

Smart contracts e as novas perspectivas de gestão do risco contratual

Smart contracts and the new perspectives on contractual risk management

Gustavo Tepedino*
Rodrigo da Guia Silva**

Resumo

O escopo central do presente estudo consiste em investigar algumas perspectivas (e os correlatos riscos e dificuldades) de incorporação da inteligência artificial e dos *smart contracts* para a regulação convencional do risco contratual. Tal empreitada parte da perspectiva de a gestão do risco contratual por intermédio da inteligência artificial ocorrer, entre outras manifestações, ora para sua utilização para a delimitação inicial de elementos das prestações a cargo das partes, ora para a revisão das suas prestações diante de superveniências contratuais. Analisam-se, por fim, algumas repercussões dos *smart contracts* sobre a execução contratual e, em especial, sobre a atuação dos remédios ao inadimplemento. Para tanto, o presente estudo adota o método lógico-dedutivo, a partir do exame bibliográfico da doutrina nacional e, a título ilustrativo, da doutrina estrangeira.

Palavras-chave: Risco contratual. Inteligência artificial. *Smart contracts*.

Abstract

The central scope of this study is to investigate some perspectives (and the related risks and difficulties) of incorporating artificial intelligence and smart contracts for the conventional regulation of contractual risk. This work begins with the investigation of the perspectives for contractual risk management through artificial intelligence to occur, among other manifestations, sometimes for its use for the initial delimitation of elements of the obligations under the responsibility of the parties, sometimes for the review of their obligations in light of new events in contractual performance. Finally, the study analyzes some repercussions of smart contracts on contractual performance and, in particular, on the operation of remedies for breach of contract. For this endeavor, the present study adopts the logical-deductive method, based on the bibliographic examination of both national and, as an illustration, foreign doctrine.

Keywords: Contractual risk. Artificial intelligence. *Smart contracts*.

1 Introdução

A natural projeção do contrato no tempo suscita enorme diversidade de riscos, a demandar constante controle sobre a aptidão do regulamento entabulado pelas partes para a promoção das finalidades almejadas na celebração do negócio.¹ Diante da indissociável inter-relação entre as noções de *tempo*, *risco* e *vontade*, não é de se estranhar o destaque conferido pela doutrina civilista, no Brasil e alhures, hoje e outrora, ao estudo da gestão do risco contratual.² De fato, proliferam formulações teóricas que buscam explicitar a íntima relação entre o contrato e o futuro (MARTINS-COSTA, 2010, p. 12 e ss.).

No cenário contemporâneo, o estudo da gestão do risco contratual encontra-se intensamente renovado, entre outros fatores, pela difusão de novos instrumentos propiciados pelas novas tecnologias, com especial destaque para a inteligência artificial e para os *smart contracts*. Com efeito, o renovado arcabouço tecnológico reveste os

* Doutor em Direito Civil pela Università degli Studi di Camerino – Itália. Professor Titular de Direito Civil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Livre-Docente pela mesma Universidade. Sócio fundador do Escritório Gustavo Tepedino Advogados. Rio de Janeiro – RJ - Brasil. E-mail: gt@tepedino.adv.br.

** Doutorando e mestre em Direito Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Advogado do Escritório Gustavo Tepedino Advogados. Rio de Janeiro – RJ - Brasil. E-mail: rodrigo.daguasilva@gmail.com.

¹ Nesse sentido, afirma-se: “Para o contrato, ‘cabeça-de-ponte lançada para o futuro’, o tempo é, portanto, um ambiente natural” (FABRE, 1983, p. 2, tradução livre).

² Para o desenvolvimento da análise acerca do conceito de *risco contratual*, com destaque para a sua correlação com a noção de *equilíbrio contratual*, remete-se a BANDEIRA, 2016, item 1.

contratantes de novas ferramentas para a alocação e para a gestão do risco contratual, em sintonia com a natural riqueza da fonte negocial para a criação dos modelos de contratos.

Não se trata, por certo, da única aplicação possível da inteligência artificial e dos *smart contracts* no Direito Contratual. Pense-se, ilustrativamente, na incorporação da inteligência artificial em auxílio ao processo de tomada de decisões por gestores empresariais (MULHOLLAND, 2019, *passim*) ou por profissionais liberais (SILVA; NOGAROLI, 2020, *passim*), na sua utilização no processo de elaboração e redação dos instrumentos contratuais (WILLIAMS, 2019, *passim*), ou, ainda, na controvérsia acerca da delimitação do consentimento para a formação do contrato quando proposta e aceitação são expedidas diretamente por sistemas inteligentes – por vezes referidos como “agentes artificiais” (“*artificial agents*”) (AZEREDO, 2014, item 3.2; CHOPRA; WHITE, 2009, *passim*).

De qualquer modo, a acentuada aplicabilidade prática do novo instrumental em matéria de gestão do risco contratual justifica que se lhe dedique o núcleo desta análise. O presente ensaio se propõe, então, a investigar algumas perspectivas (e os correlatos riscos e dificuldades) de incorporação da inteligência artificial e dos *smart contracts* para a regulação convencional do risco contratual. Para tanto, investigam-se as perspectivas da gestão do risco contratual por meio da inteligência artificial, que se projeta seja para a delimitação inicial dos elementos das prestações (item 2, *infra*), seja para a revisão de prestações diante de superveniências (item 3, *infra*). Analisam-se, por fim, algumas repercussões dos *smart contracts* sobre a execução contratual e, em especial, sobre a atuação dos remédios para o inadimplemento (item 4, *infra*).

2 Inteligência artificial e fixação originária do preço

A análise da incorporação das novas tecnologias na gestão do risco contratual diz respeito, antes de tudo, à sua utilização para a fixação originária³ do preço a ser pago pelo contratante. Trata-se de questão particularmente relevante no estudo do contrato de compra e venda, paradigma dos contratos sinalagmáticos. Como se sabe, na tradição jurídica romana, ao lado da *coisa* (“*res*”) e do *consentimento* (“*consensus*”), o *preço* (“*pretium*”), expresso em pecúnia, consiste em elemento imprescindível para a própria qualificação do negócio jurídico como contrato de compra e venda.⁴

A relevância central do preço para a configuração da compra e venda se reflete na considerável preocupação que lhe dispensa o Código Civil. De início, o diploma codificado inclui o preço na definição do contrato de compra e venda (art. 481) e no rol de pressupostos essenciais para a plena formação dessa espécie contratual (art. 482). Deve o preço, em regra, ser previamente definido pelas partes, tendo o legislador se ocupado de estabelecer a nulidade do contrato de compra e venda em que o preço tenha sido relegado ao arbítrio exclusivo de uma das partes (art. 489, em consonância com a vedação geral às condições puramente potestativas *ex vi* do art. 122).

A centralidade do preço para a configuração da compra e venda não afasta, contudo, a liberdade dos contratantes para a estipulação de métodos alternativos para a sua fixação. De fato, as partes podem concluir o contrato de compra e venda sem a prévia definição do preço a ser pago pelo comprador pela coisa vendida, desde que os figurantes tenham estabelecido consensualmente um método que assegure a fixação do preço a partir de parâmetros objetivos – sem se sujeitar uma das partes ao puro arbítrio da outra, como já indicado. Em suma, deve o preço ser determinado ou objetivamente determinável (MELO, 2019, p. 288).

Nessa perspectiva, o Código Civil indica três principais possíveis métodos alternativos para a definição do preço: (i) fixação do preço por terceiro (art. 485), hipótese em que os contratantes consensualmente elegem alguém estranho à relação contratual para a delimitação do preço, vinculando-se, desde logo, à conclusão desse

³ A menção à fixação *originária* não pretende limitar a análise à exata fixação do preço no momento da celebração do contrato, como poderia se levar a crer pelo uso do adjetivo *originária*. Ao revés, a questão ora em exame diz respeito à delimitação do preço em momento posterior à conclusão da avença, servindo a noção de *originária* para diferenciar essa questão das variadas hipóteses em que se discute a possibilidade de revisão ou reajuste do preço (previamente definido) em razão de circunstâncias supervenientes. De qualquer modo, não se deve perder de vista, como já advertido, que se trata de distinção estrutural, ora assumida com finalidade eminentemente didática, vez que o estudo busca analisar a utilização da inteligência artificial tanto para a fixação *originária* (item 2) quanto para a revisão ou adaptação diante de circunstâncias *supervenientes* (item 3, *infra*).

⁴ Tais elementos essenciais permitem a identificação da causa (ou função prático-social) dessa espécie contratual, consistente na obrigação de transferência da *res* contra o pagamento do *pretium*. Aliás, a expressão compra e venda, cuja origem remonta ao direito romano (*emptio venditio*), bem indica essa função contratual e denota a presença do perfeito sinalagma a jungir as obrigações das partes: cada prestação torna-se, a um só tempo, causa e efeito da outra. São, noutras palavras, correspectivas. Trata-se de dois atos que correspondem a uma só atividade jurídica. Sobre o ponto, v., por todos, Tepedino; Bandeira; Konder, 2020, p. 163 e ss.

terceiro; (ii) vinculação do preço à taxa de mercado ou de bolsa, em certo e determinado dia e lugar (art. 486); e (iii) fixação do preço “em função de índices ou parâmetros, desde que suscetíveis de objetiva determinação” (art. 487).

A inteligência artificial pode ser utilizada ao menos no âmbito desses dois últimos métodos de fixação do preço. De uma parte, pode-se cogitar de estipulação contratual segundo a qual o preço se vincula à maior ou menor taxa entre alguns mercados ou bolsas pré-selecionados, estabelecendo-se que essa identificação seja realizada por um *software* inteligente. Seria o caso, por exemplo, de cláusula que estipulasse a definição do preço por sistema dotado de inteligência artificial a partir de fórmula como a seguinte: “O preço a ser pago pela quantidade X da mercadoria Y corresponderá à menor das taxas para a comercialização da mesma quantidade X da mercadoria Y entre as taxas apuradas no dia Z entre as Bolsas dos países A, B e C”. Tal hipótese parece passível de recondução ao suporte fático do art. 486 do Código Civil.

De outra parte, pode-se cogitar de estipulação contratual, segundo a qual o preço não corresponde diretamente à específica taxa de mercado ou de bolsa, mas sim ao resultado de uma conjugação de diversas taxas, pré-definidas ou não (nesse caso, identificáveis por meio de critérios previamente eleitos pelas partes, tal como a indicação das maiores ou das menores taxas entre alguns mercados ou bolsas pré-selecionados). Seria o caso, por exemplo, de cláusula que estipulasse a definição do preço por sistema dotado de inteligência artificial a partir de fórmula como a seguinte: “O preço a ser pago pela quantidade X da mercadoria Y corresponderá à média aritmética das duas menores taxas para a comercialização da mesma quantidade X da mercadoria Y entre as taxas apuradas no dia Z entre as Bolsas dos países A, B e C”. Essa hipótese parece passível de recondução à *fattispecie* do art. 487 do Código Civil, apta a abranger situações para além das comumente apontadas em cotação com base em moeda estrangeira (TARTUCE, 2019, p. 618) e na eleição do índice de correção monetária a incidir no caso concreto (TEPEDINO; BARBOZA; MORAES, 2012, p. 148-149).

Como se vê, os sistemas dotados de inteligência artificial têm aptidão a funcionar como valiosos instrumentos em variados modelos alternativos de fixação de preços, atribuindo flexibilidade à arquitetura contratual (SABATO, 2017, p. 395-396). Não se deve perder de vista, todavia, que a incorporação da inteligência artificial à *praxis* contratual traz consigo algumas dificuldades inerentes a essa tecnologia, valendo destacar especialmente o denominado “problema da caixa preta” (“*black box problem*”), com o que se busca aludir à recorrente falta de transparência no modo como a inteligência artificial processa as informações e alcança os resultados (PASQUALE, 2015, *passim*).

Põe-se, então, o dilema. Por um lado, sabe-se que a imprevisibilidade é atributo usualmente associado à inteligência artificial (TEPEDINO; SILVA, 2019, item 2), em especial diante de sistemas mais sofisticados, dotados de *machine learning* e de *deep learning* (TEPEDINO; SILVA, 2019, p. 63). Por outro lado, há de se reconhecer que a maior ou menor sindicabilidade do processo decisório percorrido pela inteligência artificial pode vir a suscitar dúvida sobre a sua efetiva adequação, no caso de fixação de preço em contrato de compra e venda, ao padrão de “objetiva determinação”, preconizado pelo art. 487 do Código Civil.⁵

Nesse contexto, sem que se pretenda enunciar, de antemão, respostas a problema tão sensível, faz-se prudente a advertência acerca da importância de a comunidade acadêmica direcionar ao estudo dos contratos a preocupação cada vez maior sobre o “*black box problem*”, à semelhança do que já se tem verificado nos mais variados ramos do direito.⁶ Talvez se possa, com isso, propiciar a necessária segurança ao tráfico jurídico sem o soerguimento de injustificados desestímulos ao progresso tecnológico.

⁵ Semelhante ordem de advertência já se encontrava em doutrina antes mesmo da cogitação de incorporação da inteligência artificial à matéria: “Nesse campo, é comum que determinados setores da indústria e do comércio se utilizem de parâmetros conhecidos da categoria para fixar o preço. Assim, por exemplo, a construção civil e a indústria automobilística. Normalmente, esses parâmetros são determinados por uma fórmula matemática que leva em conta custos específicos de um ramo de atividade. Para que esse estratagema seja válido, porém, é necessário que ambas as partes conheçam seus métodos perfeitamente, ou, como dispõe a lei, que sua aferição seja suscetível de determinação objetiva, caso contrário o contrato ou a cláusula será nula, pois o preço ficará ao arbítrio exclusivo de uma das partes, esbarrando na vedação citada do art. 489” (VENOSA, 2013, p. 17).

⁶ Para ilustrar o desenvolvimento doutrinário acerca do *problema da caixa-preta*, a resultar usualmente na formulação de uma exigência de transparência, rastreabilidade e auditabilidade da inteligência artificial, v., por todos, Dignum (coord.), 2019, *passim*.

3 Gestão de superveniências contratuais por sistemas dotados de inteligência artificial

Por outro lado, os sistemas dotados de inteligência artificial podem ser utilizados não apenas para a fixação originária do preço (item 2, *supra*), mas também para a gestão de superveniências contratuais.⁷ Passa-se, doravante, a investigar algumas perspectivas de incorporação da inteligência artificial para a gestão convencional das circunstâncias supervenientes à celebração do contrato, que têm em comum o efeito de perturbar o programa contratual de interesses tal como originariamente entabulado.⁸

Como se sabe, além dos mecanismos oferecidos pelo próprio direito positivo, os contratantes desfrutam de ampla esfera de autonomia para regularem a gestão das superveniências pertinentes à sua concreta relação contratual (TERRA, 2017, p. 52; SCHREIBER, 2018, p. 313-314). Nesse sentido, as partes podem definir previamente, de comum acordo, tanto as circunstâncias supervenientes que desde logo lhes parecem mais relevantes quanto os remédios para equacioná-las.⁹

Com efeito, os contratantes podem, por meio de cláusula de *hardship* (BARCELLONA, 2003, p. 474 e ss.), definir previamente quais são as superveniências (e as suas exatas proporções) aptas a configurar desequilíbrio contratual relevante e, com isso, deflagrar o dever de renegociar.¹⁰ Além disso, podem, ainda, por intermédio de cláusula resolutiva expressa (SABATO, 2017, p. 393), delimitar previamente a essencialidade de cada prestação e a aptidão do respectivo inadimplemento para a deflagração da resolução contratual.¹¹ Ambos os exemplos servem a demonstrar que a estipulação consensual dos contratantes pode dizer respeito, como dito, tanto à definição das circunstâncias supervenientes perturbadoras do programa contratual de interesses quanto à definição dos remédios a serem deflagrados diante dessas superveniências.

No que diz respeito especificamente à definição dos remédios, pode-se observar que a liberdade dos contratantes para a regulação convencional das superveniências contratuais inclui a possibilidade de as partes disporem previamente acerca das hipóteses de revisão contratual. Tal conclusão, que já decorreria da adequada compreensão sobre o conteúdo da liberdade contratual, é corroborada, no cenário nacional contemporâneo, por algumas alterações promovidas pela Lei da Liberdade Econômica (Lei n.º 13.874/2019) sobre o Código Civil. Destacam-se, a esse respeito, a previsão de que “as partes negociantes poderão estabelecer parâmetros objetivos para a interpretação das cláusulas negociais e de seus pressupostos de revisão ou de resolução” (art. 421-A, I, do Código Civil) e a determinação de que “a alocação de riscos definida pelas partes deve ser respeitada e observada” (art. 421-A, II, do Código Civil).¹²

Em que pese não se tratar de autênticas *inovações* no direito civil brasileiro (TEPEDINO; CAVALCANTI, 2020, p. 489), a positivação dos referidos preceitos talvez sirva a reforçar a benfazeja deferência à liberdade dos contratantes, em relações paritárias efetivamente simétricas, para a alocação de riscos e para a estipulação dos pertinentes remédios na relação por eles concretamente estabelecida (FORGIONI, 2019, p. 388 e ss.). Reconhece-se, assim, a liberdade de as próprias partes estabelecerem o que já se referiu por *projeto de adaptação* do contrato (MARTINS-COSTA, 2010, p. 17-18). Mais do que a *liberdade* juridicamente assegurada, identifica-se, no mais das vezes, a verdadeira *conveniência* de se conferir às partes a prévia tomada de decisões sobre os remédios destinados às superveniências contratuais (MARTINS-COSTA, 2010, p. 17).

⁷ Para destacar a pluralidade das possíveis superveniências contratuais, veja-se a lição de Aldo Frignani: “As circunstâncias que podem mudar no curso de um contrato de longa duração são de diversas naturezas: podem depender de eventos cuja ocorrência é incerta ou absolutamente imprevisível (como terremotos, inundações, guerras, epidemias, etc.) ou serem abstratamente previsíveis, mesmo que permaneçam incertos a sua extensão, o momento em que ocorrerão, etc.: nesta última categoria entram o aumento dos preços, greves e outras manifestações sindicais e assim por diante. A economia do contrato também pode sofrer consequências pela ocorrência de outras circunstâncias relacionadas à estrutura política de um certo país, à estrutura monetária internacional, a políticas comerciais monetárias contingentes adotadas, de tempos em tempos, pelos Estados; em resumo, de todas as medidas que podem prejudicar o comércio internacional” (FRIGNANI, 1979, p. 682, tradução livre).

⁸ Assim esclarece Eduardo Nunes de Souza ao tratar do que denominou *vicissitudes supervenientes do contrato*: “Trata-se, aqui, de hipóteses tão diversas quanto a impossibilidade da prestação, o inadimplemento por uma das partes, a onerosidade excessiva, a descoberta de vício redibitório, o pedido de resilição unilateral por uma das partes, dentre muitas outras. O que todas essas hipóteses têm em comum parece ser justamente o fato de que, em todas elas, alguma circunstância, imputável ou não a alguma das partes, prejudicou ou comprometeu o programa contratual que já se encontrava em execução” (SOUZA, 2019, p. 29).

⁹ Ao propósito da adoção da perspectiva remedial no direito privado, remete-se a Silva, 2019, *passim*.

¹⁰ Sobre o dever de renegociação dos contratos, v. Schreiber, 2018, p. 278 e ss.

¹¹ Para o desenvolvimento da distinção entre a cláusula resolutiva expressa e a cláusula resolutiva tácita, remete-se a Terra, 2017, p. 58 e ss.

¹² Para a análise das referidas inclusões promovidas pela Lei da Liberdade Econômica, v. Rodrigues Jr; Leonardo; Prado, 2019, p. 320 e ss.; e Tartuete, 2020, item 4.

A liberdade dos contratantes para a definição do projeto de adaptação do contrato pode encontrar valioso subsídio na inteligência artificial (TEPEDINO; SILVA, 2020, p. 379 e ss.). Essa correlação tende a se revelar particularmente clara diante das *cláusulas de adaptação*¹³ e, em especial, das *cláusulas de adaptação automática*.¹⁴ Com efeito, os *softwares* inteligentes podem consistir em profícuo instrumento para a gestão do risco contratual, especialmente por força da possibilidade (ao menos, em tese) de concepção de cada *software* (e do respectivo *modus operandi*), à luz das concretas necessidades das partes em cada contrato.

Inserida em cláusula de adaptação automática, a inteligência artificial pode atuar, por exemplo, para a definição do critério de desequilíbrio autorizador da revisão, bem como para a própria averiguação da ocorrência de tal ordem de desequilíbrio no caso concreto. Pode-se imaginar, a esse respeito, a cláusula que estabeleça o direito do vendedor à revisão do preço originariamente fixado caso os custos com insumos venham a ultrapassar certo patamar, hipótese particularmente comum na seara dos contratos de derivativos que versam sobre *commodities* (CHAVES, 2020, item 4.2). Seria o caso, ilustrativamente, de cláusula que estipulasse a revisão do preço por sistema dotado de inteligência artificial a partir de fórmula como a seguinte: “Caso os custos do vendedor com os insumos D e E venham a ultrapassar o patamar F, o preço a ser pago pelo comprador pela quantidade X da mercadoria Y passará a corresponder à média aritmética das duas maiores taxas para a comercialização da mesma quantidade X da mercadoria Y, entre as taxas apuradas no dia Z, nas Bolsas dos países A, B e C”.

Para além da multiplicação das possibilidades de gestão das superveniências contratuais, outro interessante aspecto acerca da utilização da inteligência artificial no bojo de cláusulas de adaptação automática diz respeito à mitigação do *déficit* de previsibilidade que as cláusulas tradicionalmente enfrentam.¹⁵ Afinal de contas, afigura-se extremamente delicada a pretensão de pré-estipulação dos efeitos de circunstâncias supervenientes que talvez sejam imprevisíveis (em sua existência ou, ao menos, em sua extensão) quando da celebração do contrato que contém a própria cláusula de adaptação (FABRE, 1983, p. 7). Diante disso, a incorporação de *softwares* inteligentes – especialmente se dotados de *machine learning* e de *deep learning* – tende a mitigar tal dificuldade, inerente à tentativa de gestão prévia do risco contratual, ao propiciar a contínua adaptação dos remédios pretendidos pelas partes.

4 *Smart contracts* e automação da execução contratual

Ao lado da inteligência artificial, outra ferramenta tecnológica com potencial para atuar na gestão do risco contratual são os “*smart contracts*” (“contratos inteligentes”).¹⁶ A célebre noção informática “*code is law*” (“o código é lei”), que baseia a lógica “se x, então y”, bem sintetiza a lógica operativa dos *smart contracts*: uma vez preenchidos os requisitos estipulados na programação do *software*, o sistema identifica e valida a sua ocorrência, procedendo, então, à execução (EFING; SANTOS, 2018, 2018, p. 54).¹⁷ Vale notar que a sofisticação e a complexidade dos *smart*

¹³ No que tange à classificação das cláusulas de adaptação, leciona-se: “No rol das fórmulas de adaptação entre o contrato e a realidade providas da fonte negocial costuma-se distinguir: há (a) cláusulas de adaptação automática, cuja atuação ocorre quando o evento previsto se realiza (exemplificativamente, as cláusulas de reajuste de preço por ato das partes, indexadas a tal ou qual valor); (b) cláusulas que preveem uma adaptação semiautomática, como as que estipulam a “resolução-salvaguarda” ou chamadas “cláusulas de alinhamento” (por exemplo, pela oferta de um concorrente, ou a chamada “cláusula de cliente mais favorecido”); e, finalmente, (c) as cláusulas não-automáticas, que implicam a obrigação de renegociação do contrato, para – mediante a renegociação – alcançar-se a revisão que possibilitará o reequilíbrio do contrato, ferido pelas circunstâncias supervenientes que vieram a modificar o seu equilíbrio global” (MARTINS-COSTA, 2010, p. 14-15). Para uma análise geral das cláusulas de adaptação, v., ainda, por todos, Fabre, 1983, *passim*.

¹⁴ A propósito da técnica de adaptação automática, afirma-se: “A adaptação do contrato pode efetuar-se imediatamente, sem intermediação, por um procedimento matemático. Ela supõe que um elemento variável do contrato seja colocado em relação a uma referência (a) designada pelas partes e que um sistema de adaptação estabeleça a relação (b)” (FABRE, 1983, p. 8, tradução livre).

¹⁵ Não por acaso, identifica-se que “(...) a incapacidade de prever os eventos futuros seja uma condição insita à natureza humana” (SABATO, 2017, p. 391-392, tradução livre).

¹⁶ Costuma-se atribuir o pioneirismo na formulação do conceito de “*smart contracts*” ao jurista e cientista da computação Nick Szabo, que publicou diversos artigos a esse respeito ao longo da década de 1990. Ao propósito, v., entre outros, Szabo, 1997. Para uma análise do processo histórico que culminou com a formulação pioneira da expressão *smart contracts* por Nick Szabo, remete-se a Gomes, 2018, p. 42 e ss.

¹⁷ Exemplifica-se o modo de funcionamento dos *smart contracts*: “(...) suponha-se contrato de compra e venda de um celular, firmado entre João (comprador) e Maria (vendedora), em que o primeiro deva pagar à segunda a quantia de R\$ 1.000,00 no dia 02 de março de 2020 às 16 horas. Para que o pagamento do preço seja feito via contrato inteligente, a primeira providência da rede é verificar se João possui em sua conta, de fato, criptomoedas suficientes para fazer a transação. Confirmado por milhares de computadores que ele possui a quantia, no dia 02 de março de 2020, às 16 horas, criptomoedas equivalentes a R\$ 1.000,00 serão automaticamente transferidas para a conta de Maria” (TERRA; SANTOS, 2020, p. 402).

contracts têm crescido exponencialmente a partir da difusão da tecnologia das *blockchains* (“cadeias de blocos”)¹⁸ e das criptomoedas,¹⁹ bem como a partir de sua conjugação com a própria tecnologia da inteligência artificial.

Convém que se faça um esforço de apuração conceitual acerca dos *smart contracts*, especialmente para se afastar a sua compreensão como novo tipo contratual (SILVA; PINTO, 2019, item 3). Com efeito, a expressão *contrato inteligente* não designa, por si só, conteúdo material específico que possa configurar tipo contratual autônomo (MOREIRA, 2019, item 2.1; ARROSI, 2020, item 2.1). Em realidade, o algoritmo adotado no *smart contract* apenas “constitui a tradução em termos informáticos da vontade das partes” (SABATO, 2017, p. 397, tradução livre), ou seja, a tradução (total ou mesmo parcial) do acordo de vontades (correspondente ou não a algum dos tipos consagrados no sistema jurídico) para a linguagem computacional (TERRA; SANTOS, 2020, p. 399). Tem-se, assim, que a *inteligência* em questão parece dizer respeito, sobretudo, ao particular modo de execução (SABATO, 2017, p. 396-397). De fato, pode-se notar que, com a expressão *smart contract*, busca-se aludir a contratos que tenham em comum, em maior ou menor medida, a automação da sua execução (MIRAGEM, 2019, item 1; SILVA; PINTO, 2019, item 2; CHAVES, 2020, item 2.2).

Tais atributos se apresentam de modo mais claro a partir da análise de alguns exemplos hipotéticos. De fato, além do conhecido exemplo da máquina de refrigerante,²⁰ alguns outros exemplos facilitam a compreensão das novas funcionalidades que têm sido associadas aos *smart contracts*. Imagine-se, inicialmente, a celebração de contrato de compra e venda celebrado por meio da *internet*, tendo por objeto um carro que se encontra trancado em garagem, à qual somente se pode ter acesso mediante um código eletrônico. Nessa situação hipotética, o código de acesso à garagem será disponibilizado automaticamente por um *software* assim que um número pré-determinado de parcelas for pago, utilizando-se particular rede de transmissão de dados com vistas à garantia da maior segurança possível para a transação.

Pense-se, ainda, na celebração de contrato de locação de um carro: as partes podem estipular, por exemplo, que, ao término de cada período previamente definido, o *software* implementará automaticamente a transferência do montante correspondente ao aluguel devido pelo locatário. O próprio valor do aluguel, aliás, pode ser estipulado em função de taxas, índices ou parâmetros objetivamente determináveis, afigurando-se promissora a perspectiva de conjugação dos *smart contracts* com a tecnologia da inteligência artificial para consulta aos *oráculos*, isto é, a fontes pré-estipuladas de informações, segundo determinados parâmetros avançados pelas partes.²¹ Na mesma situação hipotética, poderiam as partes, ao revés, ajustar medida de prevenção ou desestímulo ao inadimplemento. Pode-se estipular, por exemplo, que o dispositivo de arranque ou de transmissão de marcha do veículo locado será automaticamente desativado (em condições de segurança, por certo) caso não seja comprovado o pagamento do aluguel devido pelo locatário (a ausência de pagamento poderia, por exemplo, estar relacionada à circunstancial ausência de fundos na fonte indicada pelo locatário).

Também na seara securitária pode-se cogitar a incorporação dos *smart contracts*: a título ilustrativo, é possível que as partes estipulem tanto a automação do pagamento do prêmio a cargo do segurado quanto a automação

¹⁸ “Sucintamente, o *Blockchain* é um banco de dados de transações organizado cronologicamente em uma rede de computadores. (...) Cada *Blockchain* é criptografado e organizado em um conjunto de dados menores denominados *blocks*. Cada *block* contém uma informação sobre um certo número de transações, uma referência ao *block* anterior da cadeia (*chain*), e a solução para um algoritmo matemático (*hash*), que será usado para validação das informações incrementadas e associadas àquele bloco” (DIVINO, 2018, p. 2.776-2.777). Ao propósito da noção de *blockchain*, v., ainda, por todos, Moreira, 2019, item 1.1; Alvarez, 2019, item 1.2; e Rocha; Pereira Bragança Junior, 2018, p. 38 e ss.

¹⁹ As criptomoedas consistem em uma espécie do gênero moeda virtual. De acordo com Julio Cesar Stella, as criptomoedas se diferenciam das demais moedas virtuais na medida em que “(...) possuem estrutura descentralizada e empregam tecnologia criptográfica para garantir a validade de cada transação e uma rede distribuída de registros para garantir a integridade de suas transações como um todo” (STELLA, 2017, p. 151). V., ainda, por todos, Rocha; Pereira Bragança Junior, 2018, p. 41.

²⁰ A situação consistiria no seguinte: o comprador introduz uma cédula de dinheiro em uma máquina de refrigerante e, após apertar determinado botão para selecionar a opção desejada, automaticamente, segundos depois, a lata contendo o produto escolhido lhe é disponibilizada pela máquina, sem necessidade da adoção de qualquer novo comportamento por parte do vendedor – em especial, sem necessidade de qualquer conduta voluntária de entrega da mercadoria por preposto ou representante do vendedor.

²¹ No que tange à noção de *oráculos* e à sua importância para o funcionamento de *smart contracts* pautados em *blockchains* mais sofisticadas, afirma-se: “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” (REY, 2019, p. 15). Ao propósito, v., ainda, Correa, 2019, item 2.1.1.

do pagamento da indenização securitária a cargo da seguradora diante da comprovação do sinistro pelo *software* adotado na concreta relação contratual.²²

Até mesmo no campo específico das relações de consumo poder-se-ia cogitar a incorporação dos *smart contracts* para a maior efetividade na promoção dos direitos dos consumidores: por exemplo, diante do atraso ou cancelamento de um voo, em vez de se despender tempo e recurso com o processamento individualizado das reclamações, um *software* inteligente poderia automaticamente identificar os passageiros atingidos, autenticar o reconhecimento e a eficácia dos direitos, e implementar as compensações de forma coletiva²³ – sem prejuízo, por certo, da possibilidade de reclamação do consumidor que acredite não ter recebido a plena satisfação do seu direito.

Tais exemplos, entre tantos outros, revelam as possíveis funcionalidades dos *smart contracts* para a gestão do risco contratual, e abrangem, ao menos: (i) a execução automática das prestações, como sucede, nos exemplos hipotéticos acima, com a disponibilização do código de acesso à garagem do veículo locado, com a transferência de recursos a título de pagamento do aluguel, com o pagamento do prêmio a cargo do segurado, com o pagamento da indenização securitária devida pela seguradora diante do sinistro e o reconhecimento dos direitos do consumidor lesado pelo cancelamento ou atraso do voo; e (ii) a aplicação de medidas autoexecutáveis como remédios ao inadimplemento contratual, como sucede, no exemplo hipotético acima, com a desativação do dispositivo de arranque ou de transmissão de marcha do veículo locado diante da ausência de pagamento do aluguel por parte do locatário.

A análise acerca da operatividade dos *smart contracts* permite destacar traço fundamental à categoria – a sua autoexecutoriedade, usualmente associada à noção de “*self-enforcement*” (MIK, 2017, item 3). Desse modo, a execução contratual submetida ao mecanismo em análise se opera independentemente de comportamento voluntário das partes (MIRAGEM, 2019, item 2.3). Desperta especial atenção, nesse contexto, a potencialidade dos *smart contracts* para a automação da oposição da exceção de contrato não cumprido, assegurada pelo art. 476 do Código Civil.²⁴ Com efeito, diante da ausência da comprovação, pelo *software*, do regular adimplemento da prestação a cargo de uma das partes, pode-se deflagrar automaticamente a exceção de contrato não cumprido, caso assim ajustado e programado pelas partes. Assim sucede, no exemplo indicado acima, com a desativação do dispositivo de arranque ou de transmissão de marcha do veículo locado diante da ausência de pagamento do aluguel por parte do locatário.

Como se nota, a automação da execução suscitada pelo *smart contract* pode traduzir relevante remédio ao inadimplemento contratual, seja por efetivamente prevenir a ocorrência do inadimplemento, seja por deflagrar automaticamente mecanismos de defesa suscitados pelo descumprimento (TEPEDINO; SILVA, 2020, p. 383 e ss). Somam-se a isso outras possíveis utilidades associadas aos *smart contracts*, tais como a previsibilidade sobre o curso da execução contratual (SABATO, 2017, p. 3), a facilidade e a agilidade em sua execução (MIRAGEM, 2019, item 2.3), e a própria redução de custos (REY, 2019, p. 2). O entusiasmo da doutrina com a perspectiva de incorporação dos *smart contracts* à praxis contratual encontra paradigmática projeção na afirmação de que essa técnica, por conta da mencionada autoexecutoriedade, promove a “eliminação da possibilidade de inadimplemento” (SIERRA; ÁVILA, 2020, p. 135, tradução livre; SKLAROFF, 2017, p. 279; MIK, 2017, item 3).

Não se deve perder de vista, contudo, que as funcionalidades dos *smart contracts* são acompanhadas de alguns riscos e restrições inerentes ao seu peculiar *modus operandi*. De fato, além da evidente necessidade de a avença refletida no *smart contract* se adequar à legalidade constitucional (REY, 2019, p. 19; TERRA; SANTOS, 2020, p. 403-407), deve-se ter em mente que essa tecnologia envolve diversas restrições, valendo destacar, inicialmente, a necessidade de máxima determinação possível das prestações e das circunstâncias relevantes no curso da execução contratual. Afirma-se, usualmente, que a programação do *smart contract* deve contemplar discriminadamente todos os fatores reputados relevantes pelas partes, com o máximo detalhamento possível, sob pena de se comprometer o funcionamento do *software* tal como programado.

²² “Essa nova técnica de contratação já tem lugar em uma série de seguros massificados, cujos atos de contratação e execução – desde o pagamento do prêmio até o aviso e a regulação do sinistro e o pagamento da indenização securitária – operam digitalmente, de modo automatizado, mediante a previsão de ordens autoexecutáveis e registro no *Blockchain*. Este é o caso, por exemplo, dos seguros com cobertura para cancelamento de viagem em que a conexão, via *Blockchain*, do sistema do segurador com o sistema do aeroporto possibilita que, uma vez cancelado o voo do segurado, este receba de imediato a indenização securitária, de modo que todo o processo de execução do contrato ocorra de forma automática, digitalmente e com extrema agilidade” (MIRAGEM; PETERSEN, 2020, p. 497).

²³ O exemplo remonta à lição de Rey, 2019, p. 2.

²⁴ Para o desenvolvimento da análise acerca da exceção de contrato não cumprido no direito civil contemporâneo, remete-se a Silva, 2017, *passim*.

A essa restrição de caráter predominantemente técnico se conjuga expressivo risco de índole jurídica: o peculiar modo de funcionamento dos *smart contracts* pode dificultar (ou mesmo inviabilizar) a consideração de normas e valores de incidência imperativa sobre a generalidade das relações jurídicas.²⁵ Basta pensar, por exemplo, nos princípios da dignidade da pessoa humana, da função social do contrato e da boa-fé objetiva ou na teoria do adimplemento substancial para se perceber a gravidade de mecanismo de execução contratual que se pretenda imune a considerações de ordem axiológica. A questão se revela especialmente sensível no âmbito das relações contratuais em que se fizer presente algum fator de vulnerabilidade, notadamente nas relações de consumo, mas parece recomendável a extensão da presente reflexão também para as relações paritárias.

Cumprir registrar, ademais, a possibilidade de distorções entre a vontade real do agente e a sua tradução para a linguagem codificada (MIK, 2017, itens 3 e 5), os riscos relacionados à ocorrência de *bugs* e falhas no funcionamento do código programado (SILVA; PINTO, 2019, item 4), e, ainda, os riscos associados a possíveis inexatidões nas informações fornecidas pelos oráculos (REY, 2019, p. 19). Nessas hipóteses, a automação característica dos *smart contracts* tenderá a conduzir a execução contratual a resultado distinto do almejado pelas partes, todavia sem que reste configurada, a princípio, culpa de qualquer dos contratantes (MIK, 2017, item 6).

Outra relevante esfera de riscos da matéria diz respeito ao papel desempenhado pela informação. Por um lado, os *smart contracts* podem criar (ou agravar) assimetria informacional nas relações contratuais, “especialmente em casos de contratos cada vez mais complexos do mundo digital e tecnológico, em relação aos quais não é exigível que uma das partes possa entender todos os desdobramentos do seu consentimento” (FRAZÃO, 2020); por outro lado, os *smart contracts* podem propiciar a nefasta manipulação de informações por parte de um dos contratantes ou mesmo por parte de terceiro – pense-se, por exemplo, em terceiro que seja concorrente direto de um dos contratantes (FRAZÃO, 2020). Em qualquer desses casos, a centralidade da informação para o funcionamento dos *smart contracts* e a própria automação da execução por eles promovida podem, ao invés de produzir a objetividade e a previsibilidade comumente associadas a esse mecanismo, gerar consideráveis efeitos negativos.

Sublinhe-se, ainda, um dos mais sensíveis riscos neste domínio – a inevitabilidade dos efeitos programados no âmbito do *smart contract* (SABATO, 2017, p. 409). Trata-se, na realidade, de consequência direta da já mencionada autoexecutoriedade dos *smart contracts*: uma vez verificada a circunstância prevista pelas partes, deflagram-se automaticamente – e inevitavelmente – os efeitos previstos na programação do *software*. Nota-se, assim, que um dos mais festejados atributos dos *smart contracts* pode dar ensejo a um dos seus mais expressivos riscos (SABATO, 2017, p. 409).

Como já se pôde assinalar, a objetividade da linguagem computacional não propicia a consideração de normas de textura aberta, tampouco a consideração de circunstâncias que não haviam sido prévia e expressamente reguladas pelas partes (SCHECHTMAN, 2019, item 2.2). Assim, em razão das vicissitudes próprias dos *smart contracts*, tende a não haver margem para que as partes efetivamente logrem obstar a execução contratual por meio de remédios que lhes seriam ordinariamente reconhecidos pela ordem jurídica. A princípio, nem mesmo diante da declaração judicial de nulidade do contrato seria possível (do ponto de vista tecnológico) obstar-se a produção dos efeitos programados no código computacional (SIERRA; ÁVILA, 2020, p. 136). Desse modo, à parte prejudicada tende a restar tão somente o recurso a remédios *ex post facto*, sem a possibilidade de efetiva prevenção do resultado indesejado (SABATO, 2017, p. 409). Imaginando-se a situação do contratante que pretenderia abster-se de cumprir certa prestação em razão da nulidade contratual já reconhecida em juízo, pode-se perceber que a satisfação do seu direito tende a ficar relegada, assim, à seara reparatória ou à restitutória (REY, 2019, p. 20 e ss.).

Nesse contexto, afigura-se de todo recomendável uma detida reflexão doutrinária acerca da conformidade da automação da execução, promovida pelos *smart contracts*, na ordem jurídica brasileira, em especial no que diz

²⁵ Pertinente, ao propósito, a reflexão de Jorge Feliu Rey: “Com efeito, foram identificadas como características comuns dos *computable contracts* – aplicáveis, por extensão aos *smart contracts* – 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 humano, 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 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” (REY, 2019, p. 18).

respeito aos limites de admissibilidade da autotutela no direito privado.²⁶ De fato, a questão mostra-se sensível e demanda análise crítica sobre a esfera de autonomia reconhecida às partes para afastar ou modular as exceções de defesa ordinariamente oponíveis, com vistas à suspensão ou à interrupção da exigibilidade da prestação.²⁷

Sem prejuízo dessa necessária reflexão, vale registrar que já se cogitam, em doutrina, algumas possíveis *soluções alternativas* para o enfrentamento dessas questões. Assim sucede, por exemplo, com as proposições de inclusão de *código autodestrutivo ou suicida* capaz de suspender temporariamente ou encerrar definitivamente o funcionamento do *smart contract*, ou de pré-definição de usuários qualificados com poder de ingerência sobre o *smart contract* (REY, 2019, p. 21). Trata-se de proposições ainda não plenamente desenvolvidas ou testadas, mas que corroboram a premência das reflexões indicadas.

5 Conclusão

As novas tecnologias renovam diuturnamente os instrumentos de gestão do risco contratual. Exemplo emblemático dessa constante renovação pode ser extraído da incorporação da inteligência artificial e dos *smart contracts* à *práxis* dos contratos. Precisamente por isso, dedicou-se o presente estudo à investigação tanto da adequação desses mecanismos para o escopo de gestão do risco contratual quanto da sua conformidade à ordem jurídica nacional. Nesse percurso, demarcaram-se diversos sinais de alerta merecedores de reflexão detida por parte da comunidade acadêmica.

Sem qualquer pretensão de equacionamento definitivo das questões aventadas, espera-se que as considerações desenvolvidas possam estimular a necessidade de análise da difusão das novas tecnologias no universo dos contratos. Trata-se de empreitada complexa, mas a imprevisibilidade dos seus resultados não há de esmorecer o ímpeto da investigação.

Referências

- ALVAREZ, Felipe Oliveira de Castro Rodriguez. Novas tecnologias: o direito e o diálogo com o *blockchain* – perspectivas jurídicas sob o prisma do direito civil. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 2, p. 10-25, jan./mar. 2019.
- AMARAL, Francisco. **Direito civil**: introdução. 7. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.
- ARROSI, Letícia Soster. A resignificação de institutos e instrumentos jurídicos tradicionais no centro dos negócios digitais: “internetização” da vida, compartilhamento e *smart contracts*. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 7, p. 1-19, abr./jun. 2020.
- AZEREDO, João Fábio Azevedo e. **Reflexos do emprego de sistemas de inteligência artificial nos contratos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- BANDEIRA, Paula Greco. O contrato como instrumento de gestão de riscos e o princípio do equilíbrio contratual. **Revista de Direito Privado**, São Paulo, v. 65, p. 195-208, jan./mar. 2016.
- BARCELLONA, Mario. Appunti a proposito di obbligo di rinegoziazione e gestione delle sopravvenienze. **Europa e Diritto Privato**, Milano, p. 467-501, 2003.
- CHAVES, João Leandro Pereira. A aplicação de *smart contracts* nos contratos de derivativos. **Revista de Direito Bancário e do Mercado de Capitais**, São Paulo, v. 87, p. 151-168, jan./mar. 2020.

²⁶ Para uma análise dos limites da autotutela no plano geral das relações contratuais, bem como no plano específico dos *smart contracts*, remete-se, respectivamente, a Salles, 2019, *passim*, e Wanderley, 2020, item 2.

²⁷ Trata-se de reflexão com inspiração similar àquela que conduz a investigação sobre a legitimidade das cláusula *solve et repete*, como ressalta Daniela Di Sabato: “Com o objetivo de tutelar as razões das partes envolvidas na execução automatizada, cria-se, de fato, uma condição semelhante àquela que deriva de uma cláusula *solve et repete*, limitativa da faculdade de proposição das exceções. Ao adotarem o *smart contract*, os contratantes aceitam convencionalmente essa modalidade de execução, com isso renunciando aos instrumentos de autotutela que o ordenamento geralmente lhes disponibiliza” (SABATO, 2017, p. 412-413, tradução livre). Para o desenvolvimento da análise acerca das cláusulas *solve et repete* à luz da experiência brasileira, remete-se a Silva; Silva, 2020, *passim*.

CHOPRA, Samir; WHITE, Laurence. Artificial agents and the contracting problem: a solution via an agency analysis. **Journal of Law, Technology & Policy**, Illinois, n. 3, p. 363-403, 2009.

CORREA, Rafael da Cruz. *Smart contracts* à luz dos princípios contratuais brasileiros. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 4, p. 1-19, jul./set. 2019.

DIGNUM, Virginia (coord.). **Responsible artificial intelligence: how to develop and use AI in a responsible Way**. Cham: Springer, 2019.

DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. *Smart contracts: conceitos, limitações, aplicabilidade e desafios*. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, Lisboa, ano 4, n. 6, p. 2.771-2.808, 2018. Disponível em: <https://www.cidp.pt/publicacao/revista-juridica-lusobrasileira-ano-4-2018-n6/182>. Acesso em: 10 out. 2020.

EFING, Antonio Carlos; SANTOS, Adrielly Pinho dos. Análise dos *smart contracts* à luz do princípio da função social dos contratos no direito brasileiro. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 49-64, ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/755>. Acesso em: 10 out. 2020.

FABRE, Régis. Les clauses d'adaptation dans les contrats. **Revue Trimestrielle de Droit Civil**, Paris, n. 82, p. 1-30, 1983.

FORGIONI, Paula A. A interpretação dos negócios jurídicos II – alteração do art. 113 do Código Civil: art. 7º. In: MARQUES NETO, Floriano Peixoto; RODRIGUES JR., Otavio Luiz; LEONARDO, Rodrigo Xavier. **Comentários à Lei da Liberdade Econômica: Lei 13.874/2019**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019. p. 363-394.

FRAZÃO, Ana. Liberdade de contratar e alocação de riscos. **Jota**, 10 jun. 2020. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/constituicao-empresa-e-mercado/liberdade-de-contratar-e-alocacao-de-riscos-10062020>. Acesso em: 12 jun. 2020.

FRIGNANI, Aldo. La *hardship clause* nei contratti internazionali e le tecniche di allocazione dei rischi negli ordinamenti di Civil e di Common Law. **Rivista di Diritto Civile**, Padova, ano 25, *Parte Prima*, p. 680-712, 1979.

GOMES, Delber Pinto. Contratos *ex machina*: breves notas sobre a introdução da tecnologia *Blockchain* e *Smart Contracts*. **Revista Electrónica de Direito**, Porto, v. 17, n. 3, p. 39-55, out. 2018. Disponível em: <https://cije.up.pt/pt/red/edicoes-anteriores/2018-nordm-3/contratos-ex-machina-breves-notas-sobre-a-introducao-da-tecnologia-blockchain-e-smart-contracts/>. Acesso em: 10 out. 2020

GOMES, Orlando. **Contratos**. 18. ed. Atualização de Humberto Theodoro Júnior. Rio de Janeiro: Forense, 1999.

MARTINS-COSTA, Judith. A cláusula de *hardship* e a obrigação de renegociar nos contratos de longa duração. **Revista de Arbitragem e Mediação**, São Paulo, ano 7, n. 25, p. 11-39, abr./jun. 2010.

MELO, Marco Aurélio Bezerra de. Art. 481 [verbete]. In: SCHREIBER, Anderson; TARTUCE, Flávio; SIMÃO, José Fernando; MELO, Marco Aurélio Bezerra de; DELGADO, Mário Luiz. **Código Civil comentado: doutrina e jurisprudência**. Rio de Janeiro: Forense, 2019.

MIK, Eliza. Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. **Law, Innovation & Technology**, United Kingdom, v. 9, n. 2, p. 269-300, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468>. Acesso em: 10 out. 2020.

MIRAGEM, Bruno. Novo paradigma tecnológico, mercado de consumo digital e o Direito do Consumidor. **Revista de Direito do Consumidor**, São Paulo, v. 125, p. 17-62, set./out. 2019.

MIRAGEM, Bruno; PETERSEN, Luiza. Seguro e inteligência artificial: novo paradigma tecnológico e seus reflexos na causa e na estrutura do contrato de seguro. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (coord.). **O Direito civil na era da inteligência artificial**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. p. 489-516.

MOREIRA, Rodrigo. Investigação preliminar sobre o *blockchain* e os *smart contracts*. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 3, p. 1-17, abr./jun. 2019.

- MULHOLLAND, Caitlin. Responsabilidade civil e processos decisórios autônomos em sistemas de Inteligência Artificial (IA): autonomia, imputabilidade e responsabilidade. *In*: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (coord.). **Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019. p. 325-348.
- PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de direito civil: contratos**. 16. ed. Atualização: Regis Fichtner. Rio de Janeiro: Forense, 2012. v. 3.
- REY, Jorge Feliu. Smart contract: conceito, ecossistema e principais questões de direito privado. **Revista Eletrônica Direito e Sociedade**, Canoas, v. 7, n. 3, p. 1-25, 2019. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/redes/article/view/6120>. Acesso em: 10 out. 2020.
- ROCHA, Raphael Vieira da Fonseca; PEREIRA, Débora de Oliveira; BRAGANÇA JUNIOR, Sergio Henrique Fernandes. *Blockchain e smart contracts: como a tecnologia está mudando a intermediação e o direito empresarial*. **Cadernos de Direito - Unifeso**, Teresópolis, v. 1, n. 2, p. 37-57, 2018. Disponível em: <http://www.revista.unifeso.edu.br/index.php/cadernosdedireitounifeso/issue/current/showToc>. Acesso em: 10 out. 2020.
- RODRIGUES JR., Otavio Luiz; LEONARDO, Rodrigo Xavier; PRADO, Augusto César Lukascheck. A liberdade contratual e a função social do contrato – alteração do art. 421-A do Código Civil: art. 7º. *In*: MARQUES NETO, Floriano Peixoto; RODRIGUES JR., Otavio Luiz; LEONARDO, Rodrigo Xavier. **Comentários à Lei da Liberdade Econômica: Lei 13.874/2019**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019. p. 309-326.
- SABATO, Daniela Di. Gli *smart contracts: robot* che gestiscono il rischio contrattuale. *In*: PERLINGIERI, Giovanni; FACHECHI, Alessia (org.). **Ragionevolezza e proporzionalità nel diritto contemporaneo**. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, 2017. p. 387-414. t. I.
- SALLES, Raquel Bellini. **Autotutela nas relações contratuais**. Rio de Janeiro: Processo, 2019.
- SCHECHTMAN, David Casz. Introdução a *smart contracts*. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 4, p. 1-15, jul./set. 2019.
- SCHREIBER, Anderson. **Equilíbrio contratual e dever de renegociar**. São Paulo: Saraiva, 2018.
- SIERRA, Juan Jorge Almonacid; ÁVILA, Yeisson Coronel. Aplicabilidad de la inteligencia artificial y la tecnología *blockchain* en el derecho contractual privado. **Revista de Derecho Privado**, Bogotá, n. 38, p. 119-142, ene./jun. 2020. Disponível em: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/derpri/article/view/6298>. Acesso em: 10 out. 2020.
- SILVA, Rodrigo da Guia. Novas perspectivas da exceção de contrato não cumprido: repercussões da boa-fé objetiva sobre o sinalagma contratual. **Revista de Direito Privado**, São Paulo, ano 18, v. 78, p. 43-83, jun. 2017.
- SILVA, Rodrigo da Guia. Remédios no direito privado: tutela das situações jurídicas subjetivas em perspectiva civil-constitucional. **Revista de Direito Privado**, São Paulo, v. 98, p. 255-303, mar./abr. 2019.
- SILVA, Rodrigo da Guia; NOGAROLI, Rafaella. Utilização da inteligência artificial na análise diagnóstica da COVID-19: benefícios, riscos e repercussões sobre a responsabilidade civil do médico. *In*: MONTEIRO FILHO, Carlos Edison do Rêgo; ROSENVALD, Nelson; DENSA, Roberta (coord.). **Coronavírus e responsabilidade civil: impactos contratuais e extracontratuais**. Indaiatuba: Foco, 2020. p. 293-300.
- SILVA, Rodrigo da Guia; PINTO, Melanie Dreyer Breitenbach. Contratos inteligentes (*smart contracts*): esses estranhos (des)conhecidos. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 5, out./dez. 2019.
- SILVA, Rodrigo da Guia; SILVA, Jeniffer Gomes da. Cláusulas *solvo et repete*: perspectivas de atuação da autonomia privada na (de)limitação das exceções oponíveis pelo devedor. **Revista Eletrônica da Procuradoria Geral do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 3 n. 1, p. 1-40, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://revistaeletronica.pge.rj.gov.br/pge/article/view/109>. Acesso em: 10 out. 2020.

SKLAROFF, Jeremy M. Smart Contracts and the Cost of Inflexibility. **University of Pennsylvania Law Review**, Pennsylvania, v. 166, p. 263-303, 2017. Disponível em: https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=prize_papers. Acesso em: 10 out. 2020.

SOUZA, Eduardo Nunes de. De volta à causa contratual: aplicações da função negocial nas invalidades e nas vicissitudes supervenientes do contrato. **Civilistica.com**, Rio de Janeiro, ano 8, n. 2, p. 1-53, 2019. Disponível em: <http://civilistica.com/de-volta-a-causa-contratual/>. Acesso em: 10 out. 2020.

STELLA, Julio Cesar. Moedas virtuais no Brasil: como enquadrar as criptomoedas. **Revista da Procuradoria-Geral do Banco Central**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 149-162, dez. 2017.

SZABO, Nick. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. **First Monday**, [S.l.], v. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/548>. Acesso em: 14 jun. 2020.

TARTUCE, Flávio. A “Lei da Liberdade Econômica” (Lei n. 13.874/2019) e as principais mudanças no âmbito do direito contratual. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, Lisboa, ano 6, n. 1, p. 1.005-1.020, 2020. Disponível em: <https://www.cidp.pt/publicacao/revista-juridica-lusobrasileira-ano-6-2020-n-1/203>. Acesso em: 10 out. 2020.

TARTUCE, Flávio. **Manual de direito civil**: volume único. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019.

TEPEDINO, Gustavo; BANDEIRA, Paula Greco; KONDER, Carlos Nelson. **Fundamentos do direito civil**: contratos. Rio de Janeiro: Forense, 2020. v.3.

TEPEDINO, Gustavo; BARBOZA, Heloisa Helena; MORAES, Maria Celina Bodin de. **Código Civil interpretado conforme a Constituição da República**. 2. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2012. v. 2.

TEPEDINO, Gustavo; CAVALCANTI, Laís. Notas sobre as alterações promovidas pela lei nº 13.874/2019 nos artigos 50, 113 e 421 do Código Civil. In: SALOMÃO, Luis Felipe; CUEVA, Ricardo Villas Bôas; FRAZÃO, Ana (coord.). **Lei de Liberdade Econômica e seus impactos no direito brasileiro**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. p. 487-514.

TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia. Desafios da inteligência artificial em matéria de responsabilidade civil. **Revista Brasileira de Direito Civil**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 61-86, jul./set. 2019. Disponível em: <https://rbdcivil.ibdcivil.org.br/rbdc/article/viewFile/465/308>. Acesso em: 10 out. 2020.

TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia. Inteligência artificial, *smart contracts* e gestão do risco contratual. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (coord.). **O Direito Civil na era da inteligência artificial**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. p. 373-396.

TERRA, Aline de Miranda Valverde. **Cláusula resolutiva expressa**. Belo Horizonte: Fórum, 2017.

TERRA, Aline de Miranda Valverde; SANTOS, Deborah Pereira Pinto dos. Do *pacta sunt servanda* ao *code is law*: breves notas sobre a codificação de comportamentos e os controles de legalidade nos *smart contracts*. In: TEPEDINO, Gustavo; SILVA, Rodrigo da Guia (coord.). **O direito civil na era da inteligência artificial**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. p. 397-409.

VENOSA, Sílvio de Salvo. **Direito civil**: contratos em espécie. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2013. v. 3.

WANDERLEY, Gabriela de Sá Ramires. *Smart contracts*: uma nova era do direito obrigacional?. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias**, São Paulo, v. 7, abr./jun. 2020.

WILLIAMS, Spencer. Predictive Contracting. **Columbia Business Law Review**, Columbia, n. 2, p. 621-695, 2019. Disponível em: <https://journals.library.columbia.edu/index.php/CBLR/article/view/3425>. Acesso em: 10 out. 2020.

Recebido em: 12/10/2020

Aprovado em: 07/12/2020