

SMART CONTRACTS: Uso da Tecnologia *Blockchain* para Garantia da Eficácia dos Acordos Celebrados

<http://dx.doi.org/10.21527/2176-6622.2023.59.10488>

Submetido em: 1º/4/2020

Aceito em: 29/9/2022

Wilson Engelmann

Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/7143561813892945>
<https://orcid.org/0000-0002-0012-3559>

Fernanda Borghetti Cantali

Autor correspondente: Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Avenida Unisinos – Cristo Rei. CEP 93022-750. São Leopoldo/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/2618057115662309>. <https://orcid.org/0000-0002-1889-9881>.
fernandaborghetti@hotmail.com

Isabelle de Zorzi Maya Simões

Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/8330196660298124>
<https://orcid.org/0000-0002-0291-379X>

RESUMO

O *blockchain* e os *smart contracts* têm sido apresentados como soluções inovadoras para diversas questões, em especial, para as formas de contratar e para os modelos de negócio. O *blockchain* é uma rede descentralizada em que as informações registradas adquirem imutabilidade. Essa tecnologia viabilizou a efetivação dos *smart contracts*, que, apesar do nome, não são contratos propriamente ditos, mas, *softwares* capazes de autoexecutar o que foi previamente acordado entre as partes, garantindo eficácia aos acordos celebrados, segurança e redução de custos. Ambas as tecnologias têm se destacado pelas inúmeras vantagens que apresentam, tornando pertinente a reflexão sobre a substituição dos métodos contratuais tradicionais perante o novo cenário tecnológico. Mediante pesquisa exploratória e descritiva, buscou-se identificar os fatores desencadeadores da natureza da tecnologia *blockchain*, com a realização de apontamentos acerca das principais características constatadas. Os procedimentos utilizados incluíram a pesquisa bibliográfica e a documental, com o objetivo de examinar os reflexos na sociedade contemporânea. Como conclusões, pode-se destacar que os *smart contracts* não são propriamente contratos, mas *softwares*, que fazem cumprir e executam os acordos registrados entre as partes, por meio da plataforma *blockchain*, desenvolvidos para, garantindo o *enforcement* dos acordos, formalizar e assegurar os relacionamentos digitais, frequentemente utilizados, mas que se tornarão a regra no futuro.

Palavras-chave: Inovação; novas tecnologias; *Blockchain*; *Smart Contracts*; confiança.

SMART CONTRACTS: USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY TO ENSURE THE EFFECTIVENESS OF AGREEMENTS

ABSTRACT

Blockchain and smart contracts have been presented as innovative solutions for a number of issues, in particular, for contracting and business models. Blockchain is a decentralized network in which registered information acquires immutability. This technology enabled the implementation of smart contracts, which despite the name, are not contracts themselves, but software capable of self-executing what was previously agreed between the parties, ensuring effectiveness of the agreements entered into, security and cost reduction. Both technologies have stood out for the numerous advantages they present, making it pertinent to reflect on the replacement of traditional contractual methods with the new technological scenario. Through extensive exploratory and descriptive research, we sought to identify the factors that trigger the nature of blockchain technology, making notes about the main characteristics found. The procedures used were bibliographic research and documentary research, aiming to examine the reflexes in contemporary society. As conclusions, it can be underlined: the smart contracts are not properly contracts, but software that enforce and execute the agreements registered between the parties, through the blockchain platform. They were developed to, ensuring the enforcement of agreements, formalize and ensure digital relationships, which are already quite common, but will become the rule in the future.

Keywords: Innovation; new technologies; *Blockchain*; *Smart Contracts*; confidence.

1 INTRODUÇÃO

A virtualização das relações sociais e econômicas é uma das características mais marcantes da sociedade atual. A tecnologia evolui de forma muito acelerada e se torna cada vez mais relevante, fazendo parte do processo evolutivo da humanidade em si. Pode-se dizer que, hoje, é praticamente impossível pensar no ser humano sem tecnologia.

Nem mesmo o dinheiro, objeto de apreço profundo pelo ser humano, fica imune. Até ele se virtualizou, assim como as relações pessoais, incluindo as amorosas, e as transações negociais, dentre outros exemplos. Na mesma medida, porém, em que as relações vêm se tornando cada vez mais virtuais, a necessidade de segurança nessas transações se torna primordial. A categoria de análise “*smart contract*” é fundamental para o artigo. Por este motivo, se destaca que, na Ciência Jurídica, existe grande controvérsia acerca da definição de *smart contract*, em especial no sentido de entendê-lo ou não como verdadeiro contrato. Tal é a dificuldade que alguns autores sugerem que não há uma definição única e universal (DE CARIA, 2020, p. 21, 23; DUROVIC; JANSSEN, 2020, p. 63). Há quem assume o desafio de afirmar que os *smart contracts* são contratos eletrônicos, estruturados mediante códigos de programação, caracterizados pela autoexecutoriedade do pacto, independentemente de intervenção humana, podendo conter todos os termos e condições de uma negociação ou serem complementares a outros contratos (REBOUÇAS, 2020, p. 179). Os *smart contracts* ainda podem ser compreendidos como uma tecnologia que permite uma nova forma de instrumentalização ou formalização de negócios jurídicos (CANTALI, 2022, p. 1.559). A conexão entre o *Blockchain* e o *Smart Contract* é assim caracterizada por Primavera De Filippi e Aaron Wright (2017, p. 10): “[...] os *smart contracts*, viabilizados pela blockchain, representam o primeiro avanço tecnológico verdadeiramente disruptivo para a prática do Direito desde a invenção da prensa de impressão por Gutenberg por volta do ano de 1450”. Este, portanto, é o contexto que o artigo pretende examinar na sequência.

É inegável que o uso das tecnologias traz, em si, inúmeras facilidades e benefícios, mas junto nascem as inseguranças e os questionamentos sobre a confiabilidade das transações realizadas totalmente *on-line*, até porque o usuário de plataformas negociais disponibiliza uma série de dados pessoais. Para suprir a necessidade e o problema de confiabilidade nas transações, iniciou-se a criação e desenvolvimento de um sistema verificador que fosse imune a fraudes. Assim, surgiu a tecnologia *blockchain*.

O *blockchain* foi, inicialmente, desenvolvido como uma plataforma tecnológica para o funcionamento do *bitcoin*, uma criptomoeda, mas hoje já se reconhece que a tecnologia possui um potencial muito maior, abrangendo outras possibilidades de aplicações. O *blockchain* viabiliza, por exemplo, os chamados *smart contracts*. Isso porque as propriedades intrínsecas à tecnologia *blockchain*, tais como resiliência, inviolabilidade, segurança e imutabilidade, são um grande atrativo para a problemática da necessária segurança nas relações negociais tecnológicas.

As questões principais do presente artigo são: Em que medida a tecnologia *blockchain* viabiliza a prática dos *smart contracts*? Quais as vantagens do uso da tecnologia *blockchain* para as práticas contratuais? O que são os *smart contracts* e como são utilizados na prática?

Para tanto, objetiva-se definir e apresentar as características da nova tecnologia *blockchain*; compreender e demonstrar as principais vantagens do uso dessa tecnologia; definir e apresentar as características dos *smart contracts*; traçar as diferenças em relação aos contatos tradicionais, e identificar as razões pelas quais a tecnologia *blockchain* imprime maior segurança às relações contratuais. Por fim, tem-se como objetivo analisar os *smart contracts* na prática, buscando identificar as empresas que atualmente deles fazem uso e que implicações isso traz.

Como hipótese, compreende-se que o *blockchain* viabiliza, de fato, a prática dos *smart contracts*, por ser a plataforma mais indicada para processar contratos autoexecutáveis, assegurando maior segurança para as práticas contratuais, em razão de suas características e atributos. Por meio dessa tecnologia, portanto, se torna possível a adoção dos *smart contracts*, que, apesar do nome, não são contratos propriamente ditos, mas sim *softwares* capazes de autoexecutar o que foi previamente acordado entre as partes, garantindo eficácia contratual, segurança e redução de custos.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, além da revisão bibliográfica, é exploratória e descritiva. Busca-se realizar uma análise sistêmica, para que se possa compreender de que forma tais tecnologias inovadoras impactam a sociedade, a economia e o Direito.

O artigo contribui para o debate atual, que une a teoria à prática, no enfrentamento dos impactos das novas tecnologias que impulsionam uma nova era. Aliás, os impactos das novas tecnologias são tão profundos e estão provocando mudanças tão relevantes que se sustenta que a sociedade passa por uma quarta revolução industrial (SCHWAB, 2016).

2 NOÇÕES SOBRE A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Muito se fala sobre novas tecnologias, dentre elas, o *blockchain*. Trata-se de uma tecnologia que veio para ficar e para definir os contornos do mundo do futuro, visto que será responsável por transformar a atual internet da informação em uma internet de valor. Um conceito como tal não existe. O *blockchain* é uma base de dados distribuída entre diferentes participantes, protegida criptograficamente e organizada em blocos de transações relacionados entre si matematicamente (PREUKSCHAT, 2018).

O *blockchain*, como o próprio nome indica, é uma cadeia de blocos, em que cada bloco contém informações específicas. Esse banco de dados é distribuído em uma rede compartilhada e descentralizada em milhares de computadores no mundo inteiro, ou seja, distribuído na rede dos participantes que ajudam a manter o sistema ativo. Nenhuma pessoa ou central possui controle sobre as transações que ocorrem e sobre os dados incluídos na rede, uma vez que os dados ficam armazenados em uma espécie de livro razão, denominado *ledger* (livro contábil, em inglês). As ações, portanto, ocorrem na forma de um consenso descentralizado (MADEIRA, 2018).

Na era digital, em que os dados podem facilmente ser alterados e copiados, o *blockchain* surgiu como a solução, objetivando-se criar uma tecnologia com as seguintes características: segurança das operações, descentralização de armazenamento/computação, integridade de dados e imutabilidade de transações (LEAL, 2017). O *blockchain* é popularmente conhecido como “o protocolo da confiança”. Ainda que qualquer pessoa, por meio de um *software*, tenha acesso à rede e possa ver as informações registradas, a estrutura do *blockchain* é formada em caráter permanente, garantindo-se a imutabilidade dos dados adicionados. Este é o grande diferencial da tecnologia *blockchain*, pois seu sistema descentralizado implica a inexistência de falhas. Um potencial *hacker*, por exemplo, para realizar qualquer alteração significativa teria que atacar todos os participantes da rede. Pode-se dizer que o *blockchain* funciona como uma espécie de cartório não centralizado, que garante autenticidade às transações (MADEIRA, 2018).

Na obra *Blockchain Revolution* explica-se, de forma bastante compreensível, como as transações funcionam, utilizando-se o exemplo do *bitcoin*, posto que a *blockchain*, como já dito, embora tenha diversas outras aplicações, foi inicialmente desenvolvida para viabilizar as transações com criptomoedas:

Each blockchain, like the one that uses bitcoins, is distributed: it runs on computers provided by volunteers around the world; there is no central database to hack. The blockchain is public: anyone can view it at any time because it resides on the network, not within a single institution charged with auditing transactions and keeping records. And the blockchain is encrypted: it uses heavy-duty encryption involving public and private keys (rather like the two-key system to access a safety deposit box) to maintain virtual security. You needn't worry about the weak firewalls of Target or Home Depot or a thieving staffer of Morgan Stanley or the U.S. federal government. Every ten minutes, like the heartbeat of the bitcoin network, all the transactions conducted are verified, cleared, and stored in a block which is linked to the preceding block, thereby creating a chain. Each block must refer to the preceding block to be valid. This structure permanently time-stamps and stores exchanges of value, preventing anyone from altering the ledger. If you wanted to steal a bitcoin, you'd have to rewrite the coin's entire history on the blockchain in broad daylight. That's practically impossible (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2018).

No caso, para que determinada transação ocorra e um bloco seja adicionado na rede, incluindo uma nova informação, este deverá ser autenticado pelos demais participantes. Quanto mais antigo for o bloco, entende-se que mais confirmações recebeu, visto que novos blocos de informações foram acrescentados. Nesse sentido, existe uma regra estatística que estabelece que, a partir de seis blocos, é praticamente

impossível desfazer uma transação realizada (OSÓRIO, 2016). O *blockchain* possui registros verificados e incontestáveis de todas as transações já realizadas.

Os pilares do *blockchain* se baseiam em: *ledger* distribuído, que garante a transparência e imutabilidade da informação; criptografia, a qual mantém a privacidade e segurança transacional; *smart contract*, que governa dados de forma automatizada e autorregulada, assim como consenso, responsável por conferir estabilidade e validação distributiva transacional (MADEIRA, 2018). Em razão dessas características, a tecnologia *blockchain* resolveu vários desafios relacionados com a segurança digital, que até antes de sua criação pensava-se ser improvável de solucionar.

O primeiro desafio resolvido pela tecnologia foi “o problema dos generais bizantinos”, que significava a impossibilidade de criar uma tecnologia para fazer com que duas pessoas que não se conhecem consigam confiar uma na outra sem remeter a um terceiro de confiança (ALEIXO, 2018). A partir do *blockchain* é possível garantir que uma criptomoeda comprada por alguém passe a pertencer a esta pessoa, independentemente da existência de um cartório ou intermediário que realize este registro. Gera-se a necessária confiança (LOPES, 2021).

O segundo desafio solucionado é o de que a *blockchain* é a primeira tecnologia que consegue replicar no meio digital a escassez do mundo físico. Isso é extraordinário e relevante, porque nunca houve, na era da computação, um protocolo que conseguisse resolver a questão do gasto duplo e que tenha sido utilizado para enviar e receber dinheiro, sem a necessidade de controle por uma entidade como o Banco Central. O gasto duplo seria a situação em que o usuário gastaria mais de uma vez as suas moedas digitais (ALEIXO, 2018).

Através da rede *blockchain*, portanto, utilizada para as transações com *bitcoins*, por exemplo, estes não podem ser reproduzidos ou falsificados, pois sua titularidade está devidamente registrada no grande livro contábil *blockchain*. Isso é possível porque os registros possuem caráter único e público, além de tudo ser replicado por todos os participantes do sistema, que o mantêm constantemente atualizado e em sincronia, à medida que novas transações vão ocorrendo (ULRICH, 2017).

O *blockchain* nasceu junto com o *bitcoin*, mas, como já ressaltado, seu uso é muito mais amplo. A tecnologia vem sendo aplicada para o registro de qualquer transação, das mais simples às mais complexas. O *ledger* pode ser programado para registrar virtualmente tudo de valor e relevância para a sociedade, como: certidões de nascimento e óbito, licenças de casamento, títulos de propriedade, diplomas educacionais, contas financeiras, procedimentos médicos, pedidos de seguro, votos, procedência de comida e qualquer outra coisa que possa ser expressa em código (ULRICH, 2017). Esse é o ponto de relação para esta reflexão. O *blockchain* permite a instrumentalização de novas formas de contratar, viabilizando os contratos inteligentes ou *smart contracts*.

A tecnologia *blockchain* tem o potencial de remodelar toda a atividade econômica atual, baseada no grande trunfo de possibilitar confiança em uma rede onde não há uma autoridade central. A centralização sempre foi um princípio organizacional básico para a economia e para a sociedade, desde a revolução agrícola. Essa mudança de padrão terá, certamente, implicações profundas na forma de organização humana. A criação da internet diminuiu significativamente os custos da comunicação; já o *blockchain* será o responsável pela diminuição dos custos de transação (LUNDY, 2016).

A avaliação dos custos de transação, oriundos da Análise Econômica do Direito, é fundamental, posto que, quanto maiores forem estes custos, menores serão as chances de as partes firmarem um contrato. Luciano Timm (2012) assim afirma:

Custos de transação – ou custos de contratação – representam aquilo que as partes de um contrato dispenderam ou deixaram de ganhar com o objetivo de constituí-lo ou executá-lo. São os custos que os contratantes enfrentam para elaborar, manter e fazer cumprir o contrato. [...] Por fim, influem nos custos de transação também as tarefas necessárias à execução dos negócios jurídicos, a fim de obter maior equilíbrio ou melhores resultados para as partes envolvidas na transação.

As instituições, até então, possuíam o papel de equilibrar as relações negociais, atuando de forma a reduzir os custos de transação, sendo responsáveis pela eficiência nas relações negociais (TIMM, 2014). Ocorre que, com o passar do tempo, uma insatisfação generalizada se instaurou na sociedade, em razão das

consequências sociais do sistema capitalista. Esse é um dos fatos que acabou impulsionando a busca por novos modelos de economia alternativos, dando origem à atual economia do compartilhamento.

A economia do compartilhamento é diretamente associada às tecnologias disruptivas, e, apesar de não haver um consenso acerca de sua definição, trata, basicamente, da cooperação entre indivíduos autônomos, a fim de assegurar o aproveitamento mais eficiente e racional de bens ociosos (FRAZÃO; VIVIANI, 2017). A problemática de criar uma definição situa-se, justamente, na existência de um leque de atividades da economia do compartilhamento, as quais se dividem em quatro categorias amplas: recirculação de bens, uso expandido de bens duráveis, troca de serviços e compartilhamento de bens produtivos. Os motivos para o compartilhamento, todavia, são claros, e vão além da atração por novidades tecnológicas, alcançando fatores econômicos, ambientais e sociais, diante dos baixos custos apresentados pelos *sites* de economia do compartilhamento (ZANATTA; DE PAULA, 2017).

Lundy (2016), sobre esta questão, destaca que

O blockchain tem o potencial de ser a força democratizadora mais importante na história porque nenhuma autoridade central é necessária. As aplicações de blockchains e da confiança descentralizada são mais eficientes do que dão a entender. Segmentos de mercado variados, tais como contabilidade, serviços legais, imobiliário e e-commerce, desenvolveram modelos empresariais baseados em proporcionar confiança entre o cliente final e o vendedor.

Percebe-se que, diferentemente dos segmentos antigos de mercado, em que a confiança fica submetida à lei ou à existência de intermediários, o *blockchain* funciona justamente de forma oposta, visto que opera como o próprio intermediário, mitigando custos de transação. Imagine-se o varejo. A internet permite que o produto seja enviado ao consumidor sem a necessidade de um distribuidor. A eliminação do intermediário de confiança diminui, inequivocamente, os custos de transação, afetando até mesmo as maiores empresas de tecnologia. Nessa linha, Lundy (2016) enfatiza que

Em vez de usar Uber, Airbnb ou eBay para se conectar com outras pessoas, os serviços de *blockchain* permitem que indivíduos se conectem, compartilhem e façam transações diretamente, introduzindo a verdadeira economia do compartilhamento. O *blockchain* é a plataforma que permite transações *peer to peer* reais e uma verdadeira “economia do compartilhamento”.

Não é difícil perceber que as oportunidades são diversas, e que a utilização do *blockchain* é capaz de reformular a realidade da sociedade atual. Seu potencial transformador está atrelado ao rigor técnico e às possibilidades abertas, especialmente pelo que permite, mediante a criação de novos modelos de negócios e diferentes formas de contratar, direcionando para uma era de contratos dinâmicos.

3 UM PARALELO ENTRE AS FORMAS TRADICIONAIS DE CELEBRAÇÃO DE NEGÓCIOS E OS CHAMADOS SMART CONTRACTS

O contrato evolui assim como evolui o homem, mas, desde a sua essência, o contrato nada mais é do que um acordo legalmente aplicável. Pode-se dizer que o contrato é uma espécie de negócio jurídico, que se caracteriza por exigir pelo menos duas partes para a sua formação (GOMES, 2007).

As partes, por meio do contrato, autodisciplinam os efeitos patrimoniais que pretendem atingir, conforme sua vontade. Por regra, não há que se falar em contrato sem que haja a manifestação de vontade. Como afirmam Gagliano e Pamplona Filho (2017, p. 386), “sem ‘querer humano’, pois, não há negócio jurídico”. E, não havendo negócio, não há contrato. Trata-se de um instrumento jurídico que somente se afirma socialmente, a partir da conciliação de interesses contrapostos, manejado com vistas à pacificação social e ao desenvolvimento econômico. O contrato é um instrumento de realização (GAGLIANO; PAMPLONA FILHO, 2017, p. 386).

A essência contratual se traduz no princípio pilar do direito contratual: o da liberdade contratual, o qual implica a máxima do *pacta sunt servanda*, ou seja, de que os pactos devem ser cumpridos – o acordo de vontade faz lei entre as partes – e a autonomia da vontade, segundo o qual cada pessoa escolhe como e quando contratar. Pontes de Miranda (1984, p. 39) chamava a autonomia da vontade de autorregramento da

vontade, e afirmava que é este o princípio que “permite que a pessoa, conhecendo o que se produzirá com o seu ato, negocie ou não, tenha ou não o *gestum*, que a vincule”. Aliás, da liberdade de contratar também decorre o efeito relativo dos contratos, o qual cria obrigações apenas para aqueles que com ele concordaram (CHONDROGIANNIS *et al*, 2022).

A estrutura-base do direito contratual, ligada à liberdade e à vontade, se mantém até os dias atuais, juntamente com os requisitos de validade – partes capazes, objeto lícito e forma prescrita ou não defesa em lei –, assim como com os princípios contemporâneos, como a boa-fé objetiva, que traz em si um feixe de deveres implícitos de lealdade, transparência e cooperação, e o da função social do contrato (PETRONI; GONÇALVES; MARTINS, 2022). Mas, o fato é que o contrato evoluiu junto com o homem. Se hoje já não é mais possível falar em homem sem tecnologia, os contratos também foram atingidos por ela. Inicialmente surgiram os contratos eletrônicos, ou seja, aqueles que dispensavam o meio físico, o suporte do papel para a contratação, no qual as partes manifestam e instrumentalizam sua vontade por meio do computador, em meio digital. Atualmente, se fala em contratos inteligentes, por meio dos quais se busca diminuir a necessidade de intermediários de confiança e reduzir os custos de perda por falta de execução (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2018). No caso, traz em si o *enforcement* necessário para o efetivo cumprimento do pacto, tanto o é que se afirma que a tecnologia *blockchain*

Permite que os contratos sejam autorregulados pelas partes envolvidas, dispensando o terceiro regulador que outrora já fora essencial para a celebração de um contrato. Isso porque, após firmada uma relação obrigacional. A tecnologia *blockchain* é capaz de monitorar o instrumento contratual, de forma a verificar o adimplemento das cláusulas acordadas por meio do registro criptografado encadeado, onde cada registro afirma ou não que determinada etapa do contrato foi completada (SILVA; PAZETTI; NYBO, 2019, p. 35).

Como já dito, a disciplina contratual vem evoluindo junto com o homem. Exemplo disso é o reconhecimento de legalidade dos contratos eletrônicos e dos *smart contracts*, que exigiu uma ampliação dos requisitos de validade. Agregaram-se aos tradicionais: a criptografia, que garante confidencialidade e integridade dos dados transmitidos via internet, e a assinatura digital, que tem força para enfrentar a questão da ausência física das partes contratantes, sendo a solução adotada por especialistas para garantir a certificação sobre a identidade das partes (MULHOLLAND, 2006).

Outro ponto interessante é o de que o contrato, tradicionalmente, para ser considerado um título executivo, precisava estar assinado também por duas testemunhas. Recentemente, no entanto, analisando um contrato eletrônico, o STJ, no julgamento do Recurso Especial nº 1495920 (BRASIL, 2018), entendeu que a ausência da assinatura das testemunhas não retira a executividade do contrato assinado digitalmente, em conformidade com a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – ICP-Brasil –, instituída pela MP 2.200/01. O objetivo desta é, justamente, garantir a autenticidade, a integridade e a validade jurídica de documentos eletrônicos. O Ministro Sanseverino, no voto, sustentou que a assinatura digital permite a certificação, por meio de terceiro desinteressado – autoridade certificadora –, de que o usuário, cujos dados são os mesmos do contrato, está efetivamente firmando o contrato eletrônico; ou seja, que a certificação da assinatura através do sistema de chaves públicas faz as vezes das testemunhas em contratos tradicionais. Ponderou-se, também, que esta seria a única interpretação consentânea com a importância do contrato eletrônico no atual cenário econômico e com a própria revolução tecnológica. Esse entendimento representa um grande avanço na legitimação dos contratos eletrônicos e dos *smart contracts* no Brasil, demonstrando a necessidade de adaptação das normas jurídicas às práticas atuais incrementadas tecnologicamente.

Como regulador de condutas sociais, o Direito deve evoluir e dinamizar-se para acompanhar as constantes mudanças da sociedade. Quando isso não ocorre, pontos de tensão entre normas e fatos começam a surgir, gerando a insatisfação na sociedade (LEAL, 2009). Na era digital, é necessário que os avanços tecnológicos sejam envolvidos pelo sistema jurídico, que deverá adequar-se para não agravar o já existente distanciamento entre o fático e o jurídico.

Especificamente sobre os *smart contracts*, é importante o registro de que estes não são propriamente contratos, mas, *softwares* capazes de autoexecutar o que foi acordado entre as partes. A expressão *smart contracts* foi cunhada em meados dos anos 1990, pelo cientista da computação, criptógrafo e jurista Nick Szabo (1997), e tornou-se conhecida com a publicação do artigo intitulado *Formalizing and securing relationships on*

public networks, no qual o autor apresenta a ideia e o conceito de como estabelecer práticas contratuais e comerciais por meio de protocolos de comércio eletrônico, ou seja, trazendo um aspecto da computação para um âmbito contratual.

Para Szabo (1997), os *smart contracts*, operados por meio de protocolos e interfaces, facilitam todas as etapas do processo de contratação. Sua visão é a de que novas instituições digitais devem ser desenvolvidas, em razão de que as relações negociais digitais mudarão radicalmente as formas de contratos tradicionais. O ponto principal de seu conceito girava em torno da concepção de “protocolos de controle”, que seriam utilizados pelos contratos inteligentes, formalizando e assegurando os relacionamentos digitais, os quais, na sua concepção, são mais funcionais do que os modelos tradicionais. Para o autor,

a smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract. The general objectives of smart contract design are to satisfy common contractual conditions (such as payment terms, liens, confidentiality, and even enforcement), minimize exceptions both malicious and accidental, and minimize the need for trusted intermediaries. Related economic goals include lowering fraud loss, arbitration and enforcement costs, and other transaction costs (SZABO, 1997, p. 56).

A garantia de maior segurança está atrelada ao fato de que os contratos inteligentes utilizam especificações algorítmicas contra violações de princípios acordados, ou melhor, incorpora-se ao *software* as cláusulas contratuais de modo a tornar a violação contratual muito cara – às vezes, até proibida – para o infrator (SZABO, 1996). Em outras palavras, as cláusulas contratuais embutidas em *softwares* geram um custo tão alto em caso de inadimplemento que tal consequência incentivaria as pessoas a cumprirem com o acordo firmado. Mais, Szabo (1997) visualizava a criação de contratos muito mais seguros do que os documentados em papel, pois além do *enforcement*, utiliza-se outros mecanismos de segurança, como a criptografia e a assinatura por certificação digital. Todos estes elementos protegem os relacionamentos, na medida em que aumentam o nível de credibilidade e confiança nas transações (SHARMA; JINDAL; BORAH, 2021).

Pode-se dizer que o contrato é um conceito relevante no universo jurídico, que representa um acordo de vontades válido se celebrado entre partes capazes, tendo objeto lícito e formalizado conforme exigido por lei. Já o *smart contract* é um conceito tecnológico ligado à possibilidade de programar a rede *blockchain* para que, diante de um evento X, o código computacional desencadeie a consequência Y. Trata-se de aplicações codificadas capazes de executar uma ação “B”, quando for satisfeita uma condição “A”, funcionando como um sistema condicionado de “IF = THEN” (STOKES; RAMOS, 2017). Um mecanismo de máquina de refrigerantes traz um contrato inteligente em versão primitiva: se (IF) você apertar no botão Coca-Cola e inserir dinheiro, receberá (THEN) o refrigerante e o eventual troco. As condições já estavam previamente estabelecidas. Após cumpridas, alcança-se o resultado pretendido (GONÇALVES, 2016).¹

São milhares as possibilidades de aplicação, considerando que o *smart contract* pode ser utilizado em qualquer circunstância onde um computador consiga estabelecer um evento prévio, que será seguido de um comando de execução, quando uma consequência também for pré-definida. Assim, é formado o protocolo de controle. Uma vez programada, a relação será feita de forma integralmente automática, sem necessidade de intervenção humana, visto que a programação é intrínseca à rede e praticamente impossível de ser desfeita (WRIGHT; DE FILIPPI, 2017).

Levando em consideração a situação de interseção entre contratos e contratos inteligentes, por definição, um *smart contract* é um *software* que permite a autoexecução de um acordo, cujas cláusulas contratuais estão escritas na forma de código computacional. Isso permite que, por operação da própria máquina, seja executado e monitorizado um contrato, sem necessidade de interferência humana. Nesses

¹ Existem contratos válidos juridicamente, que não envolvem *smart contracts*. Trata-se da grande maioria dos contratos existentes atualmente, celebrados de forma mais tradicional, em meio físico ou até mesmo eletrônico. Ao mesmo tempo, existem *smart contracts* que não são contratos, por exemplo, os inseridos em uma máquina industrial que, detectando a falta de um produto, envia *tokens* digitais ao departamento de compra, informando a necessidade. Existem, contudo, situações em que há uma interseção entre contratos e *smart contracts*, ou seja, quando as regras contratuais são representadas e executadas com o uso de *smart contracts*. O exemplo seria a “aplicação detectar a ausência de pagamento de uma operação de crédito e automaticamente retirar da carteira do devedor *tokens* digitais correspondentes ao compromisso não honrado” (KADAMANI; MENDES; CHAGAS, 2020). Outro exemplo, no segmento de seguros, seria o acionamento automático do seguro, em caso de cancelamento de voo, evitando demandas judiciais (KADAMANI; MENDES; CHAGAS, 2020).

códigos de programação, são definidas regras e consequências estritas para determinados eventos que o computador pode verificar, e a partir das obrigações pactuadas, estabelecer os benefícios e as penalidades aplicáveis, procedendo à respectiva execução.

A doutrina atribui a evidência, que vem sendo dada aos *smart contracts* e ao *blockchain*, à falta de confiança nas relações contratuais humanas, que, por vezes, são consideradas tendenciosas, enquanto que os computadores, por outro lado, são vistos como confiáveis e menos propensos a falhas. A ideia dos contratos inteligentes está ligada à eliminação de julgamento humano, à redução da dependência de intermediários financeiros e, em muitos casos, a um distanciamento do sistema legal. Já pelo viés comercial, podem ser simplesmente parte da ampla tendência de utilizar a tecnologia, para garantir uma aplicação consistente das regras legais e acordos (MIK, 2017).

Em que pese a ideia de utilizar a tecnologia para impor a lei ou um acordo privado não ser algo novo, não existia uma tecnologia que possibilitasse isso de forma efetiva. Na década de 1990, as tecnologias existentes eram bastante limitadas e incapazes de suportar os *smart contracts* da forma que Nick Szabo os idealizou. Tudo mudou com o surgimento da tecnologia *blockchain*, que viabilizou, pela primeira vez, a execução do sistema operacional dos *smart contracts*. Trata-se do ambiente ideal de processamento, porque garante privacidade, verificação de dados, obrigatoriedade e autoexecução do que foi pactuado.

Falando sobre a possibilidade de uso da tecnologia para impor o respeito à lei, pode-se usar um exemplo ilustrativo: um compositor poderá, via contrato inteligente, licenciar uma canção de sua autoria para uma produtora musical. Haverá um código que contém o prazo da licença, o percentual de *royalties*, as cláusulas rescisórias e outras estipulações cabíveis. Em uma linguagem de programação com a fórmula “IF = THEN”, poderia ser estabelecido o seguinte: se a conta do autor recebeu menos de um quarto do valor estipulado em um período de 30 dias consecutivos, por exemplo, então todos os direitos reverteriam automaticamente para ele, e a produtora não teria mais acesso ao seu trabalho registrado no *blockchain*. Neste contrato, tanto o compositor quanto a produtora teriam suas chaves privadas, pelas quais seria possível realizar suas assinaturas, havendo a possibilidade de incluir representantes financeiros da produtora, equipes jurídicas e quem mais fosse desejado (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2018). Vê-se, neste exemplo, que o *blockchain* pode ser um importante instrumento para auxiliar a retomada da garantia de direitos, tais como os autorais, cujas estruturas tradicionais vem sendo constantemente abaladas, principalmente a partir da desmaterialização das obras e da cultura digital.

Percebe-se que a tecnologia visa a facilitar as relações contratuais. Não se trata de eliminar o elemento humano ou a necessidade de advogados (SILVA, 2019). O elemento subjetivo está preservado; exige-se a vontade das partes. No que toca ao trabalho técnico de confecção do contrato, o mesmo pode ser dito, pois os contratos continuarão sendo construídos por advogados, mas deverão estar aptos para serem traduzidos à linguagem de programação (LIMA; PAZETT; NYBO, 2017). Talvez sejam necessários advogados, com novas habilidades e competências, como aquelas classificadas como “Real Skills”: desenvolver uma compreensão profunda e a capacidade de navegar na ambiguidade, triangular pontos de vista e dar sentido ao conteúdo encontrado em sites de pesquisa; resiliência; capacidade de trabalhar sob pressão; negociação de conflitos, dentre outras habilidades (OECD, 2021).

As vantagens dos *smart contracts* são: a confiança, visto que armazenados na rede *blockchain* são imutáveis em relação à programação e codificação e distribuídos, ou seja, validados por todos na rede; a redução dos custos de transação do negócio, em razão de que o preço é menor, com menos intervenção humana, e há mais liberdade de condução própria do negócio, dada a descentralização; a diminuição da assimetria informacional, por conta da possibilidade de atualizações contratuais em tempo real, além da precisão da informação, dispensando interpretação; a autoexecução automatizada, que diminui o risco de execuções incorretas ou com a presença de vícios, tais como, manipulação, má-fé e não desempenho; e a segurança jurídica nas relações contratuais, além das demais vantagens já apontadas (LAYET, 2018).

Claro que desvantagens também são destacadas. Uma delas é o *status* legal incerto, dada a ausência de regulação, o que implica invalidades jurídicas. Além disso, como o código é escrito por pessoas, há um fator humano. Pessoas são passíveis de erros, o que se agrava com a característica da imutabilidade das informações e a irreversibilidade, o que sustenta a ideia de que o *smart contract* é inflexível (DONEDA; FLÔRES, 2019).

Diante da crítica, no entanto, surgiu o projeto *Judge as a Service*, que consiste na possibilidade da presença de uma espécie de árbitro, com habilidades técnicas, para reverter ou alterar as transações realizadas pelos contratos inteligentes no *blockchain*. Durante a elaboração do contrato inteligente, é definido um indivíduo que analisa o negócio jurídico, conferindo validade a ele, possuindo poderes para garantir seu cumprimento, em observância à lei da jurisdição na qual as partes estão inseridas (GONÇALVES, 2016). Além disso, surgem na estrutura da rede canais de solução de conflitos como o *Jury.online* (JURY.ONLINE, 2019), que se trata de uma plataforma que possui um grupo de árbitros que emitem pareceres em favor de uma das partes, caso tenham realizado negócio e, pelo menos uma está insatisfeita.

O debate apenas está iniciando, e uma efetiva substituição dos contratos tradicionais pelos inteligentes não será imediata, se é que ocorrerá esse fenômeno na sua integralidade, mas a tendência é a de que os obstáculos venham a ser superados, abrindo espaço para as novas formas contratuais tecnológicas, que acompanham a realidade da sociedade cada vez mais digital. O futuro direciona-se para a existência e prática de contratos inteligentes muito abrangentes, quase completamente autônomos e baseados em regras, que podem incorporar questões empresariais e contratuais cada vez mais complexas (MCGRATH, 2017). Essa complexidade contratual e a combinação de riscos empresariais, financeiros, legais e de conformidade ficam minimizadas pela aplicação estratégica dos *smart contracts* na tecnologia *blockchain*.

4 SMART CONTRACTS E NOVOS MODELOS DE NEGÓCIOS: MUDANÇAS NO CENÁRIO EMPRESARIAL

As novas tecnologias e as possibilidades daí decorrentes estão gerando uma série de novos modelos de negócios, responsáveis por severas mudanças no cenário empresarial, algumas já em curso e outras ainda não percebidas completamente (GIANNAKOS; ENGELMANN, 2021).

O informativo *Global Trade Review* – empresa líder mundial em mídia comercial e financeira –, relatou, em outubro de 2016, o que pode ser considerada a primeira transação de comércio interbancário do mundo, combinando a tecnologia *blockchain*, *smart contracts* e *IoT* – Internet das Coisas. A transação ocorreu entre as empresas *Brighann Cotton US* e *Brighann Cotton Australia* e seus respectivos bancos, *Well Fargo* e *CBA*, e envolveu uma remessa de fardos de algodão do Texas para Qingdao (China), e uma carta de crédito executada por meio de um *smart contract* armazenado em um *ledger* (registro) privado, usando o sistema *brackets* de *blockchain* (WASS, 2016).

Essa transação representa um marco na inovação das finanças comerciais. Com a utilização dessas tecnologias aliadas são agilizados os processos que, de forma tradicional, seriam muito mais extensos, burocráticos e demorados, e os custos são reduzidos e ganha-se eficiência. Além disso, com maior transparência entre as partes, já que dados são atualizados em tempo real dentro do sistema, há redução do risco de fraudes, o que gera segurança, a qual é intensificada pela imutabilidade dos registros no *ledger*.

Os *smart contracts* são considerados como novos agentes econômicos autônomos, em que *softwares* assumem o gerenciamento e a organização da maioria dos recursos e capacidades, com a possibilidade de substituir até mesmo grandes corporações. Essa forma contratual possibilita a criação dos chamados “empreendimentos de rede aberta”, baseados em uma série de novos modelos de negócios ou da revolução dos modelos de negócios antigos por meio do *blockchain* (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2018).

As grandes corporações também estão fazendo investimentos. A Seguros Sura, um dos maiores grupos de seguros da América Latina, anunciou a adoção da tecnologia *blockchain* para gravar e enviar apólices, endossos e boletos através de *smart contracts*. Eduardo Guedes, Diretor de Tecnologia e Operações da Seguros SURA, sustenta:

estamos no começo da utilização de Blockchain nos processos da seguradora e sabemos que esta é uma jornada sem volta no que diz respeito à qualidade da entrega para nossos clientes. Demos o primeiro passo com a rede Ethereum para entender a tecnologia e o protocolo, porém, estamos estudando a possibilidade de uso de outras redes de Blockchain, como Hyperledger, R3 Corda etc. Vamos continuar investindo na melhoria contínua de nossos processos (SURA, 2019).

O grupo afirma que a utilização da plataforma demonstra a busca da companhia em acompanhar as inovações que surgem, reconhecendo tratar-se de medida garantidora de maior segurança e transparência nas transações com seus clientes (KUSHWAHA *et al.*, 2022).

No Reino Unido, pode-se citar a *Smart Startup Company – SMRT* –, a qual oferece uma plataforma comercial para *startups* e pequenas empresas utilizarem os benefícios da transparência da tecnologia *blockchain* e dos *smart contracts*. O objetivo era criar uma grande “máquina de venda automática de contratos” que fosse protegida e fornecesse garantias possíveis mediante a *blockchain*. A ideia é a de que toda a empresa tem a necessidade de contratos e, estes, na forma tradicional, impõem um ônus financeiro que, às vezes, empresas pequenas ou iniciantes não conseguem suportar. Por isso, os contratos inteligentes surgem como uma solução fácil e barata, garantindo, ainda, o *enforcement*, em caso de descumprimento. A SMRT cria modelos para cobrir todas as áreas contratuais que as *startups* e pequenas empresas necessitam para iniciar o negócio, como contratos sociais, acordos de sócios e contratos de licença ou cessão de direitos da propriedade intelectual (CRIPTOFACIL, 2018).

Outra empresa que muda as formas tradicionais é a *Slock.It*², estruturada para garantir que pagamentos, compartilhamentos e aluguéis sejam automatizados através de *smart contracts*. A mesma empresa também criou o projeto de compartilhamento de P2P, com a *Share & Charge*, um aplicativo utilizado por quem tem carros elétricos, que viabiliza o pagamento de aluguel das estações de recarga dos veículos de forma automatizada (LAMOUNIER, 2018).

A AXA, uma gigante empresa de seguros e segunda maior companhia financeira do mundo, também está utilizando os *smart contracts*. Lançou, recentemente, o “Fizzy”, uma cobertura de seguro móvel que funciona através de um *smart contract*, por meio do qual, havendo atraso de mais de duas horas no voo, indeniza-se automaticamente os passageiros que utilizam o seu aplicativo (KIM, 2018). O usuário recebe uma notificação com as opções de compensação, sendo possível escolher o recebimento do valor devido diretamente em sua conta bancária (LAMOUNIER, 2018).

No setor imobiliário, cabe citar a empresa Propy³, objetivando resolver problemas enfrentados nas transações imobiliárias internacionais, criou uma plataforma de transferência de ativos para o setor imobiliário global, fornecendo uma rede para os usuários se conectarem uns com os outros e realizar compras on-line de imóveis (LAMOUNIER, 2018).

E as iniciativas não são apenas privadas. Os governos também estão investindo em desenvolvimento de aplicações tecnológicas como os *smart contracts* e *blockchain*. O governo australiano, por exemplo, através do Data61⁴, formou um consórcio com um escritório de advocacia e com a IBM, para a construção da primeira plataforma digital de *smart contracts* baseada em *blockchain*. A iniciativa foi intitulada de ANB – *The Australian National Blockchain* –, e combina a expertise técnica, científica e legal dos parceiros para criar uma infraestrutura *blockchain* nacional e legalmente compatível para a economia digital, permitindo que empresas em todo o país se juntem à rede para usar contratos digitalizados, trocar dados e confirmar a autenticidade e *status* de contratos legais. Conforme comunicado na imprensa, “a ANB permitirá que as organizações gerenciem digitalmente o ciclo de vida de um contrato, não apenas da negociação à assinatura, mas também continuando durante o prazo do contrato, com transparência e acesso com base nas permissões entre as partes da rede” (HUILLET, 2018).

Paul Hutchison, da IBM *Global Business Services*, diante da adoção das tecnologias nas práticas empresariais, afirma que

² A Slock.it é uma empresa registrada na Alemanha, que objetiva possibilitar transações e negociações em que não exista a necessidade de um intermediário de confiança. A tecnologia *blockchain* torna os *smart contracts* exequíveis (TUAL, 2016).

³ A Propy.com dedica-se a resolver os problemas de compra de propriedades através das fronteiras, sendo o primeiro mercado imobiliário internacional do mundo. Na plataforma, compradores, vendedores, corretores, agentes de custódia e cartórios podem se unir por meio da utilização de um conjunto de *smart contracts* para facilitar as transações (PROPY, 2018).

⁴ O Data61 é um centro de inovação digital que faz parte da Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Commonwealth (CSIRO) – uma entidade corporativa do governo australiano, que realiza pesquisas científicas para promover diversas indústrias locais (HUILLET, 2018).

o blockchain será para as transações o que a internet foi para a comunicação - o que começa como uma ferramenta para compartilhar informações torna-se transformacional, uma vez que a adoção é generalizada. A ANB poderia ser o ponto de inflexão da blockchain comercial, estimulando a inovação e o desenvolvimento econômico em toda a Austrália (HUILLET, 2018).

Interessante também o acordo celebrado entre o Banco Mundial e o *Commonwealth Bank of Australia* (CBA) para a emissão de títulos através da *blockchain*. O Banco Mundial intenta ser o pioneiro na utilização da *blockchain* para criar, alocar, transferir propriedade e gerenciar contratos em spot, que serão chamados de Bond-i – Instrumento de Nova Dívida Operada por *Blockchain* (MELLO, 2018). O mercado de capitais é, atualmente, farto em intermediários e agentes interconectados, mas a *blockchain* tem, como já dito inúmeras vezes, o potencial de simplificar os processos de negociações de títulos e levantamento de capital e, conseqüentemente, melhorar a eficiência operacional e a supervisão regulatória. Sophie Gilder, chefe da *blockchain* do CBA, sustenta que

o blockchain tem o potencial de revolucionar os serviços financeiros e os mercados, e essa transação é um passo significativo em direção a esse futuro estado. Ao trabalhar em colaboração com o Banco Mundial, pudemos encontrar soluções para considerações técnicas e jurídicas para tornar essa transação inovadora uma realidade. Este projeto solidifica ainda mais a posição da CBA na vanguarda da tecnologia blockchain e estamos empenhados em construir isso, em parceria com nossos clientes (COMMBANK, 2018).

Tal acordo mostra a rapidez com que a utilização da *blockchain* está saindo do âmbito da pesquisa e sendo desenvolvida em práticas do mundo real e em aplicações do mercado. Tanto no setor público como no privado, muitas são as iniciativas que visam a usufruir dos benefícios da tecnologia *blockchain* e dos *smart contracts*, o que implica, inexoravelmente, em mudanças na forma de fazer negócios e de contratar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

SMART CONTRACTS CONTRIBUINDO PARA A EFICÁCIA DOS ACORDOS CELEBRADOS

As novas tecnologias, dentre elas a *blockchain*, vêm provocando uma verdadeira revolução na sociedade, na economia e até mesmo no Direito. Novos modelos de negócios, novas formas de contratação, eliminação de intermediários e a adoção de contratos inteligentes, imutáveis e autoexecutáveis demonstram que o cenário atual já é outro, direcionando a sociedade para um futuro cada vez mais digitalizado.

Apesar de o *blockchain* ter nascido junto com o *Bitcoin*, evidenciou-se que suas potencialidades são muito mais abrangentes; seu uso não mais se restringe ao registro de transações com criptomoedas. Por meio do *blockchain* é possível realizar todo o tipo de transações, simples e complexas, com segurança e sem a necessidade de um terceiro de confiança, especialmente por conta do rigor técnico intrínseco ao seu sistema, o que, por si só, demonstra o seu potencial transformador.

O foco principal da presente reflexão consistiu em analisar a rede *blockchain* como a tecnologia que viabiliza a prática dos contratos inteligentes, os chamados *smart contracts*. Estes surgem como solução para as deficiências evidenciadas pelas formas tradicionais de contratar, as quais, também se mostram insuficientes para lidar com os novos modelos de negócios e com a exponencial inovação na economia digital. As vantagens são inúmeras, pautadas em eficácia contratual, segurança e automatização.

Para as contratações eletrônicas, aplica-se a mesma estrutura do Direito contratual que já é direcionada aos contratos tradicionais, agregando-se outros requisitos de validade próprios das relações em rede e digitalizadas: a criptografia e a assinatura digital. É importante, no entanto, que não se perca de vista que os *smart contracts* não são propriamente contratos, mas *softwares* que fazem cumprir e que executam os acordos registrados entre as partes, por meio da plataforma *blockchain*, desenvolvidos para, garantindo o *enforcement* dos acordos, formalizar e assegurar os relacionamentos digitais – frequentemente utilizados –, que se tornarão a regra no futuro. Para tanto, o uso da tecnologia *blockchain* serve como o instrumento para garantir a eficácia dos acordos celebrados.

Que a tecnologia *blockchain* e os contratos inteligentes estão modificando as relações negociais e o cenário empresarial não há dúvidas. Há divergência, contudo, se tais contratos são realmente inteligentes, visto que apenas executam o que foi previamente programado e, portanto, dependem do fator humano para

o estabelecimento de suas cláusulas. A ideia de inteligência só está relacionada com a característica da sua autoexecutoriedade.

Além de não serem propriamente inteligentes, sequer são contratos. O conceito de contrato no universo jurídico está atrelado ao acordo de vontades sobre um objeto lícito e que seja formalizado de acordo com a lei. O *smart contract* tem uma feição mais tecnológica, por viabilizar a programação de um acordo autoexecutável pela rede *blockchain*, ou seja, apesar da terminologia, os contratos inteligentes são programas de computador que executam o que foi acordado.

É inegável que a sociedade está passando por uma forte transição e que se encaminha para um futuro cada vez mais tecnológico e digitalizado, em que o papel vai perdendo espaço, e, conseqüentemente, da mesma forma os contratos físicos. Daí a importância em se refletir sobre as tecnologias inovadoras e disruptivas, as quais impactam vários sistemas, em especial o jurídico. É imprescindível, neste sentido, a atualização do Direito frente ao desenvolvimento tecnológico da sociedade, compreendendo-se, nesse ponto a necessária adaptação aos contratos dinâmicos e automatizados.

Todo e qualquer avanço tecnológico ou social implica aspectos positivos e negativos. Por isso, a forma como se emprega a tecnologia deve ser determinada pelo homem sempre pautado na ética e no respeito aos direitos fundamentais, quando do desenvolvimento das soluções. A resistência ao novo apenas aumenta o distanciamento entre o jurídico e o fático, e, neste contexto, a Tecnologia e o Direito podem e devem avançar juntos, de forma convergente, em razão de que o objetivo é a efetivação de soluções que reduzam custos de transação e, portanto, sejam mais eficientes, além de adequadas à complexidade da sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, Gabriel. *Blockchain Simplificada* (Curso on-line). Aula 01 (2h 14min). Instituto de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://itsrio.org/pt/cursos/blockchain-simplificada/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. *Recurso Especial nº 1495920 DF 2014/0295300-9*. Recorrente: Fundação dos Economistas Federais – Funcef. Recorrido: Emerson Martineli Rodiguero. Relator: Ministro Paulo de Tarso Sanseverino. Brasília, 10 abr. 2018. Disponível em: <https://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/595923192/recurso-especial-resp-1495920-df-2014-0295300-9/inteiro-teor-595923202?ref=juris-tabs>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- CANTALI, Rodrigo Ustároz. Smart contracts e direito contratual: primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*. Ano 8, n. 3, p. 1.529-1.566, 2022. Disponível em: https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2022/3/2022_03_1529_1566.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.
- CBA CHOSEN by World Bank to Deliver World First Blockchain Bond. *CommBank*. [S.l.], 10 ago. 2018. Disponível em: <https://www.commbank.com.au/guidance/newsroom/cba-picked-by-world-bank-to-deliver-world-s-first-standalone-blo0-201808.html?ei=card-view>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- CHONDROGIANNIS, Efthymios; ANDRONIKOU, Vassiliki; KARANASTASIS, Efstathios; LITKE, Antonis; VARVARIGOU, Theodora. Using blockchain and semantic web technologies for the implementation of smart contracts between individuals and health insurance organizations. *Blockchain: Research and Applications*, v. 3, Issue 2, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096720921000440>. Acesso em 3 jun. 2022.
- CRIFTOFÁCIL. *SMRT aproveita a blockchain para trazer contratos inteligentes para o grande público*. [S.l.], 3 abr. 2018. Disponível em: <https://www.criptomoedasafacil.com/smr-aproveita-a-blockchain-para-trazer-contratos-inteligentes-para-o-grande-publico/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- DA SILVA, Amanda Gabrielle Lima; PAZETTI, Bruno; NYBO, Erik Fontenele. Contratos gráficos: utilizando algoritmos para o desenvolvimento de contratos. In: FEIGELSON, Bruno; BECKER, Daniel; RAVAGNANI, Giovanni (coord.). *O advogado do amanhã: estudos em homenagem ao Professor Richard Susskind*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019, p. 153-170.
- DE CARIA, Riccardo. Definitions of smart contracts: between law and code. In: DIMATTEO, Larry A.; CANNARSA, Michel; PONCIBÒ, Cristina. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. Cambridge: University Press, 2020.
- DONEDA, Bruno Nunes; FLÔRES, Henrique Pinhatti. Contratos inteligentes na *blockchain*: o futuro dos negócios jurídicos celebrados em códigos de programação. In: FEIGELSON, Bruno; BECKER, Daniel; RAVAGNANI, Giovanni (coord.) *O advogado do amanhã: estudos em homenagem ao Professor Richard Susskind*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2019. p. 189-206.
- DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. Formation of smart contracts under Contract Law. In: DIMATTEO, Larry A.; CANNARSA, Michel; PONCIBÒ, Cristina. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. Cambridge: University Press, 2020.

- FRAZÃO, Ana; VIVIANI, Luís. Economia do Compartilhamento e Tecnologias Disruptivas: a compreensão dos referidos fenômenos e suas consequências sobre a regulação jurídica. *Jota*, São Paulo, 14 jun. 2017. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/constituicao-empresa-e-mercado/economia-do-compartilhamento-e-tecnologias-disruptivas-14062017>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- GAGLIANO, Pablo Stolze; PAMPLONA FILHO, Rodolfo. *Manual de Direito Civil*. São Paulo: Saraiva, 2017.
- GIANNAKOS, Demétrio Beck da Silva; ENGELMANN, Wilson. A inteligência artificial nos contratos: uma hipótese possível? *ULP LAW REVIEW*, Revista de Direito da ULP, Portugal, v. 15, n. 1, p. 49-67, 2021. DOI: 10.46294/ulplr-rdulp.v15i1.7940.
- GOMES, Orlando. *Contratos*. 27. ed. rev. atual. e ampl. Rio de Janeiro: Forense, 2007.
- GONÇALVES, Carlos Roberto. *Direito civil brasileiro: contratos e atos unilaterais*. V. 3, 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.
- GONÇALVES, Pedro Vilela Resende. Blockchain, smart contracts e “Judge as a Service” no Direito brasileiro. *Instituto de Referência em Internet e Sociedade (IRIS)*, Belo Horizonte, 23 dez. 2016. Disponível em: <http://irisbh.com.br/pt/blog/blockchain-smart-contracts-e-judge-as-a-service-no-direito-brasileiro/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- HUILLET, Marie. Governo australiano faz parceria com especialistas da IBM e jurídicos para criar uma plataforma de contratos inteligentes. *Cointelegraph*. [S.l.], 30 ago. 2018. Disponível em: <https://br.cointelegraph.com/news/australian-govt-partners-with-ibm-and-legal-experts-to-build-smart-contracts-platform>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- JURY ONLINE. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/company/juryonline/about/>. Acesso em: 6 jun. 2023.
- KADAMANI, Rosine; MENDES, Leilani; CHAGAS, Vinícius. *Capital Social x Criptomonedas: A harmonização de entendimento da JUCESP representa alteração legal?* 2020. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/335638/capital-social-x-criptomoedas--a-harmonizacao-de-entendimento-da-jucesp-representa-alteracao-legal>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- KIM, Matthew. *AXA launches insurance product using blockchain technology*. [S.l.], 19 jun. 2018. Disponível em: <https://www.chepicap.com/en/news/1431/axa-launches-insurance-product-using-blockchain-technology.html>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- KUSHWAHA, Satpal Singh *et al.* Systematic review of security vulnerabilities in ethereum blockchain smart contract. *IEEE Access*, v. 10, 2022, p. 6.605-6.621. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9667515>. Acesso em: 3 jun. 2022.
- LAMOUNIER, Lucas. Contratos Inteligentes: o guia definitivo para novatos. *101 Blockchains*, [S.l.], 14 set. 2018. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/contratos-inteligentes-blockchain/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- LAYET, Gaëlle Aguiar. *Blockchain Simplificada*. Aula 03. Curso *on-line*. Instituto de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://itsrio.org/pt/cursos/blockchain-simplificada/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- LEAL, Rodrigo Lima Verde. Blockchain e internet das coisas: aplicações e iniciativas. *CPqD*. 2017. Disponível em: https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/11/Whitepaper_Blockchain_e_IoT_-_aplicac%CC%A7o%CC%83es_e_iniciativas_v2.pdf. Acesso em: 2 jun. 2022.
- LEAL, Sheila do Rocio Cercal Santos. *Contratos eletrônicos: validade jurídica dos contratos via internet*. São Paulo: Atlas, 2009.
- LIMA, Amanda; PAZZETTI, Bruno; NYBO, Erik Fontenelle. Utilizando algoritmos para o desenvolvimento de contratos. *Jota*, Brasília, 17 nov. 2017. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/artigos/utilizando-algoritmos-para-o-desenvolvimento-de-contratos-17112017>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- LOPES, Rossana Chassot. *A ferramenta tecnológica da blockchain na atividade notarial: novos contornos para a segurança e a confiança nos tabelionatos*. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios) – Unisinos, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/10870>.
- LUNDY, Lawrence. O blockchain e a economia do compartilhamento 2.0: o verdadeiro potencial do blockchain para os desenvolvedores. *IBM developWorks*, Nova York, 24 jun. 2016. Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-blockchain-sharing-economy/index.html>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- MADEIRA, Bernardo. *Blockchain Simplificada* (Curso *on-line*). Aula 02 (1h 43min). Instituto de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://itsrio.org/pt/cursos/blockchain-simplificada/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- MCGRATH, Ian. *The future is blockchain-based smart contracts*. 2017. Disponível em: <https://it.toolbox.com/blogs/the-future-is-blockchain-based-smart-contracts-122017>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- MELLO, Leandro França de. *Banco Mundial celebra primeiro título negociado via blockchain*. [S.l.], 15 ago. 2018. Disponível em: <https://cryptowatch.com.br/banco-mundial-celebra-primeiro-titulo-negociado-via-blockchain/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- MIK, Eliza. Smart contracts: terminology, technical limitations and real world complexity. In: MIK, Eliza. *Law, Innovation and Technology*. 9. ed. Sidney, 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3038406. Acesso em: 2 jun. 2022.
- MIRANDA, Pontes de. *Tratado de Direito Privado*. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1984, v. 3.
- MULHOLLAND, Caitlin. *A internet e contratação: panorama das relações contratuais eletrônicas de consumo*. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.
- OECD. *21st-Century Readers: developing literacy skills in a digital world*. PISA. Paris: OECD Publishing, 2021.

- OSORIO, Edilson. Blockchain e o Futuro da Governança. *Inovaday*. Jun., 2016. Disponível em: <http://inovaday.com.br/br/blockchain-no-governo-e-nos-negocios/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- PETRONI, Benedito Cristiano Aparecido; GONÇALVES, Rodrigo Franco; MARTINS, Geraldo José Dolce Uzum. Plataforma Blockchain e Smart Contracts com Api's para Manufatura Indústria 4.0. *Rev. FSA, Teresina*, v. 19, n. 4, art. 8, p. 141-156, abr. 2022. Disponível em: www4.fsnet.com.br/revista. Acesso em: 3 jun. 2022.
- PREUKSCHAT, Alex (coord.) *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Bogotá: Paidós Empresa, 2018.
- PROPY. Palo Alto, 2018. Disponível em: <https://propy.com/about>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- REBOUÇAS, Rodrigo Fernandes. Smart Contracts e a teoria dos contratos. In: COSTA, Isac Silveira da; PRADO, Viviane Muller; GRUPENMACHER, Giovana Treiger. *Cryptolaw: inovação, direito e desenvolvimento*. Coimbra: Almedina, 2020.
- SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.
- SHARMA, Pratima; JINDAL, Rajni; BORAH, Malaya Dutta. A review of smart contract-based platforms, applications, and challenges. *Cluster Computing*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10586-021-03491-1>.
- SHEN, Philip. *How Ethereum Works*. Blog: Philip Shen at Medium. 14 jun. 2018. Disponível em: <https://medium.com/@philipshen13/ethereum-7e0c8fc47f74>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- SILVA, Amanda Gabrielle Lima da. Blockchain e smart contracts: maior segurança, menor risco. In: MADONADO, Viviane Nóbrega; FEIGELSON, Bruno (coord.). *Advocacia 4.0*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2019. p. 103-112.
- STOKES, Miguel; RAMOS, Gabriel Freire. Smart Contracts. *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*, n. 46, p. 124-127, 2017. Disponível em: http://www.uria.com/documentos/publicaciones/5459/documento/foro_port02.pdf?id=7139. Acesso em: 3 jun. 2022.
- SURA. *Seguros Sura Adota Blockchain para Smart Contracts*. [S.l.], [2018?]. Disponível em: <http://www.segurossura.com.br/sobre-rsa/imprensa/seguros-sura-adota-blockchain-para-smart-contracts>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- SZABO, Nick. *Smart Contracts*. [S.l.], 1994. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- SZABO, Nick. *Smart Contracts: building blocks for digital markets*. [S.l.], 1996. Disponível em: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html. Acesso em: 2 jun. 2022.
- SZABO, Nick. Formalizing and securing relationships on public networks. *First Monday*, Chicago, v. 2, n. 9, 1997. Disponível em: <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. *Blockchain Revolution: how the technology behind bitcoin is changing money business, and the world*. 1.ed. New York: Portfolio, 2018. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=NqBiCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 2 jun. 2022. Livro Eletrônico.
- TIMM, Luciano Benetti (org.). *Direito e economia no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Editora Altas, 2014.
- TUAL, Stephan. *Blockchain Energy P2P sharing project share & charge going into live beta*. [S.l.], 21 set. 2016. Disponível em: <https://blog.slock.it/blockchain-energy-p2p-sharing-project-share-charge-going-into-live-beta-ad4e069e79d>. Acesso em: 2 jun. 2022. Blog: Slock.
- ULRICH, Fernando. *Defendendo o Bitcoin em Mordor*. Instituto Ludwig von Mises Brasil. São Paulo, 13 jul. 2017. Disponível em: <https://mises.org.br/ArticlePrint.aspx?id=2722>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- WASS, Sanne. Landmark transaction merges blockchain, smart contracts and iot. *Global Trade Review*, Londres, 23 out. 2016. Disponível em: <https://www.gtreview.com/news/global/landmark-transaction-merges-blockchain-smart-contracts-and-iot/>. Acesso em: 2 jun. 2022.
- WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia*. Rochester, 25 Jul. 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664. Acesso em: 2 jun. 2022.
- WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia*. SSRN, mar. 2015. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664. Acesso em: 1º jun. 2022.
- ZANATTA, Rafaela A.; DE PAULA, Pedro C. B.; KIRA, Beatriz (org.). *Economias do compartilhamento e o direito*. Curitiba: Juruá, 2017. Disponível em: http://www.internetlab.org.br/wp-content/uploads/2017/12/Economias_do_compartilhamento_e.pdf. Acesso em: 2 jun. 2022. Livro eletrônico.

Todo conteúdo da Revista Direito em Debate está
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0