serem compensadas. São contratos que usam essencialmente a lógica *if – then* (se isso, então aquilo), ou, simplesmente, contratos automatizados.

O próprio funcionamento do computador consiste numa série de conversões de comandos (ordens dadas) de linguagens do algoritmo e da programação em números 0 e 1, denominados *bits* (binários). Ao final de cada processo de informática, o computador apenas reproduz linhas em sequência de 8 (oito) vezes alternadas entre 0 e 1, denominados *byte*.

A palavra em caixa alta CONTRATO, por exemplo, assim se representa:

Quadro 2 – A digitação como um processo que envolve códigos não percebidos pelos usuários

C=01000011	O=01001111	N=0 1001110	T=01010100
R=01010010	A=01000001	T=01000001	O=01001111

(GARCIA JUNIOR, 2001, p. 31).

Hodiernamente, sistemas automatizados representam 40% das operações na Bolsa de Valores brasileira. Constituem-se de robôs pré-programados para compra e venda de ações que realizam uma operação a cada 10 milissegundos, através de um protocolo denominado HFT (*high frequency trading*), segundo o pesquisador Edemilson Paraná do IPEA (VIDAL, 2016).

Em outras palavras, numa perspectiva orgânica, toda vez que elaboramos um contrato eletrônico na tela do computador, põe-se em marcha uma engrenagem de transformação da língua nativa em diferentes linguagens, seguindo cada função de cada

linguagem (*software*) no sistema de comunicação para, ao final, constatar-se que o significado dado foi corretamente cumprido (automação), exibido e/ou ouvido (imagem e/ou som).

Além disso, a criptografia, outro aspecto relevante da liberdade das formas no contrato inteligente na *blockchain*, é apenas uma técnica de substituição de uma linguagem do vernáculo em outra ininteligível. Sua noção não é estranha ao ordenamento jurídico brasileiro. O Decreto n. 7.845/12, no art. 2º, inciso XVII, define o recurso à criptografia como o “sistema, programa, processo, equipamento isolado ou em rede que utiliza algoritmo simétrico ou assimétrico¹¹ para realizar cifração ou decifração” (BRASIL, 2012). Assim, algoritmos, linguagem de programação e criptografia não invalidam o contrato inteligente na *blockchain* no Brasil porque apenas equivalem ou refletem preceitos jurídicos previstos na legislação nacional.

Ainda, necessário diferenciar o que seria um contrato inteligente jurídico e o que seria um contrato inteligente introduzido na plataforma *Ethereum*, haja vista que alguns dos exemplos a serem tratados na *subseção 2.3* decorrem de uso dela e resguardam algumas especificidades. Enquanto um contrato inteligente se caracteriza pela escrita em linguagem codificada em que ambas a partes podem acessar o documento jurídico, o qual fica armazenado em uma aplicação digital; os contratos inteligentes em *ethereum* são escritos na linguagem *Solidity*, em que os dados são gerados em *bytecode* e onde não é possível ler o contrato, mas apenas identificar descrições de eventos ocorridos e ver as possibilidades de funções, isto é, os cenários previstos naquela relação contratual (KAFEZA *et. al*, 2020).

2.2 Que problema a tecnologia resolve

Em sua forma primitiva, a tecnologia traduz-se por admitir transações pagas por criptomoedas, entre elas o *bitcoin*, o chamado ouro digital, dada sua extrema valorização. Em dissertação de mestrado,

¹¹ Algoritmo simétrico e assimétrico são criptografias, respectivamente, de chave secreta e de chave público-privada. A simétrica contém somente uma chave para emissor e o receptor. A assimétrica contém duas chaves, uma pública para cifrar e outra privada para decifrar, mesmo sistema aplicado na certificação digital dos processos judiciais eletrônicos no Brasil, instituído pela MP 2.220-2, de 24-08-2001 (BRASIL, 2012).

Nesse estágio, é a *blockchain* 1.0, parecida com a criação do protocolo TCP/IP da internet, que propiciou aplicação como o HTTP, essencial para os provedores de aplicação (sites). Atualmente, seus desenvolvedores proporcionam outras aplicações, como os contratos inteligentes, inaugurando a *blockchain* 2.0.

Nicole Julie Fobe fornece um exemplo didático da operação nesta criptomoeda que, nos últimos 5 anos, atingiu valor de mercado de 1 trilhão de dólares, a despeito de bolha especulativa (IGNÁCIO, 2021).

Exemplo 2 - Uma transação por bitcoin

Ao efetuar uma transação, o código do usuário muda automaticamente no *blockchain*. Assim, se o usuário 45njf vende o Bitcoin 45njfx09dx para o usuário 908jlf, esse Bitcoin passa a ser identificado como 908jlfx09dx. Ele sai, portanto, da esfera de utilização do usuário 45njf, que não tem mais acesso a esse Bitcoin específico. Nesse momento, os usuários conectados ao *blockchain* conferem se essa transação é válida, ou seja, se a propriedade do Bitcoin x09dx era, de fato, de 45njf, e se o usuário não está vendendo esse mesmo Bitcoin pela segunda vez. (FOBE, 2016, p. 22).

Nesse estágio, é a *blockchain* 1.0, parecida com a criação do protocolo TCP/IP da internet, que propiciou aplicação como o HTTP, essencial para os provedores de aplicação (sites). Atualmente, seus desenvolvedores proporcionam outras aplicações, como os contratos inteligentes, inaugurando a *blockchain* 2.0.

O aprimoramento da tecnologia muito tem decorrido da criação de plataformas como a *colored coins*, *mastercoin*, *nxt*, *ethereum*, *bitshares*, *counterparty*, *open-transactions*, *ripple*. Algumas destas podem tornar-se obsoletas, ou serem fundidas ou incorporadas, ou, ainda, surgirem novas.

No momento, a *ethereum* tem executado com habilidade aplicações de contratos inteligentes, sendo a mais usual em contratos financeiros de *swap*, opções, futuro e a termo (SWANSON, 2014). A *ethereum*, inclusive, conta alternativamente com sua criptomoeda - *ether* – como meio de pagamento e ganho em escala para verticalizar operações na *blockchain*, já que pode fornecer tanto a execução do contrato inteligente, como o pagamento por *ether*¹² de determinada obrigação contraída¹³.

Supõe-se o seguinte exemplo:

¹² Atualmente existem mais de 1000 criptomoedas no mundo. As principais são *bitcoin* e *ethereum*. Dado disponível em: <https://coinmarketcap.com>. Acesso em: 30 jun. 2021.

¹³ Em 2017, Kenneth Rooff, professor da Harvard, calculava o valor de mercado do *ether* em U\$ 28 bilhões contra U\$ 72 bilhões do *bitcoin*. (Estado de S.Paulo. *Cripto-ouro de tolos?* Edição de 23 out. 2017. Caderno de Economia&Negócios, p. B9). Em fevereiro de 2021, o Bitcoin ultrapassou o valor de mercado de 1 trilhão de dólares e o Ethereum acumulava 1,2 bilhão de dólares (IGNACIO, 2021).

Exemplo 3 – Crowdfunding por blockchain

Um financiamento coletivo de *startup* no modelo de *crowdfunding*, recentemente regulamentado pela CVM, através da Instrução Normativa 588, de 13 jul. 2017 (BRASIL, 2017a). O investimento de recursos se dá por meio de oferta pública de distribuição de valores mobiliários para sociedades empresárias de pequeno porte que tenham faturamento bruto até R\$ 10 milhões. A captação coletiva ocorre em títulos mobiliários distribuídos exclusivamente por meio de plataforma eletrônica. As empresas financiadas podem captar até R\$ 5 milhões e os investidores aplicam, em geral, até R\$ 10 mil. Não há necessidade de registro, apenas informações detalhadas pela Instrução. Com os contratos inteligentes rodando numa plataforma de *ethereum*, as promessas podem ser registradas e codificadas na *blockchain* e, quando a meta de financiamento for atingida, liberam-se pagamentos dos investidores através de *bitcoin* ou *ether*, que já se encontravam reservados numa corretora de moedas criptográficas. O exemplo garante a transparência e o pagamento.

Além disso, os contratos inteligentes na *blockchain* possibilitam negócios complexos e/ou de longa duração, entre outros. A eficiência e eficácia máxima do contrato estão na gênese do seu desenho. Supõe-se outro exemplo:

Exemplo 4 – Contratos coligados para comunicação audiovisual

Uma empresa de indústria e comércio de cosméticos mantém um site de *e-commerce* como parte do seu canal de vendas e entrega de produtos no Brasil. A empresa tem linha própria de produtos e está verticalizada – produzindo, distribuindo e vendendo ao consumidor. A Diretoria de marketing da empresa tem uma gerência de marketing digital que cuida do seguinte negócio:

O negócio

- a. O site tem ferramentas de inteligência artificial para coleta e análise dos interesses de seus clientes quando estes navegam nas páginas eletrônicas ou em outras plataformas.
- b. Como resultado da tecnologia, há veiculação de vídeos promocionais ou de *brading content* (fortalecimento das marcas), respectivamente, para incremento de vendas e fidelização de clientes.
- c. A empresa contrata, pelo prazo de 2 (dois) anos, uma agência para criação da publicidade e cogestão da estratégia de marketing, com entrega do produto (vídeo) no prazo de 7 (sete) dias do pedido.
- d. A agência, por sua vez, contrata uma produtora de conteúdo audiovisual, pelo prazo de 02 (dois) anos, para produção dos filmes a serem exibidos no site.
- e. Os vídeos são de curta-metragem, com no máximo 30 segundos de duração que, após serem criados, produzidos e finalizados, são fornecidos em arquivo eletrônico com altíssima qualidade de resolução.
- f. A agência e produtora são remuneradas por um valor fixo e um variável (*sucess fee*), atrelado às vendas realizadas a partir da exibição dos vídeos. Se houver atraso na entrega dos arquivos, não há *sucess fee*.

g. O histórico do mercado registra frequentes atrasos na entrega dos arquivos eletrônicos, razão porque a empresa paga com prazo de 60 dias da entrega. Os pagamentos são concentrados na agência. A produtora recebe com 30 dias do recebimento pela agência, isto é, 90 dias da entrega dos arquivos à empresa.

Interesses de cada empresa participante

O interesse em comum é manter o contrato pelo prazo de 02 (anos).

Os interesses individuais são:

- a. O site: receber os vídeos sem atraso para comunicar com rapidez à demanda.
- b. A agência: otimizar sua gestão e fluxo de trabalho² e não perder o *success fee* já que do valor fixo.
- c. A produtora: receber com no máximo 30 dias de cada envio de vídeo, pois tem pagamentos de terceirizados que integram sua equipe e dos custos operacionais elevados, como do estúdio.

Possível solução na blockchain com contratos inteligentes

Os sistemas de comunicação dos contratantes estariam interconectados na rede. Agência e produtora seriam acionadas tão logo o mecanismo de inteligência artificial do site identificasse um x número de procura. A produção seria iniciada em menor prazo, aperfeiçoando o fluxo de entrega. Como contrapartida, a empresa pagaria em menor prazo e o valor variável incidente na venda do vídeo seria controlado por todos. O pagamento poderia ser garantido por seguro de primeira demanda ou por criptomoeda. A *blockchain* aperfeiçoa a mídia, a publicidade programática, dinamiza os contratos e, diferentemente do sistema EDI, como sua execução não se interrompe, os custos de transação diminuem e o interesse de todos se torna cumprido.

Em outro exemplo Wright e De Filippi idealizam uma arrojada operação denominada “Organização Autônoma Descentralizada” (DAO), em que uma empresa inteira se encontra hermeticamente organizada, executando a programação automática de todos os contratos decorrentes de sua atividade:

Exemplo 5 – Aplicação imaginada por Wright e De Filippi: a DAO

Ao contrário das organizações tradicionais, onde a tomada de decisões está concentrada no topo (ou seja, no nível executivo), o processo de tomada de decisão de uma organização descentralizada pode ser codificado diretamente no código-fonte. Os acionistas podem participar da tomada de decisões através da votação descentralizada, distribuindo autoridade em toda a organização sem a necessidade de qualquer parte centralizada confiável (...). Interações e organizações podem ser predefinidas por contrato inteligente, e pessoas ou máquinas podem interagir sem ter que confiar na outra parte. A confiança não depende da organização, mas sim da segurança e auditabilidade do código subjacente, cujas operações podem ser examinadas por milhões de olhos” (WRIGHT; DE FILIPPI, 2015, p. 16, tradução nossa)³.

Exemplo 6 – Aplicação na segurança alimentar

Na esteira desse exemplo, já existe uma maciça utilização dos contratos inteligentes no rastreamento da cadeia produtiva de alimentos. Esse fenômeno já ganhou a alcunha de modelo “da fazenda-à-faca” (*from-farm-to-fork*) ou simplesmente *F2F model*. Sua utilização é mais proeminente na União Europeia, onde o Carrefour anunciou em 2018 a primeira cadeia de produção rastreável que expandiu dos produtos de controle de qualidade aviário e chegou até os produtos bovinos, vegetais, frutas e peixes (CARREFOUR..., 2018). É um contrato entre os fornecedores e a empresa em que toda a informação daquela cadeia de produtos é armazenada digitalmente por meio de um *QRcode*, impossível de ser falsificada e unilateralmente alimentada pelos produtores e responsáveis pela entrega.

Desde 2016, a mesma política tem sido adotada pela Walmart no tratamento de carne de porco e importação de mangas, haja vista a necessidade de prevenção rápida à contaminação de comida ou até mesmo possível bioterrorismo. Trata-se de uma identificação em nível singular por meio do número de lote, data do pacote, quantidade enviada, unidade de medida, serial de identificação, de modo que os parâmetros possibilitem a retirada dos produtos exatos de circulação, caso seja necessário, em uma logística instantânea (KAMATH, 2018). Em 2020, a empresa ampliou o alcance de produtos rastreáveis via *blockchain* após um surto causado pela bactéria *E. coli* (responsável por causar gastroenterites) espalhada nas alfaces vendidas pela empresa. Milhões de dólares foram gastos para rastrear essas hortaliças em 19 territórios dos Estados Unidos e 20 pessoas foram internadas. Segundo a empresa, a partir do novo protocolo, novas contaminações serão identificadas com acurácia em segundos, em vez de semanas (ENWOOD, 2021). Trata-se de potencial inovador e de grande relevância social, haja vista que recentemente o mundo enfrentou ameaças para a como a gripe aviária e o alerta da “vaca louca”.

Ainda no âmbito da segurança alimentar e transparência, a empresa Nestlé utiliza contratos inteligentes para rastrear o café trazido diretamente das florestas úmidas para suas fábricas e a empresa Bumblebee rastreia a espécie atum-amarelo a ser vendido em suas unidades (ENWOOD, 2021). Ambos são exemplos de que o contrato se executa a partir de uma aliança entre as duas pontas,

o fornecedor – que vai desde o pescador, o colhedor de café, de alface, o criador de galinhas, de bois – e chega até os milhões de consumidores que vão até às prateleiras das multinacionais.

Exemplo 7 – Alguns exemplos localizados

Rastrear uma cadeia de produção pela assinatura química dos produtos, no caso daqueles que são confeccionados manualmente também é possível, conforme aponta Leng *et. al.* (2019). Sistemas de reforço para contratos de aluguel de carro também têm sido desenhados por meio de *blockchain*, de modo que a possibilitar que algumas problemáticas entre concessionárias e seguradoras. Esse é o ecossistema denominado CAIPY de Bader *et. al.* (2018). A empresa Tiffany, desde 2019, já rastreia a cadeia dos seus diamantes e entrega para seu consumidor final a origem geográfica com acurácia (STIMOLO, 2019). Esses, dentre outros exemplos, merecem análise detalhada acerca de seus regimes contratuais e implicações jurídicas, contudo reforçam o argumento da necessidade e da inexorabilidade dos contratos inteligentes, especialmente em modelos de negócios vultosos com alta probabilidade de risco haja vista seus regimes de responsabilidade atraídos.

Contudo, essa caracterização pelo tamanho da operação financeira por detrás do objeto contratual se flexibiliza à medida que os cartórios do Brasil, desde o fim de 2020, adotam tecnologia *blockchain* para autenticação de documentos. Até o fim de março de 2021, 156 mil documentos foram autenticados por meio do módulo da Central Notarial de Autenticação Digital (CENAD) constante da plataforma *e-Notariado* (RUBINSTEINN, 2021). O exemplo não compreende a possibilidade de contornos contratuais mais complexos e com implicações jurídicas tormentosas, mas também acena para mais um problema que a tecnologia resolve: o da agilidade e desburocratização de processos notariais.

A tecnologia *blockchain* tensiona as fronteiras da teoria jurídica dos contratos e das obrigações, ao exigir a exploração de toda potencialidade de princípios como (i) *pacta sunt servanda*, porque o consenso contratual alcança estatuto de lei com máxima eficácia; (ii) boa-fé objetiva porque, ao afastarem intermediários, as declarações impõem uma confiança sem interpretação, oportunismo

ou desonestidade intelectual; e, (iii) função social do contrato, na medida em que os compromissos e lealdade contratual se afastam de um quê etéreo, contribuindo para relações economicamente viáveis e socialmente maduras.

Todavia, “a política de tolerância zero dos contratos inteligentes na *blockchain*, em que as partes não têm escolha senão executá-lo” (WRIGHT; DE FILIPPI, 2015 p. 26)¹⁴, desencadeia desafios aos operadores de direito. Afeta, em primeiro lugar, a liberdade contratual de qualquer parte querer não executar seu contrato. Em segundo lugar, afeta aquelas relações jurídicas que contenham uma impossibilidade ontológica de interrupção ou inexecução contratual.

Assim, “a linguagem de código seco e não úmido dos contratos inteligentes, determinista e não dualista ou ambíguo”¹⁵ (WRIGHT; DE FILIPPI, 2015, p. 25), e a irreversibilidade do consenso fazem com que a cadeia de blocos possa, paradoxalmente, desencadear a invalidade dos contratos inteligente em alguns casos, que veremos logo abaixo.

Importante ressaltar que já existem estudos que buscam tratar do problema de *atualização do contrato*, tal como Kafeza *et. al* (2020). Considerando que a irreversibilidade do contrato inteligente pode ser um óbice para o escopo de escolha dessa modalidade, parte da literatura tem proposto um mecanismo de revisão que possibilite a alteração contratual.

2.3 Algumas hipóteses de restrições jurídicas para o uso da tecnologia

Os contratos inteligentes na *blockchain* são de execução irreversível e, embora Wright e De Filippi citem um exemplo extraído de Vitalik Buterin, criador da plataforma *ethereum*, para o qual a criação de múltiplas assinaturas pode evitar o risco de execuções indevidas¹⁶ (WRIGHT; DE FILIPPI, 2015, p. 16-26), ainda assim,

¹⁴ No original: “a zero-tolerance policy where parties have no choice but to execute the contract”.

¹⁵ No original: “However, ambiguity and poor drafting can also be used by parties to wrestle free from contractual conditions that parties no longer want to honor. Smart contracts provide a solution to this problem by incorporating legal provisions (“wet code”) into code (“dry code”)”.

¹⁶ No original: “it is possible to prevent the execution of a contract by requiring multiple signatures to be signed before certain conditions are met. See Buterin”.

Com efeito, tecnologia inviolável e sem controle pelo Estado, ou de limitado controle estatal, é uma realidade mundial.

em algum momento, a execução de uma condição na *blockchain* não tem mais volta.

Supõe-se, no *Exemplo 3 supra*, que um dos investidores, pessoa jurídica, recaia em falência e os valores aportados no *crowdfunding*, em função da programação e autoexecução do contrato inteligente, desencadeiem um aumento do passivo, tornando inviável a condução do processo falimentar pelo administrador judicial - art. 117 e art. 121 da Lei nº 11.101/05 (BRASIL, 2005). Tal fato poderia, inclusive, ser interpretado como crime falimentar já que a sociedade investida fica favorecida em contraposição aos demais credores - art. 172 da Lei 11.101/05 (BRASIL, 2005).

Assim, numa perspectiva regulatória, se os Estados “estiverem ameaçados, podem adotar uma séria de medidas restritivas a fim de regular o emergente ecossistema *on line* e manter o controle sobre o ecossistema da *blockchain*” (WRIGHT; DE FILIPPI. 2015, p. 51)¹⁷. Ou, ainda, numa postura radical, os Estados podem proibir a tecnologia.

Por outro lado, no Brasil, os operadores de direito têm assimilado as mudanças tecnológicas, embora haja casos emblemáticos, como aquele em que um juiz da Bahia “determinou a busca e apreensão de todos os computadores de um provedor para apurar ilícito de usuário da internet ao Estatuto da Criança e Adolescente” (LEONARDI, 2012, p. 88).

Com efeito, tecnologia inviolável e sem controle pelo Estado, ou de limitado controle estatal, é uma realidade mundial. O Supremo Tribunal Federal, na discussão do bloqueio judicial do *Whatsapp* do *Facebook*, colocou a matéria em audiências públicas¹⁸. O debate maduro tem girado, de um lado, pelos tecnólogos, em torno da possibilidade técnica de controle e dos riscos sistêmicos à segurança que envolve criar uma porta dos fundos¹⁹; e,

¹⁷ No original: “If threatened, states and governmental actors could adopt a series of draconian measures to regulate the emerging online ecosystem and to retain control over the *blockchain* ecosystem”.

¹⁸ São duas ações, ADI 5527 e ADPF 403, de Relatoria, respectivamente, dos Ministros Rosa Weber e Luiz Edson Fachin. Audiências disponíveis em: https://www.youtube.com/watch?v=qN9w_BuKfCA. Acesso em: 23 out. 2017.

¹⁹ Uma entrada para acesso de um terceiro estranho a relação que, segundo especialistas ouvidos na audiência, pode deixar o *whatsapp* vulnerável a ataques de hackers e liberar publicamente os dados dos usuários.

de outro, pelos operadores de direito, acerca da necessidade de algum controle estatal.

Enquanto isso, o Conselho Nacional de Justiça (CNJ) autoriza a ferramenta como meio de intimação processual – (BRASIL, 2017b), o que dá uma dimensão do paradoxo que vivemos entre a eficiência inerente das tecnologias e os riscos à ordem jurídica brasileira.

Nesse contexto de tensão entre utilidade da tecnologia e limites jurídicos, identificamos, ao longo do estudo e sem a pretensão de esgotar o tema, algumas hipóteses vedadas para aplicação de contratos inteligentes na *blockchain*, como:

- a. contratos de adesão civil em que haja renúncia antecipada de direito – art. 424 do CC (BRASIL, 2002);
- b. matéria consumerista em que haja impossibilidade de rescisão - art. 49 do Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990), ou arrependimento em compras em sites de *e-commerce* – Decreto n. 7.962/13, nas quais o prazo de reflexão seja válido (BRASIL, 2013);
- c. obras protegidas por direito personalíssimo ou autoral em que a ininterrupção do contrato é vedada pela lei – art. 12 do CC (BRASIL, 2002) e art. 24, inciso VI da Lei n. 9.610/98 (BRASIL, 1998b); e,
- d. matérias de ordem pública em direito público e em direito privado para assegurar a função social da propriedade e do contrato – art. 2.035, Parágrafo único do CC (BRASIL, 2002).

Entendemos que essas hipóteses supraidentificadas não podem ser objeto de aplicação de contratos inteligentes na *blockchain*, pois constituem relações jurídicas que, por sua natureza, são refratárias à tecnologia. Os bens jurídicos tutelados nessas hipóteses requerem, de alguma maneira, a possibilidade de interrupção, descontinuidade, cessação, ou, em última análise, deve-se assegurar o direito das partes em resilir o contrato a qualquer momento (distrato). No entanto, o presente trabalho não se dedica a análise dessas hipóteses de proibição, que poderão ser apresentadas em outra oportunidade, haja vista que esse campo merece ser casuisticamente explorado face à multiplicidade de regimes jurídicos que a legislação brasileira permite.

O contrato inteligente se baseia em regramentos e cenários de ocorrência de cenários causa e efeito, com a possibilidade de aplicação de penalidades automática. Essa imutabilidade – mesmo que já tenha esboços de alguma flexibilização para atender contratos de trato sucessivo – é o cerne do seu maior atrativo: coibir quebras contratuais de qualquer natureza.

CONCLUSÃO

Ao realizar uma análise do que se trata o contrato inteligente, sua interseção com o direito, suas possibilidades válidas de existência e apontar algumas de suas restrições, é possível evidenciar duas conclusões.

1. A *blockchain* existe apesar do direito. Ao se analisar as características dos contratos inteligentes na plataforma, resta evidenciado que o contrato opera em plena liberdade, tornando exponencialmente eficazes princípios contratuais, tais como o princípio *pacta sunt servanda*, *sema* possibilidade, a princípio, de controle jurisdicional. O fenômeno já existe e está posto como resposta às insuficiências regulatórias do direito às desestabilizações inerentes às relações sociais e jurídicas. Um contrato clássico é escrito em linguagem natural, possui ampla possibilidade de reversão e está disponível para ser conhecido pelo Estado-juiz. Um contrato inteligente é escrito em linguagem codificada, via de regra, é irreversível, autoexecutável e, a princípio, indisponível para conhecimento jurisdicional.

O contrato inteligente se baseia em regramentos e cenários de ocorrência de cenários causa e efeito, com a possibilidade de aplicação de penalidades automática. Essa imutabilidade – mesmo que já tenha esboços de alguma flexibilização para atender contratos de trato sucessivo – é o cerne do seu maior atrativo: coibir quebras contratuais de qualquer natureza.

2. A *blockchain* é uma tecnologia de base, não um modelo de inovação disruptivo, embora por ela possam surgir ou aperfeiçoar toda uma sorte de aplicações que rompem premissas, regras ou comportamentos assumidos por uma sociedade.

Nesse contexto, a expectativa da comunidade que desenvolve contrato inteligente na *blockchain*, em suas múltiplas formas de realização possíveis, aspira à correção de falhas de mercados e redução de custos de transação por meio da transformação de compromissos previamente consentidos (promessas) em negócios efetivamente cumpridos, reduzindo oportunismos e perdas em transações de ativos específicos, melhorando o arranjo e o ambiente institucional dos negócios, dos mercados e da vida das pessoas em geral.

Com a exploração da liberdade das formas contratuais por algoritmos jurídicos programados e autoexecutáveis, algo impensado até então, haverá uma convergência inédita entre economia e direito, permitindo que a relação de interdependência entre mercado (o ambiente de trocas) e Estado (que regula o ambiente de trocas) seja eficientemente instrumentalizada por contratos ou redes contratuais.

Dessa forma, esse estudo acena para a validade dos contratos inteligentes na *blockchain*, pois por ele se pretende uma forma de resguardar os enormes ganhos com a tecnologia, realizados por pequeno ou grande empresário, *start up* ou multinacional.

Assim, se o problema do general de bizâncio era insolúvel antes do *bitcoin*, uma década depois de sua solução, um dos problemas agora é outro: o terceiro. E não parece impossível, num futuro próximo, pensar e conceber contratos inteligentes que protejam amplamente terceiros ou desinteressados pela tecnologia. Enquanto isto, o estado da arte impõe a necessidade de tornar a relação entre juristas e programadores não excludente, pois os contratos inteligentes na *blockchain* exigiram uma associação inevitável entre as duas áreas de conhecimento.

REFERENCIAS

AZEREDO, João Fábio Azevedo e. *Reflexos do emprego de sistemas de inteligência artificial nos contratos*. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

AZEVEDO, Antonio Junqueira de. *Negócio jurídico e declaração negocial: noções gerais e formação de declaração negocial*. Tese (Titularidade) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

BADER, Lennart; BURGER, Jens Christoph; MATZUTT, Roman; WEHRLE, Klaus. Smart Contract-Based Car Insurance Policies. *2018 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, 2018, p. 1-7.

BRANCHER, Paulo Marques Rodrigues. *Contratos Software*. Florianópolis: VisualBooks, 2003.

BRASIL. *Lei 8.078, de 11 de setembro de 1990*. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial da União, 12 de setembro de 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. *Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 20 de fevereiro de 1998. 1998a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9609.htm. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. *Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998*. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial da União, 20 de fevereiro de 1998. 1998b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. *Lei n. 10.406, de 10 de janeiro de 2002*. Institui o Código Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/2002/L10406.htm. Diário Oficial da União, 11 de janeiro de 2002. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. *Recurso Especial n. 633.405 - RS*. Recorrente: Município de Caxias do Sul. Recorrido: Constat serviços em informática. Relator: Luiz Fux. Data de julgamento: 24/11/2004. Disponível em: <https://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/7239464/recurso-especial-resp-633405-rs-2004-0029911-1/inteiro-teor-12998724>. Acesso em: 30 jun. 2021.

BRASIL. *Lei n. 11.101, de 09 de fevereiro de 2005*. Regula a recuperação judicial, a extrajudicial e a falência do empresário e da sociedade empresária. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11101.htm. Acesso em 17. fev. 2018.

BRASIL. *Decreto n. 7.845, de 14 de novembro de 2012*. Regulamenta procedimentos para credenciamento de segurança e tratamento de informação classificada em qualquer grau de sigilo, e dispõe sobre o Núcleo de Segurança e Credenciamento. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7845.htm. Acesso em: 21 out. 2017.

BRASIL. *Decreto n. 7.962, de 15 de março de 2013*. Regulamenta a Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, para dispor sobre a contratação no comércio eletrônico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7962.htm. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. *Decreto n. 8.327, de 16 de outubro de 2014*. Promulga a Convenção das Nações Unidas sobre Contratos de Compra e Venda Internacional de Mercadorias - Uncitral, firmada pela República Federativa do Brasil, em Viena, em 11 de abril de 1980. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8327.htm. Acesso em: 17 fev. 2018.

BRASIL. *Lei n. 13.105, de 16 de março de 2015*. Código de Processo Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13105.htm. Acesso em: 18 fev. 2018.

BRASIL. Comissão de Valores Mobiliários. *Instrução CVM 588*. Dispõe sobre a oferta pública de distribuição de valores mobiliários de emissão de sociedades empresárias de pequeno porte realizada com dispensa de registro por meio de plataforma eletrônica de investimento participativo, e altera dispositivos da Instrução CVM nº 400, de 29 de dezembro de 2003, da Instrução CVM nº 480, de 7 de dezembro de 2009, da Instrução CVM nº 510, de 5 de dezembro de 2011, e da Instrução CVM nº 541, de 20 de dezembro de 2013, Diário Oficial da União, 14 de julho de 2017. 2017a. Disponível em: <http://www.cvm.gov.br/legislacao/instrucoes/inst588.html>. Acesso em: 17 out. 2017

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. *Procedimento de Controle Administrativo 0003251-94.2016.2.00.0000/GO*. Conselheira Daldice Santana. Data de julgamento: 26/06/2017. 2017b. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/dl/decisao-cnj-intimacao-whatsapp.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CARREFOUR launches europe's first food blockchain. *Carrefour*, 6 mar. 2018. Disponível em: <https://www.carrefour.com/en/>

newsroom/carrefour-launches-europes-first-food-blockchain. Acesso em: 30 jun. 2021.

COASE, Ronald. *Nature of the firm*. 1937. Disponível em: <http://www3.nccu.edu.tw/~jsfeng/CPEC11.pdf>. Acesso em: 7 out. 2017.

DIAS, José de Aguiar. *Cláusula de não-indenizar*. 3ª ed. Rio de Janeiro, Forense, 1976.

ENWOOD, Danielle. How blockchain is revolutionising food supply chains. *Blockhead Technologies*, 2 mar. 2021. Disponível em: <https://blockheadtechnologies.com/how-blockchain-is-revolutionising-food-supply-chains>. Acesso em: 30 jun. 2021.

FOBE, Nicole Julie. *O Bitcoin como moeda paralela – uma visão econômica e a multiplicidade de desdobramentos jurídico*. Dissertação (Mestrado em Direito) – Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2016.

GREENSPAN, Gideon. Beware of the Impossible Smart Contract. *Blockchain news*, 12 abr. 2016. Disponível em: <https://www.the-blockchain.com/2016/04/12/beware-of-the-impossible-smart-contract/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

GUIA do usuário Internet/Brasil. *Documento Nº RNP/RPU/0013*. Código CI-005, abr. 1996. Disponível em: https://memoria.rnp.br/_arquivo/documentos/rpu0013d.pdf. Acesso em: 11 out. 2017.

IGNÁCIO, Bruno. Bitcoin atinge valor de mercado de US\$ 1 trilhão após novo recorde de preço. *Tecnoblog*, 19 fev. 2021. Disponível em: <https://tecnoblog.net/413959/bitcoin-atinge-valor-de-mercado-de-us-1-trilhao-apos-novo-recorde-de-preco/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

JORGE JUNIOR, Alberto Gosson. Aspectos da formação e interpretação dos contratos eletrônicos. In: ADAMEK, Marcelo Vieira Von (org.). *Direito e Internet. Revista do Advogado de São Paulo*, n. 115, set. 2012.

KAFEZA, Eleanna; ALI, Syed Juned; KAFEZA, Irene; ALKATHEERI. Legal smart contracts in Ethereum Block chain: Linking the dots. *2020 IEEE 36th International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW)*, p. 18-25, 2020. DOI: 10.1109/ICDEW49219.2020.00-12.

KAMATH, Reshma. Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. *The Journal of British Blockchain Association*, v. 1, n. 1. p. 47-55, 2018.

LEDUC. Fabrice. *Questionnaire sur la reparation integrale*. Disponível em http://grerca.univ-rennes1.fr/digitalAssets/256/256250_ssection1leduc.pdf. Acesso em: 11 nov. 2017.

DE LUCCA, Newton. *Aspectos jurídicos da contratação informática e telemática*. São Paulo: Saraiva, 2003.

LENG, Jiewu; JIANG, Pingyu; XU, Kailin; LIU, Qiang; ZHAO, J. Leon; BIAN, Yiyang; SHI, Rui. Makerchain: A blockchain with chemical signature for self-organizing process in social manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 234, p. 767-778, 2019.

LEONARDI, Marcel. *Responsabilidade civil dos provedores de serviços de Internet*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2005.

LEONARDI, Marcel. Internet: elementos fundamentais. In: SILVA, Regina Beatriz Tavares da; SANTOS, Manoel J. Pereira dos (org.). *Responsabilidade Civil na Internet e nos demais Meios de Comunicação*. São Paulo: Saraiva, 2012 (Serie GVlaw).

NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Eletronic Cash System*. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018.

OLIVER Hart and Bengt Holmstrom win the Nobel prize for economic sciences. *The Economist*, 10 out. 2016. Disponível em: <https://www.economist.com/free-exchange/2016/10/10/oliver-hart-and-bengt-holmstrom-win-the-nobel-prize-for-economic-sciences>. Acesso em: 29 jun. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Comissão de Lei sobre Comércio Internacional. *UNCITRAL Model Law on Electronic Commerce (1996) with additional article 5 bis as adopted in 1998*. Nova Iorque, adotada em 12 de junho de 1996. Disponível em: https://uncitral.un.org/en/texts/ecommerce/modellaw/electronic_commerce. Acesso em: 30 jun. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Comissão de Lei sobre Comércio Internacional. *United Nations Convention on the Use of Electronic Communications in International Contracts*. Nova Iorque, adotada em 23 de novembro de 2005. Disponível em: https://uncitral.un.org/en/texts/ecommerce/modellaw/electronic_commerce. Acesso em: 30 jun. 2021.

PINHEIRO, Patrícia Peck Garrido. Contratos digitais ou eletrônicos: apenas um meio ou uma nova modalidade contratual? *Revista dos Tribunais*, v. 966, abr. 2016.

REBOUÇAS, Rodrigo. *Contratos Eletrônicos*. São Paulo: Almedina, 2015.

ROPPO, Enzo. *O Contrato*. Coimbra: Almedina, 2009.

RUBBINSTEINN, Gabriel. Cartórios já autenticaram 156 mil documentos com blockchain no Brasil. *Exame*, 30 mar. 2021. <https://exame.com/future-of-money/blockchain-e-dlts/cartorios-ja-autenticaram-156-mil-documentos-com-blockchain-no-brasil/>

SANTOS, Manoel J. Pereira dos. Os Contratos de Tecnologia. In: FERNANDES, Wanderley (org.). *Contratos de Organização da Atividade Econômica*. São Paulo: Saraiva, 2011 – Serie GVlaw.

SANTOS, Manoel J. Pereira dos; ROSSI, Mariza Delapieve. Aspectos Legais do Comércio Eletrônico – Contratos de Adesão. *Revista de Direito do Consumidor*, v. 36, out. 2000.

SAVELYEV, Alexander. Contract law 2.0: Smart contracts as the beginning of the end of classic contract law. *Working papers*. Series: Law. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2016. Disponível em: <https://wp.hse.ru/data/2016/12/14/1111743800/71LAW2016.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SWANSON, Tim. *Great Chain of Numbers: A Guide to Smart Contracts, Smart Property and Trustless Asset Management*. Kindle Edition (livro eletrônico sem formatação de página), 2014.

SZABO, Nick. *Formalizing and Securing Relationships on Public Networks*, 1997. Disponível em: <http://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>. Acesso em: 10 set. 2017.

VAN PEBORGH, Ernesto. A confiança digitalizada. *A viagem de Odisseo*, s/d. Disponível em: <http://www.aviagemdeodiseo.com/pt/novidades/ver/8>. Acesso em: 30 jun. 2021.

VIDAL, Paulo Felipe Manosso. 40% das operações na Bolsa de Valores no Brasil são feitas por robôs. *Tecmundo*, 24 maio 2016. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/financas/105182-40-operacoes-bolsa-valores-brasil-feitas-robos.htm>. Acesso em: 30 jun. 2021.

WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*, 2015. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664. Acesso em: 10 set.2017

QUALIFICAÇÃO

Lucas Magno de Oliveira Porto é Doutorando em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais. Especialista em Direito Processual Civil e Bacharel em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Luciano Ribeiro Tambasco Glória é Advogado. Doutorando em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Especialista em Direito dos Contratos pela Fundação Getúlio

Vargas (FGV-SP). Bacharel em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP).

Mariah Brochado é Universidade Federal de Minas Gerais é Professora associada da Faculdade de Direito da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Departamento de Direito do Trabalho e Introdução ao Estudo do Direito. Pós-Doutorado em Filosofia pela Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Alemanha. Doutorado e Mestrado em Filosofia do Direito pela UFMG. Integrante do corpo permanente do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFMG.