

Artigo

Recebido: 24.09.2019

Aprovado: 25.09.2019

Publicado: 30.09.2019

DOI <http://dx.doi.org/10.18316/REDES.v7i3.6120>

Smart contract: conceito, ecossistema e principais questões de direito privado¹

Jorge Feliu Rey

Universidade Carlos III, Madri, Espanha

<https://orcid.org/0000-0002-2315-6361>

Resumo: Os *smarts contracts* são, em termos bastante gerais, protocolos informáticos que permitem que um dispositivo execute as prestações de um contrato de forma autônoma, logo, sem a necessidade de intervenção humana. A substituição da ação humana por um processo – conjunto de protocolos – que viabiliza (a) a automação de operações, (b) a materialização automática das prestações nas transações e (c) a utilização de outras tecnologias, as quais permitem a verificação do clausulado e da identidade dos sujeitos vinculados à transação resulta em elevada economia de custos. Ademais, as expectativas das partes para a satisfação de seus interesses negociais, tal como estabelecido no contrato, acabam sendo amplamente protegidas. Rapidez, previsibilidade e automação permeiam o exercício da autonomia privada, facilitando a efetiva autotutela. Não obstante os evidentes benefícios, tal figura apresenta limitações e desvantagens, trazendo consigo possíveis problemas. Este trabalho explora brevemente o fenômeno dos *smart contracts*, reflete sobre seu ecossistema particular e, a seguir, aborda importantes questões jurídicas que acompanham os *smart contracts*.

Palavras-chave: Smart Contract; *Blockchain*; Autotutela; Remédios; Contratos Inteligentes.

Smart contract: concept, ecosystem and the main questions of private law

Abstract: Smart Contracts are, in general terms, computer protocols that allow a device to execute autonomously the provision of a contract, thus, without the need for human intervention. The replacement of human action by a process – a set of protocols – which allows (a) the operations automation, (b) the automatic materialization of transaction provisions and (c) other use of distinct technologies that allow the verification of clauses and subjects' identity linked to the transaction, which result in high economy of costs. Besides, the parties' expectations of satisfying their business interests, as is established by contract, ends to be broadly

¹ Este texto é versão do artigo *Smart contract: concepto, ecosistema y principales cuestiones del derecho privado*. Autorizado pelo autor, ele foi produzido no desvelar do projeto de investigação científica *Proteção do consumidor à deriva: uma tentativa de aferição do estado da arte, na tutela jusconsummerista, no âmbito do Superior Tribunal de Justiça* [407142/2018-5], financiado pelo CNPq e pela Universidade LaSalle, tendo sido alinhavado a quatro mãos por Eleonora Jotz – acadêmica na Escola de Direito da Unisinos – e Marcos Catalan.

protected. Rapidity, predictability, and automation pervade the exercise of private autonomy and facilitate effective self-protection. Despite these evident advantages, this figure presents some restrictions and disadvantages that brings possible problems with it. This work briefly explores the Smart Contracts phenomenon, reflects about his particular ecosystem and, hereafter, proposes important legal questions evoked by Smart Contracts.

Key-words: Smart Contract; Blockchain; Self-Protection; Remedies.

Introdução

A tecnologia *Blockchain* e os *smart contracts* – contratos inteligentes, embora a tradução literal seja pouco frequente – são fenômenos cada vez mais presentes nos meios de comunicação, na imprensa econômica e tem despertado crescente interesse da literatura jurídica.

Sobre a primeira – a tecnologia *Blockchain* – cuja aplicação mais conhecida foi em *Bitcoins* e outras variantes no âmbito dos *distributed ledgers*, existem trabalhos numerosos, tanto acerca de suas possibilidades de aplicação, como sobre as promessas de futuro. Sobre os últimos – *smart contracts* – e ainda que o termo seja utilizado com relativa frequência e existam trabalhos sobre a matéria, ainda não existe literatura consolidada.

Como será exposto nos próximos subcapítulos, os *smart contracts* são, em termos bastante gerais, protocolos informáticos que permitem a um dispositivo, por si mesmo, dar cumprimento a um contrato – e, é evidente, a outros negócios jurídicos – sem a necessidade de intervenção humana. A utilização dessa tecnologia para transações entre pessoas permite – junto à tecnologia genericamente denominada *blockchain* –, ao menos em princípio, que a verificação das condições para executar uma operação e, antes disso, a própria realização da operação não requeira intermediários e que a gestão, a concreção e a execução das prestações mediante as operações programadas dispensem a intervenção humana.

A ausência de intervenção humana e sua substituição por um processo (conjunto de protocolos) que permite a automação de operações, a concreção automática das prestações nas transações, o seu cumprimento automático e a utilização de outras tecnologias que permitem a verificação da informação e da identidade dos sujeitos atados por meio do negócio jurídico, conduz a uma elevada economia de custos².

Imagine-se, ante o cancelamento ou o atraso de um voo, a operação necessária para atender reclamações, administrar compensações e permitir o exercício dos direitos cujos titulares são os passageiros do referido voo. Em comparação ao emprego da via de reclamação tradicional, o tempo e os recursos necessários à gestão das reclamações seriam reduzidos drasticamente se um sistema automático verificasse o atraso do voo, identificasse os passageiros afetados, autenticasse o reconhecimento e a eficácia dos direitos e processasse as reclamações e as compensações de forma massiva.

² Sobre esse aspecto, é interessante o documento elaborado por CAPGEMINI CONSULTING. **Smart contracts in financial services: getting from hype to reality.** Do mesmo modo, o documento elaborado por SMART CONTRACTS ALLIANCE. **Smart contracts: 12 use cases for business & beyond. A technology, legal & regulatory introduction,** Chamber Digital Commerce, December 2016.

Imagine-se, ainda, a violação contratual de uma transação específica. Normalmente, as despesas nas quais incorre a parte que quer fazer cumprir o contrato são elevadas – provas, verificações, auditorias, conciliação prévia, tentativas de negociação, contratação de advogado, procurador, custos – e, além delas, é preciso ter em mente os custos que se imputam à sociedade diante da necessidade de resolução das disputas. Se o contrato pode cumprir-se automaticamente em seus próprios termos e (ou) predeterminar as consequências dessa violação, permitindo a sua execução de forma automática, sem a possibilidade de interferência humana, os custos de transação também se reduziriam em grande medida³ e as expectativas das partes para a satisfação de seus interesses, conforme o estabelecido no contrato, seriam amplamente protegidas. Rapidez, previsibilidade e automação marcariam as coordenadas do exercício da autonomia privada e facilitariam a crescente e efetiva autotutela.

Apesar destas evidentes vantagens, a figura apresenta limitações e desvantagens e levanta possíveis problemas aos quais o Direito deve fazer frente, a começar pela própria ideia envolvida pela expressão *smart contract*. Há aqueles que negam a eles qualquer natureza contratual, considerando-os simples programas informáticos que executam protocolos determinados e aqueles que os reconhecem como verdadeiros contratos. E há ainda quem entenda existir novo ecossistema legal a prescindir – em breve – de advogados e juízes.

Por isso, é preciso um esforço de conceitualização de uma realidade variável, complexa, e carregada de considerações técnicas, operacionais e práticas para compreender o fenômeno desde uma perspectiva jurídica. Com tal fim, o trabalho estrutura-se em três blocos. O primeiro tem por objeto definir o que é um *smart contract*. A partir de diversas definições busca-se encontrar os denominadores comuns e extrair suas características próprias. Posteriormente, a partir da pergunta “o *smart contract* é realmente um contrato” procura-se refletir sobre a importância da forma e da linguagem em tal contexto. A respeito dos componentes de forma e linguagem, afirma-se que, para que seja considerado como tal, será necessário que assuma forma determinada e esteja escrito em linguagem que permita a uma máquina ou dispositivo executar os protocolos nele contidos.

No segundo bloco, abordam-se questões não menos importantes relacionadas com os *smart contracts* cuja explicação é importante para entender o fenômeno, isto é, seu ecossistema. Primeiro, abordar-se-á a relação dos *smart contracts* com os denominados *decentralized ledgers*, genericamente denominados tecnologia *blockchain* e, as implicações daí derivadas: a imutabilidade do código, a alegada ausência de intermediários e a confiança distribuída. Posteriormente, o trabalho se debruça sobre os oráculos, terceiros que fornecem informações ao *smart contracts*, incorporando o novo código na cadeia para seu tratamento uniforme a fim de que possam cumprir sua finalidade (p. ex. determinação de alguma prestação como o preço ou o tipo de interesse referenciado, ou ainda, comprovar o cumprimento das prestações). O bloco termina com a análise do *contractware* e as diversas soluções embasadas nas aplicações da internet das coisas (IoT), as suas relações com os *smart contracts* e as consequências de seu uso.

³ FREEMAN, Edward H., Software repossession: electronic self-help. *Information Systems Security*, Hertfordshire, v. 12, n. 6, p. 2-6, 2004. p. 3.

O terceiro e último bloco tem como enfoque, finalmente, algumas das dimensões jurídicas concretas que apresentam os *smart contracts* em relação a sua redação e interpretação, à formação do contrato, à execução das prestações ou às ações e remédios em caso de descumprimento no âmbito de um fenômeno caracterizado pelas possibilidades de cumprimento automático e autoexecução sem intervenção humana. Comprova-se que “não é ouro tudo que brilha” e que será preciso abordar com cautela esse fenômeno ainda em processo de evolução e marcado pela incerteza da própria novidade.

Definição de *smart contract*

As diversas definições

Formular uma definição de *smart contract* não é uma tarefa simples. Prova disso são as diferentes molduras propostas nos trabalhos escritos sobre a matéria e, ainda, a fuga percebida noutros tantos estudos. Mais ainda, sua complexidade é exacerbada pela diversidade de disciplinas que convergem no estudo desse fenômeno (p. ex. jurídica, matemática, informática). Assim, a depender da disciplina a partir da qual se trabalha, bem como da função primordial que deve cumprir ou a que é atribuída a essa figura, as definições e suas características variam.

Não obstante, é certo que em todas estas definições ou aproximações da figura dos *smart contracts* se observa a concordância de algumas características comuns. Por tal motivo, para tentar chegar a uma definição que abarque todos os fenômenos possíveis e suscetíveis de tratamento sob esta figura, acredita-se que o melhor é expor as distintas definições existentes, buscar seus denominadores comuns e, desta forma, tentar formar uma definição própria e esclarecer alguns conceitos chave.

Uma das primeiras definições conhecidas foi formulada por Nick Szabo. Ele cunhou esse termo e definiu o *smart contract* como *a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises*⁴. O autor remonta às máquinas de venda automática como o ancestral do *smart contract*. O automatismo nelas identificado por ocasião da entrega de uma mercadoria após a inserção de uma moeda e correlata verificação do pagamento da quantia informada na oferta permitiria considerar tais situações como o contrato inteligente original⁵.

Partindo desta definição germinal, as definições posteriores poderiam ser classificadas em vários grupos. Um primeiro grupo de definições tem como enfoque o automatismo de sua execução sem intervenção humana, mas fazendo referência à figura de “contrato”, “acordo” ou “promessa”.

⁴ SZABO, Nick. **Smart contract: building blocks for digital markets**, 1996. Capturado em http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html em 10.09.2019.

⁵ NT: Há uma elipse no texto. É evidente que não se pode confundir a máquina, o *software* por ela utilizado para movimentar a suas engrenagens a partir da identificação do pagamento do preço contido na oferta e, ainda, a aceitação tácita da oferta identificada – embora, com ele dogmaticamente não coincidente – no comportamento daquele que paga o preço com moedas ou cédulas depositadas na máquina.

Assim, alguns autores o definiram como *digital, computable contracts where the performance and enforcement of contractual conditions occur automatically, without the need for human intervention*⁶, outros como *um agreement in digital form that is self-executing and self-enforcing*⁷ e, em igual sentido, *is an agreement whose execution is automated (...) often effected through a computer running code that has translated legal prose into an executable program*⁸. Na mesma linha, outras tentativas de delineamento da figura sob análise embora façam referência à dimensão contratual, focam a descrição na função do código informático: *are software codes that embed the terms and conditions of a contract and that run on a network leading to a partial or full automated self-execution and self-enforcement of the contract*⁹.

Por outro lado, há também aquelas propostas que são mais neutras e genéricas, sem fazer referência às palavras “contrato”, “acordo” ou “promessa”, definindo *smart contract* como um simples programa informático que executa ordens predefinidas quando certas condições dentro do sistema são reunidas, prescindindo de uma autoridade intermediária ou *computer programs that can be consistently executed by a network of mutually distrusting nodes, without the arbitration of a trusted authority*¹⁰. Nessa mesma linha, outras definições focam ou enfatizam a relação com a tecnologia *blockchain* ou *descentralized ledgers*.

Assim, Greenspan define *smart contract* como *a piece of code which is store on a blockchain, triggered by blockchain transactions, and which reads and writes data in that blockchain's database*¹¹. Os contornos que resultam mais comuns nos distintos fóruns são os que o definem como uma ferramenta de código computacional (*scripts*) armazenado em uma rede de *blockchain* e se executa de forma autônoma.

De todas essas definições, ainda com suas diversas aproximações, pode-se extrair uma de suas primeiras características que representa um importante ponto de partida. Os *smart contracts* estão escritos ou esboçados em uma linguagem *código ou máquina*, não em linguagem humana, com a finalidade de que um dispositivo possa executar o que foi estabelecido.

A partir de uma perspectiva técnica, designa-se como *smart contract* tanto um contrato de opção de compra de ações cujo exercício se executa automaticamente quando determinado marco – prazo e (ou) valor de cotização – é identificado, como simples arquivos que gozam das qualidades de imutabilidade

⁶ WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. Capturado em <https://ssrn.com/abstract=2580664> em 10.09.19.

⁷ WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. Contracts ex machina. **Duke Law Journal**, Durhan, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017. p. 320.

⁸ RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, Washington, v. 1, n. 2, p. 305-341, 2017. p. 309.

⁹ HOURANI, Sara. Cross-border smart contracts: boosting international digital trade through trust and adequate remedies. In: ONU (Org.). **Modernizing international trade law to support innovation and sustainable development: proceedings of the congress of the United Nations commission on international trade law**. Vienna: ONU, 2017.

¹⁰ BARTOLETTI, Massimo; POMPIANU, Livio. An empirical analysis of smart contracts: platforms, applications, and design patterns. In: BRENNER, Michael *et al.* **Financial cryptography and data security**. Heidelberg: Springer International Publishing, 2017.

¹¹ WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. Contracts ex machina. **Duke Law Journal**, Durhan, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017.

ou integridade do conteúdo, mas sem valor contratual em um sentido jurídico. Em todos eles, costuma coincidir um importante elemento de automatismo na execução de instruções (ou prestações) ou, ainda, na remediação da violação do que foi programado, entretanto, certamente, nem todas as situações que são amplamente descritas com esse termo respondem a um negócio jurídico autoexecutável.

Por essa razão e para abarcar a maior parte dos casos, a definição de *smart contract* tem que ser neutra, apanhando suas principais características, sem prejuízo de que, em alguma situação, possam ter natureza contratual quando reúnam os requisitos que cada ordenamento jurídico estabelece.

O ponto de vista jurídico

O esforço aqui realizado para compreender, sob o prisma jurídico, o complexo fenômeno descrito com o termo *smart contract* leva a observar a figura a partir de três pontos de vista. Em primeiro lugar, a partir da teoria do contrato e do mencionado anteriormente, pergunta-se se o *smart contract*, apesar ou precisamente em razão de sua denominação, é ou não é um contrato. O segundo ponto toca a perspectiva da linguagem-código na qual são escritos os *smart contracts* e os efeitos que devem estar escritos em uma linguagem determinada. Enfim, e como consequência derivada do uso de uma linguagem particular, reflete-se sob a forma e a necessidade de o *smart contract* revestir-se de forma determinada para seu funcionamento, eficácia e execução.

Tudo isso impõe recordar que um *smart contract* está – e deve estar – escrito em uma linguagem determinada distinta da linguagem humana, denominada, mais adiante, linguagem máquina, *software* ou código, para que um computador, um dispositivo ou uma máquina possa processá-lo e, dessa forma, dar vida aos seus efeitos. Em suma, o emprego da linguagem máquina para a configuração do acordo, com todas as considerações, condições e limitações que são feitas a seguir, antecede sua classificação como *smart contract*, sendo requisito operacional de eficácia e execução.

Um dos problemas encontrados nas definições de *smart contract* é o uso genérico do termo contrato, certamente provocado pela composição do termo utilizado para descrever uma figura que tem, sem dúvida, uma clara projeção tecnológica: “um contrato inteligente”. Por essa razão, a primeira pergunta inevitável para introduzir o estudo jurídico da figura, imposta pela obviedade da terminologia, é se o *smart contract* é, de fato, um contrato ou se sua denominação tão evidente e presunção generalizada de sua natureza contratual correspondem, simplesmente, ao uso genérico e não técnico cunhado nos estudos mais difundidos para descrever um fenômeno sem atender às conotações jurídicas de tal designação.

Como mencionado anteriormente, não se pode afirmar categoricamente que todo *smart contract* possui natureza contratual. Contudo, isso não é óbice para que em alguns casos seja atribuída tal natureza. Por essa razão, resta evidente a necessidade de análise de cada caso, o que cada ordenamento jurídico entende por contrato, além dos requisitos que devam ser observados para tal efeito, no intuito de saber se um *smart contract* é um contrato em sentido jurídico.

No caso espanhol, como se sabe, o Código Civil de 1889 não define o que é um contrato, mas as menções que aparecem nas disposições pertinentes (artigos 1.089, 1.091 e 1.254) permitiram que a doutrina elaborasse uma definição tradicional ou clássica do que se deve entender por contrato: “um acordo de vontades de duas ou mais pessoas (*duorum vel plurim consensus*) com a finalidade de criar obrigações entre elas (*ad constituendum obligationem*)”¹², sendo seus requisitos aqueles reunidos no artigo 1.261 do citado corpo que remete a consentimento, objeto e causa.

Assim, antes de mais nada, para que exista contrato é necessário um acordo de vontades entre as partes sobre o objeto e as demais obrigações que se pactuem. Como bem estabelece o Código Civil “os contratos que são perfectibilizados pelo mero consentimento”, sendo obrigatórios, independente da forma com a qual se tenham celebrado, sempre que concorram as condições essenciais a sua validade”¹³, ainda que seja certo, como afirma o professor Illescas, “o valor meramente residual na atualidade do princípio espiritualista. Cada vez mais os contratos, sobretudo os mercantis, são formulados por escrito, *não por decisão das partes, mas por imposição legal*”¹⁴.

Daí que, como regra geral e ainda que esta primeira afirmação possa parecer óbvia e circular, é indispensável concluir que, se o *smart contract* contém os requisitos legais apropriados, haverá um contrato, caso contrário, terá qualificação diversa. A simplicidade dessa afirmação adquire pleno sentido quando se observa que sob o manto descritivo do termo *smart contract* resta agrupada amplíssima fenomenologia. Assumir apenas que por ser denominado “contrato inteligente” é um contrato com certas qualidades é errôneo; propor que só será considerado *smart contract* aquele negócio jurídico que satisfaz os requisitos jurídicos de um contrato não corresponde à realidade do uso desta denominação.

E consoante se explicará detalhadamente, podem ser observados vários cenários fenomenológicos descritos ou mencionados com o termo *smart contract*. Primeiro, que o *smart contract* seria unicamente o código, isto é, um programa que executa uma série de instruções ou protocolos predeterminados sem conexão alguma com uma relação contratual. Segundo, que o *smart contract* refletiria integralmente um contrato concluído lavrado previamente em outro suporte para sua posterior execução. Terceiro, que o *smart contract* seria um contrato materializado e concluído direta e exclusivamente dessa forma. Finalmente, que ele reuniria, unicamente, algumas das obrigações de um contrato celebrado de outra forma, a fim de

¹² DÍEZ-PICAZO Y PONCE DE LEÓN, Luis. **Fundamentos de derecho civil patrimonial**. 6. ed. Thomson-Civitas: Cizur Menor, v. 1. 2007.

¹³ Nesse sentido as SSTs de 8 de outubro de 1963 e 20 de abril de abril de 1993 (RJ 1993/3104) aclaram que “para a existência dos contratos em geral que originam relações jurídicas exigíveis e, assim, permitem o exercício das ações que deles derivem basta, pelo previsto no artigo 1254 do CC, que haja comunhão de vontades que possa ser havida como certa e que definam os direitos e obrigações dos contratantes [...] momento que se torna impositivo o contrato, tendo em vista o disposto no artigo 1258 do CC, não sendo considerada a convenção perfeita, com força coativa, se, além da causa e do consentimento [...] não haja aquele recaído sobre o objeto certo que seja a matéria do contrato, segundo os preceitos dos artigos 1261 e 1262 do CC”. No mesmo sentido as numerosas Sentenças das Audiências Provinciais, dentre outras: SSAP de Barcelona 25 de janeiro de 2011 (AC 2011/316) e 27 de fevereiro de 2013 (AC 2013/1053).

¹⁴ ILLESCAS ORTIZ, Rafael. Cumplimiento de los requisitos documentales del contrato de seguro celebrado por medios electrónico. In: MADRID PARRA, Agustín (Org.). **Derecho del sistema financiero y tecnología**. Marcial Pons: Madrid, 2010. p. 388.

permitir sua autoexecução para o cumprimento das prestações. Neste cenário, cabem outras duas reflexões: só determinadas obrigações acordadas pelas partes assumiriam a forma de *smart contract*; ele só seria um meio de execução de algumas destas obrigações estipuladas entre as partes de forma prévia e em outro suporte.

Um olhar jurídico sobre essa ampla casuística permite diferenciar sob a cobertura técnica da figura situações com qualificações jurídicas diversas. Será um contrato quando cumpra os requisitos para ser qualificado como tal e só desta forma. Mas, nesse caso, duas considerações são essenciais.

A primeira é que, quando o *smart contract* for um contrato, não haverá um tipo de contrato específico, como um contrato de locação ou um contrato de agência; sua caracterização, como típico ou atípico, dependerá do conteúdo das prestações. A segunda, que o *smart contract* será um contrato que terá que assumir uma forma determinada e estar lavrado em uma linguagem específica para a obtenção de determinados efeitos.

Um componente essencial para a existência e a consecução dos efeitos inerentes aos *Smart contracts* é a linguagem, que é o que exige, definitivamente, a existência de uma forma determinada. Para conseguir os efeitos do automatismo e autoexecução, é necessário que o dispositivo possa executar as ações desejadas para o cumprimento das obrigações. Para tal fim, estas ações devem ser programadas mediante protocolos ou instruções incorporadas em linguagem código, a linguagem máquina, já que a linguagem humana não é capaz de processá-la¹⁵.

Nesse sentido, deve-se advertir que, no estado atual da tecnologia, o dispositivo, na realidade, não entende conceitos, senão que executa instruções tal como estão programadas. Isto é, quando pressionada a tecla de impressão, para imprimir um documento, o dispositivo não entende o conceito de impressão nem a ordem, executa simplesmente um protocolo que atinge a finalidade desejada, qual seja, a obtenção em suporte de papel de um conteúdo que estava em suporte digital. Outro exemplo, algo mais sofisticado, seria o caso de um carro autônomo diante do qual uma bola é cruzada. Com segurança, o veículo irá parar ou desacelerar ante a identificação de um obstáculo, porque assim foi programado antes, mas dificilmente, no estado atual da técnica, será capaz por si só de intuir que, atrás da bola, possa aparecer um menino correndo tentando recuperá-la.

Assumir que a programação do *smart contract* deve ser em linguagem máquina tem significativas implicações. Frente à linguagem humana que joga com nuances e ambiguidades, é indeterminada e, por vezes, desestruturada, a linguagem máquina, que deve ser lida e processada corretamente por um dispositivo, é restrita, estruturada, predefinida, portanto, a linguagem máquina não permite ambiguidades nem imprecisões. As decisões se estruturam em instruções condicionais, *se A então B, se C então D*.

Isso implica, como será exposto adiante que, atualmente, dado o estado da técnica, não será possível codificar qualquer obrigação em um *smart contract* ante as próprias limitações da linguagem para descrever a obrigação, permitir a sua escurreita compreensão, comprovar ou verificar seu cumprimento e, a depender

¹⁵ SURDEN, Harry. Computable contracts. U. C. *Davis Law Review*, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 633. O autor afirma que “contemporary computer algorithms cannot read or understand even basic written language texts anywhere near the sophistication exhibited by a person of ordinary literacy”.

do caso, levar a cabo as atuações programadas em caso de descumprimento ou, ao menos, não será possível implantá-la com os mesmos termos e com a mesma extensão.

Por sua vez, se para ter a designação de *smart contract* e obter os efeitos inerentes a tal condição é necessário o emprego de uma linguagem determinada que permite a execução autônoma das ordens e que determina, por sua vez, o recurso a uma forma específica para o acordo, a pergunta que surge imediatamente diz respeito à função da forma. Em resumo, indaga-se se a observância de aspectos formais é requisito de validade, constitui mera exteriorização da vontade das partes ou revela-se enquanto condição de eficácia de um contrato autoexecutável.

A primeira suposição seria de que as partes queriam que o contrato assumisse a forma específica de *smart contract* com eficácia constitutiva. Isto é, não há contrato até que esteja enquadrado em determinada forma, o que implicaria que as partes tenham acordado, no exercício da autonomia privada, que suas declarações de vontade não sejam válidas e eficazes até a conclusão do *smart contract*.

Nesse sentido, o artigo 2.1.13 dos Princípios Unidroit 2016 sobre os contratos comerciais internacionais (PICC2016) contempla a hipótese ao estabelecer que “quando no curso das negociações uma das partes insiste em que o contrato não será entendido como perfectibilizado até alcançar (...) uma forma em particular, o contrato não será considerado perfectibilizado enquanto não se (...) alcance tal forma”. Conforme os comentários explicativos do artigo supracitado, uma ou ambas as partes podem manifestar de forma clara que não estarão vinculadas a menos que se tenha lavrado um documento formal, motivo pelo qual não existirá contrato até o dito momento, independentemente, de as partes terem concretizado todos os aspectos relevantes da operação.

Nessa hipótese, não só o *smart contract* é um contrato, senão que, ademais, será concluído como tal, em linguagem máquina e na forma assumida pela programação de códigos necessários para a sua posterior execução, quando perfectibilizado o acordo entre as partes.

Deixando de lado o caso analisado e os casos nos quais, por imposição legal, assim se exija, de maneira geral, o Direito da Espanha é governado pelo princípio espiritualista (art. 1.278 CC), portanto, o acordo de vontades constitui e integra o contrato celebrado, independentemente da forma empregada. Daí que a forma, em um sistema espiritualista, deve ser compreendida em um sentido amplo, como meio de exteriorização da vontade.

Em tais casos, fundidas as vontades, o contrato foi perfectibilizado, existe e, salvo circunstâncias que determinem a sua nulidade, anulabilidade ou ineficácia, será válido e eficaz. Sem embargo, se tal acordo de vontades deve formar um *smart contract*, será necessário que ele adote uma determinada forma para ser considerado como tal. Aqui caberia considerar várias situações. A primeira, caso o *smart contract* seja o fiel reflexo do que foi acordado pelas partes em sua integridade. A segunda, caso o *smart contract* reúna, unicamente, algumas obrigações específicas do contrato, mas não todo o contrato. Por fim, em caso de o *smart contract* não documente o contrato, sendo apenas o meio de execução das prestações assumidas, isto é, situado na fase de cumprimento, não da formação do negócio.

Nessas hipóteses, existindo o contrato e não sendo a sua documentação requisito de validade ou pressuposto de existência, pode-se aplicar o art. 1279 CC, em virtude do qual as partes podem se obrigar, reciprocamente, a observar a forma pré-acordada. Não obstante, ainda que o acordo exista previamente, as partes, não poderão alcançar os efeitos desejados se não articularem seu contrato como *smart contract*, pois, a tradução do acordo na forma que exige o *smart contract* exige o emprego da linguagem máquina cujas implicações no texto, na interpretação e definição das prestações são evidentes e apresentam visível complexidade.

Partindo da ideia de que os *smart contracts* devem assumir determinada forma pela exigência de que esteja lavrado em linguagem específica que permite obter efeitos concretos, deve-se esclarecer que a diferença de outros tipos de contratos nos quais sua documentação poderia cumprir mera função *ad probationem*, no caso dos *smart contracts*, a necessidade de que assuma uma forma determinada em uma linguagem específica cumpre, ainda e, sobretudo, uma função de eficácia e sua ausência pode implicar a impossibilidade de concluir o contrato (p. ex. por não determinar ou consubstanciar determinadas prestações) ou ensejar a perda dos efeitos a ele inerentes (p. ex. o automatismo de sua execução).

Interessante trazer à baila a elaboração italiana da categoria denominada forma *ad regularitatem*, forma *integrativa* ou forma *complementária*¹⁶. Para ela, a ausência de requisitos formais concernentes a certos atos não leva à ineficácia do negócio, mas, simplesmente, impede a produção de efeitos distintos daqueles que seriam produzidos se realizado corretamente¹⁷.

A referida categoria oferece interessantes perspectivas para abordar de modo funcional questões afetas à forma dos *smart contracts*, na medida em que incorpora a dimensão da eficácia entremeio as respostas que oferece na seara da dogmática jurídica. Tal perspectiva suscita uma proposta doutrinária atrativa, mas que, talvez não seja suficiente no tratamento de algumas das questões aqui tratadas.

A tese aqui apresentada sobre o papel ativo a ser atribuído à forma nos *smart contracts* vai além das hipóteses que a doutrina italiana contempla ao aludir à referida categoria formal. Na realidade, um *smart contract* sem linguagem máquina e sem forma de código autoexecutável, não produzirá nenhum dos efeitos esperados, tampouco pode agregar informação para determinar as prestações (p. ex. o preço de cotização ou um dado GPS de localização), executar as prestações (p. ex. transferência de dinheiro ou a publicação de uma informação) ou aplicar as medidas autoexecutáveis previstas em caso de descumprimento (p. ex. transmitir a ordem a um dispositivo conectado para impossibilitar o engate da marcha em um veículo, a desativação de uma chave de acesso ou a eliminação de arquivos ou dados).

¹⁶ Sobre essa nova categoria formal e seu desdobramento doutrinário: SANTOS MORÓN, María José. **La forma de los contratos en el Código Civil**. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 1996. p. 330 e ss.

¹⁷ SANTOS MORÓN, María José. **La forma de los contratos en el Código Civil**. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 1996. p. 331. Nesse sentido, são citados exemplos dentre os quais (a) o contrato de trabalho em período de provas que, em caso de não versar sobre o tema por escrito, passa a ter duração indefinida e (b) situações nas quais determinadas sociedades mercantis, ante a falta de publicidade, é afetada por efeitos jurídicos que lhe são próprios.

Em um *smart contract* a falta de respeito à forma – na perspectiva anteriormente explicitada – conduz, inexoravelmente, a concluir pela inexistência da referida figura, não produzindo, evidentemente, os efeitos que lhe são próprios. Pode haver um contrato válido, um contrato, entretanto, que não produzirá os efeitos esperados pelas partes, ainda que tais efeitos possam ser obtidos pelas vias tradicionais.

Tais questões exigem remexer a função da forma nos contratos. Efetivamente, a forma, em sentido amplo e abstrato ao lado da documentação dos contratos, em sentido concreto, evoluiu de forma visível ao longo da história da humanidade, tema relacionado, ao menos parcialmente, com o suporte – físico ou digital – sobre o qual o negócio jurídico é armazenado.

Desde os suportes mais antigos como a pedra, a madeira, o papiro ou o papel, até os suportes mais atuais como o eletrônico. A aparição de cada um significou uma mudança mais ou menos disruptiva na forma de comunicar declarações, transmitir conhecimento, documentar acordos e fazer memória. Não obstante, a maior transformação nas práticas, protocolos e procedimentos de contratação de que se teve que cuidar com disposições específicas e ensejou reformas normativas, foi a irrupção do suporte digital.

A revolução digital tomou forma mediante a combinação sinérgica de duas peças fundamentais: os meios eletrônicos de comunicação e o suporte digital. No suporte digital, a informação se codifica em dígitos – 0 e 1 – mediante dispositivos eletrônicos e se transmite, armazena e processa por meios eletrônicos. Apesar do efeito disruptivo do suporte digital, sua função seguiu sendo essencialmente passiva, isto é, o suporte digital cumpre a função de documentar, principalmente, para sua posterior consulta, utilização, transmissão, informações, conteúdos ou declarações. É nessa equivalência funcional que precisamente se fundamenta seu reconhecimento legal (documento eletrônico, assinatura eletrônica, contrato eletrônico). Desde a consagração dos princípios de equivalência funcional, neutralidade tecnológica e inalterabilidade do direito preexistente nas Leis Modelos de CNUDMI¹⁸, as leis regionais e nacionais adotadas sob tais princípios observam a mesma estratégia reguladora.

No âmbito internacional é possível identificar, ainda, na Convenção das Nações Unidas sobre a Utilização das Comunicações Eletrônicas nos Contratos Internacionais de 2005 (CNUCECI) o reconhecimento implícito dos referidos princípios. “Aplicável ao emprego das comunicações eletrônicas em relação à formação ou o cumprimento de um contrato entre as partes cujos estabelecimentos estejam em distintos países (art. 1)”, dispõe, ainda (artigo 12) que “não se negará a validade nem força executória a um contrato que se tenha formado (...) pela interação entre sistemas automatizados de mensagens, pela simples razão de que nenhuma pessoa física revisou cada um dos distintos atos realizados por meio dos sistemas ou do contrato resultante de tais atos, nem sequer interveio neles”.

¹⁸ ILLESCAS ORTIZ, Rafael. **Derecho de la contratación electrónica**. 2. ed. Madrid: Civitas, 2009. MADRID PARRA, Agustín. Regulación internacional del comercio electrónico: examen comparado de las leyes modelo de UNCITRAL. **Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías**, Barcelona, n. 2, p. 15-41, 2003. p. 15 e ss. MADRID PARRA, Agustín. Ley modelo de la CNUDMI / Uncitral para las firmas electrónicas. **Revista Aranzadi Derecho Patrimonial**, Barcelona, n. 11, p. 31-64, 2003. MADRID PARRA, Agustín. La convención de naciones unidas sobre comunicaciones electrónicas. **Revista de Derecho Mercantil**, Madrid, v. 306, p. 135-176, 2017.

Essa evolução e o tratamento legal do suporte digital revelam a manutenção de um elemento comum em todos esses suportes: sua função passiva ou de documentação, como repositórios. Isto é, atuam como mero suporte que armazenava o acordado pelas partes, de modo que o cumprimento das obrigações e sua possível exigibilidade requeiram uma atividade ou, a depender do caso, a passividade das partes ou de terceiro. Tais suportes¹⁹ cumpriam a função de documentar o contrato, entendido como “a operação ou conjunto de operações necessárias para exprimir ou reunir documentalmente as declarações de vontade que formam a essência do contrato”²⁰, mas, em resumo, dependiam do ser humano para cumprir seus termos.

O desenvolvimento da tecnologia permitiu que o dispositivo passasse a compor parte ativa do processo transacional, seja na concretização ou determinação das obrigações, seja em sua execução. Assim, acredita-se que um *smart contract*, além da apontada função não menos importante, detém também papel ativo no desenrolar e na conclusão do contrato e, por isso, não pode ser equiparado, tampouco qualificado, apenas como um contrato eletrônico. Ainda que a concorrência do suporte digital pareça facilitar essa definição, está claro que isso não é suficiente para definir a qualidade do automatismo nem a capacidade de autoexecução.

O trânsito dos contratos eletrônicos para o atual estado evolutivo – para os *smart contracts*, portanto – atravessou várias fases. Em primeiro lugar, experimentou o que Surden denominou “*data-oriented contract*”²¹. Nesse modelo as partes expressam todos ou alguns dos termos ajustados em dados de modo a permitir que o computador possa processá-los. O dispositivo, aqui, deixou de ser mero observador que facilita a compreensão, um ajudante de palco, passando a ter um papel importante.

Pouco tempo mais tarde, surgiram consoante Surden os “*computable contracts*”²², contratos que conferem ao dispositivo que tem incorporado o “*data-oriented contract*” a capacidade de ser autônomo, pois, as partes realizaram as tarefas necessárias para permitir que o dispositivo execute de forma automática valorações feitas *prima facie* sobre o cumprimento das prestações.

A diferença entre um “*data-oriented contract*” e um “*computable contract*” é que o primeiro é muito mais limitado que o segundo. No primeiro tipo, as partes só querem que determinados aspectos do

¹⁹ Afirmam WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. *Contracts ex machina*. **Duke Law Journal**, Durham, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017. p. 6-7 que “*contractual agreements embodied in software code, and even performed automatically in limited circumstances, are nothing new. For several decades, larger corporations have used electronic data interchange (EDI) formats to communicate digitally across supply chains. The internet brought electronic commerce to ordinary consumers. The average consumer today accedes to a digital contract every time they begin a relationship with an online service provider, merely by clicking a button. These electronic contracts, however, are simply written agreements in digital costume*”.

²⁰ DÍEZ-PICAZO Y PONCE DE LEÓN, Luis. **Fundamentos de derecho civil patrimonial**. 6. ed. Thomson-Civitas: Cizur Menor, v. 1. 2007.

²¹ SURDEN, Harry. *Computable contracts*. **U. C. Davis Law Review**, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. Apontando que “[a] “*data-oriented*” contract is one in which the parties have expressed one or more terms or conditions of their agreement in a manner designed to be processable by a computer system”.

²² SURDEN, Harry. *Computable contracts*. **U. C. Davis Law Review**, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 636. “[*When*] a contract term is “*computable*”, the parties have arranged for a computer to make automated, prima-facie assessments about compliance or performance”.

contrato sejam traduzidos para linguagem máquina porque lhes parece conveniente para fins de guardá-los e processá-los, em vez de documentá-los em linguagem natural²³. Em contrapartida, no segundo tipo, se produz, graças à intervenção autônoma da máquina programada, o automatismo na consumação do contrato, pelo que não seria necessário, em princípio, confiar na atuação das partes ou de um terceiro, nem acudir a nenhuma instituição para solicitar o cumprimento do contrato.

Depois dos “*computable contracts*” surgiram os “*autonomous computable contracts*”, aos quais se adiciona a possibilidade de “um contrato” pactuar contratos com outros dispositivos, entendendo parte da literatura existente sobre o tema que a máquina estaria atuando como um agente da pessoa, sempre dentro de regras predefinidas e com certas limitações²⁴.

Dado o exposto, pode-se concluir que um *smart contract* é lavrado em linguagem específica processável por um dispositivo que permite que, sem a necessidade de intervenção humana, sejam levadas a cabo as ações nele contidas; ações atadas à determinação das obrigações; à verificação do cumprimento, total ou parcial, de todas ou algumas das prestações do contrato; à execução das prestações ou, ainda, à remediação das consequências derivadas do descumprimento das obrigações previamente acordadas pelos contratantes ou nascidas da adesão às condições gerais de contratação.

Enfim, um *smart contract* poderá ser um contrato que apresenta os requisitos que permitam assim compreendê-lo, embora, não possa ser descrito como um tipo contratual próprio ou específico. Dada a ampla e variada fenomenologia observada na prática, pode-se entender a figura do *smart contract* como uma forma de articular um processo contratual, de facilitar o desenvolvimento e a conclusão do contrato ou das possíveis consequências que derivam do não cumprimento daquele. De modo que, não só adota uma forma especial de acordo, a eletrônica ou digital, senão que também, graças à linguagem utilizada, permite com que as fases, a depender do caso, de concreção e cumprimento das obrigações se realizem de forma automática, integral ou parcialmente, sem intervenção humana.

O ecossistema dos *smart contracts*

A importância da confiança e segurança: *distributed ledgers technology*

Ainda que os *smart contracts* não constituam um fenômeno novo diante da existência de aplicações conhecidas em alguns setores, sua relação com a frequentemente mencionada e bem conhecida tecnologia *blockchain* permitiu com que adquirissem uma dimensão e um protagonismo realmente notáveis. Com efeito, estas estruturas descentralizadas representam um elemento chave do ecossistema dos *smart contracts* que os permite alcançar determinados efeitos.

²³ SURDEN, Harry. *Computable contracts*. U. C. *Davis Law Review*, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 640. “*The data-oriented label simply suggest that the parties have decided that some subset of key terms or conditions would benefit from being represented as computer processable data*”.

²⁴ SURDEN, Harry. *Computable contracts*. U. C. *Davis Law Review*, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 694-695.

Efetivamente, para que seja eficaz – leia-se, autoexecutável – um *smart contract* necessita operar com um ou com os vários dispositivos que executarão as operações refletidas no código programado. Essa relação de dependência conduz a levantar a questão sobre a necessidade de que este dispositivo seja de confiança para as partes do contrato e de fiabilidade suficiente para que execute os protocolos. De igual forma, dever-se-á prevenir as partes de que não é possível realizar nenhuma modificação ou alteração do código, bem como, e isso é muito importante, de que os processos de ação e execução autônomos não podem ser interrompidos.

Em conclusão, a eficácia dos *smart contracts* requer um nível de confiança²⁵ e segurança adequado à finalidade pretendida o que impõe buscá-las em tecnologias que permitam a imutabilidade do código e permitam que todos acreditem no cumprimento das prestações e na viabilização da execução de outros deveres contratuais. Tradicionalmente, isso exigia a intervenção de intermediários, mas, ante a irrupção da tecnologia *blockchain*, bem como, em geral os denominados *descentralized ledgers*, tal atuação pode ser substituída por soluções tecnológicas que, em princípio, parecem dar respostas a tais necessidades com uma transformação interessante na geometria das relações.

O funcionamento dessa tecnologia está baseado na combinação de três elementos: cadeias de blocos, criptografia e mecanismos descentralizados de consenso. Imagine-se uma mesa de reuniões ao redor da qual se senta um número significativo de pessoas. Cada uma delas (computadores ou nodos conectados) tem um livro de registro em branco onde se realizam anotações (sistema descentralizado). A primeira anotação é que A tem 50 ações e as quer transmitir a B. Primeiro se verifica que A tem 50 ações e as pode transmitir (bloco com informação) e comprova-se que todos os membros da mesa estão de acordo com esta anotação inicial (sistema de verificação por consenso descentralizado). Logo são transmitidas a B. Se A quer voltar a transmitir estas ações, não poderá fazê-lo, porque já não consta no registro como titular e os membros da mesa, ao verificarem essa informação, rejeitariam a anotação, razão pela qual não permitiriam essa transação. Só B poderia transmitir as ações posteriormente. Tentar uma alteração nos registros, ainda que não seja impossível, exigiria um consenso de todos os membros da mesa e uma modificação de todos os nodos de cadeias de blocos que reúnem um trato sucessivo, o que resultaria, sem dúvida, altamente improvável.

Entende-se, assim, que a necessária fiabilidade que os *smart contracts* precisam na autoexecução, a imutabilidade das anotações e o reconhecimento dos direitos para atuar nas transações subseqüentes é conferida pela tecnologia *descentralized ledgers*.

Do mesmo modo, algumas eis que abordaram a regulação dos *smart contracts*, definem a figura em estreita relação com a referida tecnologia. A recente legislação de Arizona oferece um ilustrativo exemplo ao definir *smart contract* como “*an event-driven program, with state, that run on a distributed, decentralized, shared and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger*”²⁶.

²⁵ NT: O autor trabalha com a dimensão sistêmica da confiança, tema que tivemos oportunidade de trabalhar em CATALAN, Marcos. **A morte da culpa na responsabilidade contratual**. 2. ed. Indaiatuba: Foco, 2019.

²⁶ Em 31 de março de 2017, o Senado de Arizona aprovou a Bill HB 2417 reconhecendo *blockchain signature* e os *smart contracts* que modificou a Arizona Electronic Transactions Act (AETA), incluindo o §44-7061: “*Signatures and records secured through blockchain technology; smart contracts; ownership of information; definitions. A. A signature that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic signature. B. A record or contract that is secured through blockchain technology is considered to be in an electronic form and to be an electronic record. C. Smart contracts may exist in*

Os oráculos

É possível também que determinados *smart contracts* necessitem obter informação do exterior com o fim de materializar as prestações ou para proceder seu cumprimento. Para que isso ocorra de forma escoreta, o funcionamento dos *smart contracts* dependerá de outro importante componente de seu ecossistema: os oráculos. Imagine-se, por exemplo, que se conclua um *smart contract* com preço a ser determinado consoante o valor das ações de certa sociedade empresária em data futura ou conforme determinado índice. Tal informação deverá ser integrada ao *smart contract* para a execução automática das ações que foram programadas. Imaginemos um outro caso no qual a taxa paga mensalmente pelo uso do veículo durante um ano dependerá do tempo de uso efetivo. O *smart contract* necessitará obter essa informação para poder calcular a cota correspondente e levar a cabo o cobro.

Essas fontes de informação que fornecem dados a um *smart contract* são denominados *oráculos*. Como na antiguidade greco-romana, as pessoas costumavam recorrer a um lugar sagrado onde a divindade correspondente, por meio de um intermediário, transmitia um prognóstico ou previsão.

Hodiernamente, no caso dos *smart contracts*, o dispositivo deverá recorrer a um terceiro que forneça a informação necessária para promover a execução das prestações. Quando o *smart contract* funciona sobre um sistema *blockchain* um dos problemas gerados pelo uso de fontes externas é que tal informação deverá ser recebida de forma idêntica por todos os nodos relevantes. Por isso, recorrer aos oráculos parece resolver os problemas técnicos, pois compete ao oráculo inserir a informação na cadeia e, deste modo, disponibilizá-la e mantê-la imutável.

Também é possível que o cumprimento automático das prestações²⁷ exija outras tecnologias que em conjunto com os *distributed ledgers* formam parte do ecossistema dos *smart contracts*, até porque

commerce. A contract relating to a transaction may not be denied legal effect, validity or enforceability solely because that contract contains a smart contract term. D. Notwithstanding any other law, a person that, in or affecting interstate or foreign commerce, uses blockchain technology to secure information that the person owns or has the right to use retains the same rights of ownership or use with respect to that information as before the person secured the information using blockchain technology. this subsection does not apply to the use of blockchain technology to secure information in connection with a transaction to the extent that the terms of the transaction expressly provide for the transfer of rights of ownership or use with respect to that information. E. For the purposes of this section: 1. "Blockchain technology" means distributed ledger technology that uses a distributed, decentralized, shared and replicated ledger, which may be public or private, permissioned or permissionless, or driven by tokenized crypto economics or tokenless. The data on the ledger is protected with cryptography, is immutable and auditable and provides an uncensored truth. 2. "Smart contract" means an event-driven program, with state, that runs on a distributed, decentralized, shared and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger". No caso do Estado de Delaware, por meio de iniciativa iniciada no ano de 2016 e denominada *Delaware Blockchain Initiative* regrou-se (a) o uso da tecnologia dos *distributed ledger* nos Registros Públicos, (b) o uso das *smart UCC filings* nos sistemas de registro de notificações – *secured transactions* – e, (c) o uso da tecnologia dos *distributed ledger* no comércio de ações, permitindo a rastreabilidade de sua emissão e transferência. TINIANOW, Andrea. Delaware blockchain initiative: transforming the foundational infrastructure of corporate finance. Capturado em <https://corp.gov.law.harvard.edu/2017/03/16/delaware-blockchain-initiative-transforming-the-foundational-infrastructure-of-corporate-finance/> em 10.09.2019. Informe-se, ainda, que o Estado de California está debatendo a Bill n. 2658 que versa sobre *electronic records*. O *Uniform Electronic Transactions Act: blockchain technology* inclui dentro do conceito de *contract* os *smart contracts* (Sec. 2), definindo o último como “*an event-driven program that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that can take custody over, and instruct transfer of, assets on that ledger*”.

²⁷ Conforme RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. *Georgetown Law Technology Review*, Washington, v. 1, n. 2, p. 305-341, 2017. p. 308 “*the combination of these components – contractware and blockchains – has made smart contracts that are enforced by a decentralized, third-party network possible*”.

sem o controle da execução das prestações ou das consequências do descumprimento, o automatismo e a autonomia não poderão ser alcançados. Para isso, é necessário que o *smart contract* possa tomar decisões para o fiel cumprimento dos termos contratuais com ações no entorno físico (por exemplo, ante a falta de pagamento da taxa de locação de um carro, desativando o dispositivo de arranque) sem a necessidade de intervenção das partes ou de outros sujeitos.

A capacidade de realizar tais tarefas depende do que a doutrina denominou *contractware*²⁸, expressão física ou digital dos termos do contrato mediante dispositivos que realizam uma ação derivada da execução de um *smart contract*. A expressão não necessita ser uma peça ou ativo físico – um *hardware* –, podendo limitar-se a requerer a intervenção de outro código que realize a ação convencional (p. ex. a desativação de uma chave de acesso ou a inabilitação de uma conta).

Análise das principais questões jurídicas

Questões relativas à formação do contrato

Pressupondo que o *smart contract* está escrito, total ou parcialmente, em linguagem formal ou máquina, surgem, imediatamente, questões vinculadas à formação do contrato de enorme transcendência, questões que podem, com efeito, afetar tanto a validade do contrato, como a sua eficácia.

É preciso apontar, inicialmente, que a conclusão do contrato como acordo de vontades gira em torno da emissão, válida, do consentimento, tema que no âmbito dos *smart contracts* suscita várias considerações e a questão de compreensibilidade está entre elas, pois, como mencionado nos parágrafos anteriores é necessário distinguir entre o acordo de vontades havido entre as partes e a expressão deste acordo de forma concreta ou determinada, mesmo porque, em um *smart contract*, a expressão do acordo negocial havido entre as partes deve realizar-se, necessariamente, mediante linguagem máquina, única expressão adequada a viabilizar a sua execução.

Isso torna pertinente levantar a questão de como assegurar a compreensão do clausulado e, assim, a emissão consciente do consentimento quando o acordo se reduz à linguagem máquina sem qualquer *tradução* à linguagem humana; questão que se torna ainda mais complicada quando tais contratos são padronizados e oferecidos a uma pluralidade de destinatários sob a forma de seu antecedente lógico. As condições gerais de contratação ativam, diante do assentimento dos destinatários, os controles de incorporação, interpretação e conteúdo que sujeitam os contratantes.

²⁸ RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. *Georgetown Law Technology Review*, Washington, v. 1, n. 2, p. 305-341, 2017. p. 307. O autor anota que “*contractware can be defined as the physical or digital instantiations of contract terms onto machines or other property involved in the performance of the contract. By instantiation, we mean taking the terms of the agreement and either writing them into previously existing software or writing them into software that is connected in some way to a machine that implements the contract. Este autor aclara (nota al pie n. 4) que este término de “contractware” has appeared elsewhere to refer to comercial software offerings that facilitate the workflow and writing of traditional contracts*”.

E é possível ir além – mesmo desconsiderando o universo das condições gerais de contratação – e pensar na hipótese em que uma das partes tenha condição de consumidor²⁹, constatação que atrairá a incidência de todas as regras e princípios aptos a promoverem sua tutela e proteção, em particular, com relação à abusividade de determinadas cláusulas.

Outra questão relacionada com a formação e derivada da dualidade linguagem máquina-linguagem humana surge antecipando a possibilidade de os termos lavrados em linguagem máquina diferirem do acordado pelas partes ou do código não ser apropriado para alcançar a finalidade acordada. É factível, ainda, que o que fora convencionado entre as partes, quando de sua transcrição em linguagem máquina – linguagem que por sua própria configuração não permite ambiguidades tampouco conceitos indeterminados – sofra alterações no sentido original atribuído à prestação devida ou ao seu alcance.

Nesse sentido, podem ser apresentados, de forma geral, três cenários distintos. No primeiro, a diferença entre a prestação desejada e a obtida é insignificante, motivo pelo qual dependendo do caso e em atenção às expectativas das partes, pode-se entender cumprido o contrato³⁰. No segundo, a diferença entre o desejado e o alcançado é tida como significativa, havendo, portanto, o cumprimento parcial da prestação³¹. Por fim, a prestação realizada poderá ser diametralmente distinta da pactuada, caso em que haverá inadimplemento ou *aliud pro alio*.

De outra banda e buscando evitar ou mitigar, na medida do possível, as possíveis controvérsias ou conflitos que possam surgir em relação a alguns dos muitos aspectos relacionados à formação do contrato, mais pontualmente, aos problemas afetos à compreensão do código e às consequências daí derivadas, a prática contratual³² e a literatura jurídica³³ vem sugerindo algumas soluções.

Pela primeira, as partes assinarão previamente um contrato em linguagem natural no qual será estabelecido todo o conteúdo do contrato e, por sua vez, estipulando, ainda o código do *smart contract* e sua

²⁹ Em relação aos consumidores, manifestou-se FAIRFIELD, Joshua. Smart contracts, bitcoin bots, and consumer protection. *Washington and Lee Law Review Online*, Washington, v. 71, n. 2, p. 35-50, 2014, sobre os benefícios dos *smarts contract* nesse âmbito.

³⁰ NT: No Brasil, o tema tem sido trabalhado no contexto dos efeitos do adimplemento de escassa importância, tema desenvolvido no âmbito da teoria do adimplemento substancial. Sobre o tema: BUSSATTA, Eduardo Luiz. **Resolução dos contratos e teoria do adimplemento substancial**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. Sugere-se, ainda: CATALAN, Marcos. Reflexões sobre a teoria do adimplemento substancial e sua recepção pelo direito brasileiro. In: HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes (Org.). **A outra face do poder judiciário: decisões inovadoras e mudanças de paradigmas**. Belo Horizonte: Del Rey, 2007, v. 02. CATALAN, Marcos. Por um novo conceito de mora e de inadimplemento. In: CANEZIN, Claudete Carvalho (Org.). **Arte jurídica**. Curitiba: Juruá, 2005, v. 1. Mais recentemente: MONTEIRO, Mariana, XAVIER, Gabriela Daros, CANDIDO, Fabiana Colombelli. As obrigações e a doutrina do adimplemento substancial: o julgamento do Recurso Especial n. 1622555/MG pelo STJ e o Impacto nas Decisões do TJRS. **Revista Eletrônica Direito e Sociedade**, Canoas, v. 6, n. 2, p. 269-276, set. 2018.

³¹ NT: Ainda que o autor tenha razão, nos parece mais adequado tratar o tema sob a égide da violação de dever de modo a caracterizar o quadro patológico – quando imputável ao devedor – como mora parcial e, a depender do contexto fenomênico, cumprimento imperfeito ou inadimplemento atado ao caráter transformista da mora. Sobre o tema: CATALAN, Marcos. **A morte da culpa na responsabilidade contratual**. 2. ed. Indaiatuba: Foco, 2019.

³² CLACK, Christopher; BAKSHI, Vikram; BRAINE, Lee. Smart contract templates: foundations, design landscape and research directions. **The Computing Research Repository**, 2016. Capturado em <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf> em 10.09.19.

³³ SURDEN, Harry. Computable contracts. **U. C. Davis Law Review**, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 615 e ss.

interpretação, mais conhecida entre os letrados em informática como *data-meaning threshold agreement*. Outra solução sugere ser desnecessária a prévia assinatura de pré-contratos enviando os contratantes, na fase pré-negocial, a padrões de dados pré-existent. Desta forma, como bem afirma Surden, os benefícios revelam que (a) as partes não necessitarão dedicar recursos para criar suas próprias definições e (b) múltiplas partes poderão interatuar usando um sistema comum de dados compartilhados³⁴. A solução é bastante utilizada no mercado financeiro. Enfim uma terceira via sugere o uso de interfaces para a contratação eletrônica que serão desenhadas por sociedades empresárias de modo a permitir às pessoas que querem com elas contratar, utilizá-las de modo a delinear seus anseios em linguagem natural a partir da qual a própria interface as traduzirá em linguagem máquina. E, por fim, as partes poderão assinar acordos procedimentais – *procedural arguments*³⁵ – nos quais restarão ajustadas as condições que orientarão o curso dos *smart contracts* delas derivados.

Questões sobre o cumprimento

O cumprimento das prestações levanta, igualmente, algumas questões de enorme transcendência. A primeira delas está relacionada à formação, embora, tenha incidência direta e significativa na fase de cumprimento, por dizer respeito à determinação das obrigações e à comprovação de seu cumprimento. Como se sabe, os *smart contracts* não permitem uma configuração aberta e indeterminada; seu fluxo precisa ser especificado e descrito de modo que seja executável de modo a permitir, com facilidade, identificar como hão de ser adimplidas as obrigações negociais, a exemplo do que ocorre quando versam sobre pagar em data determinada, executar opção de compra, etc.

Com efeito, foram identificadas como características comuns dos *computable contracts* – aplicáveis, por extensão aos *smart contracts*³⁶ – tanto a necessidade de que as obrigações sejam facilmente identificáveis (o dia do exercício de uma faculdade, a data da maioridade, o valor de ação de uma sociedade), como que o cumprimento das obrigações não esteja sujeito a leituras, exceções e variáveis de difícil determinação.

Daí que determinadas obrigações genéricas como manter em bom estado um bem ou exigir determinadas condutas conforme o princípio da boa-fé, tem, em certa medida, difícil reflexo no *smart contract*, pressupõem juízo humano³⁷, ainda que isso não seja óbice para buscar, por outras vias, resultados similares. Por exemplo, se a obrigação é manter em bom uso o veículo industrial, tal dever pode ser substituído pela obrigação de ir à oficina ou a um terceiro conforme um calendário de revisões, para determinar o estado da máquina e fornecer

³⁴ SURDEN, Harry. Computable contracts. *U. C. Davis Law Review*, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 653.

³⁵ Exemplo disso é o ISDA – International Swaps and Derivates Association, Inc. – Master Agreement.

³⁶ SURDEN, Harry. Computable contracts. *U. C. Davis Law Review*, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012. p. 682-683.

³⁷ Nesse sentido: WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. Contracts ex machina. *Duke Law Journal*, Durhan, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017. p. 43 afirmam que, “*some contractual terms simply cannot be expressed through formal logic, because they imply human judgment. A machine has no precise way to assess whether a party used “best efforts”, for example*”. No mesmo sentido: CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. *International Journal of Law and Information Technology*, Oxford, v. 25, p. 179-195, 2017. p. 190.

essa informação ao *smart contract*, mediante um dispositivo instalado no veículo que forneça os dados relevantes sobre o estado de manutenção e (ou) as condições de uso. Em suma, a ideia é tentar determinar o indeterminado, isto é, objetivá-lo, transformando-o em obrigações específicas, verificáveis e suscetíveis de controle por um sistema automático. O problema é que a determinação implica, inevitavelmente, que se perca a amplitude do conjunto de hipóteses e nuances que abarcam tais princípios e padrões de conduta.

É preciso estar atento, ainda, a outra discussão. Afirmou-se em determinados foros tecnológicos que os *smart contracts* e a tecnologia *Blockchain* criam ou permitem a criação de ecossistema próprio, em certa medida, alheio ao legal. A afirmação não é de todo certa, pois, se um *smart contract* é um contrato, lavrado em linguagem máquina, isso não implica que se torne alheio aos requisitos que o Direito impõe ao conteúdo das prestações. Tais negócios, nessa esteira, deverão passar pelo filtro da legalidade substancial.

Por outro lado, pode-se estar diante de um *smart contract* cujo conteúdo é válido, mas sua execução em dado momento ou por conta de orientação específica desperte dúvidas acerca de sua legalidade. Exemplo disso pode ser encontrado no âmbito não digital com determinados pactos parassociais cujo conteúdo pode ser lícito, porém, sua execução ter efeitos ilícitos³⁸.

De outra parte, e não menos importante, é a necessidade de consultar previamente os oráculos, pois, como um *smart contract* se alimenta da informação que recebe deles, torna-se imprescindível que sejam confiáveis e que detenham de informação segura e fiável.

A esse respeito, há oráculos que utilizam da mesma fonte de informação, como ocorre no âmbito do setor financeiro que canaliza dados dos mercados regulados e outros que, por não apresentarem a mesma fonte de informação, operam com dados que podem ser distintos. Efetivamente, os dados que fornecem um determinado mercado (p. ex. a Bolsa de Madrid) são utilizados também para outros fornecedores de informação, motivo pelo qual usar um ou outro oráculo é, em princípio, indiferente. Distinto é quando a informação varia, por exemplo, em relação à temperatura que há em determinado lugar. As informações recebidas das agências estatais existentes em um dado território concreto e outros canais meteorológicos podem produzir dados distintos.

Como se pode intuir, o uso ou a introdução dos oráculos pode introduzir dentro do sistema certo grau de insegurança e expor a relação contratual ao risco de depender de fontes externas de informação³⁹. Eis um novo no âmbito dos de confiança a ser considerado⁴⁰ por todo aquele que se propõe a pensar o tema.

³⁸ NT: A questão resta ainda mais facilmente compreendida quando se tem em mente o exercício inadmissível de posições jurídicas derivadas de negócios jurídicos lícitos.

³⁹ CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. **International Journal of Law and Information Technology**, Oxford, v. 25, p. 179-195, 2017. p. 185-186.

⁴⁰ Sobre o tema, os trabalhos de RODRIGUEZ DE LAS HERAS BALLELL, Teresa. El tercero de confianza en el suministro de información. Propuesta de un modelo contractual para la sociedad de la información. **Anuario de Derecho Civil**, Madrid, v. 63, n. 3, p. 1245-1284, 2010 e RODRIGUEZ DE LAS HERAS BALLELL, Teresa. Intermediación electrónica y generación de confianza en la red: escenarios de riesgos y responsabilidad. **Revista Española de Seguros**, Madrid, n. 153-154, p. 43-68, 2013.

A execução dos *smart contracts*

A doutrina divide, em princípio, a premissa sobre a redução de custos de transação e execução que supõe tanto o automatismo na execução das prestações, como a possibilidade de executar automaticamente as consequências do descumprimento, e isso, pela ausência da necessidade de recorrer à autoridade judicial para exigir o cumprimento do contrato.

Ainda que seja certo, como princípio, que os benefícios que acarretariam essa redução de custos são importantes, não é menos certo que também se levantam, atualmente, determinados problemas, não somente legais, senão que também práticos, em relação à execução.

Como visto, de forma geral, o uso de um *smart contract* com a tecnologia que fornece determinados *decentralized ledgers* implica que, uma vez ativada, sua execução não poderá ser detida. Sua finalidade é clara, que é precisamente evitar um dos principais problemas que surge na contratação tradicional, o risco que uma das partes o descumpra. Por outro lado, o automatismo em sua execução permite, em princípio, a substituição dos mecanismos tradicionais legais de tutela para o cumprimento das obrigações contratuais.

Efetivamente, o uso das redes descentralizadas da tecnologia denominada *tamper-proof* implica que as ações são – ao menos, em princípio – imparáveis em sua execução e, em um sentido tecnológico, não podem falhar independentemente de possíveis atos maliciosos, cortes de energia, interrupção da rede, catástrofes naturais ou qualquer outro evento desta natureza⁴¹. Nesse sentido, afirmou-se que qualquer operação levada a cabo é imodificável e potencialmente irreversível⁴².

Ainda que seja óbvio que nesse cenário florescem um sem número de benefícios em favor de todos os contratantes, também é certo que nele poderá haver a aparição de problemas diversos, questões que podem ser relacionadas, principalmente, com aspectos legais que possam afetar a execução das prestações e, em geral, às hipóteses de validade ou eficácia do contrato.

Efetivamente, poderá ocorrer que o contrato seja inválido por lhe faltar o consentimento⁴³, por um vício de outra natureza ou, ainda, porque algumas das obrigações nele constituídas sejam contrárias à lei, à moral e à ordem pública. Em tais casos, utilizados os mecanismos tradicionais de tutela, o Juiz, a depender do caso, declarará a nulidade do contrato.

Ocorre que, quando se tem em mente que em *um smart contract* não é possível deter a sua execução – eles foram desenhados para isso –, será preciso vislumbrar a necessidade de esperar que ele seja cumprido

⁴¹ CLACK, Christopher; BAKSHI, Vikram; BRAINE, Lee. Smart contract templates: foundations, design landscape and research directions. **The Computing Research Repository**, 2016. Capturado em <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf> em 10.09.19.

⁴² CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. **International Journal of Law and Information Technology**, Oxford, v. 25, p. 179-195, 2017. p. 190. Conforme este autor, “*the absolute stability of the instructions embedded in a fully decentralized blockchain does not allow a direct intervention on the terms set out, but at most a compensatory protection of the parties*”.

⁴³ NT: Entre nós a ausência de consentimento é mais usualmente utilizada como hipótese de inexistência do negócio jurídico, não de invalidade, embora existam algumas manifestações da dogmática nesse sentido.

para, apenas mais tarde, após a sua execução, buscar-se – como efeito do reconhecimento da nulidade ou anulabilidade – a restituição da prestação desempenhada⁴⁴.

É possível, ainda, que as circunstâncias que levaram às partes contratar tenham mudado radicalmente. E mesmo que seja certo que algumas daquelas poderiam ser contempladas por meio da linguagem máquina, modificando o conteúdo das prestações iniciais, é preciso lembrar que os contratos costumam ser incompletos por natureza, resultando, portanto, quase impossível prever e concretizar – na referida linguagem – os eventos que podem influenciar o curso de um contrato. A modificação das circunstâncias do contrato, no caso dos *smart contract*, implicarão – ao menos, no mais das vezes – a impossibilidade de alteração do conteúdo do contrato e, portanto, de suas consequências.

Desse modo, a possibilidade de paralisar a execução ou exigir o cumprimento das prestações por questões de validade, de eficácia ou, simplesmente, por que assim desejam as partes, em geral, ainda que não impossível, será altamente improvável quando se tem por premissa a imodificabilidade do conteúdo e a pequena possibilidade de deter sua execução.

Por essa razão, atualmente, existem soluções tanto para paralisar o automatismo na execução como para efetuar possíveis modificações no código que permitam corrigir erros ou limitar o automatismo. Em primeiro lugar, como não é possível, de forma geral, paralisar a execução ou modificar um código ativado, o que se faz na prática é a inclusão de um código adicional com poder de provocar a inabilitação ou desativação do contrato, chamado código autodestrutivo ou suicida⁴⁵.

Além disso, soluções estruturais podem atenuar o traço definitivo dos *distributed ledger*. Desse modo, mesclam-se modelos alternativos como os sistemas híbridos ou as plataformas de *blockchain* privadas, modelos que permitem identificar usuários ou nós *qualificados* que mitigarão os efeitos específicos dos sistemas próprios dos sistemas descentralizados, corrigindo erros ou permitindo a reversibilidade da operação⁴⁶, embora, na última hipótese, a autorização ou a possibilidade de que se possa *intervir* no código implicará a perda das funções que lhes são próprias⁴⁷.

⁴⁴ Nesse sentido, WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. Contracts ex machina. **Duke Law Journal**, Durham, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017. p. 376. NT: Respeitosamente, ao menos no Brasil, não nos parece que necessariamente deva ser assim. A possibilidade de concessão liminar de distintas tutelas específicas permite antever um universo de possibilidades que se abre sem que se imponha, ao interessado na paralisação do contrato, ter que se sujeitar aos efeitos e riscos similares aos afetos à cláusula *solve et repete*.

⁴⁵ BARTOLETTI, Massimo; POMPIANU, Livio. An empirical analysis of smart contracts: platforms, applications, and design patterns. In: BRENNER, Michael *et al.* **Financial cryptography and data security**. Heidelberg: Springer International Publishing, 2017.

⁴⁶ CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. **International Journal of Law and Information Technology**, Oxford, v. 25, p. 179-195, 2017.

⁴⁷ CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. **International Journal of Law and Information Technology**, Oxford, v. 25, p. 179-195, 2017. p. 192. Afirmando que “*efficiency and decentralization should not result in a kind of oppression by code hindering any legitimate review or correction of the instructions programmed in the blockchain. At the same time, however, opening the doors to external control downplays the advantages decentralized ledgers can offer*”. Outras possíveis soluções são contempladas por RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, Washington, v. 1, n. 2, p. 305-341, 2017. p. 327-328.

Nesse sentido, seria interessante pensar na possibilidade de que a autoridade judicial pudesse se converter em um Oráculo, de maneira que, durante a vigência do *smart contract* aquele tivesse que acudir ao citado Oráculo para que lhe informasse se deve ou não cumprir o negócio ou modificar seu conteúdo.

A seu turno, de maneira geral, o uso dos *smart contracts* implica a ausência da intervenção judicial em relação à exigência no cumprimento das prestações ou às consequências que derivam o seu descumprimento. Ainda que seja certo que cada vez mais se permite o uso de mecanismos de tutela extrajudiciais, a mediação e a arbitragem ou a intervenção de notários e registradores, todos eles têm habilitação legal que lhes permite intervir, de modo a salvaguardar os interesses e direitos das partes.

O que se levanta não é tanto a possibilidade de recorrer aos meios extrajudiciais de tutela descritos no parágrafo anterior, os quais estão reconhecidos e cujo âmbito de competência está definido legalmente, senão à possibilidade de que as partes possam, convencionalmente, determinar mecanismos de tutela distintos.

A esse respeito, deve-se distinguir entre as consequências pactuadas que derivam do incumprimento (p. ex. uma cláusula penal) e a possibilidade de executá-la de forma unilateral sem beneplácito do devedor. Mas ambas têm que ser também medidas e executadas conforme o padrão da legalidade. Efetivamente, se é estabelecido no *smart contract* que, se uma das partes descumpre uma prestação, à outra é transferida a propriedade de um bem móvel dado em garantia, se estará diante de uma situação de pacto comissório, logo, nulo. Mas se em vez de um pacto comissório houver um pacto marciano, a resposta parece ser diferente.

Do mesmo modo, é contrário aos direitos fundamentais a obrigatoriedade incorporar determinados dispositivos nos seres humanos com a finalidade de obter determinada informação específica a fim de apontar as prestações (p. ex. chips inseridos no corpo) ou para coagir o cumprimento das prestações (p. ex. que afete a determinadas capacidades motoras ou psicomotoras do devedor; ou o estabelecimento de alarmes sonoros em sua residência para lhe coagir ao cumprimento).

Por outro lado, e em relação à execução das consequências do descumprimento da prestação, deve-se recorrer a cada ordenamento jurídico para comprovar se são permitidos (ou não) os mecanismos de autotutela e em que âmbito eles poderão atuar.

Exemplo disso pode ser encontrado nos Estados Unidos com o regime das garantias mobiliárias (art. 9 *Uniform Commercial Code*, a seguir UCC). Conforme ao §9-609 um credor com garantia pode adquirir a posse de um bem que também está sob garantia, sem procedimento judicial, se o procede sem romper a paz⁴⁸. Tal artigo abriu a possibilidade de os denominados *started interrupted devices* que permite à distância, por meio de um dispositivo incorporado a um automóvel, impedir que o veículo arranque

⁴⁸ “§ 9-609. Secured Party’s Right to Take Possession After Default. (a) [Possession; rendering equipment unusable; disposition on debtor’s premises.] After default, a secured party: (1) may take possession of the collateral; and (2) without removal, may render equipment unusable and dispose of collateral on a debtor’s premises under Section 9- 610. (b) [Judicial and nonjudicial process.] A secured party may proceed under subsection (a): (1) pursuant to judicial process; or (2) without judicial process, if it proceeds without breach of the peace”.

e, portanto, se uma pessoa deixa de pagar as taxas do carro, o credor poderá, à distância, impedir que o devedor ou qualquer outra pessoa possa arrancar o carro e, portanto, utilizá-lo. Imobilizado e inacessível, o credor pode apreendê-lo.

Mas as consequências que podem implicar a utilização arbitrária, excessiva ou abusiva deste mecanismo para os interesses próprios e de terceiros (p. ex. que se pare em um lugar indevido com grave risco para a vida do ocupante ou terceiros; que não funcione ante uma emergência, etc.), é o que levou a alguns Estados ter começado a regular estes mecanismos de autotutela, estabelecendo restrições a sua aplicação⁴⁹.

Ademais, partindo da ideia de princípio que os *smart contracts*, com a tecnologia dos *distributed ledger* permitem um processo de execução automática do contrato imparável e imodificável, alcançando, assim, sua finalidade, se pode pensar que, graças a isso, desaparecem as situações de conflito, se reduz drasticamente a litigiosidade e a necessidade de exercício da ação de cumprimento na forma específica.

De todas as questões expostas nos parágrafos anteriores, a do estado atual da técnica, pode-se afirmar que a litigiosidade não resta eliminada, mas o remédio principal, por lógica, tenderá a ser mais restitutivo ou reparatório que o de cumprimento de forma específica⁵⁰. Efetivamente, se o contrato foi cumprido quando não deveria sê-lo, as prestações levadas a cabo terão que, a depender do caso, ser restituídas. Daí que o remédio seria restitutivo.

Questão mais complexa será o exercício da ação reparatória, pois, primeiro deverá ser determinado o sujeito que deu causa ao dano e à relação de causalidade.

Por fim, pode-se imaginar a situação na qual o executado não é o desejado pelas partes enquanto consequência de um erro no código ou má determinação das prestações. Aqui, uma vez, a solução parece ser o remédio restitutivo e, eventualmente, o cumprimento do contrato em seus próprios termos.

Referências

BARTOLETTI, Massimo; POMPIANU, Livio. An empirical analysis of smart contracts: platforms, applications, and design patterns. In: BRENNER, Michael *et al.* **Financial cryptography and data security**. Heidelberg: Springer International Publishing, 2017.

CAPGEMINI CONSULTING. **Smart contracts in financial services: getting from hype to reality**.

CLACK, Christopher; BAKSHI, Vikram; BRAINE, Lee. Smart contract templates: foundations, design landscape and research directions. **The Computing Research Repository**, 2016. Capturado em <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf> em 10.09.19.

⁴⁹ Sobre estas questões: RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, Washington, v. 1, n. 2, p. 305-341, 2017. p. 329 e ss.

⁵⁰ Nesse sentido: WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. Contracts ex machina. **Duke Law Journal**, Durham, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017. p. 376 que afirmam que “*it would be a grave mistake to think that smart contract will truly eliminate litigation. (...) Litigation persist, but it will be shifted from claims of breach to claims of restitution*”.

- CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. **International Journal of Law and Information Technology**, Oxford, v. 25, p. 179-195, 2017.
- DÍEZ-PICAZO Y PONCE DE LEÓN, Luis. **Fundamentos de derecho civil patrimonial**. 6. ed. Thomson-Civitas: Cizur Menor, v. 1. 2007.
- FAIRFIELD, Joshua. Smart contracts, bitcoin bots, and consumer protection. **Washington and Lee Law Review Online**, Washington, v. 71, n. 2, p. 35-50, 2014.
- FREEMAN, Edward H., Software repossession: electronic self-help. **Information Systems Security**, Hertfordshire, v. 12, n. 6, p. 2-6, 2004.
- HOURANI, Sara. Cross-border smart contracts: boosting international digital trade through trust and adequate remedies. In: ONU (Org.). **Modernizing international trade law to support innovation and sustainable development**: proceedings of the congress of the United Nations commission on international trade law. Vienna: ONU, 2017.
- ILLESCAS ORTIZ, Rafael. Cumplimiento de los requisitos documentales del contrato de seguro celebrado por medios electrónico. In: MADRID PARRA, Agustín (Org.). **Derecho del sistema financiero y tecnología**. Marcial Pons: Madrid, 2010.
- ILLESCAS ORTIZ, Rafael. **Derecho de la contratación electrónica**. 2. ed. Madrid: Civitas, 2009.
- MADRID PARRA, Agustín. La convención de naciones unidas sobre comunicaciones electrónicas. **Revista de Derecho Mercantil**, Madrid, v. 306, p. 135-176, 2017.
- MADRID PARRA, Agustín. Ley modelo de la CNUDMI / Uncitral para las firmas electrónicas. **Revista Aranzadi Derecho Patrimonial**, Barcelona, n. 11, p. 31-64, 2003.
- MADRID PARRA, Agustín. Regulación internacional del comercio electrónico: examen comparado de las leyes modelo de UNCITRAL. **Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías**, Barcelona, n. 2, p. 15-41, 2003.
- RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. **Georgetown Law Technology Review**, Washington, v. 1, n. 2, p. 305-341, 2017.
- RODRIGUEZ DE LAS HERAS BALLELL, Teresa. El tercero de confianza en el suministro de información. Propuesta de un modelo contractual para la sociedad de la información. **Anuario de Derecho Civil**, Madrid, v. 63, n. 3, p. 1245-1284, 2010.
- RODRIGUEZ DE LAS HERAS BALLELL, Teresa. Intermediación electrónica y generación de confianza en la red: escenarios de riesgos y responsabilidad. **Revista Española de Seguros**, Madrid, n. 153-154, p. 43-68, 2013.
- SANTOS MORÓN, María José. **La forma de los contratos en el Código Civil**. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 1996.
- SMART CONTRACTS ALLIANCE. **Smart contracts**: 12 use cases for business & beyond. A technology, legal & regulatory introduction, Chamber Digital Commerce, December 2016.
- SURDEN, Harry. Computable contracts. **U. C. Davis Law Review**, Davis, v. 46, p. 629-700, 2012.
- SZABO, Nick. **Smart contract**: building blocks for digital markets, 1996. Capturado em http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html em 10.09.2019.
- TINIANOW, Andrea. Delaware blockchain initiative: transforming the foundational infrastructure of corporate

finance. Capturado em <https://corpgov.law.harvard.edu/2017/03/16/delaware-blockchain-initiative-transforming-the-foundational-infrastructure-of-corporate-finance/> em 10.09.2019.

WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. Contracts ex machina. **Duke Law Journal**, Durhan, v. 67, n. 2, p. 313-382, nov. 2017.

WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. Capturado em <https://ssrn.com/abstract=2580664> em 10.09.19.