

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Direito**

**Programa de Pós-Graduação em Direito**

Gabriel Gonçalves Santos

**Smart Contracts: Conceitos, limitações e potencialidades**

Belo Horizonte

2022

Gabriel Gonçalves Santos

**Smart Contracts: Conceitos, limitações e potencialidades**

Dissertação, orientada pelo Prof. Dr. Fábio Queiroz Pereira, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais, na área de concentração: Direito e Justiça, Linha de Pesquisa: 3. História, Poder e Liberdade, área de estudos: H-09 – Direito Civil na Interdisciplinaridade, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Direito.

Belo Horizonte  
2022

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Junio Martins Lourenço - CRB-6/3167.

S237s Santos, Gabriel Gonçalves  
Smart contracts [manuscrito]: conceitos, limitações e  
potencialidades / Gabriel Gonçalves Santos.-- 2022.  
138 f.: il.

Orientador: Fábio Queiroz Pereira.  
Dissertação (mestrado) - Unioversidade Federal de Minas  
Gerais, Faculdade de Direito.  
Bibliografia: f. 129-138.

1. Direito civil - Teses. 2. Contratos - Teses.  
3. Blockchains (base de dados). 4. Inteligência artificial  
- Teses. I. Pereira, Fabio Queiroz. II. Universidade Federal  
de Minas Gerais - Faculdade de Direito. III. Título.

CDU: 347.44



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

UFMG

## ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DO ALUNO GABRIEL GONÇALVES SANTOS

Realizou-se, no dia 23 de agosto de 2022, às 14:00 horas, Faculdade de Direito da UFMG, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *Smart Contracts: Conceitos, limitações e potencialidades*, apresentada por GABRIEL GONÇALVES SANTOS, número de registro 2020654800, graduado no curso de DIREITO, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em DIREITO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Fabio Queiroz Pereira - Orientador (UFMG), Prof(a). Mariana Alves Lara (UFMG), Prof(a). Daniel de Pádua Andrade (UFV).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada, tendo obtido a nota 90.

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 23 de agosto de 2022.

Prof(a). Fabio Queiroz Pereira ( Doutor ) nota 90.

Prof(a). Mariana Alves Lara ( Doutora ) nota 90.

Prof(a). Daniel de Pádua Andrade ( Doutor ) nota 90.

## AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos devem ser breves, assim estrategicamente optado para não se incorrer no erro de se alongar em demasia e se esquecer daqueles que, com razão, foram parte deste trabalho.

À Universidade Federal de Minas Gerais, na qual já me encontro há 12 anos (quase metade da minha vida!), atribuo as páginas seguintes. Foi-me, durante este tempo, verdadeira *alma mater*, e, a esta altura, talvez já esteja cansada de me ver. Espero retribuir, com o que aqui escrevi, um pouco do que me alimentara.

Ao prof. Fábio, a coautoria desta investigação. Foram muitos os devaneios, ideias ruins e impraticáveis, felizmente abandonadas; deu-me as ferramentas - e a liberdade para manuseá-las – necessárias para fazê-lo.

À minha família, em especial minha mãe, agradeço pelo amor, uma palavra que, quando bem expressada, enche-se de significados tão vastos e fabulosos que explicam o porquê de ser esse o sentimento mais desejado, mais difundido e pregado.

Aos amigos, por terem feito destes dois anos e meio, nos quais vivemos todos momentos tão inimagináveis, nos quais suportamos uma distópica pandemia, um tempo bem vivido.

*Perguntei a um homem o que era o direito. Ele me respondeu que era a garantia do exercício da possibilidade. Esse homem chamava-se Galli Mathias. Comi-o.* (Oswald de Andrade. **Manifesto Antropófago**)

## RESUMO

Neste trabalho, investiga-se um novo fenômeno jurídico-computacional: os *smart contracts* ou contratos inteligentes, por meio da abordagem transdisciplinar. Busca-se: no Capítulo 1, compreender a tecnologia que possibilita a existência desses contratos, qual seja, a *blockchain*; no Capítulo 2, analisar os *smart contracts* tanto do ponto de vista do ser (ontológico) quanto do dever-ser (deontológico), bem como se, para este, são eles de fato contratos no sentido legal; no Capítulo 3, refletir a concepção de *Lex Cryptographia*, identificar os pontos de fricção que os *smart contracts* geram em face do ordenamento jurídico e as potenciais soluções trazidas pela literatura. Ao longo da dissertação, trazem-se exemplos reais e hipotéticos de *smart contracts*, em relação aos quais se intenta repercutir as discussões teóricas, entre elas, a concepção de Lawrence Lessig sobre as quatro formas de regulação dos usuários no ciberespaço.

Palavras-chave: *Smart Contracts*; Contratos Inteligentes; Direito Contratual; *Blockchain*; Inovação.

## **ABSTRACT**

In this work, it is investigated a new legal-computational phenomenon: smart contracts, through a transdisciplinary methodology. It seeks: in Chapter 1, to understand the technology that enables the existence of these contracts; in Chapter 2, to analyze smart contracts both the “is” (ontological) and the “ought” (deontological) points of views, as well as if smart contracts are in fact contracts in the legal sense; in Chapter 3, to ponder the idea of Lex Cryptographia, identify sticking points that smart contracts generate in face of the legal system and potential solutions presented by academic literature. Throughout this dissertation, real and hypothetical examples of smart contracts are brought, to which it is intended to reflect the theoretical discussions, including the conception of Lawrence Lessig about the four modalities to constrain users’ behavior in cyberspace.

**Key-words:** Smart Contracts; Contract Law; Blockchain; Innovation

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. A TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i> .....</b>	<b>16</b>
2.1 Os Pioneiros .....	16
2.2 O Problema da Confiança .....	18
2.3 A Tecnologia <i>Blockchain</i> : Conceito e funcionamento .....	19
2.3.1 A Rede <i>Ethereum</i> .....	27
2.4 <i>Lex Cryptographia</i> .....	29
2.5 Aplicações Não Contratuais da <i>Blockchain</i> .....	32
2.5.1 Administração de Dados Pessoais .....	32
2.5.2 Governança Pública e Serviços de Saúde e Educação .....	32
2.5.3 Serviços Cartoriais .....	33
2.5.4 Como Testar na Revolução 4.0? .....	35
<b>3. SMART CONTRACTS.....</b>	<b>37</b>
3.1 Smart Contracts no Plano do Ser: Definindo-os .....	38
3.1.1 Conceitos Encontrados na Literatura e em Legislações Alienígenas.....	40
3.1.2 Tecnologia <i>Blockchain</i> : Condição <i>sine qua non</i> ? .....	45
3.1.3 Inteligência Artificial: Uso implícito?.....	47
3.2 Principais Características dos <i>Smart Contracts</i> .....	50
3.3 <i>Smart Contracts</i> Ainda no Plano do Ser: Exemplos reais e hipotéticos .....	55
3.3.1 Arcabouço Conceitual .....	55
3.3.2 Oráculos .....	57
3.3.3 <i>Smart Contracts</i> Aplicados: Exemplos reais e hipotéticos .....	60
3.4 <i>Smart Contract</i> : Tipo ou forma contratual?.....	82
<b>4. LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DOS <i>SMART CONTRACTS</i>.....</b>	<b>86</b>
4.1 Quais Os Problemas a Serem Dirimidos?.....	92
4.2 Estudos de Casos .....	99
4.3 Possíveis Soluções .....	106
4.3.1 <i>Ricardian Contracts</i> (Contratos Ricardianos).....	107
4.3.2 <i>Templates</i> .....	111
4.3.3 Funções Que Interrompem Ou Modificam Um <i>Smart Contract</i> .....	114
4.3.4 Controle Judicial <i>Ex Post</i> .....	117
4.4. As Quatro Formas de Regulação de Lawrence Lessig e Os <i>Smart Contracts</i> .....	120
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>122</b>

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>129</b>
---	------------

## 1. INTRODUÇÃO

A engenhosidade humana é tão pródiga em criar soluções quanto problemas; e em solucioná-los e, intencionalmente ou não, criar daí novos problemas que exigem novas soluções. E assim vão se movendo os seres humanos, imparáveis por seres alimentados por seus espíritos, irremediáveis e inatos, e refináveis pelo livre intercâmbio.

Este trabalho busca analisar não apenas uma única inovação, fruto do trabalho solitário de um tecnólogo. Tais descobertas, se já foram possíveis outrora, há bom tempo não o são. Nem se pretende fixar no novo, desprezando não só o que já fora concluído e feito, mas também atenção ao esforço alheio, legado. É uma homenagem aos que conseguiram considerar o mundo como uma universalidade.

As últimas décadas são caracterizadas por um impacto tão grande provocado pelo avanço da tecnologia digital na economia, na política, na cultura, que se pode mesmo considerar essas transformações uma “revolução”.<sup>1</sup> Seria a Quarta Revolução Industrial, ou a Revolução 4.0, numa notação bem característica dos negócios de ponta. Mas a inovação não só é uma consequência desses desenvolvimentos; é de fato uma necessidade econômica premente, ativamente buscada, e o ator que perde esse ritmo está fadado à exclusão na ultracompetitiva economia global.<sup>2</sup>

Juristas, conforme Marcelo Corrales, Mark Fenwick e Helena Haapio, são corriqueiramente vistos como entraves à inovação: não priorizam o que é de fato relevante, não sabem escutar e são inflexíveis. Os autores defendem que os profissionais legais - não só para se manterem relevantes em um mundo de rápida mudança, mas também para a construção de uma sociedade melhor - devem adotar uma nova postura: lidar com novas tecnologias; aprender e trabalhar com tecnólogos; e, em vez de simplesmente se esforçarem

---

<sup>1</sup> FENWICK, Mark; VERMEULEN Erik P. M. **The Lawyer of The Future As “Transaction Engineer”**: Digital technologies and the disruption of the legal profession. *In*: CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark; HAPIO, Helena. *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*. Singapore: Springer, 2019. p. 253-272. p. 253-254.

<sup>2</sup> CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts and Contract Law**. *In*: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18. p. 3.

para encaixar a inovação na arquitetura legal existente, buscar soluções inteligentes aos novos problemas.<sup>3</sup>

E, somando-se ao quadro, tem-se ainda que, conforme Larry A. DiMatteo, Michel Cannarsa e Cristina Poncibò, a lei tende a ser muito mais reativa do que proativa; não consegue acompanhar a rapidez das mudanças provocadas pelo desenvolvimento técnico-científico e as mutações sociais acarretadas. Os autores ainda salientam que, para não destruir a inovação, é comum que governos retardem a regulação de indústrias inovadoras;<sup>4</sup> há um *trade off* entre não impossibilitar a inovação e regulá-la tarde demais, como quiçá ocorrera com a internet.<sup>5</sup>

Nas próximas páginas, ter-se-á como objetivo analisar um novo fenômeno jurídico-computacional: os *smart contracts*. Sua concepção, sem embargo, já é relativamente antiga, tendo sido cunhada por Nick Szabo em 1996 no *paper Smart Contracts: Building blocks for digital markets*, no qual o autor, após salientar a importância dos contratos para a economia de mercado, sustentou que, com os últimos desenvolvimentos de então na ciência da computação e na criptografia, uma variedade de cláusulas contratuais poderia ser formalizada em hardware e software.<sup>6</sup>

Todavia, os meios técnicos da altura não parecem ter sido suficientes para “tirar a ideia do papel”, o que mudou com o surgimento, em 2008, da primeira moeda efetivamente descentralizada: a Bitcoin. Sua tecnologia, a *blockchain*, é a espinha dorsal dos *smart contracts*.<sup>7</sup> Conforme Vitalik Buterin, se a Bitcoin tornou possível uma moeda

---

<sup>3</sup> CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark Fenwick; HAAPIO, Helena. **Digital Technologies, Legal Design and The Future of The Legal Profession**. In: CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark; HAAPIO, Helena. Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain. Singapore: Springer, 2019. p. 1-15. p. 09-10.

<sup>4</sup> CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts and Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18. p. 3-4.

<sup>5</sup> FINCK, Michele. **Blockchains: Regulating the unknown**. German Law Journal. Frankfurt: German Law Journal, v. 19, n. 04, p. 665-692, jul. 2018. p. 666.

<sup>6</sup> SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets**. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html). Acessado em: 10 nov. 2019. p. 1-3.

<sup>7</sup> CATCHLOVE, Paul. **Smart Contracts: A new era of contract use**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3090226](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226) Acessado em: 11 mar. 2021. p. 1.

descentralizada, não governamental, independente de bancos ou de lastro, ela também fez viável os *smart contracts*, um segundo desdobramento da mesma importância.<sup>8</sup>

Para Paul Catchlove, a *blockchain* e os *smart contracts* têm o potencial de revolucionar o direito contratual. Sem embargo, sustenta que a falta de mais estudos sobre o tema impede a compreensão se o atual arcabouço legal é suficiente para regulá-los ou se é necessário colocar em movimento o legislador.<sup>9</sup>

Eliza Mik, a seu turno, aduz que o estudo legal dos *smart contracts* é dificultado, porque o fenômeno se originou de trabalhos da área da ciência da computação, nos quais muitos termos legais são mal-empregados, o que se agrava pelo fato de a tecnologia ser complexa à juristas.<sup>10</sup>

Mateja Durovic e André Janssen vão no mesmo sentido: para eles, a literatura sobre o tema é ainda escarça ao se considerar o impacto que os *smart contracts* podem gerar, e resta por responder: i) se são eles efetivamente contratos, no sentido legal; ii) se representam uma inovação disruptiva para o direito contratual; e iii) quais são seus potenciais benefícios e ameaças.<sup>11</sup>

Não obstante a definição pioneira de Nick Szabo, que os descreve como: “[...] um conjunto de promessas, especificado em forma digital, incluindo protocolos nos quais as partes executam outras promessas”,<sup>12</sup> nem sequer há consenso, aponta Riccardo de Caria, sobre a descrição dos *smart contracts*, *i. e.*, seu conceito no plano do ser (de um ponto de vista

---

<sup>8</sup> BUTERIN, Vitalik. **Ethereum White Paper: A next generation smart contract & decentralized application platform.** Disponível em: [https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum white papera next generation smart contract and decentralized application platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum%20white%20paper%20next%20generation%20smart%20contract%20and%20decentralized%20application%20platform-vitalik-buterin.pdf) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 1.

<sup>9</sup> CATCHLOVE, Paul. **Smart Contracts: A new era of contract use.** Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3090226](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226) Acessado em: 11 mar. 2021. p. 16.

<sup>10</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity.** Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 2.

<sup>11</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts Under Contract Law.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61.

<sup>12</sup> Nos original: “[...] *a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on the other promises*”. SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets.** p. 01-23. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html). Acessado em: 10 set. 2019. p. 2.

objetivo, o que, exatamente, são eles? como funcionam?). E, como bem aduzido pelo autor italiano, uma precisão conceitual é indispensável à devida análise das consequências legais do fenômeno.<sup>13</sup>

Ademais, Eliza Mik salienta que muito do que se diz sobre o assunto está embebido pela ideologia a que se filiavam seus primeiros desenvolvedores,<sup>14</sup> qual seja, a libertária, caracterizada pelo ceticismo no poder centralizado e pelo apoio ao livre mercado. O propósito dos governos seria exclusivamente proteger certos direitos mínimos, entre eles, a propriedade privada. Nesse diapasão, os *smart contracts* seriam a ferramenta ideal para romper com o monopólio estatal na aplicação da justiça,<sup>15</sup> mais especificamente, o respeito ao que fora acordado: *pacta sunt servanda*.

Enfim, parece claro que os *smart contracts* carecem de estudos legais aprofundados; sua tecnologia é bastante complexa e precisa ser compreendida para se analisar adequadamente esse fenômeno jurídico-computacional; há uma ausência de conceituação; e esses fatores impedem o entendimento do impacto que podem produzir no direito e, como um todo, na sociedade. Somando-se a tudo isso, tem-se a forte carga ideológica que move o ímpeto dos desenvolvedores e defensores da *blockchain* e das possibilidades que ela comporta.

Neste estudo, buscar-se-á apreender os *smart contracts* tanto no plano do ser (o que são e como funcionam?) quanto no plano do dever-ser (são eles contratos?). Afinal, se não é o ser o fundamento do dever-ser, é sua condição,<sup>16</sup> o que, no caso dos *smart contracts*, como

---

<sup>13</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts:** Between law and code. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 19-21.

<sup>14</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts:** Terminology, technical limitations and real world complexity. *Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf> Acessado em: 11 mar. 2021. p. 2.

<sup>15</sup> RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. *George Town Law Technology Review*, vol. 1, n. 305, 2017, p. 305-341. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166) Acessado em: 11 mar. 2021. p. 334-336.

<sup>16</sup> Nesse ponto, é interessante trazer a conclusão de Alexandre Travessoni Gomes Trivisonno sobre a distinção efetuada por Hans Kelsen entre dever-ser e ser: “o dever-ser (validade) e o ser (eficácia) não são a mesma coisa, e este não é o fundamento daquele; é apenas condição. A eficácia é, pois, *conditio sine qua non* da validade, enquanto a *conditio per quam* dessa validade só pode ser uma norma superior”. TRIVISONNO, Alexandre Travessoni Gomes. **O Fundamento de Validade do Direito: Kant e Kelsen**. ampl. 2. ed. Mandamentos: Belo Horizonte, 2004. p. 206. Nas palavras do próprio Hans Kelsen: “um mínimo de eficácia (como sói dizer-se) é a condição da sua vigência. No entanto, deve existir a possibilidade de uma conduta em desarmonia com a norma. Uma norma que preceituasse um certo evento que de antemão se sabe que necessariamente se tem de verificar, sempre e em toda a parte, por força de uma lei natural, seria tão absurda como uma norma que preceituasse um

fenômeno que sequer se sabe, com precisão, as características do objeto, força estudar, conjuntamente aos aspectos legais, sua tecnologia subjacente. Ademais, naturalmente, resta compreender suas potencialidades e seus limites: são eles de fato disruptivos e, se sim, até que ponto? Essa pergunta é mesmo um desdobramento óbvio de toda nova técnica, porque qual o sentido de inovar se em nada se altera? Seria uma contradição.

Esse complexo fenômeno parece ser um bom exemplo do que John van Breda considera como característica da Contemporaneidade: a multiplicação de crises e problemas, numa escala única na história da humanidade; mas não só pela proliferação, mas igualmente pela amplitude: agora, global.<sup>17</sup>

Ainda conforme o autor, vê-se igualmente, no corrente momento, uma multiplicação de disciplinas: em suas palavras, “*a disciplinary big bang*”. Todavia, essa compartimentação do conhecimento não é capaz de apresentar respostas às complexidades que se enfrenta. É necessária uma abordagem tão abrangente quanto: transdisciplinar.<sup>18</sup>

Esta, conforme definição de Basarab Nicolescu, caracteriza-se por “[...] se preocupar com o que está simultaneamente entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas, e além de todas as disciplinas. Seu objetivo é compreender o mundo presente, no qual um dos imperativos é a unicidade do conhecimento”. O que, sem embargo, não significa a abolição das disciplinas, mas se trata de uma maneira complementar de compreender a realidade. Afinal, conforme defende o autor, não há transdisciplinaridade sem disciplinaridade.<sup>19</sup>

Neste trabalho, propõe-se analisar o fenômeno dos *smart contracts* por uma abordagem unitária, *i. e.*, entende-se não ser possível compreendê-los desconsiderando

certo fato que de antemão se sabe que de forma alguma se poderá verificar, igualmente por força de uma lei natural”. KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito**. Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 8.

<sup>17</sup> BREDA, John van. **Towards a Transdisciplinary Hermeneutics**: A new way of building the scientific mind for learning in the perspective of complex and long-term change. Disponível em: <http://www.learndev.org/dl/BtSM2007/JohnVanBreda.pdf> Acessado em: 12 mar. 2021. np.

<sup>18</sup> BREDA, John van. **Towards a Transdisciplinary Hermeneutics**: A new way of building the scientific mind for learning in the perspective of complex and long-term change. Disponível em: <http://www.learndev.org/dl/BtSM2007/JohnVanBreda.pdf> Acessado em: 12 mar. 2021. np.

<sup>19</sup> No original: “[...] concerns that which is at once between the disciplines, across the different disciplines, and beyond all disciplines. Its goal is the understanding of the present world, of which one of the imperatives is the unity of knowledge.” NICOLESCU, Basarab. **Methodology of Transdisciplinarity**: Levels of reality, logic of the included middle and complexity. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, vol. 1, n. 1, dez. 2020, p. 19-38. p. 22.

quaisquer de seus aspectos: filosóficos<sup>20</sup>, jurídicos ou tecnológicos. Empreender-se-á não somente o estudo desses pontos de maneira isolada ou complementar, mas com o entendimento de ser o mundo uno.

---

<sup>20</sup> Salienta-se que se reconhece ser a abordagem filosófica, neste trabalho, bastante limitada, mas, ainda assim, optou-se por não se passar ao largo dela.

## 2. A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

Como ocorre na maior parte da literatura sobre os *smart contracts*, neste trabalho, opta-se por começar a estudar esse fenômeno jurídico-computacional pela explicação de sua espinha dorsal, *i. e.*, da tecnologia que permite a existência deles: a *blockchain*. Apesar de sua complexidade, por envolver criptografia, redes e teoria dos jogos, como bem apontam Valentina Gatteschi, Fabrizio Lamberti e Claudio Demartini, sem entendê-la, é impossível estudar devidamente os impactos que os *smart contracts* produzem ou podem produzir na sociedade e no direito.<sup>21</sup> Ou seja, seria inviável desenvolver esta investigação.

A ideia dos *smart contracts* foi cunhada por Nick Szabo ainda em 1996, em seu *paper Smart Contracts: Building blocks for digital markets*. No entanto, foi somente com o desenvolvimento da *blockchain*, em 2008, no auge da crise financeira, que a ideia pôde tomar concretude.<sup>22</sup> A essa tecnologia, dedicar-se-ão as próximas páginas, sem se ignorar os ideais libertários que moveram seus desenvolvedores, porque, sem sombra de dúvida, conforme será visto ao longo deste trabalho, esta não é uma tecnologia despida de valores ético-políticos.

### 2.1 Os Pioneiros

A tecnologia *blockchain* é fruto do trabalho de um grupo de desenvolvedores, espontâneo, denominado *cyberpunk*, com origem ainda nos anos de 1970. De caráter libertário, ou mesmo anarcocapitalista, seus membros tinham a concepção de que a sociedade se beneficiaria de uma ingerência mínima do Estado na vida das pessoas, ou até de sua completa ausência.<sup>23</sup> Temiam, como testemunhas do pulsante desenvolvimento técnico-científico da Terceira Revolução Industrial, que, sem os devidos “freios e contrapesos”, a moderna computação reduziria as liberdades individuais, ao permitir uma vigilância perniciososa de governos e corporações na vida dos cidadãos.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 38.

<sup>22</sup> CATCHLOVE, Paul. **Smart Contracts: A new era of contract use**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3090226](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226) Acessado em: 11 mar. 2021. p. 1.

<sup>23</sup> NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A comprehensive introduction**. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016. np.

<sup>24</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 18.

Todavia, não buscavam atingir esse ideal lançando mão dos mecanismos democráticos ou mesmo por meio das armas, mas sim pelo emprego da própria tecnologia. Acreditavam que, com o uso de fortes técnicas de criptografia, as pessoas poderiam proteger melhor a si mesmas e seus interesses do que pela tutela do Estado,<sup>25</sup> ou por meio de outras figuras de intermediação, como bancos e grandes corporações.<sup>26</sup> Para tanto, pensavam ser necessária a criação de uma moeda descentralizada,<sup>27</sup> *i. e.*, não estatal. Um longo caminho de desenvolvimento tecnológico teve de ser trilhado, e somente em 2008 o mundo viu nascer a primeira moeda descentralizada: a famosa Bitcoin, apresentada no *paper Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.<sup>28</sup>

Seu autor é o ainda anônimo Satoshi Nakamoto, e nem sequer se sabe se ele se trata de um único indivíduo ou de um grupo de tecnologistas. De todo modo, Satoshi Nakamoto contribuiu ativamente com o desenvolvimento da Bitcoin até dezembro de 2010, tendo desaparecido do público em abril do ano seguinte<sup>29</sup>. Apesar de ser completamente fluente em inglês, ainda que mesclasse as ortografias americana e britânica,<sup>30</sup> o anônimo desenvolvedor alegava ser cidadão japonês, nascido em 1975. Calcula-se que, em 2017, seria dono de cerca um milhão de *bitcoins*, uma fortuna que, naquele ano, valia aproximadamente US\$ 4 bilhões. Vários foram os que alegaram ser o inventor, mas, até hoje, nada dessa monstruosa riqueza foi gasto.<sup>31</sup>

---

<sup>25</sup> NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies**: A comprehensive introduction. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016. np.

<sup>26</sup> DiMATTEO, Larry A.; CANNARSA, Michel; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts and Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18. p. 4.

<sup>27</sup> Conforme Primavera de Filippi e Aaron Wright, a *blockchain* não é exatamente um “enorme pulo” tecnológico, mas fruto de décadas de desenvolvimento científico: a criptografia de chaves públicas foi inventada nos anos de 1970; redes *peer-to-peer* são empregadas também desde os anos de 1970; mecanismos de consenso, como a *proof-of-work*, surgiram na década de 1990; bancos de dados distribuídos são fruto dos anos 2000. Todas essas tecnologias serão analisadas neste capítulo. DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 5.

<sup>28</sup> NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies**: A comprehensive introduction. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016. np.

<sup>29</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin**: Unlocking digital crypto-currencies. Sebastopol: O’Reilly, 2014. p. 4.

<sup>30</sup> NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies**: A comprehensive introduction. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016. np.

<sup>31</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain**: A practical guide to developing business, law and technology solutions. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 11-12.

## 2.2 O Problema da Confiança

Como bem apontam Joseph J. Bambara e Paul R. Allen, o problema da confiança acompanha o ser humano desde o começo dos tempos<sup>32</sup> e se relaciona a questões, *e. g.*, como confiar, em uma relação comercial, que o completo estranho (porque não existe comércio que se limite ao interior da tribo, ou a conhecidos) cumprirá com sua palavra?

Buscando resolver esse problema, o ser humano criou uma profusão de instituições intermediárias,<sup>33</sup> meras abstrações, como os bancos, que garantem a liquidez do crédito; ou o Poder Judiciário, um órgão a que, partindo-se do pressuposto de ter ele o monopólio da força, pode-se recorrer para se ameaçar com uma sanção – eventualmente, aplicando-a - o estranho para que cumpra com sua palavra; ou ainda, os sistemas cartoriais, que atestam ser a assinatura legítima, ou que a propriedade do bem pertence a Bob e não a Alice.

Porém, com a *blockchain*, busca-se resolver tal problema não por meio de terceiros intermediários, mas pela tecnologia, e se promete, como declarou Satoshi Nakamoto, que, com essa criptomoeda, é possível a “[...] duas partes transacionem uma com a outra sem a necessidade de terceiros de confiança”.<sup>34</sup> Como bem apontado por Michele Finck, não se elimina o fator confiança, mas ele é transferido aos códigos e, conseqüentemente, àqueles que os desenvolveram.<sup>35</sup>

Para permiti-lo, precisou-se superar um obstáculo que, por muito tempo, minou as possibilidades de uma moeda descentralizada: o *double spending problem*, que consistia na então impossibilidade de se garantir, sem um intermediário, que uma mesma quantia (ou ativo) não fora gasta, simultaneamente, mais de uma vez.<sup>36</sup> A resposta de Satoshi Nakamoto a esse problema veio por meio da criação de um sistema “[...] par a par, com registro de data e

---

<sup>32</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 46.

<sup>33</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 47.

<sup>34</sup> No original: “[...] *two willing parties to transact directly with each other without the need for a trusted third party*”. NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acessado em: 10 ago. 2019. p. 1.

<sup>35</sup> FINCK, Michele. **Blockchains: Regulating the unknown**. *German Law Journal*. Frankfurt: German Law Journal, v. 19, n. 04, p. 665-692, Jul. 2018. p. 669.

<sup>36</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O’Reilly, 2014. p. 177.

hora e distribuído, para gerar prova computacional da ordem cronológica das transações”,<sup>37</sup> sobre o qual os aspectos técnicos serão explicados na próxima seção.

### 2.3 A Tecnologia *Blockchain*: Conceito e funcionamento

A *blockchain* pode ser definida, conforme Joseph J. Bambara e Paul R. Allen, em termos simples, como:

[...] um banco de dados que compreende uma efetiva cadeia de blocos de tamanhos fixos que incluem 1 a N transações, na qual cada transação adicionada a um novo bloco é validada e então inserida no bloco. Quando o bloco está completo, é adicionado ao fim da cadeia de blocos.<sup>38</sup>

Ou seja, trata-se de um banco de dados, porque, antes de tudo, ali se armazenam informações contábeis (transferências de criptomoedas entre Bob e Alice). E, diferentemente do que ocorre, por exemplo, na Dropbox, na qual o tráfego e o armazenamento de informações dependem dos servidores da companhia, a *Bitcoin* funciona semelhantemente à BitTorrent, cujos usuários podem carregar arquivos e compartilhá-los diretamente uns com os outros.<sup>39</sup>

Essas transações são reunidas em blocos de tamanhos fixos, *i. e.*, reúnem-se tais informações em unidades digitais com limites iguais de memória.<sup>40</sup> Quando completo, o bloco é adicionado ao fim da cadeia digital de blocos, em um processo contínuo. Eles são “encadeados” uns nos outros, em ordem cronológica e sequencial, de maneira que se usa a noção de “altura” - com referencial no *genesis block*, que inaugura a cadeia<sup>41</sup> - para se indicar um bloco qualquer, bem como o termo “topo” para o último a ter sido adicionado.<sup>42</sup>

---

<sup>37</sup> No original: “[...] *peer-to-peer distributed timestamp server to generate computational proof of the chronological order of transactions*”. NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin**: A peer-to-peer electronic cash system. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acessado em: 10 ago. 2019. p. 1

<sup>38</sup> No original: “[...] *a database encompassing a physical chain of fixed-length blocks that include 1 to N transactions, where each transaction added to a new block is validated and then inserted into the block. When the block is completed, it is added to the end of the existing chain of blocks*”. ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain**: A practical guide to developing business, law and technology solutions. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 1.

<sup>39</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain**: A practical guide to developing business, law and technology solutions. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 3.

<sup>40</sup> Na *blockchain* da Bitcoin, cada bloco tem, aproximadamente, 200 bytes. ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain**: A practical guide to developing business, law and technology solutions. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 1.

<sup>41</sup> Interessantemente, no *genesis block* da Bitcoin, Satoshi Nakamoto escondeu a seguinte mensagem: “The Times 03/jan/2009. Primeiro-Ministro à beira de um segundo resgate aos bancos”. No original: “*The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks*”. ANTONOPOULOS, Andres M. **Mastering Bitcoin**: Unlocking crypto-currencies. Sebastopol: O’Reilly, 2014. p. 167.

<sup>42</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin**: Unlocking digital crypto-currencies. Sebastopol: O’Reilly, 2014. p. 163.

Dizer que os blocos não se encontram isolados entre si significa afirmar que eles estão conectados por meio da função *hash*,<sup>43</sup> que, conforme Bruce Schneier, funciona “[...] como uma impressão digital: pequenos pedaços de dados que permitem identificar objetos digitais muito maiores”. Ainda de acordo com o criptógrafo, o *hash* se constitui em uma *one-way function*, porque qualquer um pode computá-lo de qualquer objeto digital – *i. e.*, tudo o que esteja em formato digital – mas é impossível que dois objetos digitais distintos (que não sejam cópias absolutamente idênticas), possuam o mesmo *hash*.<sup>44</sup>

Assim, cada bloco armazena o *hash* do anterior, sendo este chamado de *parent block* e, aquele, de *child block*. O *hash* do *parent block* é considerado no cálculo do *hash* do *child block*. Dessa forma, para se alterar qualquer informação de um bloco, com a consequente modificação de seu *hash*, é necessário recalcular todos os *hashes* dos blocos anteriores, em um verdadeiro efeito cascata.<sup>45</sup>

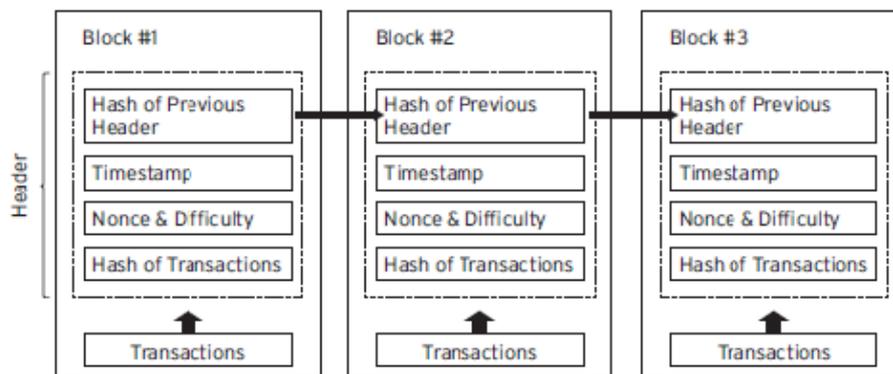


Figura 1 - *Blockchain*: Encadeamento de Blocos<sup>46</sup>

O cálculo do *hash*, ordinariamente, não é difícil, mas, engenhosamente, a arquitetura da *blockchain* faz com que seja: para se calcular o *hash* de um novo bloco, a ser adicionado à

<sup>43</sup> Trata-se de uma técnica de criptografia desenvolvida pela *U.S. Nation Security Agency* (NSA). DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 22.

<sup>44</sup> No original: “[...] like digital fingerprints: small pieces of data that can serve to identify much larger digital objects”. Ainda de acordo com Bruce Schneier, os valores *hashes* são, normalmente, códigos de somente 20 bytes. SCHNEIER, Bruce. **Secret & Lies: Digital security in a networked world**. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004. p. 94.

<sup>45</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O’Reilly, 2014. p. 163.

<sup>46</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 23.

cadeia, deve-se resolver, por meio do simples método de tentativa e erro, uma prova de trabalho (*proof-of-work*), *i. e.*, um *puzzle* ou problema matemático.<sup>47</sup>

Esse processo de resolução é o que se denomina de mineração (*mining*) e é levado a cabo pelos nós ou mineradores (*nodes* ou *miners*) da rede. Trata-se dos próprios usuários da *blockchain*, e não há nenhuma hierarquia entre eles. A essa arquitetura de rede, horizontal, dá-se o nome de *peer-to-peer*, (P2P, ou, em português, par a par ou ponta a ponta).<sup>48</sup> E a *blockchain*, justamente por ser, antes de tudo, um banco de dados distribuído, também é denominada de *distributed ledger technology*.<sup>49 50</sup>

Os nós reúnem, em um novo bloco (*candidate block*), as transações ainda não registradas na cadeia<sup>51</sup> e então passam a tentar resolver sua prova de trabalho.<sup>52</sup> Quando encontram o resultado, propagam-no pela rede, para que os demais nós verifiquem tanto se o resultado está correto quanto se as novas transações são hígdas. Em caso afirmativo, por fim o novo bloco é adicionado à cadeia.<sup>53 54</sup>

Essa necessidade de as transações serem verificadas por cada um dos nós busca resolver um problema identificado nos anos de 1980, pela ciência da computação, denominado de *Byzantine generals problem*. Faz-se uma analogia a esta situação de guerra: dado um número N de generais, alguns deles serão eventualmente traidores e, dessa maneira,

---

<sup>47</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 23.

<sup>48</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 139.

<sup>49</sup> DE LEON, Daniel Conte; *et al.* **Blockchain: Properties and misconceptions**. Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship. Bingley: Emerald Publishing. v. 11, n. 03, p. 286-300, dez. 2017. p. 287

<sup>50</sup> Há, na literatura, certa confusão entre os conceitos de livro-razão distribuído (*distributed ledger technology*, DLT, em inglês) e *blockchain*, havendo mesmo seus empregos como sinônimos. Sem embargo, enquanto o conceito de *blockchain* pode ser definido como um livro-razão distribuído que tem, entre suas características ímpares, ser *tamper-proof* ou não ser modificável, o termo DLT, a seu turno, pode ser conceituado com toda tecnologia que se caracteriza por ser um banco de dados distribuído. CHANDLER, Simon. **What Is The Difference Between Blockchain and DLT?** Cointelegraph, 02 ago. 2019. Disponível em: <https://cointelegraph.com/news/what-is-the-difference-between-blockchain-and-dlt> Acessado em: 11 jul. 2022.

<sup>51</sup> As novas transações, não verificadas, são temporariamente armazenadas em uma “*pool of unverified transactions*”, mantida por cada minerador, individualmente, em seus discos rígidos locais. ANTONOPOULOS, Andres M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 28.

<sup>52</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 26-28.

<sup>53</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 24.

<sup>54</sup> A maioria das transações inclui *fees*, *i. e.*, um prêmio ou pagamento em Bitcoin ao minerador que primeiro adicionar a transação à *blockchain*. A inclusão de *fees* não é obrigatória, mas encoraja que a transação seja processada prioritariamente. ANTONOPOULOS, Andres M. **Mastering Bitcoin: Unlocking crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 120.

fontes não confiáveis de informação; todavia, desde que a maior parte seja fiel à causa, então se pode garantir a higidez das comunicações, se a troca de mensagens for ampla o suficiente para permitir o consenso.<sup>55</sup>

Similarmente, conforme apontam Joseph J. Bambara e Paul R. Allen, a melhor maneira que a ciência da computação conhece para superar o problema dos generais bizantinos é utilizando diferentes processos para computar o mesmo resultado, *i. e.*, empregando sistemas redundantes. Assim, considerando que todos os processos não defeituosos encontrarão o mesmo resultado, pela verificação de cada transação, por todos os nós, individualmente, garante-se a higidez das transações adicionadas à *blockchain*.<sup>56</sup>

Ademais, como se espera que o poder de processamento dos computadores e o número de participantes da rede continuem a crescer com o tempo, a dificuldade da prova de trabalho é dinamicamente alterada, automática e independentemente, em cada um dos nós. A todo novo bloco minerado, a equação responsável por calibrar a referida dificuldade verifica se o tempo médio para resolver a prova de trabalho está se reduzindo. Em caso afirmativo, a dificuldade é aumentada.<sup>57 58</sup>

Resolve-se, dessa maneira, o *double spending problem*, ao se verificar cada transação e ao se tornar computacionalmente impossível hackear a cadeia, porque, em razão da arquitetura da *blockchain*, se uma única informação, de um bloco qualquer, fosse alterada, conseqüentemente, o resultado de seu *hash* também seria. Isso implicaria a necessidade de recalcular todos os *hashes* dos blocos subsequentes, ou seja, a resolução de todas as provas de trabalho correspondentes, o que é computacionalmente impossível.<sup>59 60</sup>

---

<sup>55</sup> DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 5-6.

<sup>56</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 9-10.

<sup>57</sup> ANTONOPOULOS, Andres M. **Mastering Bitcoin: Unlocking crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 19.

<sup>58</sup> Em razão do atual estágio de dificuldade para se encontrar um *hash* válido na *blockchain* da Bitcoin, é econômica e tecnicamente inviável que um nó, trabalhando sozinho, consiga minerar um bloco, haja vista os custos de energia e o poder de processamento necessário. Dessa forma, os mineradores se reúnem nas chamadas *mining pools*, nas quais somam seus poderes computacionais e dividem os lucros eventualmente obtidos. Normalmente, as *mining pools* são “administradas” por um indivíduo ou uma companhia, que recebe o nome de *pool operator*. ANTONOPOULOS, Andres M. **Mastering Bitcoin: Unlocking crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 211-213.

<sup>59</sup> ANTONOPOULOS, Andres M. **Mastering Bitcoin: Unlocking crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 164.

Ao menos em tese, em razão das regras claras para se adicionar uma nova informação à rede, todos os seus nós, dado um instante X, possuem exatamente a mesma cópia da *blockchain*,<sup>61</sup> construindo-se o consenso. E, como bem salientado por Primavera de Filippi e Aaron Wright, por ser descentralizada e, portanto, espalhada em milhares de computadores ao redor do globo, é extremamente difícil derrubar a rede.<sup>62</sup> Por exemplo, uma ordem judicial determinando a retirada de uma *blockchain* da internet, como já se fez, no Brasil, por diversas vezes com o WhatsApp,<sup>63</sup> não surtiria muitos efeitos.

Ou seja, a arquitetura da *blockchain* a torna, conforme defendem Christopher D. Clack, Vikram A. Bakshi e Lee Braine, *tamper-proof*, *i. e.*, “imparável”, “infalível”, “imutável”, “não hackeável” a “[...] atos maliciosos, cortes de energia, interferências à rede, desastres naturais ou quaisquer outros eventos concebíveis”.<sup>64</sup> Em resumo, a qualquer ingerência, seja interna, pelos próprios nós da rede, seja externa, por hackers, corporações ou mesmo governos.

Eventualmente, mais de um *child block* do mesmo *parent block* podem ser minerados, ao mesmo tempo ou quase simultaneamente, por diferentes partes da rede. Se assim ocorrer, a

<sup>60</sup> Todavia, como apontado por Daniel Conte de Leon *et al.*, não parece correto dizer que algo é efetivamente imutável, e o termo mais adequado para descrever a *blockchain* seria “*mutable-by-hashing-power*”, uma vez que, se hoje é computacionalmente impossível alterar de maneira unilateral uma *blockchain*, quiçá não seja no futuro, com os avanços da matemática e da computação. Outrossim, uma *mining pool* extensa o suficiente pode somar mais de metade do poder computacional da rede e, dessa maneira, maliciosamente, fraudar o consenso pela adição, pela supressão ou pela modificação de transações, o que é conhecido pela literatura como *Sybil attack* ou *51% attack*. DE LEON, Daniel Conte; *et al.* **Blockchain: Properties and misconceptions**. Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship. Bingley: Emerald Publishing. v. 11, n. 03, p. 286-300, dez. 2017. p. 290-294. Conforme Joseph J. Bambara e Paul R. Allen, as maiores *mining pools* da Bitcoin hoje se encontram na China, onde a energia elétrica é subsidiada. As três mais extensas juntas superam, aproximadamente, metade do poder computacional da rede. ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 49 e 110.

<sup>61</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 4.

<sup>62</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 22.

<sup>63</sup> **WhatsApp Já Foi Bloqueado por Decisão Judicial em 2015 e 2016 no Brasil**. G1, 18 mar. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2022/03/18/whatsapp-ja-foi-bloqueado-por-decisao-judicial-em-2015-e-2016-no-brasil.ghtml> Acessado em: 07 jul. 2022.

<sup>64</sup> No original: “[...] *malicious acts, power cuts, network disruption, natural catastrophes or any other conceivable event*”. BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions**. Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download) Acessado em: 14 fev. 2021. p. 4.

parte da rede que está topograficamente<sup>65</sup> mais perto de um desses blocos irá adicioná-lo a sua cópia local da *blockchain*; paralelamente, o mesmo se passará em outra parte da rede com o outro *child block*. Gerar-se-á, dessa maneira, uma bifurcação, o que é chamado, na linguagem técnica, de *fork*.<sup>66</sup>

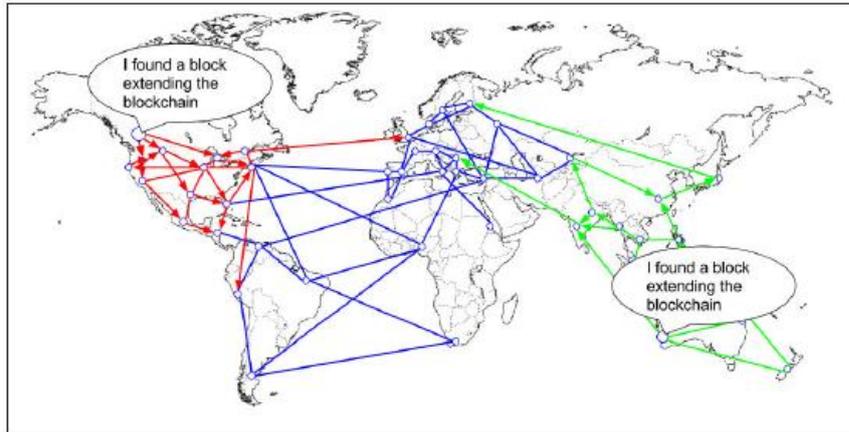


Figura 2 - *Fork*<sup>67</sup>

Trata-se de um evento normal, *i. e.*, não implica mau funcionamento da *blockchain*; os dois blocos são formalmente válidos, ou seja, foram minerados conforme os protocolos da *blockchain* (os *hashes* de ambos estão corretos e as transações são válidas). Portanto, a seguir, outros blocos serão adicionados ao topo de cada uma das bifurcações.<sup>68</sup>

Mais cedo ou mais tarde, um dos nós que reconheceu como válida uma dessas bifurcações receberá, igualmente, a outra, gerando inconsistência na rede. Para resolvê-la, analisa-se qual delas é mais extensa. Por exemplo, a primeira bifurcação que certo bloco recebeu têm dois blocos; a segunda, três. Desse modo, esse bloco desprezará a bifurcação que havia inicialmente adicionado a sua cópia local (com dois blocos) e adicionará, no lugar, a mais longa (com três blocos), *i. e.*, aquela em que mais se despendeu poder computacional. As

<sup>65</sup> Conforme explica Andres M. Antonopoulos, a distância entre os nós não se dá em termos geográficos, mas topográficos, *i. e.*, o menor número de nós (servidores) que a informação deve percorrer para ir de um nó a outro. ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 204.

<sup>66</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 204-205.

<sup>67</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 205.

<sup>68</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies**. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 205-207.

transações que foram excluídas da rede voltarão à “fila” (*pool of unverified transactions*) para serem adicionadas a um novo bloco.<sup>69</sup>

O protocolo da *blockchain* ainda lança mão, para garantir a autenticidade das transações, de chaves criptografadas de tecnologia *public-key cryptography*, *i. e.*, de criptografia assimétrica<sup>70 71</sup>, que permite a troca secreta de mensagens entre duas pessoas que nunca tiveram contato prévio, mesmo que esse intercâmbio seja público, ou seja, que terceiros saibam que Bob e Alice estejam intercambiando informações.<sup>72</sup>

A criptografia assimétrica baseia-se em funções matemáticas que são fáceis de serem calculadas em uma direção, mas que não o são no sentido contrário. Por exemplo, não se necessita de incomum poder computacional para se chegar ao resultado da multiplicação entre dois grandes números primos. Não obstante, dado o produto, fatorá-lo para se descobrir os dois números multiplicados é extremamente custoso.<sup>73</sup>

Em vista disso, uma das partes, Bob, cria um par de chaves aleatórias, uma para criptografar (*e. g.*, baseada no produto de dois extensos números primos) e outra para descriptografar (*e. g.*, um dos extensos números primos). A chave para criptografar é pública, e Bob pode disponibilizá-la na internet, por exemplo. Alice então utiliza essa chave para criptografar a mensagem a ser enviada a Bob que, por sua vez, utiliza sua chave privada (não compartilhada) para descriptografar e ter acesso à mensagem (*e. g.*, a descriptografia se baseia em descobrir os dois números primos pelo produto, o que só é possível se já se souber um dos

---

<sup>69</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin**: Unlocking digital crypto-currencies. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 208.

<sup>70</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin**: Unlocking digital crypto-currencies. Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 65.

<sup>71</sup> Chaves que fazem uso de criptografia simétrica funcionam da seguinte maneira: Bob e Alice compartilham uma mesma chave para criptografar mensagens, de maneira que somente aquele que a detém pode ler as mensagens. O grande problema com essa técnica é que essa chave não pode ser enviada de uma parte à outra por meio de uma rede pública, como a internet. Precisa-se de um meio sem a possibilidade de interceptação, o que dificulta que a chave seja rotineiramente trocada, como determinam as boas práticas de antiespionagem. Quando se utiliza a mesma chave com certa frequência, cria-se o risco de, mais cedo ou mais tarde, ser ela descoberta por terceiros. Esse era um dos grandes problemas dos serviços secretos durante a Guerra Fria e, efetivamente, a NSA descriptografou a rede soviética VENONA, em razão do uso repetitivo de uma mesma chave. SCHNEIER, Bruce. **Secret & Lies**: Digital security in a networked world. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004. p. 90.

<sup>72</sup> SCHNEIER, Bruce. **Secret & Lies**: Digital security in a networked world. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004. p. 95.

<sup>73</sup> SCHNEIER, Bruce. **Secret & Lies**: Digital security in a networked world. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004. p. 95.

fatores).<sup>74</sup> Garante-se, dessa maneira, pelo emprego de criptografia assimétrica, que determinada transação fora de fato efetuada por Alice.<sup>75</sup>

Outrossim, é importante ressaltar que, no que se refere à possibilidade de adicionar informações e lê-las, há três tipos de *blockchains*: i) as privadas ou permissionadas, mantidas por um número limitado de nós, todos pertencentes a uma mesma organização, nas quais a possibilidade (ou “direito”) de inserir e acessar informações pode ser limitada a esses nós; ii) consorciais, nas quais os nós são pré-selecionados e pertencem a um número N de instituições, entre as quais se deseja compartilhar informações; e iii) públicas ou não permissionadas, que têm como exemplos a Bitcoin e a Ethereum (esta será analisada na seção seguinte). São as *blockchains* públicas que proporcionam, conforme Valentina Gatteschi, Fabrizio Lamberti e Claudio Demartini, redes de fato descentralizadas. Por outro lado, ainda de acordo com os autores italianos, a grande desvantagem delas é a ausência de privacidade (qualquer pessoa pode ter acesso à rede e ler as transações). Além disso, as redes privadas e consorciais podem ser modificadas muito mais facilmente, ao se determinar que todos os nós, forçadamente, bifurquem a cadeia (o que é conhecido como *hard fork*), extirpando o “braço” com transações indesejadas; que se deseja, por alguma razão, eliminar.<sup>76</sup>

Por fim, deve-se salientar que as *blockchains* públicas (porque as privadas, ao apresentarem algum grau de centralização, têm a capacidade de controlar quem as utiliza) apresentam certo grau de anonimidade, haja vista que, por meio das chaves públicas criptografadas, não é necessário que o usuário se identifique para efetuar transações. Mas, como bem salientam Primavera de Filippi e Aaron Wright, pela análise das informações contextuais às transações, é possível desanonimizar seus responsáveis.<sup>77</sup>

---

<sup>74</sup> SCHNEIER, Bruce. **Secret & Lies**: Digital security in a networked world. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004. p. 95-96

<sup>75</sup> A chave privada é armazenada em uma *wallet*, que pode ser física (a sequência alfanumérica que representa a chave privada pode ser anotada) ou virtual. Dessa forma, não é efetivamente impossível que terceiros tenham acesso à conta de um usuário qualquer, caso sua *wallet* física seja, de alguma forma, extraviada ou se o armazenamento digital da chave privada seja inseguro. É como a perda da senha de um software qualquer. ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin**: Unlocking digital crypto-currencies. Sebastopol: O’Reilly, 2014. p. 84 e 105.

<sup>76</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 41-42.

<sup>77</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law**: The rule of code. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 38-39.

Neste trabalho, considera-se, precipuamente, as *blockchains* públicas, que é o tipo como nasceu a tecnologia e o que apresenta as características mais singulares, *i. e.*, descentralização e ser *tamper proof*, ademais de ser a forma adotada pelas duas *blockchains*, atualmente, mais utilizadas, que são a Bitcoin e a Ethereum.<sup>78</sup>

### 2.3.1 A Rede *Ethereum*

As explicações técnicas apresentadas acima se referem, principalmente, à *blockchain* da Bitcoin, a primeira de todas e a que serviu de modelo às demais. Não obstante, ela apresenta certas limitações que impulsionaram o surgimento de novas *blockchains*.<sup>79</sup>

Entre essas limitações, tem-se a baixa escalabilidade da Bitcoin, considerando que se leva cerca de 10 minutos para se adicionar um novo bloco à rede, o que representa, aproximadamente, de três a quatro novas transações por segundo. Todavia, somente a rede de cartões Visa, por exemplo, no mesmo período, processa cerca de 20.000 operações.<sup>80</sup> Outrossim, a linguagem utilizada pela Bitcoin é propositalmente limitada a efetuar “meras” análises de verdadeiro ou falso de transações de moedas digitais, não comportando softwares mais complexos, como os *smart contracts*.<sup>81</sup>

Uma das *blockchains* que surgiu como resposta a essas limitações foi a Ethereum, que tem como marco inicial o *paper*, de autoria de Vitalik Buterin, *Ethereum White Paper: A next generation smart contract and decentralized application platform*.<sup>82</sup> Ela se tornou, praticamente, sinônima de *smart contract*<sup>83</sup> e é, provavelmente, a segunda *blockchain* mais utilizada, depois da própria Bitcoin.<sup>84</sup>

---

<sup>78</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. P. 41.

<sup>79</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 27.

<sup>80</sup> BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 218.

<sup>81</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O’Reilly, 2019. p. 2.

<sup>82</sup> BUTERIN, Vitalik. **Ethereum White Paper: A next generation smart contract & decentralized application platform**. Disponível em : [https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum white papera next generation smart contract and decentralized application platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum%20white%20paper%20next%20generation%20smart%20contract%20and%20decentralized%20application%20platform-vitalik-buterin.pdf) Acessado em: 14 dez. 2020.

<sup>83</sup> BUTLER, Tom; CECI, Marcello; AL KHALIL, Firas; O’BRIEN, Leona. **Trust in Smart Contracts Is a Process, As Well**. Disponível em:

Sua primeira grande distinção é fazer o emprego de uma linguagem Turing-completa, que permite não somente “simples” transações contábeis, mas a execução de programas completos, o que faz com que a Ethereum seja considerada um verdadeiro “computador distribuído”, ou uma “infraestrutura computacional descentralizada”.<sup>85 86</sup>

Além disso, é importante mencionar que a Ethereum possui maior escalabilidade que a Bitcoin: um novo bloco é adicionado à cadeia a cada 12 segundos, aproximadamente. Ela também tem sua própria moeda digital, o ether. Para toda transação, cobra-se certa quantia de ether, que é uma estratégia para se prevenir *smart contracts* que contenham, em seus códigos, *loops* (execuções indefinidas de um código; ele se repete e se repete, o que é possível em linguagens Turing-completas), e o uso desnecessário de poder de processamento, intencional ou não (os códigos devem ser os mais simples possíveis, com uma quantidade mínima de execuções).<sup>87 88</sup>

Por fim, na Ethereum, tem-se a figura dos *tokens*, que, conforme Andreas M. Antonopoulos e Gavin Wood, são como as moedas digitais; contudo, não estão limitados a representar unidades monetárias.<sup>89</sup> Podem corresponder a qualquer ativo digital ou físico, ou

---

[https://www.researchgate.net/publication/315812610 Trust in Smart Contracts is a Process As Well](https://www.researchgate.net/publication/315812610_Trust_in_Smart_Contracts_is_a_Process_As_Well)

Acessado em: 12 fev. 2021. np.

<sup>84</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 41.

<sup>85</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O’Reilly, 2019. p. 1-2.

<sup>86</sup> A essa infraestrutura, *i. e.*, à parte do software da Ethereum que permite a execução dos *smart contracts*, dá-se o nome de *Ethereum Virtual Machine* – EVM, que, de acordo com Primavera de Fillipi e Aaron Wright, “de um ponto de vista prático, [...] pode ser imaginada como uma máquina virtual descentralizada que executa um conjunto de programas de *smart contracts*”. No original: “*from a practical standpoint, [...] can be thought of as decentralized virtual machine running a number of smart contracts programs*”. DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 28.

<sup>87</sup> BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 103-111.

<sup>88</sup> *Blockchains* populares como a Bitcoin, ao utilizarem enorme poder computacional, em razão de sua distribuição em N processadores e da dificuldade em se minerar um bloco, consomem quantidades gigantescas de energia elétrica, gerando significativo impacto ambiental. NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A comprehensive introduction**. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016. np. Assim, reduzir a quantidade de execuções necessárias em um *smart contract* implica também uma atitude ecologicamente mais sustentável.

<sup>89</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O’Reilly, 2019. p. 221.

mesmo noções abstratas.<sup>90</sup> Algumas das possíveis representações são, além de ativos e recursos, como ouro, petróleo e propriedade imobiliária: direito de acesso a ambientes físicos ou digitais; identidade digital (avatar) ou legal (como o registro geral); votos, inclusive em eleições estatais.<sup>91</sup>

#### 2.4 *Lex Cryptographia*

Já se disse do ideal libertário que alimentou os desenvolvedores pioneiros da tecnologia *blockchain*; que ela se trata, antes de tudo, de um banco de dados distribuído, imutável e inviolável. E essas características implicariam, conforme Primavera de Filippi e Aaron Wright, o surgimento de um novo corpo legal, no qual nem mesmos os mecanismos desenvolvidos para o controle da Internet seriam de muita valia.<sup>92</sup>

Seria a chamada *Lex Cryptographia*, que, de acordo os autores, “caracteriza-se por [ser] um conjunto de normas administrado por meio de *smart contracts* autoexecutáveis e organizações descentralizadas [...]”.<sup>93</sup> Com a tecnologia *blockchain*, teria surgido uma nova forma de legislação, caracterizada pela descentralização, pela autonomia e pela inviolabilidade a agentes internos ou externos à rede.

Na Alta Idade Média, com o ressurgimento do comércio para além dos domínios feudais ou regionais, nasceu um corpo de regras costumeiras, a chamada *Lex Mercatoria*, estabelecido não por príncipes ou papas, mas pela prática comercial reiterada. Similarmente, com o advento da internet, o vácuo deixado pelos ordenamentos nacionais e pelo direito internacional teria feito surgir a *Lex Informatica*, na qual, ainda de acordo com Primavera de Filippi e Aaron Wright, os provedores de internet e as plataformas digitais teriam preenchido o vazio legal por meio de mecanismos privados de regulação, entre eles, os contratos. No

---

<sup>90</sup> BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions.** Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 36.

<sup>91</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs.** Sebastopol: O’Reilly, 2019. p. 222.

<sup>92</sup> DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia.** Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 4.

<sup>93</sup> No original: “[...] *characterized by a set of rules administered through self-executing smart contracts and decentralized [...] organizations*”. DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia.** Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 48.

ciberespaço, haveria um sistema alternativo de normas, cujos agentes digitais estabeleceriam, nas palavras dos autores, “o que se pode e o que não se pode fazer”.<sup>94</sup>

E, ainda especificamente sobre a *Lex Informatica*, ao estabelecer os comportamentos possíveis por meio não da vontade de um legislador, mas de normas técnicas, determinadas pelos desenvolvedores, ter-se-ia uma verdadeira “regulação por códigos”, mas, dessa vez, de computador.<sup>95</sup>

A *Lex Cryptographia*, nesse sentido, poderia ser vista como uma nova fase da autorregulação, “espontânea”, “privada”, em contraste à estatal – ou mesmo supraestatal, por meio das organizações internacionais – mas que, quando comparada à *Lex Informatica*, teria um poder superior de autorregulação, calcado na inviolabilidade da *blockchain*.

Afinal, como defende Lawrence Lessig, o ciberespaço não é efetivamente autônomo, ou, pelo menos, não governável, porque códigos podem ser tanto programados em desconformidade à lei como podem seguindo a vontade do legislador. O que a internet produziu, em realidade, foi uma necessidade de mudança na maneira como se regula.<sup>96</sup>

Para o professor de Harvard, há quatro formas de restringir o comportamento humano, que não estão isoladas, mas que se influenciam e se moldam: leis, normas sociais, mercado e arquitetura. Sobre a lei, não se precisa muito estender: no ciberespaço, ela continua a ser aplicável, por meio da potencial sanção *ex post*, e, dessa forma, a moldar o comportamento. O que se pode discutir, conforme o autor, é o quão eficaz é a aplicação dessa sanção. Contudo, não deixa a lei de ser um mecanismo a ser usado.<sup>97</sup>

---

<sup>94</sup> No original: [...] *what can or cannot be done*”. DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 44-46.

<sup>95</sup> DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 46-47

<sup>96</sup> DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020. p. 48.

<sup>97</sup> LESSIG, Lawrence. **Code: Version 2.0**. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer> Acessado em: 21 mar. 2021. p. 124.

Em relação às normas sociais, nota-se que, no ciberespaço, as pessoas continuam a ter seus comportamentos julgados pelos outros,<sup>98</sup> e quiçá de maneira até mais intensa. Basta evocar o acosso violento que alguém exposto na internet pode sofrer, pelo implacável “tribunal da internet”.

O mercado, a seu turno, passou a cobrar por seus serviços prestados na internet: acesso a artigos de jornais; softwares privados de todo tipo como jogos, ferramentas de escritório e antivírus; e não se precisa dizer que o livre desfrute do ciberespaço depende, assim como nos serviços presenciais, da capacidade financeira do cliente.<sup>99</sup>

Por fim, há a arquitetura dos códigos, que definem o que se pode (e como fazê-lo) ou o que não se pode fazer. Segundo Lawrence Lessig:

Em alguns espaços [...], você [o usuário] precisa digitar uma senha antes de ter acesso [ao software]; em outros, você pode acessar identificando-se ou não. [...] Em alguns espaços, você pode escolher uma linguagem que somente o destinatário pode compreender (por meio de criptografia); em outros, criptografia não é uma opção. O código, ou o software, ou a arquitetura, ou o protocolo define essas características, que são estabelecidas pelos programadores.<sup>100</sup>

Porque, como bem aponta o acadêmico, “códigos nunca são descobertos; são sempre feitos, e sempre feitos por nós”,<sup>101</sup> seres humanos. Ou seja, considerando que códigos são produtos do engenho humano, e que, no ciberespaço, são análogos à lei (*code is law*), então os programas estarem em conformidade ou não com a legislação é uma escolha, que, por sua vez, é passível de regulação.

---

<sup>98</sup> LESSIG, Lawrence. **Code:** Version 2.0. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer> Acessado em: 21 mar. 2021. p. 124.

<sup>99</sup> LESSIG, Lawrence. **Code:** Version 2.0. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer> Acessado em: 21 mar. 2021. p. 124.

<sup>100</sup> No original: *in some places [...] you must enter a password before you gain access; in other places you can enter whether identified or not. [...] In some places you can choose to speak a language that only the recipient can hear (through encryption); in other places encryption is not an option. The code or software or architecture or protocols set these features, which are selected by code writers.* LESSIG, Lawrence. **Code:** Version 2.0. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer> Acessado em: 21 mar. 2021. p. 124-125.

<sup>101</sup> No original: *“code is never found; it is only ever made, and only ever made by us”.* LESSIG, Lawrence. **Code:** Version 2.0. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer> Acessado em: 21 mar. 2021. p. 6.

E, da mesma maneira que o ciberespaço é restringido pelas leis, pelas normas sociais, pelo mercado e pela arquitetura, essa experiência pode ser de muita valia a já talvez premente necessidade dos reguladores e da sociedade civil em estabelecer normas ao ambiente criado pela tecnologia *blockchain*.

## 2.5 Aplicações Não Contratuais da *Blockchain*

Nos próximos capítulos, procurar-se-á explorar, com profundidade, os *smart contracts*, que, por ora e em linhas muito gerais, são as aplicações da *blockchain* aos contratos. Sem embargo, considerando ser essa tecnologia um banco de dados, apresenta ela outros possíveis usos, ademais das transações financeiras e das relações contratuais.

### 2.5.1 Administração de Dados Pessoais

Uma das propostas para a *blockchain* é a prova da identidade de pessoas físicas, o que se pode dar pela assinatura, por meio de uma chave privada, de certa transação destinada exclusivamente a atestar a autenticidade de quem a firma. A grande vantagem de um sistema como esse é a não dependência de um sistema central, potencialmente vulnerável a ataques hackers.<sup>102</sup> Por exemplo, recentemente, os servidores do aplicativo ConecteSUS, do governo federal, que fornece certificados de vacinação para COVID-19, foram invadidos em 10 de dezembro de 2021,<sup>103</sup> o que demonstra a vulnerabilidade dos bancos de dados centralizados, mesmo quando se trata de dados sensíveis e protegidos por lei.

### 2.5.2 Governança Pública e Serviços de Saúde e Educação

A tecnologia *blockchain* também poder ser aplicada em eleições, ou seja, no armazenamento de votos,<sup>104</sup> de maneira a registrar permanentemente – e imutavelmente! – as escolhas dos cidadãos, trazendo inquestionáveis benefícios em transparência e segurança aos processos eleitorais.

---

<sup>102</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 46.

<sup>103</sup> **Aplicativo ConecteSUS é restabelecido, diz Ministério da Saúde**. Certificado de vacinação contra COVID-19 ainda apresenta instabilidade. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2021-12/aplicativo-conectesus-e-restabelecido-diz-ministerio-da-saude> Acessado em: 19 fev. 2022

<sup>104</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 50.

No Brasil, é louvável a iniciativa do Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro – ITS Rio, que criou o aplicativo Mudamos, que utiliza a tecnologia *blockchain*. Por meio dele, os usuários podem assinar projetos de lei de iniciativa popular.<sup>105</sup> Conforme o site da ferramenta, mais de 40 projetos estão em processo de recolhimento de assinaturas, e, em média, 12 são avaliados toda semana por um time de advogados voluntários, no que se refere à constitucionalidade e à competência legislativa da proposta.<sup>106</sup>

Outrossim, ainda no âmbito do interesse público, a *blockchain* pode ser empregada no registro de prontuários médicos, com potencial de ser usada como um grande banco de dados para pesquisas científicas,<sup>107</sup> além de facilitar, em situações de urgência, o acesso ao histórico médico do paciente. Na área da educação, por sua vez, a *blockchain* pode ser aplicada no armazenamento do histórico escolar e das competências adquiridas pelo aluno, o que facilitaria a identificação não só das habilidades a serem desenvolvidas, mas também das oportunidades de trabalho mais recomendadas às características do estudante.<sup>108</sup>

A Estônia, país pioneiro na governança digital, já utiliza a tecnologia *blockchain* para armazenar os dados médicos de seus cidadãos.<sup>109</sup> Também é interessante a solução apresentada no *Robomed White Paper*, no qual se propõe a conexão não burocrática entre pacientes e serviços médicos. Por meio de uma *blockchain*, identificar-se-ia, automaticamente, o tratamento mais adequado a cada caso, encaminhando o paciente ao serviço mais apropriado.<sup>110</sup>

### 2.5.3 Serviços Cartoriais

Em relação aos serviços notariais, propõe-se o emprego da tecnologia *blockchain* para permitir não somente o registro em si de casamentos e imóveis – e, por extensão, de outros

<sup>105</sup> MUDAMOS. **Quem Somos?** Disponível em: <https://www.mudamos.org/quem-somos> Acessado em: 22 fev. 2022.

<sup>106</sup> MUDAMOS. **Dúvidas.** Disponível em: <https://www.mudamos.org/duvidas> Acessado em: 22 fev. 2022.

<sup>107</sup> O que, claro, implica seríssimas questões de privacidade e proteção de dados, que fogem do escopo deste trabalho, mas que não são desconhecidas por ele.

<sup>108</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 50-51.

<sup>109</sup> CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. **Smart Contracts ou “Contratos Inteligentes”:** O direito na era da *blockchain*. *Revista Científica Disruptiva.* CERS. v. 2, n. 1, p. 91-118, jan/jun. 2020. p. 93.

<sup>110</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 51.

atos – mas também, por exemplo, que os cônjuges celebrem, na própria rede, o matrimônio. A vantagem desse sistema reside em reduzir a fragmentação da informação,<sup>111</sup> tornando os registros mais coesos e de acesso facilitado.<sup>112 113</sup>

Seria impossível não mencionar a iniciativa nacional de usar a tecnologia *blockchain* (em seu tipo privado ou permissionado)<sup>114</sup> nos cartórios para a validação de documentos e de assinaturas. A muita aguardada regulação para trazer os serviços notariais brasileiros à Revolução 4.0 veio por meio do Provimento n° 100 do CNJ, de 26 de maio de 2020, que, em seu art. 7º, institui o Sistema de Atos Notariais Eletrônicos, o e-Notariado. Conforme o inciso I do referido artigo, tem-se, entre seus objetivos, a interligação dos cartórios, a fim de permitir o intercâmbio de documentos e o tráfico de informações.

Além disso, o inciso II prevê como mais um propósito o aprimoramento de tecnologias e processos que viabilizem a realização de atos notariais por meio eletrônico. E, de fato, em agosto de 2020, foi lançada a *blockchain* Notarchain, pela qual se pode promover a validação de documentos. Desenvolvida a partir da plataforma Hyperledger Fabric,<sup>115</sup> a Notarchain já está em funcionamento em alguns cartórios nacionais, que atuam, cada um, como nós, validando e adicionando blocos de informações recebidos por meio do e-Notariado.<sup>116</sup>

---

<sup>111</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 47.

<sup>112</sup> Os registros imobiliários, historicamente efetuados em longos livros físicos, apresentam enormes inconveniências: podem ser facilmente perdidos, destruídos ou falsificados. No Reino Unido, os proprietários de imóveis antigos, caso se tenha perdido o registro físico, precisam provar seus direitos e explicar o que ocorrera com a documentação. No Haiti, o terremoto de 2010 destruiu 60 anos de arquivos públicos; na Nigéria, apenas 11% das transações imobiliárias são registradas. Suécia, Ucrânia e Geórgia são exemplos de países que estão implementando registros imobiliários em *blockchains*. **Land Registry on Blockchain**. Core Ledger, 22 jan. 2020. Disponível em: <https://medium.com/coreledger/land-registry-on-blockchain-a0da4dd25ea6> Acessado em: 11 jul. 2022.

<sup>113</sup> No Brasil, iniciativas para o registro imobiliário em *blockchains* vêm sendo desenvolvidas no Rio Grande do Sul e em São Paulo. **Blockchain e NFT Chegam com Força ao Mercado Imobiliário**. Valor Econômico, 18 mar. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/imoveis-de-valor/noticia/2022/03/18/blockchain-e-nft-chegam-com-forca-ao-mercado-imobiliario.ghtml>. Acessado em: 11 jul. 2022.

<sup>114</sup> **Bloomberg Destaca Reconhecimento de Firma pelo e-Notariado**. Colégio Notarial do Brasil, 26 nov. 2021. Disponível em: <https://www.notariado.org.br/bloomberg-destaca-reconhecimento-de-firma-feito-pelo-e-notariado/> Acessado em: 07 jul. 2022.

<sup>115</sup> Conforme o próprio site da instituição, “a Hyperledger é uma comunidade de código aberto focada no desenvolvimento de um conjunto de estruturas, ferramentas e bibliotecas estáveis para implantações de *blockchain* de nível empresarial”. **O Que É A Hyperledger?** Hyperledger Foundation. Disponível em: <https://pt-br.hyperledger.org> Acessado em 11 jul. 2022.

<sup>116</sup> **Live Coins: Colégio notarial usa blockchain para validar documentos**. Colégio Notarial do Brasil: Seção São Paulo. Disponível em:

#### 2.5.4 Como Testar na Revolução 4.0?

Testamentos não são, a rigor, para o direito brasileiro, contratos, que são sempre negócios jurídicos bilaterais, enquanto os testamentos se classificam como negócios jurídicos unilaterais.<sup>117</sup> Diferentemente do que ocorre nos contratos, basta uma única manifestação de vontade para se perfazerem; a aceitação só ocorre após aberta a sucessão, e se trata igualmente de ato unilateral; a vontade defeituosa não macula o testamento, nem a perfeita o convalesce.<sup>118</sup>

Sem embargo, Claudio Demartini, Fabrizio Lamberti e Valentina Gatteschi apresentam um exemplo de testamento a que chamam de *smart contract*.<sup>119</sup> Mas, não obstante desde já não se considerá-lo como tal,<sup>120</sup> tem o programa, do ponto de vista da técnica da ciência da computação, por implicar transferência de bens de uma parte a outra, mecanismo similar aos *smart contracts* propriamente ditos.

---

[https://www.cnbsp.org.br/?url\\_amigavel=1&url\\_source=noticias&id\\_noticia=20330&filtro=1&lj=1168](https://www.cnbsp.org.br/?url_amigavel=1&url_source=noticias&id_noticia=20330&filtro=1&lj=1168)

Acessado em: 19 fev. 2022.

<sup>117</sup> RODRIGUES, Silvio. **Direito Civil: Dos contratos e das declarações unilaterais da vontade**. 3 vol. atual. 30. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 28-29.

<sup>118</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Direito das Sucessões**. 6 vol. Revisão e atualização de Carlos Roberto Barroso Moreira. 24. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017. p. 214.

<sup>119</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 43.

<sup>120</sup> No próximo capítulo, analisar-se-á em que condições os programas aos quais se dá o nome de *smart contract* podem ser considerados de fato contratos para o direito, e ver-se-á que o uso do termo por Claudio Demartini, Fabrizio Lamberti e Valentina Gatteschi somente pode ser entendido em seu sentido mais lato, mas não no mais estrito, ou seja, de contrato do ponto de vista legal.

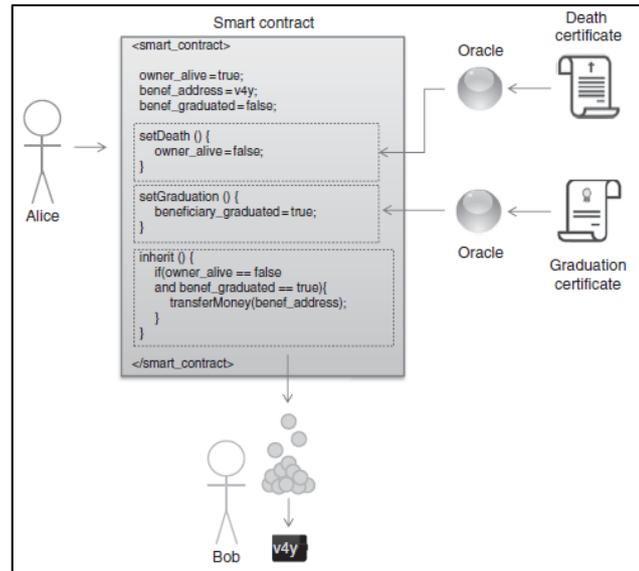


Figura 3 - Testamento com Condição Suspensiva

No referido exemplo, Alice, avó de Bob, testa, em *blockchain*, seu patrimônio em criptomoedas em benefício do neto. Em outras palavras, enquanto for viva (*owner\_alive = true*), nada é transferido a Bob (afinal, herança é sempre uma expectativa de direitos). Mas, a partir do momento em que a rede recebe a informação de que Alice faleceu (*if(owner\_alive == false)*), tem-se aí, então, concretizada a primeira condição do testamento.

A segunda condição para que Bob herde é que ele se gradue na universidade. Enquanto essa condição suspensiva não se concretizar (*benef\_graduated = false*), nada lhe será transferido. Mas, a partir do momento em que a *blockchain* recebe a informação da graduação de Bob, (*benef\_graduated == true*), cumulativamente à primeira condição, então a ele é transferida a herança deixada por sua avó (*transferMoney(benef\_address)*, em que *benef\_address = v4y*).

Portanto, o exemplo acima demonstra, de maneira mais minuciosa, como, por meio de uma *blockchain*, pode-se transferir riqueza de forma automática. Uma vez registrada a vontade de Alice na rede, se cumpridas ambas as condições, invariavelmente a herança será transferida a Bob, independentemente da vontade dele, a quem somente restaria a escolha de não se graduar.

### 3. SMART CONTRACTS

No capítulo anterior, explorou-se a tecnologia subjacente aos *smart contracts*, qual seja, a *blockchain*, e se apresentaram alguns conceitos da ciência da computação, sem a compreensão dos quais não é possível analisar esse novo fenômeno jurídico-computacional. Neste capítulo, à continuidade, buscar-se-á descrever o que são eles em si, ainda no plano do ser ou ontológico.

Como se verá, em que pese o esforço inicial de Nick Szabo, não existe, na literatura, consenso quanto aos elementos que compõem os contratos inteligentes:<sup>121</sup> o uso da tecnologia *blockchain* é condição *sine qua non*? Há o emprego de inteligência artificial? Após tais indagações, será possível partir para o plano do dever-ser ou deontológico e enfrentar a questão: são os *smart contracts* contratos, do ponto de vista jurídico?

Sobre essa dicotomia entre ser e dever-ser – que é somente aparente, haja vista que não pode existir dever-ser sem ser – é interessante a distinção conceitual elaborada por Josh Stark entre “*smart contract code*” e “*smart legal contract*”. Conforme o jurista, quanto àquele, “para desenvolvedores e os que trabalham diretamente com a tecnologia *blockchain*, o termo ‘*smart contract*’ é comumente usado para se referir a esse código em *blockchain*”; é útil, mas não preciso, denominá-los de contrato, tendo em conta que, normalmente, controlam bens de valor:<sup>122</sup>

[...] *smart contract code* não precisa se assemelhar a nada que, ordinariamente, consideraríamos como “contrato”. Enquanto o código pode articular uma transação financeira condicional (“envie 1 BTC [bitcoin] de Alice para Bob em 1 de julho de 2016”), também pode governar aplicações que controlam permissões de acesso (“se Alice tiver votado sim, remova os direitos de voto de Bob em relação ao Aplicativo X e notifique os demais usuários...”).<sup>123</sup>

<sup>121</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts:** Between law and code. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 21.

<sup>122</sup> No original: “*to developers and others working directly with blockchain technology, the term “smart contracts” is most often used to refer to this blockchain code*”. STARK, Josh. **Making Sense of Blockchain Smart Contracts.** Coin Desk, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/> Acessado em: 11 jul. 2022.

<sup>123</sup> No original: “[...] *smart contract code need not resemble anything we would ordinarily think of as a “contract”. While the code could articulate a conditional financial transaction (‘send 1 BTC from Alice to Bob on July 1, 2016’), it could also be a governance application that controls account permissions (‘if Alice has voted yes, remove Bob’s voting rights over Application X and notify the following accounts...’)*”. STARK, Josh. **Making Sense of Blockchain Smart Contracts.** Coin Desk, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/> Acessado em: 11 jul. 2022.

Já *smart legal contract*, ainda de acordo com Josh Stark, “[...] refere-se a um específico uso do *smart contract code* – uma forma de utilizar a tecnologia *blockchain* para complementar ou substituir os contratos legais existentes”.<sup>124</sup>

André Janssen e Mateja Durovic, no mesmo sentido, desenvolvendo a distinção, aduzem que, *smart contract code* é “[...] o código de computador que é guardado, verificado e executado em uma *blockchain* [...]”. *Smart legal contract*, por sua vez, “[...] um complemento (ou talvez até mesmo um substituto) de um contrato legal que aplica essa tecnologia”.<sup>125</sup>

Ou seja, ora o termo *smart contract* se refere a uma realidade puramente computacional, ou seja, a um programa de computador, ora, quando assim reconhecer dado ordenamento jurídico – e se investigará se de fato esse reconhecimento ocorre – refere-se a contrato na acepção legal, e não somente no sentido vulgar.

Em outras palavras, parece que a distinção efetuada por Josh Stark bem se encaixa à clássica diferenciação entre ser e dever-ser: o conceito de *smart legal contract* é restrito a quando o ser ou o *smart contract code* é reconhecido por um ordenamento jurídico como contrato.

### 3.1 Smart Contracts no Plano do Ser: Definindo-os

Apesar de ser comumente classificado como uma tecnologia disruptiva, o conceito de *smart contract*, todavia, não é novo. Foi cunhado, pioneiramente, por Nick Szabo, ainda em 1996, no artigo intitulado *Smart Contracts: Building blocks for digital markets*, no qual os definiu como “[...] um conjunto de promessas, especificado em forma digital, incluindo

---

<sup>124</sup> “[...] refers to a specific use case of smart-contract code – a way of using blockchain technology to complement, or replace, existing legal contracts”. STARK, Josh. **Making Sense of Blockchain Smart Contracts**. Coin Desk, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/>. Acessado em: 11 jul. 2022.

<sup>125</sup> Nos originais: “[...] the computer code that is stored, verified, and executed on a blockchain [...]” e “[...] a complement (or maybe even a substitute) for a legal contract that applies this technology”. DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 63.

protocolos nos quais as partes executam outras promessas”; acrescentando o jurista e criptógrafo ainda que “o uso de inteligência artificial não é implícito”.<sup>126</sup>

Nick Szabo afirma, ademais, que a ideia por trás desses contratos é que:

[...] muitos tipos de cláusulas contratuais (como penhor, obrigações, delimitações do direito de propriedade, etc.) podem ser embutidos em hardwares e softwares com os quais lidamos [corriqueiramente], de uma maneira que o descumprimento contratual se torne dispendioso (se desejado, algumas vezes até mesmo proibitivo) para o inadimplente.<sup>127</sup>

As máquinas de vendas automáticas seriam o “ancestral primitivo” dos contratos inteligentes, assim como o sistema *Electronic Data Interchange* - EDI, seu precursor.<sup>128</sup> Este, que começou a ser desenvolvido ainda nos anos de 1960, por meio de uma parceria entre a empresa química DuPont e a transportadora Chemical Lehman Tank Lines, trata-se do intercâmbio de informações por meio de mensagens eletrônicas. O sistema EDI é amplamente adotado em cadeias de suprimentos complexas, nas quais obrigações firmadas em papel - *e. g.* ordens de compras, emissões de faturas, notificações de desembarques de mercadorias e dados de inventários - são convertidas em “representações digitais”, eliminando burocracias e reduzindo custos,<sup>129</sup> ao se poupar os recursos que seriam despendidos para as partes do negócio se encontrarem, para a compreensão de especificidades técnicas e para a confirmação do negócio.<sup>130</sup>

Mas os *smart contracts* precisam ir muito além da “mera” digitalização de termos contratuais para serem considerados uma tecnologia disruptiva, algo realmente novo e, dessa maneira, dignos de todo o alvoroço que vêm provocando. E, de fato, o primeiro ponto a ser

<sup>126</sup> Nos originais: “no use of ‘artificial intelligence’ is implied” e “[...] a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on the other promises”. SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets.** p. 01-23. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html) Acessado em: 10 set. 2019. p. 2.

<sup>127</sup> No original: “[...] many kinds of contractual clauses (such as liens, bonding, delineation of property rights, etc.) can be embedded in the hardware and software we deal with, in such a way as to make breach of contract expensive (if desired, sometimes prohibitively so) for the breacher”. SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets.** p. 01-23. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html) Acessado em: 10 set. 2019. p. 2.

<sup>128</sup> SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets.** p. 01-23. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html) Acessado em: 10 set. 2019. p. 2-3.

<sup>129</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code.** Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 73.

<sup>130</sup> SKLAROFF, Jeremy M. **Smart Contracts and The Cost of Inflexibility.** University of Pennsylvania Law Review, vol. 166 n. 263, p. 263-304. Disponível em: [https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9605&context=penn\\_law\\_review](https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9605&context=penn_law_review). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 288.

tratado, quando se busca investigar os *smart contracts*, é justamente o que eles são, já que não há, na literatura, consenso quanto ao conceito.<sup>131</sup>

### 3.1.1 Conceitos Encontrados na Literatura e em Legislações Alienígenas

São bastante diversificados os conceitos de contrato inteligente encontrados na literatura especializada.<sup>132</sup> Quase todos os trabalhos acadêmicos buscam defini-lo, provavelmente por não ser de conhecimento generalizado. Tal diversidade de definições, ou seja, a ausência de consenso quanto ao que é, exige o esforço acadêmico de conceituação.

Vejam-se algumas dessas definições, selecionadas em razão de suas clarezas e em número de amostragem razoável:

- a) “Um *smart contract* é um software, em que códigos de computador vinculam duas, ou várias, partes tendo em vista a execução de efeitos predefinidos, e que é armazenado em um livro-razão distribuído”;<sup>133</sup>
- b) “Um *smart contract* é uma ou mais dessas condições [se... então... ademais...] combinadas com a capacidade de executar as obrigações automaticamente. O livro-razão distribuído contém todos os dados e, teoricamente, a capacidade necessária para o *smart contract* ser executado autonomamente”;<sup>134</sup>
- c) “*Smart contracts* são essencialmente agentes de software autônomos. Com os *smart contracts*, um livro-razão distribuído torna-se funcionalmente um computador distribuído”;<sup>135</sup>

---

<sup>131</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 21.

<sup>132</sup> Conforme Tatiana Cutts, a literatura ao menos estaria de acordo com que os *smart contracts* não são somente automáticos, mas igualmente “inquebráveis”, *i. e.*, não permitem interferências externas. Não obstante, como se verá, há ainda, entre os acadêmicos, razoável confusão quanto às características que distinguem esses contratos – se é que são mesmo contratos, no sentido legal – dos demais. CUTTS, Tatiana. **Smart Contracts and Consumers.** LSE Legal Studies Working Papers. n. 1, 2019. p. 3-4. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3354272](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3354272). Acessado em: 27 abr. 2021.

<sup>133</sup> No original: “*a smart contract is a software, which computer code binds two, or a multitude, of parties in view of the execution of predefined effects, and that is stored on a distributed ledger*” JACCARD, Gabriel Olivier Benjamin. **Smart Contracts and the Role of Law.** Jusletter IT. 23 nov. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3099885](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3099885). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 4.

<sup>134</sup> No original: “*a smart contract is one or more of these conditions [‘if ... then ... else ...’] combined with the capabilities to enforce the obligations automatically. The distributed ledger system contains all of the data and theoretically the capabilities necessary for the smart contract to execute autonomously*”. BAMBARA, Joseph J.; ALLEN, Paul R. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions.** New York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 49.

<sup>135</sup> No original: “*smart contracts are essentially autonomous software agents. With smart contracts, a distributed ledger becomes functionally a distributed computer*”. WERBACH, Kevin. **Trust, But Verify: Why the**

- d) “Usando *smart contracts* baseados em *blockchain*, as partes podem celebrar relações comerciais vinculantes, seja inteira, seja parcialmente memorizadas com o uso de códigos, e usar softwares para administrar a performance contratual”;<sup>136</sup>
- e) “Um *smart contract* é um acordo cuja execução é automatizada. Essa execução automática é frequentemente efetivada por meio de um código executável de computador que tenha transcrito a linguagem legal para um programa executável”;<sup>137</sup>
- f) “‘*Smart contracts*’ é um termo usado para descrever um código de computador que automaticamente executa um contrato por inteiro ou partes dele e que é armazenado em uma plataforma baseada em *blockchain*”;<sup>138</sup>
- g) “Um *smart contract* é um acordo automatizado e executável. Automatizado por computador, embora algumas partes possam requerer *inputs* e controle humanos. Executável tanto pela execução legal de direitos e obrigações quanto pela execução *tamper-proof* de código de computador”;<sup>139</sup>
- h) “[...] um *smart contract* é um código de computador que é operado por um computador e que é autoexecutável e autoaplicável, não sendo a existência de algum tipo de inteligência artificial um requisito”;<sup>140</sup>

---

blockchain needs the law. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2844409](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2844409). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 507.

<sup>136</sup> No original: “*using blockchain-based smart contracts, parties can enter into a binding commercial relationship, either entirely or partially memorialized using code, and use software to manage contractual performance*”. DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 74.

<sup>137</sup> No original: “*a smart contract is an agreement whose execution is automated. This automatic execution is often effected through a computer running code that has translated legal prose into an executable program*”. RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. Georgetown Law Technology Review. 1. vol. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 309.

<sup>138</sup><sup>138</sup> No original: “‘*smart contracts*’ is a term used to describe computer code that automatically executes all or parts of an agreement and is stored on a blockchain-based platform”. LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. **An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitation**. Harvard Law School Forum on Corporate Governance. May 26, 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/> Acessado em: 14 fev. 2021. p. 1.

<sup>139</sup> No original: “*a smart contract is an automatable and enforceable agreement. Automatable by computer, although some parts may require human input and control. Enforceable either by legal enforcement of rights and obligations or via tamper-proof execution of computer Code*”. BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher D. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions**. Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 2.

<sup>140</sup> No original: “[...] *a smart contract is a computer code which is operated by a computer and is self-executing and self-enforcing, the existence of some kind of artificial intelligence being not a requirement*”. DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel;

- i) “Os chamados *smart contracts* são na verdade o que poderíamos definir como contratos em formato eletrônico e de caráter autoexecutável. Ainda que exista a tendência a identificar os *smart contracts* com formatos que usem a chamada tecnologia de blocos (*Blockchain*), [...] podemos considerar como *smart contract* qualquer acordo em que se formalizem todas ou algumas de suas cláusulas mediante *scripts* ou pequenos programas [...]”<sup>141</sup>

Também é interessante efetuar um levantamento das poucas legislações que os regulam e, eventualmente, conceituam-nos, no que os Estados Unidos parecem estar na vanguarda. Em outras palavras, analisar qual ou quais os conceitos foram transportados da academia para o direito positivo.

Começando-se pela República de Malta, na legislação intitulada Malta Digital Innovation Authority Act, de 2018, optou-se por uma definição dupla e ampla, em que os contratos inteligentes, para a referida lei, podem ser entendidos como:

[...] a) um protocolo de computador; e/ou b) um acordo concluído total ou parcialmente em forma eletrônica, que é automático e aplicável pela execução de códigos de computado, conquanto algumas partes [do acordo] podem requerer *input* e controle humanos ou que [o acordo] também possa ser executado pelos métodos legais ordinários ou por um sistema misto.<sup>142</sup>

No estado do Arizona, na legislação Arizona House Bill 2417, de 2017, que dispõe sobre assinatura e comércio eletrônicos e tecnologia *blockchain*, nos itens B e C do art. 5, o legislador determinou, respectivamente, que “um registro ou contrato que é certificado por meio de tecnologia *blockchain* é considerado como estando em uma forma eletrônica e como

DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 62-63.

<sup>141</sup> No original: “*los llamados Smart contracts, son en realidad lo que podríamos definir como contratos en formato electrónico y de carácter autoejecutable. Aunque existe tendencia a identificar los Smart contract con formatos que usan la llamada tecnología de bloques (Blockchain), lo cierto es que conforme a un patrón de neutralidad tecnológica podemos considerar como Smart contract a cualquier acuerdo en el que se formalicen todas o algunas de sus cláusulas mediante Scripts o pequeños programas [...]*” ECHEBARRÍA SÁENZ, Marina. **Contratos Electronicos Autoejecutables (Smart Contract) y Pagos con Tecnología Blockchain**. Revista de Estudios Europeos, n. 70, p. 69-97, jul./dez. 2017. Disponível em: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/28434> Acessado em: 11 mar. 2021. p. 70.

<sup>142</sup> No original: “*(a) a computer protocol; and, or (b) an agreement concluded wholly or partly in an electronic form, which is automatable and enforceable by execution of computer code, although some parts may require human input and control and which may be also enforceable by ordinary legal methods or by a mixture of both*”. Conforme se depreende do preâmbulo da Lei, buscou-se com ela a criação e o estabelecimento de uma autoridade denominada Malta Digital Innovation Authority, que tem, entre seus objetivos, apoiar e regular o desenvolvimento e a implantação de tecnologias distribuídas ou descentralizadas. República de Malta, Act No. XXXI of 2018 - Malta Digital Innovation Authority Act. Disponível em: <https://www.parlament.mt/media/95199/act-xxxi-malta-digital-innovation-authority-act.pdf> Acessado em: 15 set. 2021. p. 1355-1356.

sendo registrado eletronicamente”; e que os “*smart contracts* podem existir no comércio”. A referida lei determina, além disso, que “um contrato referente a uma transação não pode ter seus efeitos legais, validade e execução negados somente porque possui um termo em *smart contract*”.<sup>143</sup>

No Arizona, portanto, preocupou-se em reconhecer nos *smart contracts* a capacidade de criar relações jurídicas e direitos no comércio. Equipararam-se eles, juridicamente, aos contratos em formato digital, como, pode-se inferir, um contrato qualquer firmado junto a um aplicativo que ofereça acesso a filmes e séries ou canções.

Por fim, ademais se optou em trazer, no item 2 do art. 5 do referido House Bill, o exato conceito de *smart contract*:

2. ‘*Smart contract*’ significa um programa *event-driven*,<sup>144</sup> com estado,<sup>145</sup> que é executado em um livro-razão distribuído, descentralizado, compartilhado e replicado e que é capaz de armazenar e transferir ativos no livro-razão.<sup>146</sup>

No estado de Nevada, por sua vez, o Senate Bill n° 398, de 2017, que, conforme seu preâmbulo, trata sobre transações eletrônicas e reconhece e autoriza o uso da tecnologia *blockchain*, define os *smart contracts* como “[...] um contrato armazenado como um registro eletrônico [...] que é verificado pelo uso de uma *blockchain*”.<sup>147</sup>

A seu turno, no Senate Bill n° 125, de 2019, do Estado de Wyoming, os contratos inteligentes são definidos como:

---

<sup>143</sup> No original: “*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. Smart contracts may exist in commerce. C. A Contract relating to a transaction may not be denied legal effect, validity or enforceability solely because that contract contains a smart contract term*”. Estado do Arizona, Arizona House Bill 2417, 2017. Disponível em: <https://www.azleg.gov/legtext/53leg/1r/bills/hb2417p.pdf> Acessado em: 18 nov. 2021. p. 1.

<sup>144</sup> Um programa *event-driven* é aquele desenhado para reagir a *inputs* determinados fornecidos pelos usuários. **Event-driven Program.** Technopedia. 27 fev. 2018. Disponível em: <https://www.techopedia.com/definition/7083/event-driven-program> Acessado em: 16 jan. 2023.

<sup>145</sup> Em ciência da computação, estado de um programa é a situação, ou seja, os valores e as informações que ele possui em um determinado momento. O estado de um programa pode variar conforme os *inputs* (informações externas) que o programa passa a armazenar. **State.** Techopedia. 4 jan. 2017. Disponível em: <https://www.techopedia.com/definition/696/state-computer-science> Acessado em: 16 mai. 2022.

<sup>146</sup> No original: “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”. Estado do Arizona, Arizona House Bill 2417, 2017. Disponível em: <https://www.azleg.gov/legtext/53leg/1r/bills/hb2417p.pdf> Acessado em: 18 nov. 2021. p. 2.

<sup>147</sup> No original: “‘*smart contract*’ means a contract stored as an electronic record [...] which is verified by the use of a *blockchain*.” Estado de Nevada, Senate Bill n° 398, 20 mar. 2017. Disponível em: <https://www.leg.state.nv.us/Session/79th2017/Bills/SB/SB398.pdf> Acessado em: 18 nov. 2021. p. 2.

[...] uma transação automática [...] ou qualquer [transação] substancialmente análoga, que é constituída por código, *script* ou linguagem de programação que executa os termos de um acordo, e que pode incluir o armazenamento e a transferência de um ativo, ou expedir instruções executáveis para tanto, baseado na ocorrência ou na não ocorrência de condições específicas.<sup>148</sup>

Tem-se ainda, no 2019 Tennessee Code, que:

“*Smart contract*” significa um programa de computador *event-driven*, que é executado em um livro-razão eletrônico, distribuído, descentralizado, compartilhado e replicado que é usado para automatizar transações, incluindo, mas não somente, transações que: a) armazenam e instruem transferências de ativos no livro-razão; b) criam e distribuem ativos digitais; c) sincronizam informações ou; d) administram identidades e acessos de usuários a funções de um software.<sup>149</sup>

No House File do Estado de Ohio, no qual se reconhece a legalidade de transações eletrônicas por meio da tecnologia de livro-razão distribuído e dos contratos inteligentes, definem-se estes como:

“*Smart contract*” significa um programa *event-driven* ou um protocolo de transação computadorizado que é executado em um livro-razão distribuído, descentralizado, compartilhado e replicado que executa os termos de um contrato [...] [que] inclui armazenamento e instruções sobre transferências de ativos.<sup>150</sup>

Por fim, está tramitando, no estado de Nova York, o Assembly Bill A3760, que tem como objetivo permitir assinaturas eletrônicas por meio de *blockchains*. No projeto, define-se contrato inteligente como “[...] um programa *event-driven* que é executado em um livro-razão distribuído, descentralizado, compartilhado e replicado e que pode armazenar e instruir a transferência de ativos no livro-razão”.<sup>151</sup>

---

<sup>148</sup> No original: “[...] *automated transaction* [...] or any substantially similar analogue, which is comprised of code, script or programming language that executes the terms of an agreement, and which may include taking custody of and transferring an asset, or issuing executable instructions for these actions, based on the occurrence or nonoccurrence of specified conditions”. Estado de Wyoming, Senate Bill nº 9, 2019. Disponível em: <https://legiscan.com/WY/text/SF0125/2019> Acessado em: 18 set. 2021. p. 5.

<sup>149</sup> No original: “‘*smart contract*’ means an event-driven computer program, that executes on an electronic, distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that is used to automate transactions, including, but not limited to, transactions that: (A) Take custody over and instruct transfer of assets on that ledger; (B) Create and distribute electronic assets; (C) Synchronize information; or (D) Manage identity and user access to software applications”. Estado do Tennessee, 2019 Tennessee Code, 2019. Disponível em: <https://law.justia.com/codes/tennessee/2019/title-47/chapter-10/part-2/section-47-10-201/> Acessado em: 18 set. 2021.

<sup>150</sup> No original: “‘*smart contract*’ means an event-driven program or computerized transaction protocol that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that executes the terms of a contract [...] includes taking custody over and instructing the transfer of assets” Estado de Ohio, House File 799, 2021. Disponível em: <https://www.legis.iowa.gov/docs/publications/LGI/89/HF799.pdf> Acessado em: 18 set. 2021. p 1

<sup>151</sup> No original: “[...] an event-driven program that runs on a distributed, decentralized, shared and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger” Estado de Nova York, Assembly Bill A3760, 2021. Disponível em: <https://legislation.nysenate.gov/pdf/bills/2021/A3760> Acessado em: 18 set. 2021.

Em todas as nove definições trazidas pela literatura e naquelas trazidas por todas as legislações, exceto a do estado de Nevada, nota-se um traço comum: a execução automática, por meio de programas de computador, de cláusulas contratuais. Ademais, as definições a), b) e c) e todas as legislações analisadas, excetuando os conceitos de Malta e do estado de Wyoming, mencionam o registro dessas cláusulas em um livro-razão distribuído, e as definições d), f) e g) e de Nevada, particularmente, em tecnologia *blockchain* ou *tamper-proof*.

Especificamente sobre a legislação do estado de Nevada, a ausência de referência à automatização parece ter sido ou um lapso do legislador, ou uma omissão proposital por desnecessidade de especificar a mencionada característica, porque, sem ela, em que um *smart contract* se distinguiria de um contrato em papel ou mesmo de um digitalizado e exibido na tela do computador?<sup>152</sup>

Portanto, há três conceitos na literatura que não mencionam o uso da tecnologia *blockchain*, direta ou indiretamente, que são os conceitos e), h) e i),<sup>153</sup> bem como as legislações de Malta e do estado de Wyoming, o que é um ponto que merece uma reflexão mais aprofundada, já que, como será visto, as características de um contrato executado em uma *blockchain* são muito diferentes de um que não o é, ainda que igualmente automático.

### 3.1.2 Tecnologia *Blockchain*: Condição *sine qua non*?

Uma pergunta que se coloca pela análise dos conceitos trazidos por Nick Szabo, pela literatura posterior e pelas legislações alienígenas é se o uso da tecnologia *blockchain* é condição *sine qua non* dos contratos inteligentes. Em outras palavras: pode-se falar em *smart contract* como aquele escrito em linguagem de programação e automático, mas que não é executado em uma *blockchain*?

---

<sup>152</sup> Conforme Christian Sahb Batista Lopes e Lucas Sávio Oliveira da Silva, os contratos eletrônicos podem representar dois tipos de relação: i) em que o meio eletrônico é usado para expressão da vontade, mas em que a execução ocorre no mundo físico (e. g. a entrega de uma mercadoria via correio); e ii) o meio eletrônico é usado para expressão da vontade e para execução das obrigações dela advindas (e. g., o envio para o e-mail do cliente de uma cópia de um livro em formato PDF). LOPES, Christian Sahb Batista; SILVA, Lucas Sávio Oliveira da. **Contratos Eletrônicos**. Direito, Tecnologia e Inovação. 1 vol. Parentoni, Leonardo (org.); Gontijo, Bruno Miranda; Lima, Henrique Cunha Souza (orgs.). Belo Horizonte: D'Plácido, 2018. p. 373-394. p. 378-379. Se o *smart contract* não for automático, ele não representará nenhuma diferença em face da relação i); por sua vez, no que se refere à relação ii), é completamente viável que a plataforma de *e-commerce* seja programada para enviar, por exemplo, um livro em formato PDF, automaticamente. O que distingue os *smart contracts* deste tipo de relação é justamente a tecnologia *blockchain* e o que ela implica.

<sup>153</sup> Sendo que o conceito i), como visto, expressamente não considera a tecnologia *blockchain* como um elemento essencial dos contratos inteligentes.

Sobre o tema, tem-se a interessante reflexão de Alexander Savelyev, que aponta não se poder considerar, como condição única dos contratos inteligentes, a “mera” automatização de cláusulas contratuais. Porque, se assim o for, eles não apresentarão nenhuma diferença relevante em face do “exemplo canônico” da máquina de vendas automática, ou mesmo com a antiquíssima máquina de Heron de Alexandria, inventada em 62 a.C., denominada de Pneumatika, que, quando nela se inseria uma moeda de dracma, liberava certa quantidade de “água sagrada”.<sup>154</sup>

O autor russo ainda dá o exemplo da automatização de parte do mercado de ações nos Estados Unidos, país no qual mais de 75% das transações são efetuadas por meio de sistemas que emitem automaticamente ordens de compra e/ou venda.<sup>155</sup>

E tais sistemas sequer estão distantes do dia a dia de muitos brasileiros, mercado no qual, entre os investidores que são pessoas físicas, a maneira mais popular de vender e comprar ações é por meio do sistema *home broker*. Nele, ademais de se abandonar os pregões presenciais, há funções tais quais *stop loss* e *stop gain*: naquela, para evitar perdas maiores, programa-se a venda automática das ações para quando atingirem determinado patamar de desvalorização; nesta, por outro lado, considerando as naturais flutuações do mercado, programa-se a venda das ações para quando alcançarem certa valorização, antes que, eventualmente, comecem a cair.<sup>156</sup>

No mesmo sentido do apontado por Alexander Savelyev, Oscar Borgogno salienta que, apesar de, no conceito original de Nick Szabo, não estar presente a tecnologia *blockchain* (o que, chama-se atenção, seria cronologicamente impossível), se assim não se considerar, os *smart contracts* tornar-se-iam sinônimos de automatização contratual, algo que, para o autor italiano, não os diferenciaria muito de modelos negociais como os da Amazon, da Netflix ou

---

<sup>154</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0**: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036> Acessado em: 12 abr. 2021. p. 5-6.

<sup>155</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0**: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036> Acessado em: 12 abr. 2021. p. 5-6.

<sup>156</sup> **Home Broker**: Entenda como funciona. InfoMoney. 2019. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/home-broker-entenda-como-funciona/> Acessado em: 15 set. 2021.

do Spotify. Não se explicaria, dessa maneira, todo o entusiasmo ao redor dos *smart contracts*.<sup>157</sup>

Assim, parece forçoso concluir que, para os *smart contracts* se distinguirem como fenômeno jurídico-computacional que desperte questões e, conseqüentemente, interesses próprio, o uso da tecnologia *blockchain* lhes é condição *sine qua non*. Uma vez registrado em uma *blockchain*, graças a ser essa tecnologia *tamper proof* e descentralizada, um *smart contract* não pode ser modificado por quaisquer agentes, sejam as partes, sejam terceiros, inclusive atores governamentais. Ademais, pode ele ser acessado e inspecionado, ou seja, visualizado na rede – ao menos em uma *blockchain* pública – por qualquer pessoa, ainda que isso possa exigir algum conhecimento em linguagem de programação.<sup>158</sup> Afinal, os *smart contracts*, do ponto de vista do ser, são programas de computador, não necessariamente representados em algum *layout* acessível ou transcritos para a linguagem natural.

Não se pode dizer, dessa maneira, que, da perspectiva do direito contratual, os *smart contracts*, conforme defendido por Daniel de Pádua Andrade e Henry Colombi, “não se diferencia[m], juridicamente, de uma corriqueira máquina de vendas automática, de um saudoso telefone público a fichas, ou mesmo do arcaico mecanismo projetado por Heron de Alexandria[...]”, e que, portanto, “[...] pode-se definir o *smart contract* simplesmente como um contrato que possui, em alguma medida, uma forma de prestação autoexecutável”,<sup>159</sup> porque, se assim se considerar, não é possível apreender a natureza própria desses contratos, que não só são autoexecutáveis, mas, no mínimo, igualmente imodificáveis.

### 3.1.3 Inteligência Artificial: Uso implícito?

Outro ponto importante a ser debatido é sobre a inclusão ou não de inteligência artificial na definição de *smart contract*,<sup>160</sup> apesar de Nick Szabo, ao cunhar o conceito,

---

<sup>157</sup> BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310. p. 289.

<sup>158</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 42.

<sup>159</sup> ANDRADE, Daniel de Pádua; COLOMBI, Henry. **Smart Contracts: Por um adequado enquadramento no direito contratual brasileiro**. In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). *Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências*. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 17-35. p. 21.

<sup>160</sup> Riccardo de Caria assim coloca a questão: “[...] outro importante aspecto da definição refere-se à possibilidade de adicionar o conceito de inteligência artificial (IA) aos *smart contracts*. Em outras palavras,

afirmar que “o uso de inteligência artificial não é implícito”.<sup>161</sup> Nesse diapasão, Riccardo de Caria também defende que a inteligência artificial não é, diferentemente da tecnologia *blockchain*, condição *sine qua non*, ainda que possa ser usada, especialmente no futuro, como um acréscimo às funcionalidades dos contratos inteligentes.<sup>162</sup>

De fato, como apontam certos autores, os *smart contracts* não são realmente inteligentes, no sentido de imitarem o raciocínio humano, já que somente executam o que fora previamente programado.<sup>163</sup> Inclusive, há aqueles que os consideram não tanto “*smart*”, mas sim “*dumb contracts*”, justamente em razão de, atualmente, a grande maioria somente ser capaz de executar “simples” transações financeiras, além de ser inflexível, incapaz de se alterar em consonância aos novos arranjos circunstanciais, característica esta que seria a própria “beleza do direito contratual”.<sup>164</sup> O termo “*smart*”, portanto, deve ser entendido no sentido de serem esses contratos “mais inteligentes” do que seus pares em papel, uma vez que são capazes de executar, automaticamente, cláusulas contratuais.<sup>165</sup>

Ainda quanto ao tema, é interessante a diferenciação levada a cabo por Anthony J. Casey e Anthony Niblett entre os *smart contracts* e do que denominam de *self-driving contracts*. Enquanto aqueles automatizam as cláusulas contratuais, eliminando terceiros intermediários, seguindo a lógica: “se x, então y”,<sup>166</sup> estes, por sua vez, seguem a lógica: “se

---

seriam os *smart contracts* parcialmente escritos ou executados por IA?”. No original: “[...] *another important aspect of the definition regards the possibility of adding the concept of artificial intelligence (AI) to smart contracts. In other words, may smart contracts be partially written or executed by AI?*”. CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 23.

<sup>161</sup> SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets.** p. 01-23. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html) Acessado em: 10 set. 2019. p. 2.

<sup>162</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 23-24.

<sup>163</sup> JACCARD, Gabriel Olivier Benjamin. **Smart Contracts and The Role of Law.** Jusletter IT. 23 nov. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3099885](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3099885) Acessado em: 11 mar. 2021. p. 3-4.

<sup>164</sup> CANNARSA, Michel; DiMATTEO, LARRY A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contract and Contract Law.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18. p. 9.

<sup>165</sup> LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. **An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitation.** Harvard Law School Forum on Corporate Governance. 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/> Acessado em: 14 fev. 2021. p. 2.

<sup>166</sup> LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. **An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitation.** Harvard Law School Forum on Corporate Governance. 2018. Disponível em:

x, a melhor opção é y”. Ou seja, a proposta dos *self-driving contracts* é utilizar a inteligência artificial para monitorar eventos e prever, dado determinado cenário, qual o melhor curso a ser adotado durante uma relação contratual.<sup>167</sup> As partes simplesmente transigem sobre dois pontos: a) o resultado final desejado; e b) como serão divididos os benefícios e suportados os custos. A inteligência artificial calcula, em tempo real, conforme vai se desdobrando o negócio, quais ações – ou, em outras palavras, cláusulas contratuais – as partes devem adotar para atingir, com a maior eficiência, o acordado. O computador “traduz” o objetivo geral *ex ante*, constituído pelos pontos a) e b), previamente estabelecidos, para “diretivas específicas *ex post*”, chamadas também de “microdiretivas específicas.”<sup>168</sup>

De todo modo, a inteligência artificial é uma tecnologia ainda bastante incipiente e não existem exemplos de sua aplicação em *smart contracts*, e há certo ceticismo sobre até que ponto poderá substituir o juízo humano nas relações contratuais,<sup>169</sup> mas não deixa ela de ser um campo promissor de investigação e investimento.

A diferenciação entre os *smart contracts* e os contratos que fazem – ou melhor, farão – uso de inteligência artificial não se trata de mera categorização didática. Na verdade, essa distinção conceitual é importante para se apreender as vantagens e desvantagens próprias de cada um desses dois fenômenos jurídico-computacionais.

De fato, um problema que parece ser mais latente nos *self-driving contracts* é se os tribunais irão ou não reconhecer se há neles o consentimento das partes, haja vista que elas não saberão quais serão, exatamente, as obrigações a serem cumpridas.<sup>170</sup> Tal questão, em relação aos *smart contracts*, todavia, não parece apresentar o mesmo desafio, já que todas as cláusulas são – ou são passíveis de serem, por exemplo, se se souber linguagem de programação – desde as tratativas, conhecidas pelas partes.

---

<https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/> Acessado em: 14 fev. 2021. p. 1.

<sup>167</sup> CASEY, Anthony J.; NIBLETT, Anthony. **The Self-driving Contracts**. The Journal of Corporation Law. Iowa City: The University of Iowa College of Law. vol. 43, n. 01, p. 01-33, 2017. p. 3

<sup>168</sup> CASEY, Anthony J.; NIBLETT, Anthony. **The Self-Driving Contracts**. The Journal of Corporation Law. Iowa City: The University of Iowa College of Law. vol. 43, n. 01, p. 01-33, 2017. p. 5-7.

<sup>169</sup> Law Commission. **Smart Contracts Call for Evidence**. Dez. 2020. Disponível em: <https://s3-eu-west-2.amazonaws.com/lawcom-prod-storage-11jsxou24uy7q/uploads/2020/12/201216-Smart-contracts-call-for-evidence.pdf>. Acessado em 27 abr. 2021. p. 8.

<sup>170</sup> CASEY, Anthony J.; NIBLETT, Anthony. **The Self-Driving Contracts**. The Journal of Corporation Law. Iowa City: The University of Iowa College of Law. vol. 43, n. 01, p. 01-33, 2017 p. 17.

### 3.2 Principais Características dos *Smart Contracts*

As principais características dos contratos inteligentes, conforme Alexander Savelyev, são: forma eletrônica, natureza dual, precisão, natureza condicional e autoexecução.<sup>171</sup>

Em relação à primeira característica, qual seja, forma eletrônica, deve-se fazer uma diferenciação entre essa forma propriamente dita e os *smart contracts*. De acordo com o autor russo, um contrato firmado em meio digital (*click-wrap agreements*) é um exemplo de contrato em forma eletrônica, que reside, ao alcance das partes, ao lado das formas escrita e oral. O que diferenciaria os *smart contracts* dos demais contratos digitais é que, para estes, ainda pode ser necessária alguma “papelada” (ainda que digitalizada), como para faturas, recibos e certificados de entregas.<sup>172</sup> Christian Sahb Batista Lopes e Lucas Sávio Oliveira da Silva, pelo mesmo ângulo, sustentam que a forma eletrônica se dá em contratos firmados em meio eletrônico, e só. Ou seja, consideram apenas os aspectos da oferta e da aceitação, sendo irrelevantes as demais fases pré-contratual, de execução e pós-contratual.<sup>173</sup>

Todavia, como bem salientado por Rodrigo Moreira, os *smart contracts* não são, de fato, um tipo de contrato, mas sim uma forma contratual, ou, ainda conforme o autor, um substituto do instrumento contratual tradicional,<sup>174</sup> assim como são, como visto, os contratos eletrônicos em geral. Mas, pensa-se que, conforme já adiantado, os contratos inteligentes têm ainda outras características que o distinguem dos demais contratos eletrônicos, de forma que se justifica, se não separar as duas formas, diferenciar gênero de espécie, ou seja: todo *smart contract* é um contrato eletrônico, mas nem todo contrato eletrônico é um *smart contract*.

Não é nem mesmo o fato de alguns contratos eletrônicos fazerem uso de documentos em papel, em certas fases do negócio, que os diferenciam efetivamente dos *smart contracts*, porque, além de a forma estar relacionada ao meio pelo qual se dão as declarações de vontade

<sup>171</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law.** Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>. Acessado em: 12 abr. 2021. p. 9-12.

<sup>172</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law.** Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>. Acessado em: 12 abr. 2021. p. 9

<sup>173</sup> LOPES, Christian Sahb Batista; SILVA, Lucas Sávio Oliveira da. **Contratos Eletrônicos.** Direito, Tecnologia e Inovação. 1 vol. Parentoni, Leonardo (org.); Gontijo, Bruno Miranda; Lima, Henrique Cunha Souza (orgs.). Belo Horizonte: D’Plácido, 2018. p. 373-394. p. 376.

<sup>174</sup> MOREIRA, Rodrigo. **Investigação Preliminar sobre A Natureza e Os Critérios de Interpretação dos Smart Contracts.** Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod\\_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf). Acessado em: 27 abr. 2021. np.

das partes<sup>175</sup> – como melhor será analisado – existem mesmo, entre os contratos inteligentes, aqueles que são híbridos, ou seja, que fazem uso de mais de uma forma contratual.

Quanto à primeira característica que é de fato distintiva dos *smart contracts*, tem-se sua natureza dual, ou seja, a questão de eles não deixarem de ser programas de computador: *code is law!* como diz o famoso jargão. Dessa maneira, ao mesmo tempo em que são contratos, no sentido legal – possibilidade que, do ponto de vista jurídico, será investigada – sob eles também recaem, para Alexander Savelyev, as leis de propriedade intelectual que protegem softwares.<sup>176</sup>

Ademais, os *smart contracts* são escritos em linguagem de computador, que possui semântica e sintaxe restritas, o que lhes traz maior precisão. Não há espaço, dessa maneira, para interpretações subjetivas, como ocorre com a linguagem natural. Verifica-se, portanto, conforme o autor russo, uma preterição das regras tradicionais de interpretação dos contratos,<sup>177</sup> que, no ordenamento jurídico brasileiro, pode-se mencionar, por exemplo, o art. 112 do Código Civil, que determina que “[...] nas declarações de vontade se atenderá mais à intenção nelas consubstanciada do que ao sentido literal da linguagem”.

Quando se pensa nos contratos eletrônicos ordinários, por sua vez, apesar de serem eles celebrados em meio digital e, portanto, fazerem uso de linguagem de programação, não deixam de ser contratos escritos em linguagem natural, ou seja, em forma escrita; os códigos somente lhes representam o que a tinta significa para os contratos impressos ou escritos à mão.

No que concerne à natureza condicional dos contratos inteligentes, ela pode ser expressa pela fórmula “se isto... então aquilo”, no que, “isto” e “aquilo”, conforme Riccardo de Caria, são pré-definidos pelas partes contratuais ou pelo “autor” do *smart contract*.<sup>178</sup>

---

<sup>175</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3. vol. 19. ed. Revisor e Atualizador: Caitlin Mulholland. Rio de Janeiro: Forense, 2015, p. 31.

<sup>176</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law**. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>. Acessado em: 12 abr. 2021. p. 9-10.

<sup>177</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law**. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>. Acessado em: 12 abr. 2021. p. 10.

<sup>178</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 24

Para se aprofundar na análise dessa questão, é necessário trazer as lições clássicas de Hans Kelsen, para quem a norma contratual, como norma jurídica, distingue-se das leis da natureza pela maneira como se conecta o pressuposto à consequência. Na natureza, observa-se o princípio da causalidade, que tem como fórmula “se A, tem-se B”. É a hipótese, por exemplo, da gravidade universal, que, não é preciso dizer, não foi promulgada nem pode ser modificada ou revogada. Já as normas jurídicas - das quais, claro, faz parte a norma contratual - exprimem-se pelo princípio da imputação: “se A, dever-se ter B”.<sup>179</sup> Ou seja, em um contrato, acordam-se ou se prometem as partes que, se uma delas fizer ou deixar de fazer X, a outra fará ou deixará de fazer Y.<sup>180</sup>

Um *smart contract*, todavia, segue justamente a primeira fórmula:<sup>181</sup> uma vez firmado o contrato, suas obrigações serão cumpridas independentemente da ação, ou melhor, da vontade das partes, o que, ao menos *a priori*, vai de encontro à ontologia das normas jurídicas, como visto. E até se poderia dizer que foram as partes que definiram as condições A e B, como bem apontado por Riccardo de Caria, no mais evidente exercício da autonomia privada, mas, ainda que assim se reconheça, em um *smart contract*, as condições não se acoplam pelo verbo “dever”, mas pelo verbo “ter”, como no princípio da causalidade.

Esse problema foi elaborado por Kevin Werbach e Nicolas Cornell da seguinte maneira, bastante curiosa: em um contrato inteligente, não há, de fato, uma “troca de promessas ou obrigações”, uma vez que, por ser automático, nada é deixado para que as partes cumpram, posteriormente à celebração. Em vez de haver algo como “eu prometo lhe pagar um bitcoin se isso e isso ocorrer”, tem-se “você será pago em um bitcoin se isso e isso ocorrer”.<sup>182</sup> Ou seja, não há comando a ser executado por uma das partes, como em: “prometo

---

<sup>179</sup> KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito**. Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 63-64.

<sup>180</sup> Isso, claro, se se tratar de um contrato sinalagmático ou bilateral quanto aos efeitos e não quanto às partes, haja vista que, em relação a elas, todo contrato é negócio jurídico bilateral. PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3. vol. 19. ed. Revisor e Atualizador: Caitlin Mulholland. Rio de Janeiro: Forense, 2015, p. 59.

<sup>181</sup> Nas palavras de Riccardo de Caria: “de fato, deve-se notar que os *smart contracts* são baseados na lógica do ‘se este... então esse’, em que ‘este’ e ‘esse’ são predeterminados pelo autor do *smart contract*”. No original: “*in fact, it should be noted that smart contracts are based on the logic of ‘If this . . . then that,’ where ‘this’ and ‘that’ are predetermined by the smart contract’s author*”. CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÔ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 24.

<sup>182</sup> No original: “‘*I will pay you one Bitcoin if such-and-such happens*’ [...] ‘*you will be paid one Bitcoin if such-and-such happens*’”. WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. *Duke Law Journal*. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p 340.

lhe pagar”, *i. e.*, uma situação futura que pode ou não ocorrer, mas uma que irá se passar independentemente da vontade das partes: “será pago”; em outras palavras, uma situação futura certa.<sup>183</sup>

Mas, como bem lembram os autores, nem todos os contratos tradicionais são de execução diferida, ou seja, deixam-se obrigações para serem executadas posteriormente.<sup>184</sup> O que parece ocorrer com os contratos inteligentes é um rompimento da diferença tradicional entre os contratos de execução diferida e os de execução instantânea, porque não necessariamente, em um *smart contract*, a execução das obrigações ocorrerá logo quando celebrado, mas tal cumprimento não dependerá de nenhuma atividade humana posterior. Essa dissolução da diferença entre os contratos de execução diferida e os de trato continuado é reveladora da natureza dos *smart contracts*: a autonomia privada se resume a definir as condições A e B, mas o verbo que lhes acopla não exprime qualquer possibilidade de escolha, mas uma certeza: “se A, tem-se B”.

São os *smart contracts*, ademais, autoexecutáveis, porque, uma vez concluídos, não necessitam de intervenção humana para serem executados, sendo irrelevantes mudanças circunstanciais, não havendo espaço para *efficient breaches*.<sup>185 186</sup>

Não obstante, nem todos os contratos inteligentes são completamente autônomos, havendo formas híbridas. Isto é, as partes podem optar pela forma inteligente para aquelas cláusulas que são mais compatíveis com a linguagem de programação, *e. g.*, relacionadas a transferência de valores ou de ativos. Mas, para aquelas que não são facilmente descritas em linguagem objetiva, como nas que constam termos tais quais “*boa-fé*” ou “da melhor maneira possível”, pode-se optar pelas formas tradicionais. É semelhante ao que ocorre com o sistema

<sup>183</sup> Na verdade, a certeza não é tanto sobre se o evento ocorrerá, mas que, se as condições não se alterarem, o evento ocorrerá por obra da lei da causa e efeito, princípio que não se altera. Por exemplo, não se pode ter a certeza de que uma maçã cairá da macieira, mas seguramente se pode dizer que, se ninguém a colher, ela invariavelmente cairá na superfície da terra, atraída pela lei da gravidade.

<sup>184</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p 341.

<sup>185</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law**. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036> Acessado em: 12 abr. 2021. p. 11-12.

<sup>186</sup> *Efficient breach* trata-se da “quebra de um contrato em relação ao qual, para a parte inadimplente, é mais barato arcar com indenizações do que cumprir com o acordado”. No original: “*a breach of contract in which the breaching party finds it cheaper to pay damages than to perform under the contract. In other words, a type of contractual breach that is economically efficient, at least for the breaching party*”. Efficient Breach. Cornell Law School. Disponível em: [https://www.law.cornell.edu/wex/efficient\\_breach#:~:text=A%20breach%20of%20contract%20in,least%20for%20the%20breaching%20party](https://www.law.cornell.edu/wex/efficient_breach#:~:text=A%20breach%20of%20contract%20in,least%20for%20the%20breaching%20party) Acessado em: 12 jul. 2022.

EDI, que não substituiu os contratos em papel, mas é empregado em relações contratuais mais amplas;<sup>187</sup> somente em determinadas transações de um todo negocial se faz uso do sistema EDI, que, antes de substituir, complementa as formas contratuais tradicionais.

Por fim, a última característica atribuída aos contratos inteligentes é a autossuficiência, *i. e.*, o fato de não precisarem de nenhuma instituição legal para serem executados, seja de uma estrutura que compulsoriamente faça o contrato ser cumprido, seja de uma legislação que regule e legitime tal estrutura.<sup>188</sup>

Essa peculiar<sup>189</sup> característica está relacionada ao que se denomina de “*trustless trust*”, *i. e.*, a capacidade de a *blockchain* gerar confiança sem a necessidade de atores fiáveis ou terceiros intermediários.<sup>190</sup> Cria-se, entre as partes, confiança, sem que, para tanto, seja necessário que elas previamente se conheçam ou que recorram a terceiros de confiança, como bancos ou Estados.

A ideia de *trustless trust* gera ainda, conforme Primavera de Filippi e Aaron Wright, um novo corpo legal, a que denominam de *Lex Cryptographia*, caracterizada por ser administrada via *smart contracts*, *i. e.*, de maneira descentralizada,<sup>191</sup> independente de grandes agentes privados, *e. g.* bancos ou plataformas de *e-commerce*, ou mesmo do próprio Estado. É uma evolução, proporcionada pela tecnologia *blockchain*, daquilo que Lawrence Lessig, tratando do ciberespaço, expressou pelo jargão – que é quase um lema dos *cyberpunks* – *code is law*: no ciberespaço, os códigos funcionam como leis e nunca são descobertos, mas sempre conscientemente produzidos.<sup>192</sup>

---

<sup>187</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 76-78.

<sup>188</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law**. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036> Acessado em: 12 abr. 2021. p. 12.

<sup>189</sup> Afinal, ainda que a maior parte dos contratos seja executada voluntariamente, há sempre a potencial necessidade de se socorrer à coação do Estado.

<sup>190</sup> FINCK, Michele. **Blockchains: Regulating the unknown**. *German Law Journal*. Frankfurt: German Law Journal, v. 19, n. 04, p. 665-692, jul. 2018. p. 669.

<sup>191</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 fev. 2021. p. 4.

<sup>192</sup> LESSIG, Lawrence. **Code: Version 2.0**. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer> Acessado em: 21 mar. 2021. p. 5-6.

Essa última característica é apontada, inclusive, como sendo a grande vantagem ou ponto forte dos contratos inteligentes: a preterição de terceiros intermediários, pela eliminação do risco de inadimplência em razão da impossibilidade de intervenção humana no contrato, o que tem o potencial de tornar economicamente viáveis mercados que não o são em razão da ausência do elemento confiança.<sup>193</sup> Mas dizer que os *smart contracts* são autossuficientes ou mesmo que dão origem a uma *Lex Cryptographia* é questão tão política quanto propriamente técnica, senão mais aquela do que esta, e o legislador brasileiro, na Constituição de 1988, optou, no art. 5º, XXXV, que “a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito”. Ou seja, o Estado brasileiro, por óbvia coerência, não está disposto a abrir brechas anárquicas no direito contratual.

### 3.3 *Smart Contracts* Ainda no Plano do Ser: Exemplos reais e hipotéticos

Aplicações reais da tecnologia *blockchain* permanecem ainda, de fato, um tanto ou quanto raras, mas, na literatura, encontra-se uma profusão de usos ou propostas (algumas vistas no Capítulo 1), tais quais: o rastreamento de bens e pagamentos; como componente da promissora internet das coisas (*internet of things* - IoT), facilitando a comunicação máquina-máquina e micropagamentos; serviços notariais, como nos registros de propriedade; processos eleitorais; e, por fim e não menos importante, em contratos, na substituição de intermediários, seja no *e-commerce* (e. g., Amazon), seja nas economias do compartilhamento (e. g., Airbnb e Uber), seja permitindo uma conexão direta entre artistas e consumidores (e. g., rastreio e transação de canções ou outros trabalhos artísticos ou autorais veiculados em meio digital),<sup>194</sup> etc.

#### 3.3.1 Arcabouço Conceitual

Antes de se apresentar hipóteses tangíveis, já postas em prática ou não, é interessante demonstrar algumas linhas de códigos, ainda que simplificadas ou meramente conceituais, de um contrato inteligente. É mais ou menos como se se estivesse apresentando o papel, a caneta e o sistema alfanumérico da forma contratual escrita, ou a linguagem falada da forma oral.

---

<sup>193</sup> BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310. p. 291-292.

<sup>194</sup> FINCK, Michele. **Blockchains: Regulating the unknown**. *German Law Journal*. Frankfurt: German Law Journal, v. 19, n. 04, p. 665-692, jul. 2018. p. 671-674.

Paul Catchlove dá um bom exemplo de programação de um contrato de compra e venda de uma casa, simples o suficiente para que qualquer um, mesmo que não familiarizado com linguagem de programação, consiga compreender:

```

1      Purchase of Residential Property {
2          salePrice = $1,000,000
3          purchaser = Mary Jones
4          vendor = Peter Smith
5          asset = 88 Smith Street, Brisbane
6          expiryDate = 30 November 2017
7      function exercise () {
8          If Message Sender = purchaser, and
9          If Current Date < expiryDate, then
10             purchaser send(salePrice) to vendor, and
11             vendor send(asset) to purchaser
12         }
13     }

```

Figura 4 - Código de *Smart Contract* de Compra e Venda de Imóvel<sup>195</sup>

Nesse exemplo, nota-se que, nas primeiras linhas, foram programadas as condições do negócio, similar a um quadro resumo de um contrato: o preço (*salePrice*), o comprador (*purchaser*), o vendedor (*vendor*), o bem objeto da transação (*asset*) e a data de expiração da oferta (*expiryDate*).

A segunda parte do programa trata, por sua vez, do que se pode considerar, em um contrato, como cláusula executória, que se apresenta na forma de uma função<sup>196</sup>: o *input* ou a “mensagem” deve ser enviada pelo comprador, e não por terceiro (*If Message Sender = purchaser*) e (*and*) antes da data de expiração (*If Current Date < expiryDate*); se assim ocorrer, *i. e.*, se as duas condições anteriores forem cumpridas, então (*then*) o comprador envia o preço da oferta ao vendedor (*purchaser send(salePrice) to vendor*) e (*and*), conseqüentemente, a titularidade do imóvel é transferida do vendedor ao comprador (*vendor send(asset) to purchaser*).

<sup>195</sup> CATCHLOVE, Paul. **Smart Contracts:** A new era of contract use. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3090226](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226). Acessado em 11 mar. 2021. p. 7.

<sup>196</sup> Funções, em ciência da computação, são módulos completos dentro de um software, que executam tarefas determinadas e que podem ser executados por si sós, indefinidamente. Eventualmente, funções “chamam” outras funções. **Function.** University of Utah School of Computing. Disponível em: <https://www.cs.utah.edu/~germain/PPS/Topics/functions.html> Acessado em: 15 mai. 2022.

### 3.3.2 Oráculos

Imagine-se agora que, no exemplo dado acima, do *Código de Smart Contract de Compra e Venda de Imóvel*, a liberação do pagamento ao vendedor estivesse condicionada a entrega, por este, das chaves físicas. Transmissões de informações como essa, *i. e.*, de eventos ocorridos no “mundo real” para a esfera virtual da *blockchain*, dão-se pelo que é chamado de oráculo.

Na antiga Grécia, nas vésperas da invasão persa liderada por Xerxes, os atenienses enviaram emissários ao famoso oráculo de Delfos, com o intuito de descobrir o que lhes estaria reservado e, talvez, por meio de oferendas e chantagens, alterar o destino.<sup>197 198</sup> O oráculo, para os helênicos, seria como uma ponte entre os mundos terreno e divino, trazendo informações, por meio de vaticínios, dos deuses aos humanos.

Analogamente, quando se trata da tecnologia *blockchain*, os oráculos são serviços, fornecidos por terceiros, desenhados e programados para transmitir informações externas (*off chain*) aos contratos inteligentes.<sup>199</sup> Todos os oráculos possuem três funções-chave, que são as capacidades de: coletar dados de uma fonte *off chain*; transferir essas informações para a *blockchain* (*on chain*), por meio de uma mensagem assinada por criptografia; e disponibilizar as informações nos arquivos de um *smart contract*, de maneira que outros *smart contracts* possam acessá-las.<sup>200</sup>

---

<sup>197</sup> HERÓDOTO. **A Batalha das Termópilas**. Trad. Anabela Gonçalves. Vila Nova de Gaia: Babel, 2008. p. 99-100.

<sup>198</sup> Inicialmente, o oráculo de Delfos ditou aos atenienses um terrível vaticínio, finalizado em: “abandonai, pois, este sagrado lugar e, perante as desgraças, comportai-vos com integridade”, o que os desolou. Aconselhados por um reputado cidadão de Delfos, chamado Androbulo, os atenienses ofereceram ramos de oliveira ao oráculo e lhe ameaçaram de ali permanecer até a morte, se uma previsão mais favorável não lhes fosse dada, no que o oráculo vaticinou: “não podes aplacar Zeus, deus do Olimpo [...] não obstante, vou dar-lhe agora uma nova resposta [...] Zeus, com penetrante olhar, concederá a Tritogenia um muro de madeira, único – mas inexpugnável – baluarte que a salvação suportará para ti e para os teus filhos [...] ai, divina Salamina! Que tu aniquilarás os frutos das mulheres [...]”. Esta previsão, considerada mais benéfica, foi então escrita e levada até a cidade, onde recebeu interpretações confusas, com os anciões dividindo-se entre a vitória e a derrota certa. HERÓDOTO. **A Batalha das Termópilas**. Trad. Anabela Gonçalves. Vila Nova de Gaia: Babel, 2008. p. 99-102.

<sup>199</sup> BAMBARA, Joseph J.; ALLEN, Paul R. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. New York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 39.

<sup>200</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O’Reilly, 2019. p. 255.

No exemplo da compra de um imóvel, o oráculo teria então a função de informar ao contrato inteligente o cumprimento (ou não) da condição para a transferência das moedas digitais e da propriedade do comprador ao vendedor: a entrega das chaves físicas.<sup>201</sup>

Mas os oráculos, todavia, apresentam um ponto único de falha<sup>202</sup> que, uma vez hackeado, pode-se driblar todo o sofisticado mecanismo da *blockchain* para tornar desnecessária a confiança em terceiros intermediários. Um oráculo, na verdade, nada mais é que um terceiro intermediário, a que as partes devem se fiar quanto às informações que fornece, pois não é ele, “*trustless*” ou “descentralizado”,<sup>203</sup> como se alega ser a *blockchain*.

Não obstante, há propostas no sentido de se criar redes de oráculos descentralizadas, sendo a iniciativa mais conhecida a ChainLink, que teve seu *white paper* publicado em 2017. Ela busca evitar um ponto único de falha e permitir a descentralização *tamper proof* da tecnologia *blockchain* durante todo o ciclo de vida dos *smart contracts*,<sup>204</sup> mesmo quando da coleta e da transmissão de informações *off chain* para a rede *blockchain* (tornando-as *on chain*).

---

<sup>201</sup> Andreas M. Antonopoulos e Galvin Wood dão alguns exemplos de dados que podem ser fornecidos via oráculos: “números aleatórios/entropia de fontes físicas tais quais processos quânticos/termiais: *e. g.*, para selecionar de forma justa o vencedor de um *smart contract* lotérico; [...] taxas de câmbio: *e. g.*, para corretamente indexar criptomoedas a moedas fiduciárias; dados do mercado de capitais: *e. g.*, precificação de cestas de ativos/títulos tokenizados; [...] dados estáticos/pseudoestáticos: *e. g.*, identificadores de segurança, códigos de países, códigos de moedas, etc.; dados de tempo e intervalo: para eventos desencadeados por medições precisas de tempo; dados meteorológicos: *e. g.*, prêmios de seguro calculados com base em previsões meteorológicas; eventos políticos: para decisões em mercados preditivos; eventos esportivos: para decisões em mercados preditivos e contratos de *fantasy sports*; dados de geolocalização: *e. g.*, como os usados no rastreamento de cadeias de suprimentos; verificação de danos: *e. g.*, para contratos de seguro; eventos ocorridos em outra *blockchain*: *e. g.*, funções de interoperabilidade; [...]”. No original: “*random numbers/entropy from physical sources such as quantum/thermal processes: e.g., to fairly select a winner in a lottery smart contract [...] exchange rate data: e.g., for accurate pegging of cryptocurrencies to fiat currency capital markets data: e.g., pricing baskets of tokenized assets/securities; [...] static/pseudostatic data: security identifiers, country codes, currency codes, etc; time and interval data: for event triggers grounded in precise time measurements; weather data: e.g., insurance premium calculations based on weather forecasts; political events: for prediction market resolution; sporting events: for prediction market resolution and fantasy sports contracts; geolocation data: e.g., as used in supply chain tracking; damage verification: for insurance contracts; events occurring on other blockchains: interoperability functions [...]*” ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O’Reilly, 2019. 255.

<sup>202</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O’Reilly, 2019. 254.

<sup>203</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity**. Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf> Acessado em: 11 mar. 2021. p. 23.

<sup>204</sup> ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink: A decentralized oracle network**. 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf> Acessado em: 18 out. 2021. p. 3

A ChainLink possui componentes *on chain* – o que faz dela uma camada da *blockchain*<sup>205</sup> – que são *smart contracts* denominados *oracles contracts*. Eles recebem requisições de contratos inteligentes de usuários da rede (*user-SC contract*) de determinado dado *off chain*.<sup>206</sup> Os *oracles contracts* então obtêm os dados externos requisitados e os retornam aos *user-SC contracts*:

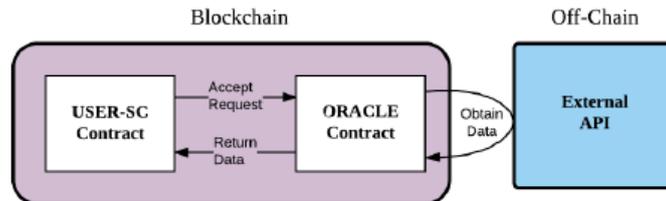


Figura 5 - Esquema de Oráculo Único ou de Fonte Única *Off Chain*<sup>207</sup>

Mas, para eliminar o problema do ponto único de falha, adotam-se múltiplas fontes de dados e, considerando que, da mesma maneira que a própria *blockchain*, uma rede descentralizada de oráculos sofre do problema dos generais bizantinos, obtidas as N informações das fontes externas, calcula-se um “resultado ponderado”.<sup>208</sup>

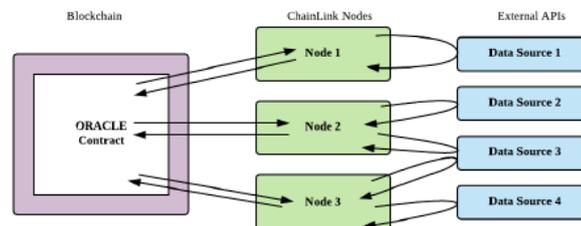


Figura 6 - Esquema de N Oráculos ou de N Fontes *Off Chain*<sup>209</sup>

Apesar de ser a maior iniciativa nesse sentido, a ChainLink não é a única que busca resolver o “problema do oráculo”, *i. e.*, de fornecer dados *off chain* descentralizadamente. Outros projetos que ainda podem ser citados são o Provable e a Augur.<sup>210</sup> Não obstante, tal

<sup>205</sup> ChainLink. Disponível em: <https://chain.link/faqs> Acessado em: 12 out. 2021.

<sup>206</sup> ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink**: A decentralized oracle network. 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf> Acessado em: 18 out. 2021. p. 5.

<sup>207</sup> ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink**: A decentralized oracle network. 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf> Acessado em: 18 out. 2021. p. 9.

<sup>208</sup> ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink**: A decentralized oracle network. 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf> Acessado em: 18 out. 2021. p. 11-14.

<sup>209</sup> ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink**: A decentralized oracle network. 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf> Acessado em: 18 out. 2021. p. 12.

<sup>210</sup> KALEEM, Mudabbir; SHI, Weidong. **Demystifying Pythia**: A survey of ChainLink. oracles usage on Ethereum. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2101.06781.pdf> Acessado em: 06 nov. 2021. p. 1.

relativa profusão de propostas não parece refletir maiores adoções de oráculos descentralizados.

De fato, conforme pesquisa empírica levada a cabo por Mudabbir Kaleem e Weidong Shi, não são muitos os que fazem uso da ChainLink, que, como dito, é a proposta mais conhecida. A maior parte dos usuários da ChainLink são projetos denominados de DeFi – redução do termo *decentralized finance* – que necessitam de informações de preços de mercado para seus contratos, não havendo demanda significativa por dados para aplicações de outras naturezas,<sup>211</sup> como, pode se pensar, seguros, que têm suas obrigações contratuais vinculadas a eventos danosos ocorridos *off chain*.

### 3.3.3 *Smart Contracts* Aplicados: Exemplos reais e hipotéticos

Como já mencionado, usos reais dos *smart contracts* continuam sendo um tanto ou quanto raros, mas sua aplicação vem crescendo paulatinamente, e deve receber impulso proporcional ao aumento do emprego da tecnologia *blockchain* nos mais diversos setores econômicos e aspectos da vida. Nesta seção, analisar-se-á os exemplos levantados pela literatura, tanto reais quanto hipotéticos, *i. e.*, propostas de usos, em razão justamente da raridade de exemplos factuais.

Conforme Claudio Demartini, Fabrizio Labertini e Valetina Gatteschi, a tecnologia *blockchain* é aplicada ou tem potencial de sê-lo nos seguintes grupos de atividade: administração de dados pessoais; serviços notariais; finanças; cadeias de produção e distribuição; seguros; internet das coisas; e economia do compartilhamento.<sup>212</sup> Os exemplos relacionados a administração de dados pessoais e governança pública e serviços de saúde e educação já foram apresentados no Capítulo 1, quando se analisou a tecnologia *blockchain* em si, por não se constituírem em contratos, reservando-se esta seção aos demais, que o são. A argumentação relativa a por que os exemplos abaixo são efetivamente contratos, para o direito brasileiro, será desenvolvida na próxima seção.

---

<sup>211</sup> KALEEM, Mudabbir; SHI, Weidong. **Demystifying Pythia**: A survey of ChainLink oracles usage on Ethereum. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2101.06781.pdf> Acessado em: 06 nov. 2021. p. 7-8.

<sup>212</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 45-52.

### 3.3.3.1 Finanças

Como já visto, transações financeiras foram o berço da tecnologia *blockchain*, por meio da Bitcoin, lançada em 2008. Mas, em razão das restrições dos protocolos da pioneira moeda digital, como baixa escalabilidade e linguagem de programação limitada, outras *blockchains* começaram a surgir. Entre elas, destaca-se a Ethereum, que, ao fazer uso de uma linguagem Turing-completa, tem a flexibilidade e a adaptabilidade suficientes para suportar muito mais do que “simples” transações financeiras.<sup>213</sup>

De todo modo, no âmbito do comércio internacional, sustenta-se mesmo que a mera transferência de valores entre instituições financeiras de países distintos, efetuada por meio de uma *blockchain*, já seria em si vantajosa, haja vista que se reduziriam enormemente os custos, o tempo e os erros nesse tipo de operação.<sup>214</sup>

O Banco Santander, desde 2018, em parceria com a Ripple, permite a realização de transferências internacionais em euro e em dólar por meio do aplicativo OnePayFX, que emprega a tecnologia *blockchain*. A grande vantagem desse aplicativo é justamente permitir que transferências internacionais ocorram em até 24h, sem taxas e considerando o câmbio mais recente.<sup>215</sup>

Inclusive, a assimilação dessa tecnologia por uma grande instituição financeira é algo quase irônico, ao se considerar que um dos objetivos dos *cyberpunks*, que estiveram por traz das pesquisas que levaram à Bitcoin, era justamente criar uma forte moeda descentralizada.

### 3.3.3.2 Cadeias de Suprimentos

Uma das aplicações mais promissoras dos *smart contracts* é nas cadeias de suprimentos, de maneira que um contrato é desenhado atreladamente ao próximo, implicando que, quando um processo acaba, o seguinte logo se inicia, automaticamente.

No que se refere a uma relação de comércio digital B2C, *i. e.*, *business-to-consumer*, em regra, tem-se as seguintes etapas: i) pedido é efetuado pelo cliente ou consumidor final; ii)

---

<sup>213</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 27-28.

<sup>214</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 41.

<sup>215</sup> MELLO, Leandro França de. **Santander Lança Aplicativo de Transferência Internacional Powered by Ripple**. Crypto-watch. 2018. Disponível em: <https://cryptowatch.com.br/santander-lanca-aplicativo-de-transferencia-internacional-powered-by-ripple/>. Acessado em: 22 fev. 2022.

a ordem é entregue ao prestador de serviço, que então trata as informações transmitidas pelo consumidor, por exemplo, separando do estoque o produto selecionado, bem como processa o pagamento e notifica a transportadora; iii) esta recolhe, junto ao vendedor o produto, confere as informações sobre o cliente e sobre o pacote; e iv) por fim, a transportadora atualiza todas as informações sobre o traslado e avisa o consumidor da chegada do produto.<sup>216</sup>

Não obstante, durante as referidas etapas, observam-se dois problemas principais de eficiência e segurança, em outras palavras, de logística: i) compartilhamento de informações incorretas entre os agentes; e ii) o retrabalho de se verificar mais de uma vez as mesmas informações.<sup>217</sup> Os contratos inteligentes, com sua automatização e imutabilidade parecem ser, dessa maneira, uma solução óbvia aos problemas identificados acima.

Nesse sentido, Feiyang Qu, Hisham Haddad e Hossain Shahriar estabelecem o que chamam de *Consumer Ordering Consensus Protocol* (COCP), no qual são estabelecidos os *smart contracts* necessários para a automatização contratual de uma cadeia de suprimentos. São eles três: i) o primeiro (*ordering contract*) é aquele no qual serão previstas as obrigações entre comprador e vendedor, como o pagamento e a descrição do pedido; ii) o segundo (*warehouse contract*) trata-se do firmado entre vendedor e fabricante ou distribuidor, pelo qual é repassado a estes o pedido efetuado no primeiro contrato; e, por fim, iii) o fabricante ou distribuidor celebra um terceiro contrato com a transportadora (*shipping contract*) que deverá ter uma função (cláusula) que notifique o cliente do *status* de entrega do produto.<sup>218</sup>

---

<sup>216</sup> HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. **Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain Systems**. 2019 IEEE International Conference on Blockchain. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227> Acessado em: 27 abr. 2021. p. 581.

<sup>217</sup> HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. **Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain Systems**. 2019 IEEE International Conference on Blockchain. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227> Acessado em: 27 abr. 2021. p. 582.

<sup>218</sup> HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. **Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain Systems**. 2019 IEEE International Conference on Blockchain. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227> Acessado em: 27 abr. 2021. p. 583.



Figura 7 - *Consumer Ordering Consensus Protocol (COCP)*<sup>219</sup>

Um exemplo real de *blockchain* em cadeias de consumo é o da chinesa Green Hand, que faz parte do grupo Alibaba. Por meio de um QR code, é possível rastrear toda a logística de um determinado bem, sendo os dados armazenados e acessados via *blockchain*.<sup>220</sup>

Outro exemplo notável, também vindo da China, é o da VeChain, que, conforme seu *white paper* 2.0, de dezembro de 2019, trata-se de uma *blockchain* pública que tem como objetivo criar um “ecossistema comercial sustentável e escalável de *blockchain*”, permitindo a aplicação da tecnologia nos mais diversos modelos de negócios.<sup>221</sup> Entre os estudos de casos apresentados no *white paper*, tem-se a iniciativa antifalsificação da Maison LVMH, conglomerado francês líder mundial na indústria de luxo.<sup>222</sup> Desde 2017, a empresa vem utilizando, em seus produtos de couro, os *proprietary encrypted smart chips* atrelados à tecnologia *blockchain* para controlar e administrar sua fragmentada cadeia de suprimentos e distribuição.<sup>223</sup>

Tem-se, ademais, a iniciativa desenvolvida pela ZhongAn Online, empresa chinesa de *insurance-technology* que rastreia o ciclo de vida de galinhas, de maneira a garantir aos

<sup>219</sup> HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. **Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain**. 2019 IEEE International Conference on Blockchain. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227> Acessado em: 27 abr. 2021. p. 583.

<sup>220</sup> CHEN, Lei; WANG, Jia. **Regulating Smart Contracts and Digital Platforms: A Chinese Perspective**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 183-209. p. 187-188.

<sup>221</sup> No original: “[...] *sustainable and scalable business blockchain ecosystem*”. **VeChain White Paper 2.0**. VeChain Foundation. Dez. 2019. Disponível em: [http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper\\_2.0\\_en.pdf](http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper_2.0_en.pdf) Acessado em: 30 jan. 2022. p. 5.

<sup>222</sup> **Mission**. LVMH. Disponível em: <https://www.lvmh.com/group/about-lvmh/mission-lvmh/> Acessado em: 30 jan. 2022.

<sup>223</sup> **VeChain White Paper 2.0**. VeChain Foundation. Dez. 2019. Disponível em: [http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper\\_2.0\\_en.pdf](http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper_2.0_en.pdf) Acessado em: 30 jan. 2022. p. 40

consumidores que se trata de aves criadas em fazendas orgânicas.<sup>224</sup> Para tanto, dispositivos de rastreio são acoplados às pernas dos animais e as informações recolhidas são armazenadas em uma *blockchain*, que pode ser baixada pelos clientes. Tal iniciativa tem como objetivo resolver, por meio da inovação tecnológica, o problema perene da procedência de alimentos enfrentado pela China, país este que já se viu, por diversas vezes, no meio de escândalos sobre a qualidade dos produtos que chegam aos supermercados.<sup>225</sup>

Outro projeto semelhante vem sendo desenvolvido pela igualmente chinesa JD.com - gigante, naquele país, no ramo do varejo online - em parceria com a InterAgri - maior exportadora australiana de produtos cárneos. Também com o mesmo propósito de trazer maior confiança ao mercado alimentício, a iniciativa tem usado a tecnologia *blockchain* para o armazenamento do rastreio e da qualidade dos bifes, incluindo informações como a origem do gado, a maneira como ele foi criado e o modo como a carne foi processada e transportada.<sup>226</sup>

Por fim, é interessante trazer a proposta apresentada por Romulo Benites de Souza Luciano, que tem em vista uma cadeia de suprimento no mercado brasileiro, mais especificamente, a de gás natural. Atualmente, a Petrobrás goza do monopólio estatal na distribuição (*midstream*) da *commodity*, de maneira que todos os *players* que a extraem (*upstream*) devem vendê-la exclusivamente à estatal, que, por sua vez, distribui o gás natural aos agentes que farão a intermediação direta com os consumidores finais (*downstream*):<sup>227</sup>

Atualmente, é necessária uma porção de contratos e intermediários nessa cadeia de suprimento. O autor brasileiro propõe, portanto, que se usem contratos inteligentes, de maneira a simplificar as relações comerciais, para as quais se traria maior velocidade e menos

---

<sup>224</sup> CHEN, Lei; WANG, Jia. **Regulating Smart Contracts and Digital Platforms: A Chinese Perspective**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 183-209. p. 187.

<sup>225</sup> WEINLAND, Don. **Chinese Insurer ZhongAn Plans Blockchain Chicken Coup**. Financial Times. Hong Kong, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ft.com/content/03930bf2-2cb9-11e8-9b4b-bc4b9f08f381>. Acessado em: 30 jan. 2021.

<sup>226</sup> WANG, Yuchuan. **JD Ramps up Australian Imports with InterAgri Partnership on Pure Black Angus Beef**. 02 mar. 2018. Disponível em: <https://jdcorporateblog.com/jd-ramps-australian-imports-interagri-partnership-pure-black-angus-beef/>. Acessado em: 30 jan. 2021.

<sup>227</sup> LUCIANO, Romulo Benites de Souza. **Aplicação da Smart Contract nos Contratos de Gás Natural: Uma análise exploratória**. RAC, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, art. 5, p. 903-921, nov./dez. 2018. p. 907.



e as relacionadas à internet das coisas, pode-se, por exemplo, criar contratos que, quando, por meio de um oráculo, recebem a informação de que determinado voo atrasou, certa quantia pré-determinada negocialmente é automaticamente transferida ao segurado.<sup>232</sup>

Essa ideia inclusive saiu do papel pela iniciativa da seguradora francesa AXA, a segunda maior do mundo em termos de receita. A empresa lançou, em 2017, um produto denominado Fizzy que, operado na rede Ethereum, automatizava o pagamento de seguros aos passageiros de voos que atrasavam mais de duas horas. Não obstante, apesar de seu pioneirismo e engenhosidade, o serviço, testado nas rotas entre aeroportos nos Estados Unidos e o Charles de Gaulle, em Paris, foi descontinuado em 2019, em razão, conforme alegado pela AXA, da falta de interesse do mercado.<sup>233</sup>

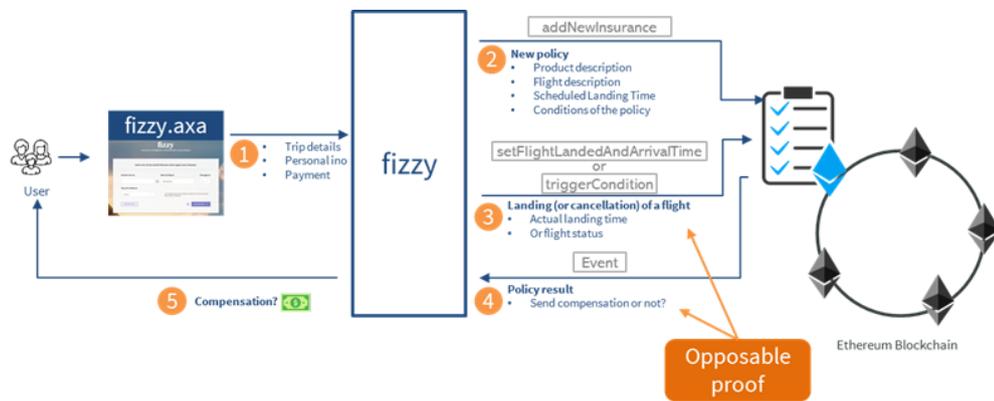


Figura 9 - Esquema do Seguro Fizzy<sup>234</sup>

Tem-se ainda a possibilidade de se desenhar arranjos em que o seguro só é liberado quando a seguradora verifica que uma série de atores de confiança (autoridades policiais, médicos e peritos autorizados de toda sorte, etc.) assinam, por meio de suas chaves privadas, o *smart contract*.<sup>235</sup> Pode-se pensar – o que seria, inclusive, mais razoável – que o valor seja

<sup>232</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 50.

<sup>233</sup> HILL, Elliot. **AXA Drops Ethereum-based Flight Insurance Platform**. Yahoo! finance. 2019. Disponível em: <https://finance.yahoo.com/news/axa-drops-ethereum-based-flight-160027248.html> Acessado em: 21 fev. 2022.

<sup>234</sup> CLEMENT, Alexandre. **Fizzy by AXA: Ethereum smart contract in details**. Medium, 2019. Disponível em: <https://medium.com/@humanGamepad/fizzy-by-axa-ethereum-smart-contract-in-details-40e140a9c1c0> Acessado em: 24 fev. 2022.

<sup>235</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 50.

liberado automaticamente após a assinatura de todos ou da maioria dos atores envolvidos, conforme o arranjo mais adequado para cada caso, sem necessidade de verificação por parte da seguradora.

Alex e Don Tapscott vão mais além e citam a possibilidade de se acoplar dispositivos inteligentes em obras de arte, de maneira que, *e. g.*, se a peça estiver em um museu climatizado, automaticamente, o valor a ser pago pelo prêmio é reduzido. Mas, tendo decolado para um outro país, enquanto a peça estiver em voo, aumenta-se o valor a ser pago, tendo em conta a situação de risco acrescida. Os autores dão ainda o hilário exemplo de uma joia que tem o valor de seu prêmio majorado se estiver no pescoço de Lindsay Lohan, em comparação a quando usada por Anne Hathaway,<sup>236</sup> demonstrando, através dele, as várias criativas possibilidades de automatização contratual por meio de um *smart contract* e da IoT.

Outra proposta interessante é a relacionada aos seguros marítimos, que cobrem certos danos que uma embarcação pode sofrer durante uma viagem. Os riscos, ao longo do traslado, alteram-se significativamente, de maneira que o cálculo do prêmio a ser pago é bastante lento e trabalhoso, a depender da rota. Por meio de um *smart contract*, esse trabalho poderia ser automatizado, com a coleta de informações de oráculos, *e. g.* o já muito mais que comum GPS e outros dispositivos que forneçam dados sobre localização e estado do navio.<sup>237</sup>

Uma iniciativa nesse sentido é a da companhia Insurwave, que, fazendo uso da internet das coisas e de tecnologia de nuvem, conecta, por meio da *blockchain* privada Corda R3,<sup>238</sup> os segurados ou beneficiários e as corretoras,<sup>239</sup> garantindo, a todos esses três atores, ademais de vantagens específicas para cada um deles, a redução de custos administrativos e uma maior rapidez nas transações.<sup>240</sup>

---

<sup>236</sup> TAPSCOTT, Alex; TAPSCOTT, Don. **How The Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World**. Nova York: Penguin Random House, 2016. np.

<sup>237</sup> Law Commission. **Smart Contracts Call for Evidence**. Dez. 2020. Disponível em: <https://s3-eu-west-2.amazonaws.com/lawcom-prod-storage-11jsxou24uy7q/uploads/2020/12/201216-Smart-contracts-call-for-evidence.pdf>. Acessado em: 27 abr. 2021. p. 18-19.

<sup>238</sup> LAMOUNIER, Lucas. **Corda Blockchain: A dona das empresas financeiras**. 101 Blockchains. 2019. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/corda/> Acessado em: 21 fev. 2022.

<sup>239</sup> INSURWAVE. **About Insurwave**. Disponível em: <https://insurwave.com/about-insurwave/> Acessado: em 21 fev. 2022.

<sup>240</sup> INSURWAVE. **A Connected Insurance Experience**. Disponível em: <https://insurwave.com> Acessado: em 21 fev. 2022.

### 3.3.3.4 Economia do Compartilhamento: *Marketplaces* descentralizados e varejo

Economia do compartilhamento, conforme definição de Ana Frazão, é aquela que se refere: “[...] a relações de troca que se estabelecem *peer-to-peer*, consistindo, portanto, em relações eminentemente pessoais”, e completa a autora que: “logo, a economia do compartilhamento diz respeito fundamentalmente à cooperação entre indivíduos autônomos a fim de assegurar o aproveitamento mais eficiente de bens ociosos”.<sup>241</sup>

Nesse contexto, as plataformas digitais, em tese, teriam o papel de meros facilitadores, mas, o que se observa é uma gradual captação desse mercado por grandes empresas, que auferem a maior parte dos lucros, terceirizando, para os usuários da rede, os riscos do negócio.<sup>242</sup> Ademais, também se vem notando, corriqueiramente, a coleta indevida, pelas gigantes do comércio digital, de dados pessoais dos clientes para fins econômicos,<sup>243</sup> o que é algo que salta aos olhos, tendo em vista a crescente preocupação com políticas de proteção de dados no mundo democrático.

Uma resposta a essa violação de privacidade e confiança viria pelos *marketplaces* descentralizados, dos quais o exemplo mais famoso e notável é o OpenBazaar, considerado, aliás, o primeiro e único *marketplace* completamente descentralizado.<sup>244</sup>

O OpenBazaar não consiste em um aplicativo ou programa, mas de um site que faz emprego da tecnologia *blockchain*, o que implica ser sua arquitetura *peer-to-peer*. Em outras palavras, não há – ao menos alegadamente – entes intermediários nas transações efetuadas entre vendedores<sup>245</sup> e consumidores. Cada usuário deve trabalhar como um nó, fazendo da

---

<sup>241</sup> FRAZÃO, Ana. **Plataformas Digitais e os Desafios para a Regulação Jurídica**. In: Direito, Tecnologia e Inovação. PARENTONI, Leonardo (coord.); GONTIJO, Bruno Miranda; LIMA, Henrique Cunha Souza (org.). Direito, tecnologia e inovação o. 1 v. Belo Horizonte: D’Plácido, 2018. p. 635-665. p. 644.

<sup>242</sup> FRAZÃO, Ana. **Plataformas Digitais e os Desafios para a Regulação Jurídica**. In: Direito, Tecnologia e Inovação. PARENTONI, Leonardo (coord.); GONTIJO, Bruno Miranda; LIMA, Henrique Cunha Souza (org.). Direito, tecnologia e inovação. 1 v. Belo Horizonte: D’Plácido, 2018. p. 635-665. p. 646.

<sup>243</sup> MIK, Eliza. **Blockchain: A Technology for decentralized marketplaces**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 176.

<sup>244</sup> MANDAL, Lopamudra. **Ricardian Contracts: Bridging the gap between smart contracts and tradicional contracts**. Orientador: E. P. M. Vermeulen. 52 p. Master Thesis (LLM) – International Business Law, Tilburg University, Tilburg, Países Baixos, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=149417> Acessado em 14 fev. 2021. p. 38.

<sup>245</sup> Sejam vendedores eventuais, no aspecto mais vulgar do termo, sejam efetivamente fornecedores, conforme a técnica adotada pelo art. 3º do Código de Defesa do Consumidor, que, conforme a literatura, exige a habitualidade, excluindo transações efetuadas entre “dois consumidores”. THEODORO JÚNIOR, Humberto. **Direitos do Consumidor**. ref., atual. e rev. 9. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017. np.

rede, portanto, altamente resistente a controles externos,<sup>246</sup> o que é típico desse tipo de arquitetura.

Alega-se que, no OpenBazaar: qualquer pessoa pode comercializar qualquer tipo de mercadoria; inexistem mecanismos de administração centralizada, de maneira que todo usuário pode participar dos fóruns de desenvolvimento e influenciar as atualizações do código; igualmente, não há responsáveis pelo devido funcionamento da rede, mesmo em relação a seus aspectos técnicos, o que se busca garantir legalmente via os termos de uso, que excluem toda responsabilidade legal tanto dos desenvolvedores quanto dos vendedores.<sup>247</sup>

Um mercado que está intimamente relacionado aos *marketplaces* é, naturalmente, o de varejo. Um modelo de aplicação de contrato inteligente a essa atividade econômica é apresentado por Joseph J. Bambara e Paul R. Allen.

Por meio da internet das coisas – que funciona como um oráculo<sup>248</sup> – o envio do produto pelo fornecedor é informado ao *smart contract*, evento que pode desencadear, *e. g.*, a transferência automática de um sinal. Quando o produto é entregue – o que pode ser informado ao contrato pelo mesmo mecanismo – o restante do pagamento é transferido, sendo tudo efetivado, portanto, sem a intermediação de instituições financeiras.<sup>249</sup>

---

<sup>246</sup> MIK, Eliza. **Blockchain**: A Technology for decentralized marketplaces. *In*: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 177.

<sup>247</sup> MIK, Eliza. **Blockchain**: A Technology for decentralized marketplaces. *In*: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 177-178.

<sup>248</sup> No caso, não se eliminam todos os intermediários, porque se preservam as empresas de logística, mas se elimina, por outro, a dependência ao sistema financeiro. Os Correios, *e. g.* poderiam efetuar os controles de envio e entrega por meio de um QR Code ou um dispositivo inteligente.

<sup>249</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain**: A practical guide to developing business, law and technology solutions. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 40-41.

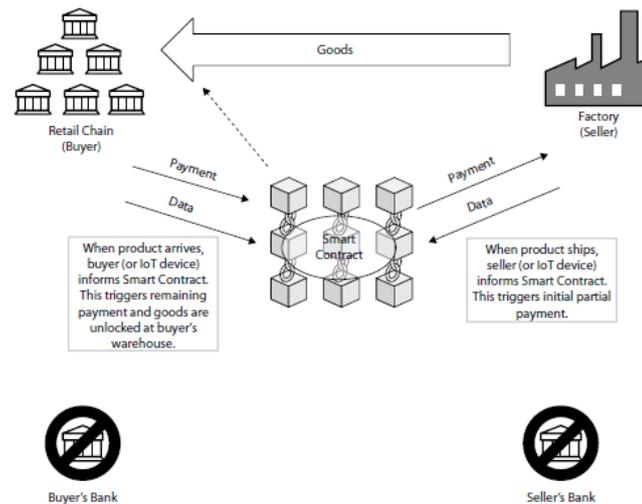


Figura 10 - Varejo por Meio de Um *Smart Contract*<sup>250</sup>

Por meio do modelo apresentado por Joseph J. Bambara e Paul R. Allen, fica mais evidente como ocorreria o controle, *i. e.*, o envio de informações sobre o *status* do produto ao *smart contract*, bem como a maneira que tais informações são atreladas às transferências de valores. Os *marketplaces* descentralizados, ao menos de uma maneira simplificada, podem ser encarados como uma reunião de *smart contracts* em um mesmo ambiente eletrônico, assim como uma feira é a reunião de diversos comerciantes e clientes em um mesmo espaço físico.

### 3.3.3.5 Internet das Coisas

Quando alinhada à internet das coisas (*internet of things* – IoT), o campo da *blockchain* parece se limitar somente até onde é possível conectar ativos econômicos a eventos que ocorrem no “mundo exterior” e que são passíveis de serem verificados digitalmente.<sup>251</sup> Esse parece ser, de fato, o campo mais amplo a se aplicar a tecnologia *blockchain*.

Entre os exemplos encontrados na literatura, tem-se uma máquina de lavar inteligente que, em caso de mau funcionamento, identifica a peça defeituosa e encomenda automaticamente o reparo; a comercialização automática de energia excedente entre

<sup>250</sup> ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions.** Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 41.

<sup>251</sup> WOEBBEKING, Maren K. The Impact of Smart Contracts on Traditional Concepts of Contract Law. JIPITEC, 2019, 105-113. p. 108. Disponível em: [https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-1-2019/4880/JIPITEC\\_10\\_1\\_2019\\_106\\_Woebbeking](https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-1-2019/4880/JIPITEC_10_1_2019_106_Woebbeking) Acessado em: 19 jun. 2021.

vizinhos,<sup>252</sup> vendida por aqueles que têm capacidade de produzi-la além do que consomem, e, g., por meio de painéis solares.

Sobre o tema, é quase mandatório mencionar o conceito de *smart property*, que nada mais é do que a junção da IoT e *blockchain* a aspectos dos direitos reais de propriedade e posse (no caso, acesso e controle ao bem, ou seja, posse direta) de objetos tangíveis. Com essa combinação, é possível efetuar a transferência de propriedade (representada por um *token*) ou a posse direta (e. g., a partida de um carro se dá por meio de uma chave privada criptografada) de um bem por meio de uma *blockchain*.<sup>253</sup>

O próprio exemplo mostrado em *Varejo por Meio de Um Smart Contract* considera o uso de IoT como oráculo para informar que um determinado bem foi entregue no destino correto. Dessa forma, o que logo se percebe é que falar em *blockchain* e IoT é, muitas vezes, o mesmo que falar em *smart contract* que depende de um oráculo para ter acesso a informações *off chain*.

Oráculo, se se estiver falando de um dispositivo ou objeto que automaticamente reúne e transfere certa informação a um contrato inteligente, parece de fato, ao menos em boa parte dos casos, ser sinônimo de IoT conectada a *blockchain*. Dessa maneira, o modelo genérico apresentado por Joseph J. Bambara e Paul R. Allen de contrato atrelado a um oráculo pode ser visto como protótipo de *smart contract* atrelado a IoT:

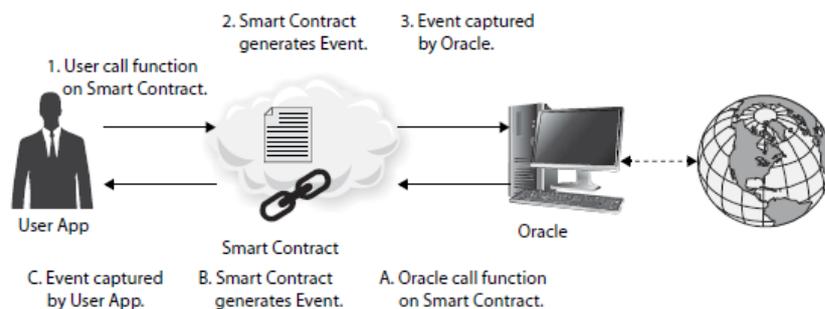


Figura 11 - Protótipo de *Smart Contract* com Oráculo<sup>254</sup>

<sup>252</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 52.

<sup>253</sup> BAMBARA, Joseph J.; ALLEN, Paul R. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. New York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 42-43.

<sup>254</sup> BAMBARA, Joseph J.; ALLEN, Paul R. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. New York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 154.

Contratos, tais quais os apresentados nas figuras *Consumer Ordering Consensus Protocol (COCP)* e *Varejo por Meio de Um Smart Contract*, em que as mercadorias estão atreladas a dispositivos inteligentes (oráculos), podem ser considerados como hipóteses de IoT alinhada a *smart contracts*.

### 3.3.3.6 Governança Corporativa: DAOs e assembleias gerais

Já se falou, neste trabalho, sobre a aplicação da tecnologia *blockchain* em aspectos de governança pública, mas não há razão para não se usá-la igualmente na governança privada, mais especificamente, corporativa, na qual pode ser empregada: i) na própria constituição das sociedades e em seu funcionamento; e ii) nas assembleias deliberativas.

As sociedades possuem uma larga e mais que interessante história. Foram sendo modificadas desde as primeiras experiências no direito romano, passando pela modernidade, quando surgiram, nos Países Baixos e na Inglaterra, as primeiras companhias por ações. E não é sem razão a perenidade dessa abstração, tendo em conta que apresentam as sociedades uma redução significativa de custos em face do trabalho individual. Nelas, como em tese se está lidando, internamente, com agentes confiáveis e que estão em busca dos mesmos objetivos, reduzem-se os custos transacionais. Ademais, com a organização coletiva, mitigam-se as limitações cognitivas individuais.<sup>255</sup>

E é evidente que a história das corporações continua a evoluir, em paralelo às transformações que ocorrem no mundo. Portanto, acompanhando uma provável tendência à descentralização da informação, que é notada pela academia e na vida diária, a tecnologia *blockchain* busca dar origem a um novo modelo societário.

Firma-se um conjunto de *smart contracts*, que se referem mutuamente, nos quais são programadas as regras de uma sociedade, de maneira que – assim como a natureza dessa tecnologia – cria-se um ente sem administração centralizada.<sup>256</sup> Essa figura é chamada pela literatura de DAO, sigla em inglês para *decentralized autonomous organization*.

Conforme Aaron Wright e Primavera de Filippi, “DAOs geralmente consistem em uma coleção de *smart contracts* que não possui um ‘dono’. Seu *modus operandi* é ditado pelo

---

<sup>255</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 131-132.

<sup>256</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 132.

código [executado] na *blockchain*, e se fia numa conta de moedas digitais para financiar suas operações e sustentar-se a si mesmo ao longo do tempo”.<sup>257</sup> Os autores nacionais Antônio Maristrello Porto, João Manoel de Lima Júnior e Gabriela Borges Silva, afirmam, a seu turno, que uma DAO “[...] tem como objetivo codificar as regras de funcionamento e a estrutura de uma organização, eliminando a necessidade de documentos e da interação direta com pessoas, criando uma estrutura com controle descentralizado”.<sup>258</sup>

Em uma DAO, pode-se, *e. g.*, representar ativos por meio de *tokens* e estabelecer as regras de distribuição deles entre os sócios, conforme os lucros e prejuízos atingidos, bem como as regras de votação nas assembleias gerais.<sup>259</sup> Ademais, no futuro, quiçá se poderá usar a inteligência artificial nas DAOs – como talvez será possível de fazer nos *smart contracts* em geral – de maneira que a sociedade poderá, autonomamente, conforme as mudanças das circunstâncias, reajustar seus objetivos para maximizar os lucros.<sup>260</sup>

Um exemplo real e muito citado pela literatura<sup>261</sup> é o da DAO.Link, a primeira DAO criada, lançada em 30 de abril 2016. Ela tinha como objetivo arrecadar, por meio de um *crowdfunding*, fundos para financiar projetos paralelos da plataforma Ethereum. Os

---

<sup>257</sup> No original: “DAOs generally consist of a collection of smart contracts that do not have any ‘owner’. Their *modus operandi* is dictated by code deployed on a blockchain, and they rely on a digital currency account to fund their operations and sustain themselves over time”. DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 148.

<sup>258</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário: Aplicações práticas e desafios regulatórios**. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 18.

<sup>259</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664). Acessado em: 14 dez. 2020. p. 133-134.

<sup>260</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664). Acessado em: 14 dez. 2020. p. 133-134.

<sup>261</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 54. DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664). Acessado em: 14 dez. 2020. p. 54. ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions**. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 220. WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. *Duke Law Journal*. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 350-351.

participantes recebiam, em troca, *tokens* convertíveis na moeda digital ether, e chegou-se a arrecadar mais de US\$ 150 milhões na referida moeda digital.<sup>262</sup>

As vantagens que as DAOs apresentam, quando comparadas às sociedades “baseadas em papel” ou “na palavra”, são: i) segurança, ao eliminar comportamentos corruptos e oportunistas, permitindo que agentes que não se conhecem possam cooperar; ii) a eliminação da administração por seres humanos; e, com isso iii) a supressão de um dos principais problemas corporativos – talvez compartilhado por toda administração coletiva, pública ou privada – qual seja, o descompasso entre os interesses dos administradores e os dos sócios ou acionistas.<sup>263</sup>

No âmbito corporativo, a tecnologia *blockchain* ainda pode ser empregada, como dito, na realização das assembleias gerais, trazendo novos ares a um instituto que permanece praticamente inalterado desde o séc. XIX,<sup>264</sup> quando do amadurecimento dos primeiros modelos de negócios capitalistas. Seus problemas inerentes podem ser resumidos em três: i) altos custos, tendo em conta as formalidades exigidas pela lei, *e. g.*, a publicação de editais em jornais de grande circulação, cumprimento de quóruns, etc.; ii) igualmente, altos custos no que se refere às negociações propriamente ditas, agravados por eventual má disposição à cooperação entre os acionistas, refletindo-se, *e. g.*, num grau de transparência abaixo do desejado; e iii) ausência de transparência nos próprios sistemas de deliberação, *e. g.*, na verificação e identificação das manifestações de voto.<sup>265</sup>

As vantagens da tecnologia *blockchain*, em face dos problemas acima apontados seriam a resposta adequada. Antônio Maristrello Porto, João Manoel de Lima Júnior e Gabriela Borges Silva propõem uma *blockchain* privada, em que se programaria um “*smart contract*” com as regras de convocação, instalação e deliberação da assembleia societária. Por

---

<sup>262</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário:** Aplicações práticas e desafios regulatórios. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 19.

<sup>263</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia.** Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664). Acessado em: 14 dez. 2020. p. 152.

<sup>264</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário:** Aplicações práticas e desafios regulatórios. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 20.

<sup>265</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário:** Aplicações práticas e desafios regulatórios. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 20.

meio da rede, seria dado aos acionistas os direitos de acompanhar as deliberações e, por um curto período de tempo, votá-las.<sup>266</sup>

Em junho de 2017, um grupo formado por grandes empresas, especializadas em registrar e administrar valores mobiliários, publicou um trabalho intitulado *General Meeting Proxy Voting on Distributed Ledger*, com o objetivo de estabelecer requisitos mínimos para soluções de *e-voting* construídas em redes *blockchains*.<sup>267</sup> Entre eles, está o de possibilitar a um detentor de certo valor mobiliário escolher que terceiro vote em seu lugar, seja com instruções precisas de como proceder, seja dando ao terceiro ampla liberdade de escolha,<sup>268</sup> o que, em ambos os cenários, caracterizaria um verdadeiro contrato de procuração.

### 3.4 *Smart Contracts* no Plano do Dever-Ser: O que são eles para o direito?

A literatura legal sobre os contratos inteligentes é, no geral, escassa, e, mesmo entre o que já foi produzido, não há consenso quanto a sua natureza jurídica.<sup>269</sup> É evidente a importância de perquirir o que eles representam no plano do dever-ser, *i. e.*, qual o significado atribuído pelo ordenamento jurídico a esse fato, fenômeno do mundo, porque, naturalmente, as implicações legais que recairão sobre eles dependem desse enquadramento. E, em razão do próprio nome que lhes foi dado ainda por Nick Szabo, a pergunta mais óbvia a se fazer é: são eles contratos no sentido legal?

Com o intuito de responder a essa pergunta, autores estrangeiros os analisam em face de suas legislações. André Janssen e Mateja Durovic investigam se, nos contratos inteligentes, há os quatro aspectos que caracterizam um contrato no direito inglês. O primeiro deles é a oferta e a aceitação que, para os autores, não apresenta grande diferença nos *smart contracts*,

---

<sup>266</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário**: Aplicações práticas e desafios regulatórios. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 21.

<sup>267</sup> CSD Working Group on DLT. **General Meeting Proxy Voting on Distributed Ledger**: Product Requirements v. 1.4. Disponível em: <https://www.six-group.com/swiss-sptc/dam/downloads/swiss-sptc/meeting-minutes/sptc-protokoll-39-general-meeting.pdf>. Acessado: 03 de fev. 2022. p. 2

<sup>268</sup> CSD Working Group on DLT. **General Meeting Proxy Voting on Distributed Ledger**: Product Requirements v. 1.4. Disponível em: <https://www.six-group.com/swiss-sptc/dam/downloads/swiss-sptc/meeting-minutes/sptc-protokoll-39-general-meeting.pdf>. Acessado: 03 de fev. 2022. p. 13.

<sup>269</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts**: Between law and code. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 26. No mesmo sentido: DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61-62.

haja vista que, *e. g.*, na Ethereum, uma parte publica a oferta em código que então deve ser aceita, por meio de uma chave privada, pela outra.<sup>270</sup>

O segundo aspecto, o da *consideration*, é estranho aos direitos da família romano-germânica e se refere a que todo contrato implica uma barganha de “qualquer coisa” em troca de uma promessa. Nas palavras de E. Allan Farnsworth:

Virtualmente qualquer coisa pela qual alguém barganharia em troca de uma promessa pode ser [uma] *consideration* por essa promessa. A mesma *consideration* pode respaldar várias promessas. Ademais, desde que parte do que é dado em troca por uma promessa seja [uma] *consideration*, é irrelevante que o resto não seja.<sup>271</sup>

Isso implica que uma doação, por exemplo, sob a ótica do direito comum, não se caracteriza como contrato, ou seja, não é legalmente exigível,<sup>272 273</sup> porque aí nada se barganha, mas se cria uma obrigação sem qualquer contraprestação.

De todo modo, para André Janssen e Mateja Durovic, não há dificuldades em reconhecer o requisito da *consideration* nos *smart contracts*, já que se pode ter, por meio deles, a troca de ativos digitais,<sup>274</sup> *e. g.*, uma compra, efetivada em moeda digital, de um bem físico representado por *token*.

Sobre esse ponto, é interessante o raciocínio de Kevin Werbach e Nicolas Cornell que se perguntam se, em um *smart contract*, há de fato uma “troca de promessas”, visto que, uma vez firmados, são executados automaticamente, não necessitando de nenhuma ação posterior das partes (ou seja, elas nada precisam “prometer” a outra que farão). Mas os autores

---

<sup>270</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61-62. p. 66-67.

<sup>271</sup> No original: “*virtually anything that anyone would bargain for in exchange for a promise can be consideration for that promise. The same consideration can support a number of promises. Furthermore, as long as part of what is given in exchange for a promise is consideration it is immaterial that the rest is not*”. FARNSWORTH, E. Allan. **Contracts**. 3. ed. Nova York: Aspen Law & Business, 1998. p. 46-47.

<sup>272</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61-62. p. 66-67. p. 69-70.

<sup>273</sup> Diferentemente do que ocorre nos direitos pertencentes à família romano-germânica, em que os contratos sinalagmáticos - nos quais ambas as partes são credoras e devedoras reciprocamente - estão ao lado dos unilaterais, sendo importante dizer que bilateral ou unilateral em relação às obrigações, e não às vontades emitidas, já que, em relação a esse aspecto, todo contrato é negócio jurídico bilateral. PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3. vol. 19. ed. Revisor e Atualizador: Caitlin Mulholland. Rio de Janeiro: Forense, 2015, p. 59).

<sup>274</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61-62. p. 66-67. p. 69

concluem que os *smart contracts* não deixam de ser um “mecanismo voluntário com o propósito de alterar os direitos e deveres das partes”, bem como que não é em todos os contratos que há ações futuras a serem executadas,<sup>275</sup> sendo este o caso dos contratos de execução imediata ou instantânea, em que a celebração e a execução se dão em um só ato, como na venda à vista.<sup>276</sup>

Por fim, para André Janssen e Mateja Durovic, em relação ao último aspecto de um contrato para o direito inglês,<sup>277</sup> qual seja, a intenção de criar relações legais ou obrigatórias, não há motivo para duvidar que uma pessoa razoável não consideraria um *smart contract* como uma obrigação legalmente exigível.<sup>278</sup>

No que se refere ao direito romano-germânico, mais especificamente ao direito brasileiro, tem-se que Caio Mário da Silva Pereira define contrato como “[...] um acordo de vontade, na conformidade da lei, e com a finalidade de adquirir, resguardar, transferir, conservar, modificar ou extinguir direitos”.<sup>279</sup> O conceito trazido por Orlando Gomes é no mesmo sentido, afirmando o civilista que “[...] contrato é uma espécie de negócio jurídico que se distingue, na formação, por exigir a presença de pelo menos duas partes. Contrato é, portanto, negócio jurídico bilateral, ou plurilateral”.<sup>280</sup> E completa ainda o autor que “traço característico do contrato é a pluralidade, isto é, a coparticipação de sujeitos de direito com

---

<sup>275</sup> No original: “[...] *voluntary mechanisms that purport to alter the rights and duties of the parties*”. WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 341.

<sup>276</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3. vol. 19. ed. Revisor e Atualizador: Caitlin Mulholland. Rio de Janeiro: Forense, 2015, p. 62.

<sup>277</sup> Na verdade, a intenção de criar relações legais ou obrigatórias parece ser mais um fato presumido do que, propriamente, um requisito. Os próprios autores afirmam que “[...] a intenção de criar relações legais é presumida no *Common Law* [...]”. No original: “[...] *the intention to create legal relations is presumed in Common Law*”. DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61-62. p. 66-67. p. 71

<sup>278</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 61-62. p. 66-67. p. 71.

<sup>279</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3. vol. 19. ed. Revisor e Atualizador: Caitlin Mulholland. Rio de Janeiro: Forense, 2015. p. 7

<sup>280</sup> GOMES, Orlando. **Contratos**. Atualizador por Antonio Junqueira de Azevedo e Francisco Paulo de Crescenzo Marino. rev. e ampl. 26. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2007. p. 4

interesses econômicos contrapostos. A contraposição é essencial, não passando o contrato, assim, de uma composição<sup>281</sup>.

Também é interessante o raciocínio de Luíza Resende Guimarães e Maria Clara Versiani de Castro, que, com apoio na doutrina clássica de Enzo Roppo, concluem que os *smart contracts* podem ser considerados contratos no sentido legal, porque, em síntese: i) regulam relações econômicas; ii) o direito contratual é regido pelo princípio da liberdade das formas; e iii) há a presença do elemento volitivo.<sup>282</sup>

De fato, conforme o mestre italiano, em sua obra *O Contrato*, a toda relação contratual subjaz uma operação econômica, sendo o contrato sua veste jurídico-formal, ao ponto de afirmar que: “[...] onde não há operação econômica, não pode haver também contrato”.<sup>283</sup> Em outras palavras, pode-se dizer que contrato é o signo atribuído pelo ordenamento (dever-ser) a situações fáticas (ser) que reúnem determinadas características.

Quanto a economicidade do contrato no direito brasileiro, leciona Silvio Rodrigues que, não se podendo negar tal aspecto a esse ato bilateral, boa parte da doutrina considera que, em sentido estrito, contratos são os acordos que constituem, regulam ou extinguem relações patrimoniais.<sup>284</sup> Ou seja, em que pese não ser sempre evocado o teor econômico entre os autores nacionais, sua consideração como elemento dos contratos traz ao conceito, ao menos, maior rigorismo à análise se são ou não os *smart contracts*, do ponto de vista legal, efetivamente contratos.<sup>285</sup>

---

<sup>281</sup> GOMES, Orlando. **Contratos**. Atualizador por Antonio Junqueira de Azevedo e Francisco Paulo de Crescenzo Marino. rev. e ampl. 26. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2007. p. 13

<sup>282</sup> CASTRO, Maria Clara Versiani; GUIMARÃES, Luíza Resende. **Afinal, Smart Contracts São Contratos?** Natureza jurídica a partir de uma leitura sociológica. In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). *Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências*. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 36-64. p. 52.

<sup>283</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009. p. 11

<sup>284</sup> RODRIGUES, Silvio. **Direito Civil: Dos contratos e das declarações unilaterais da vontade**. 3 vol. atual. 30. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 10

<sup>285</sup> Sobre esse ponto, Judith Martins-Costa defende que o direito brasileiro reserva, ao conceito de contrato, somente os negócios jurídicos bilaterais que tenham caráter patrimonial: “não hesitamos em apontar como um traço diferenciador entre ambas as espécies o escopo, próprio aos contratos e que lhes é conotado imediatamente, de viabilizar a circulação da riqueza, atual ou potencial [...] Conquanto não exista, no sistema brasileiro, regra específica sobre o tema, é possível operar a distinção a partir da estrutura do Código Civil [...]”. MARTINS-COSTA, Judith. **Contratos: Conceito e evolução**. In: LOTUFO, Renan; NANNI, Giovanni Ettore (coordenadores). *Teoria Geral dos Contratos*. São Paulo: Atlas, 2011. p. 23-66. p. 48.

Assim, conclui-se (e se opta) que, um contrato, para o direito brasileiro<sup>286</sup> deve: i) ser bilateral, ou seja, fruto de um acordo de vontades; ii) objetivar alguma alteração de direitos e; iii) ter, subjacente, uma operação econômica.

O próximo passo deve ser analisar se os grupos de atividades nos quais se faz ou se propõe o emprego da tecnologia *blockchain* – já apresentados neste Capítulo e no Capítulo 1 - quais sejam: administração de dados pessoais; serviços notariais; finanças; cadeias de produção e distribuição; seguros; governanças pública e privada e serviços de saúde e educação; internet das coisas; e economia do compartilhamento, possuem as três características definidoras de um contrato.

No que se refere à administração de dados pessoais, não se verifica nem um acordo de vontades, nem uma atividade econômica subjacente, nem o *animus* de – parafraseando Caio Mário da Silva Pereira – “adquirir, resguardar, transferir, conservar, modificar ou extinguir direitos”. Nesse caso, o que se observa é a *blockchain* como um banco de dados, e não como meio de celebração de uma relação contratual. Só se pode falar em *smart contract*, nessa hipótese, no sentido de *smart contract code*, ou seja, como código de computador, mas não no sentido de *smart legal contract*, quando esse código complementa ou substitui um contrato, (um acordo de vontades assim reconhecido pelo direito).

Esse também é o caso de aplicação da *blockchain* em sistemas eleitorais estatais e no registro de informações médicas e educacionais. Não se tem aí um acordo de vontades para alterar direitos, tampouco uma operação econômica subjacente, mas o armazenamento de dados (votos e histórico médico e escolar).

Quanto aos serviços notariais em si, de registro, evidentemente, não constituem eles contratos, mas são fundamentais para viabilizar alguns deles. Basta, para tanto, recordar que, no Brasil, a propriedade imobiliária, conforme o art. 1.245 do Código Civil, só é transferida com o registro do contrato na matrícula.<sup>287</sup> Ou seja, a implementação da tecnologia *blockchain* nos serviços notariais permite a existência de *smart contracts* que tenham como objeto o direito de propriedade imobiliária.

---

<sup>286</sup> Os conceitos de Caio Mário da Silva Pereira, Orlando Gomes, Silvio Rodrigues e Enzo Roppo confluem no mesmo sentido; mais que se negarem, complementam-se e disso se extrai os três elementos apresentados neste trabalho como definidores de um contrato.

<sup>287</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Direitos reais**. 4 vol. Revisão e atualização de Carlos Edison do Rêgo Monteiro Filho. 25. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017. p. 123.

Como, evidentemente, não é possível estudar, simultaneamente, todos os contratos existentes no mundo que envolvem propriedade imobiliária, o modelo trazido em *Código de Contrato de Compra e Venda de Imóvel*, que é ideal e genérico, será usado, daqui em diante, como protótipo para as análises a serem efetuadas neste trabalho

Quanto às transações financeiras via *blockchain*, como é o caso das criptomoedas, entende-se que a “mera” transferência, por exemplo, de N criptomoedas de Alice para Bob pode ser considerada como um contrato – ou parte de um. Imagine-se, por exemplo, que Alice comprou um café na loja de Bob, e o pagou em bitcoin. Sem embargo, tais transações estarão subjacentes aos demais exemplos de contrato inteligente, razão pela qual não se justifica um estudo apartado.

Nas cadeias de suprimentos, se se considerar que o vendedor, o fabricante ou distribuidor, a transportadora e o cliente são agentes distintos, ou que ao menos dois deles o são, não há dúvidas de que as relações entre eles são contratuais. Afinal, tem-se aí uma evidente operação econômica (entrega de mercadoria ao consumidor final), além de acordos de vontade (não há razão para crer em compulsoriedade entre agentes de uma cadeia de suprimentos privada).

Assim, o exemplo trazido em *Consumer Ordering Consensus Protocol (COCP)*, que foi desenhado justamente para servir de modelo, será usado para as análises prototípicas deste trabalho.

Sobre a indústria de seguros, também não parece haver dúvidas de que, no exemplo da Fizzy, iniciativa da AXA, há aí todos os elementos caracterizadores de um contrato: acordo de vontades (entre seguradora e segurado); operação econômica (o seguro); e a aquisição de direitos (por parte do segurado, o de receber o seguro, se o avião atrasar; por parte da seguradora, de receber o prêmio).

Essa iniciativa, o primeiro caso de utilização da tecnologia *blockchain* por uma grande seguradora,<sup>288</sup> é o exemplo evidente a ser usado para a análise dos *smart contracts* nesse ramo de atividade.

Acerca da economia do compartilhamento, o OpenBaazar é o primeiro e único mercado completamente descentralizado,<sup>289</sup> sendo, dessa maneira, o caso natural a ser

---

<sup>288</sup> AXA Goes Blockchain with Fizzy. AXA. 12 set. 2017. Disponível em: <https://www.axa.com/en/magazine/axa-goes-blockchain-with-fizzy> Acessado em: 15 jul. 2022.

escolhido para ilustrar as potencialidades e limitações dos *smart contracts* nesse setor econômico. Também não há muito o que dizer se há ou não os elementos caracterizadores de um contrato em um meio no qual se pode comercializar, em tese, qualquer tipo de mercadoria, porque é evidente que os há, e não vale a pena ser repetitivo.

Em relação à junção entre as tecnologias *blockchain* e as relacionadas à IoT, concluiu-se que tanto o contrato apresentado em *Consumer Ordering Consensus Protocol (COCP)* quanto o apresentado em *Varejo por Meio de Um Smart Contract* podem ser considerados como a IoT somada a *smart contracts* e, como ambos são modelos a serem estudados neste trabalho, inexistem razões para um terceiro.

Tem-se ainda o uso da tecnologia *blockchain* no mundo corporativa e, sobre a natureza jurídica das DAOs, é interessante trazer os elementos, listados por Marlon Tomazette, comuns a todo conceito de sociedade: i) a reunião de, no mínimo, duas pessoas; ii) de seus capitais e bens de produção; iii) em comunhão de objetivos; iv) para o exercício de atividade de natureza econômica; iv) objetivando, no fim, a partilha dos resultados do exercício comum.<sup>290</sup>

A DAO.Link, exemplo mais famoso entre as DAOs, parece ter reunido os elementos listados acima: i) tratava-se de uma iniciativa de *crowdfunding*, e, portanto, envolvia mais de uma pessoa; ii) que, justamente por ter sido um *crowdfunding*, reunia os capitais de seus participantes; iii) que tinham o objetivo comum de financiar projetos paralelos à Ethereum; iv) em troca de *tokens* convertíveis na moeda digital ether.

A DAO.Link, inclusive, chegou a ser registrada, na Suíça, como uma *société à responsabilité limitée*, figura jurídica semelhante às sociedades limitadas no direito brasileiro.<sup>291</sup> Assim, desconsiderando eventuais outras formalidades exigidas pela lei, parece ser possível considerar a DAO.Link, do ponto de vista conceitual, uma sociedade, ainda que *sui generis*, havendo aí, dessa maneira, um potencial “contrato de sociedade”, que é justamente o termo utilizado pelo art. 981 do Código Civil.

---

<sup>289</sup> MANDAL, Lopamudra. **Ricardian Contracts: Bridging the gap between smart contracts and traditional contracts.** Orientador: E. P. M. Vermeulen. 52 p. Master Thesis (LLM) – International Business Law, Tilburg University, Tilburg, Países Baixos, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=149417> Acessado em: 14 fev. 2021. p. 38.

<sup>290</sup> TOMAZETTE, Marlon. **Curso de Direito Empresarial: Teoria geral e direito societário.** 1 v. 6 ed. Atlas: São Paulo, 2014. p. 202.

<sup>291</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário: Aplicações práticas e desafios regulatórios.** Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 19.

Para este trabalho, a DAO.Link, em razão de seu pioneirismo e ampla referência pela academia, é o exemplo canônico para esse potencial novo modelo societário.

Por fim, no que se refere à aplicação da tecnologia *blockchain* nas assembleias societárias, parece evidente que só o mecanismo de representação – estabelecido como um dos requisitos mínimos pela *CSD Working Group on DLT* para soluções de *e-voting* em *blockchain* –<sup>292</sup> representa, por si só, um contrato, no caso, de mandato.<sup>293</sup>

Mas, como o próprio sistema de votação nessas assembleias ocorre por meio de *tokens*, que podem representar quaisquer bens digitais ou físicos, como moedas, bens móveis ou imóveis, crédito e até mesmo papéis financeiros,<sup>294</sup> *i. e.*, trata-se da representação genérica de direitos, não se identifica, nos *smart contracts* aplicados às assembleias societárias, diferença relevante<sup>295</sup> em face, por exemplo, das “meras” transferências de moedas digitais, não se justificando, portanto, um estudo em separado.

#### 3.4 *Smart Contract*: Tipo ou forma contratual?

Restando claro que parte dos *smart contract codes* reúne os elementos caracterizadores dos contratos no direito brasileiro (*smart legal contracts*), quais sejam: i) ser bilateral, fruto de um acordo de vontades; ii) objetivar a alteração de direitos; e iii) ter, subjacente, uma operação econômica, pergunta-se, em seguida, como podem eles ser classificados: são típicos ou atípicos? se típicos, a qual figura se emoldam?...

Considerando os contratos selecionados para análise (de compra e venda de imóvel; integrantes do *consumer ordering consensus protocol* (COCP); a iniciativa Fizzy; o OpenBazar; e a DAO.Link), não leva muito tempo para perceber que os contratos inteligentes recebem diferentes classificações: compra e venda; depósito e transporte; sociedade, etc.

---

<sup>292</sup> CSD Working Group on DLT. **General Meeting Proxy Voting on Distributed Ledger: Product Requirements v. 1.4.** Disponível em: <https://www.six-group.com/swiss-sptc/dam/downloads/swiss-sptc/meeting-minutes/sptc-protokoll-39-general-meeting.pdf>. Acessado: 03 de fev. 2022. p. 13.

<sup>293</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos.** 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 379-380.

<sup>294</sup> BAMBARA, Joseph J.; ALLEN, Paul R. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions.** New York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 36.

<sup>295</sup> No que se refere às características próprias dos *smart contracts* identificadas por Alexander Savelyev, quais sejam: forma eletrônica, natureza dual, precisão, natureza condicional e autoexecução. SAVELYEV, Alexander. **Contract law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law.** Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>. Acessado em: 12 abr. 2021. p. 9-12.

Não se pode dizer, portanto, que, ao se falar em *smart contract*, esteja-se tratando de um tipo contratual, ou seja, de uma das figuras criadas pela lei, ou mesmo de uma figura atípica,<sup>296</sup> porque, como visto, os *smart contracts* podem ser de mais de um tipo, e nada impede que sejam criadas, com base neles, N figuras atípicas.

Dessa maneira, é correta a conclusão de Rodrigo Moreira de que os contratos inteligentes não são “[...] um contrato, mas um tipo ‘inteligente’ de instrumento contratual – um meio, uma ferramenta, uma forma de construção. O contrato inteligente substitui o instrumento em papel [...]”, não se podendo confundir, completa o autor, instrumento com contrato, porque este é “[...] o acordo de vontades ali formalizado”.<sup>297</sup>

Nesse diapasão, afirma Jorge Feli Rey 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”.<sup>298</sup>

E não há, a princípio, qualquer óbice legal ao reconhecimento de novas formas contratuais. Afinal, o direito não só brasileiro, mas contemporâneo é caracterizado pela liberdade da forma, diferentemente do que ocorria, por exemplo, no antigo direito romano, no qual o fator genético dos contratos era justamente a forma, como as palavras solenes, cerimoniais.<sup>299</sup>

Mas, na contemporaneidade, conforme Enzo Roppo, rejeitam-se formalismos desnecessários. A vontade é o fator genético dos contratos. Ou seja, o que se exige é a declaração atingir com sucesso o destinatário, de maneira que esse compreenda a vontade expressa pela outra parte. Trata-se do princípio da liberdade das formas, e somente em

---

<sup>296</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 53-55.

<sup>297</sup> MOREIRA, Rodrigo. **Investigação Preliminar sobre A Natureza e Os Critérios De Interpretação dos Smart Contracts**. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod\\_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf). Acessado em: 27 abr. 2021. np

<sup>298</sup> REY, Jorge Feliu. **Smart Contract: Conceito, ecossistema e principais questões de direito privado**. Revista Eletrônica Direito e Sociedade – REDES. Universidade La Salle: Canoas, vol. 9, n. 1, p. 95-119. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/redes/article/view/6120/pdf>. Acessado em: 25 mar. 2021. p. 102.

<sup>299</sup> VILLEY, Michel. **Direito Romano**. Tradução de Fernando Couto. Porto: Res Jurídica, 1991. p. 160

situações muito excepcionais, quando as circunstâncias o exigem, é que a lei prescreve forma determinada.<sup>300</sup>

Não obstante se cogite de um movimento “neoforalista”, com o intuito de se proteger agentes hipossuficientes,<sup>301</sup> o que se observa, na prática, é que requisitos em demasia tendem logo a serem, se não pela lei, pelo costume rejeitados ou, ao menos, objetos de toda queixa, como entrave burocrático que impede a produção e a circulação de riqueza.

O direito comum, mais especificamente, o inglês, não foge à tendência, e André Janssen e Mateja Durovic são enfáticos ao afirmar que “a liberdade de contratar é um dos pilares da lei contratual e dita que as partes devem ser livres para registrar seus negócios em qualquer forma e em qualquer linguagem que desejarem”, mesmo que escolham, completam os autores, uma língua morta, como o latim<sup>302</sup> e, por que não, a linguagem de programação?

O direito brasileiro trilha o mesmo caminho e positiva, no art. 107 do Código Civil, o princípio da liberdade das formas. Há certas exceções (que só confirmam a regra),<sup>303</sup> porque, eventualmente, assim exigem o interesse público (*e. g.*, nos contratos da administração pública, haja vista estarem submetidos a controles mais rígidos) ou privado, (*e. g.*, de proteger a parte de decisões precipitadas em negócios vultosos).<sup>304</sup>

E, sobre os *smart contracts*, essa nova forma contratual, que desperta tanta ansiedade, André Janssen e Mateja Durovic dão um sopro de esperança ao afirmarem que, se o direito inglês – e não se visualiza razões para não expandir a conclusão aos direitos romano-germânicos – adaptou-se bem a outras inovações tecnológicas, como o telex e o e-mail, o

---

<sup>300</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra e M. Januário C. Gomes. Coimbra: Almedina, 2009. 96-97.

<sup>301</sup> FARIA, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil: Direito dos Contratos**. 4. vol. 4. ed. atual. e rev. Atlas: São Paulo, 2012. p. 272.

<sup>302</sup> No original: “*freedom of contract as one of the pillars of contract law dictates that parties should be free to write down their bargains in whatever form and in whatever language they want*”. DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 68.

<sup>303</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 32.

<sup>304</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra e M. Januário C. Gomes. Coimbra: Almedina, 2009. 100.

histórico faz especular que, com os contratos inteligentes, o mais provável é que o mesmo ocorrerá.<sup>305</sup>

---

<sup>305</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 69.

#### 4. LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DOS *SMART CONTRACTS*

Como visto no Capítulo anterior, Alexander Savelyev bem aponta quais são as principais características dos *smart contracts*, quais sejam: forma eletrônica, natureza dual, precisão, natureza condicional e autoexecução. Os contratos inteligentes são, quando podem ser considerados contratos, *i. e.*, nas situações em que reúnem as características necessárias para tanto (serem fruto de um acordo de vontades; objetivarem a alteração de direitos; e conterem uma operação econômica), uma forma contratual, e, como tal, podem ser potencialmente usados para N figuras contratuais, típicas ou atípicas.

Mas essa forma contratual tem como características, sintetizando-se o apontado pelo autor russo: o uso de linguagem de programação, em oposição à linguagem natural; ser autoexecutável; e imodificável. E, em razão diretamente das últimas duas características, não pode ter sua execução impedida, nem pelas partes, nem por terceiros, mesmo que o Estado.<sup>306</sup>

Ou seja, os contratos inteligentes tornam, conforme alguns autores, obsoleto o direito dos contratos, que teria, como função primordial, o hobbesiano objetivo de garantir a performance contratual, de dar a certeza de que a outra parte irá, mesmo que coativamente, cumprir com sua palavra: o acordado.<sup>307</sup> Essa – ao menos suposta – desnecessidade do Estado na vida do contrato, é o que Primavera de Filippi e Aaron Wright denominam de *Lex Cryptographia*, *i. e.*, um novo corpo legal, no qual a regulação não advém do poder estatal ou de outro ente centralizador, ou mesmo do costume, mas dos códigos de computador.<sup>308</sup> Seria a consagração da ideia de que “*code is law*”, cunhada por Lawrence Lessig e que certos acadêmicos interpretam como uma autossuficiência dos *smart contracts*, que estabeleceriam, por meio de seus códigos, sua própria regulação.<sup>309</sup>

---

<sup>306</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 73.

<sup>307</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. *Duke Law Journal*. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p 315.

<sup>308</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 4.

<sup>309</sup> BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions**. *Technology of Smart Contracts*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310. p. 308.

Essa visão do direito contratual é eminentemente libertária, compartilhada pelos primeiros desenvolvedores e usuários da tecnologia *blockchain*. Para essa concepção filosófica, o Estado tem como funções únicas proteger a propriedade privada e garantir os direitos naturais – sendo estes os mais restritos possíveis, ignorando-se as múltiplas formas com que, por exemplo, pode-se garantir a liberdade – o que, no direito contratual, implica a máxima aderência às quatro “esquinas do papel” (*four corners of the page*), ou seja, o absoluto respeito ao princípio da liberdade de contratar.<sup>310</sup>

Se a visão libertária, em sua pureza, talvez nunca tenha sido adotada no direito contratual, em nenhuma parte do mundo, é certo, por outro lado, que, no início da Contemporaneidade, os contratos foram regidos sob o signo do liberalismo. Dois princípios que se tornaram dominantes, com o triunfo das revoluções burguesas, movimentos que buscaram – ao menos alegadamente – eliminar todo tipo de privilégio e distinção feudais, foram o da igualdade jurídica e o da absoluta liberdade de contratar. Porque, tratando-se de dois indivíduos livres e na mesma posição jurídica, a intervenção do Estado em suas escolhas contratuais, ou seja, em como organizam suas economias, é ilegítima, e esta máxima romana deve ser recuperada e prestigiada: *pacta sunt servanda*.<sup>311</sup>

O fundamento filosófico que parece ter consagrado a autonomia da vontade na dogmática, princípio do qual a liberdade de contratar é corolário, parece residir em Immanuel Kant,<sup>312</sup> que assim diz, na Fundamentação da Metafísica dos Costumes:

Autonomia da vontade é aquela sua propriedade graças à qual ela é para si mesma a sua lei (independentemente da natureza dos objetos do querer). O princípio da autonomia é portanto: não escolher senão de modo a que as máximas da escolham estejam incluídas simultaneamente, no querer mesmo, como lei universal.<sup>313</sup>

---

<sup>310</sup> RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. Georgetown Law Technology Review. 1. vol. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166). Acessado em: 11/03/2021. p. 334-335.

<sup>311</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009. p. 34-35

<sup>312</sup> De acordo com Francisco dos Santos Amaral Neto: “com a filosofia de KANT, que teve definitiva influência, a autonomia da vontade adquire conotação dogmática, passando a imperativo categórico de ordem moral [...] Na Alemanha, suas ideias serviram de substrato à famosa *Willenstheorie*, e na França, a tradução de seu livro consagrou definitivamente a autonomia da vontade. A própria expressão é tirada da obra *Crítica da Razão Pura*”. AMARAL NETO, Francisco dos Santos. **A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica**. Revista de Informação Legislativa, v. 26, n. 102, p. 207-230, abr./jun. 1989. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/181930>. Acessado em: 14 jul. 2022. p. 220.

<sup>313</sup> KANT, Immanuel. **Fundamentação da Metafísica dos Costumes**. Introdução de Pedro Galvão. Tradução de Paulo Quintela. Lisboa: Edições 70, 2014. p. 90.

Ou seja, para o filósofo prussiano, a vontade ética é aquela que se encontra *a priori* no sujeito, dada pela sua razão prática e não pelas suas sensações, senão em nada se diferenciaria o ser moral dos animais, que agem conforme seus instintos, em busca da sobrevivência, e nada mais.<sup>314</sup> A vontade autônoma é aquela independente dos “objetos do querer”, *i. e.*, dos sentimentos, irracionais porque instintivos e variáveis conforme as circunstâncias em que se encontra o sujeito, mas se funda na razão prática de que todo ser humano é dotado e, portanto, a todos os seres humanos é atribuída a autonomia da vontade e, conseqüentemente, a liberdade de contratar, irrestritamente, porque o contrário seria um desrespeito à natureza do ser ético.

Mas, mesmo durante o liberalismo do séc. XIX, não se podia falar em absoluta liberdade de contratar, porque ainda se concebia a imposição de limites negativos. Restringia-se, ainda que se o admitisse de maneira muito reduzida, que as partes abstivessem de contratar de determinada maneira, seja proibindo algum objeto, seja impondo determinada cláusula, etc.<sup>315</sup>

De todo modo, a visão jusracionalista dos séculos XVIII e XIX, que considerava como real um ser humano ideal, perfeitamente racional e, portanto, se não livre por ora, completamente capaz de sê-lo (como propõe a filosofia kantiana), foi caindo em descrédito pela experiência. Percebeu-se que, em uma profusão de situações, é apenas aparente que o contrato representa um acordo de vontades, notadamente quando um dos contratantes se encontra em situação econômica inferior.<sup>316</sup> A parte em situação desfavorável contrata por necessidade, ou por falta de informação aceita uma oferta desvantajosa (assimetria de informação), ou, por ter sido levada pelos instintos, o famoso “calor do momento”, celebra um negócio notavelmente ruim, etc.

E a solução adotada pela generalidade das legislações foi justamente limitar a liberdade contratual naquelas hipóteses em que uma das partes se encontra em situação de vulnerabilidade (*e. g.*, seja técnica, seja jurídica, seja fática, seja informacional, conforme adotado pela técnica da legislação consumerista).<sup>317</sup> Assim, de maneira aparentemente

---

<sup>314</sup> SALGADO, Joaquim Carlos. **A Ideia de Justiça em Kant: Seu fundamento na igualdade e na liberdade.** 3 ed. Del Rey: Belo Horizonte, 2012. p. 76-77.

<sup>315</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato.** Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009. p. 32.

<sup>316</sup> VILLELA, João Baptista. **Por Uma Nova Teoria dos Contratos.** Revista Forense, v. 261, n. 895/896/897, p. 27-35, jan/fev/mar. 1978. p. 28-29.

<sup>317</sup> THEODORO JÚNIOR, Humberto. **Direitos do Consumidor.** ref., atual. e rev. 9. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017. np.

paradoxal, restaura-se a liberdade do contratante hipossuficiente,<sup>318</sup> que, *e. g.*, não pode se ver vinculado a um contrato desvantajoso, que tem como objeto mercadoria sobre a qual não teve informação adequada e clara, conforme determina o art. 6º, II do Código de Defesa do Consumidor.

Se o liberalismo do séc. XIX e início do séc. XX prestigiava a antiga fórmula *pacta sunt servanda*, após esse momento, começa-se a se restabelece uma outra antiga máxima, desenvolvida pelos glosadores, qual seja: *rebus sic stantibus*. Ela renasce por meio da teoria da imprevisão, e tem como um de seus pontos inaugurais a chamada Lei Failliot, de 21 de maio de 1918.<sup>319 320</sup>

Esse conflito maior entre a doutrina individualista e as tendências sociais é o que Francisco dos Santos Amaral Neto, em *A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica*, artigo publicado em 1989, identifica como causa, nos juristas, de “[...] um estado de perplexidade e incertezas [...]”, o que os torna, completa, “[...] vulneráveis ao sentimento comum de angústia contemporânea [...]”.<sup>321</sup>

A posterior intervenção do Estado na vida do contrato é reflexo da busca pela igualdade material, à qual, a partir de então, é somada a igualdade formal. Elevam-se o interesse público e questões de justiça acima da liberdade individual, o que, no direito contratual, não significa o fim da liberdade de contratar. Pelo contrário, esta continua sendo a regra. Há compatibilidade entre os direitos objetivo e subjetivo, e o ponto a se discutir refere-se a limites.<sup>322</sup>

---

<sup>318</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009. p. 333.

<sup>319</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil - Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 140-145. RODRIGUES JÚNIOR, Otávio Luiz. **Revisão Judicial dos Contratos: Autonomia da vontade e teoria da imprevisão**. atual. rev. e ampl. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006. p. 28-31. RODRIGUES, Silvío. **Direito Civil: Dos contratos e das declarações unilaterais da vontade**. 3 vol. atual. 30. ed. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 21-22.

<sup>320</sup> A Lei Failliot tratou-se de uma lei de guerra francesa que permitia a denúncia de obrigações de fornecimento de mercadorias e alimentos pactuadas antes de 1º de agosto de 1914. RODRIGUES JÚNIOR, Otávio Luiz. **Revisão Judicial dos Contratos: Autonomia da vontade e teoria da imprevisão**. atual. rev. e ampl. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006. p. 28-31.

<sup>321</sup> AMARAL NETO, Francisco dos Santos. **A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica**. Revista de Informação Legislativa, v. 26, n. 102, p. 207-230, abr./jun. 1989. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/181930>. Acessado em: 14 jul. 2022. p. 208-210.

<sup>322</sup> AMARAL NETO, Francisco dos Santos. **A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica**. Revista de Informação Legislativa, v. 26, n. 102, p. 207-230, abr./jun. 1989. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/181930>. Acessado em: 14 jul. 2022. p. 222.

Esse desenvolvimento gerou, inicialmente na Alemanha e na Itália, a distinção entre autonomia da vontade e autonomia privada.<sup>323</sup> Ainda conforme Francisco dos Santos Amaral Neto, enquanto a esta se associa conotações subjetivas e psicológicas, aquela, por sua vez, relaciona-se a vontade concretizada, real. Trata-se de um poder jurídico, do qual o indivíduo é dotado, e assim é capaz de criar, modificar ou extinguir direitos, por meio da ferramenta do negócio jurídico. Mas essa potestade não é originária, mas nasce do ordenamento jurídico, que, ao fazê-lo, limita a esfera de liberdade do sujeito.<sup>324</sup>

Em resumo, a experiência histórica demonstra que algo mais próximo à absoluta liberdade de contratar, que se buscou adotar entre o séc. XIX e o início do séc. XX, antes de garantir e ampliar a liberdade das partes, pelo contrário, ceifa a liberdade daquele que se encontra em alguma situação de vulnerabilidade. E mesmo sempre existiram evidentes interesses públicos limitadores da liberdade de contratar, *e. g.*, a compra e venda de objetos ilícitos.

Leciona Caio Mário da Sila Pereira que o intervencionismo estatal se revela em três aspectos principais: i) na imposição da contratação, *e. g.*, a obrigatoriedade de o fornecedor atender as demandas dos consumidores, na medida de seu estoque ou conforme os usos e costumes, de acordo com o art. 39, II do CDC, disposição esta que já era definida como delito contra a economia popular pela Lei n° 8.245 de 18 de outubro de 1951; ii) a instituição de cláusulas coercitivas, sob pena de nulidade ou responsabilização criminal, *e. g.*, como estabelece o art. 9 da CLT; e iii) a faculdade de o juiz rever o contrato, substituindo a vontade das partes pela estatal.<sup>325</sup> Paulo Lôbo adiciona mais um aspecto: iv) a limitação quanto à escolha do tipo contratual, *e. g.*, os contratos de licença, concessão e cessão previstos na Lei de Direitos Autorais.<sup>326</sup>

É interessante, nesse ponto, a conclusão de Luíza Resende Guimarães e Maria Clara Versiani de que, apesar de serem apresentados como uma tecnologia disruptiva, o apego

---

<sup>323</sup> AMARAL NETO, Francisco dos Santos. **A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica**. Revista de Informação Legislativa, v. 26, n. 102, p. 207-230, abr./jun. 1989. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/181930>. Acessado em: 14 jul. 2022. p. 220.

<sup>324</sup> AMARAL NETO, Francisco dos Santos. **A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica**. Revista de Informação Legislativa, v. 26, n. 102, p. 207-230, abr./jun. 1989. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/181930>. Acessado em: 14 jul. 2022. p. 213-215.

<sup>325</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil** - Contratos. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 26.

<sup>326</sup> LÔBO, Paulo. **Direito Civil: Contratos**. São Paulo: Saraiva, 2011. p. 62.

excessivo dos criadores dos *smart contracts* (e da *blockchain*) a *pacta sunt servanda* leva a que esse instrumento retorne o direito contratual ao seu estado oitocentista.<sup>327</sup>

E se arrisca mesmo a dizer que, na verdade, o libertarianismo dos pioneiros dessas tecnologias, no que se refere à teoria contratual, é uma posição tão radical que já superada pela experiência histórica do liberalismo.

Quando os libertários entendem que estão prestigiando ao máximo a autonomia privada das partes, ou seja, suas liberdades, na verdade, tal completa ausência de ingerência do Estado - porque se teria atingido, pela tecnologia *blockchain*, a perfeita performance contratual, ou seja, o único objetivo do direito contratual - leva ao oposto do que se deseja. E, para demonstrá-lo, arrisca-se a fazer uma releitura da própria obra de Immanuel Kant, grande pilar do liberalismo do séc. XIX.

Veja-se que, se a intervenção do Estado-juiz na vida do contrato, em outras palavras, a coerção externa à liberdade contratual pode ser considerada, *a priori*, um obstáculo à liberdade, o filósofo prussiano demonstra que, na verdade, a coerção da liberdade é com esta compatível quando para garantir a própria liberdade, e, com isso, dissipa-se qualquer paradoxo, que é, portanto, apenas aparente:

A resistência que frustra o impedimento de um efeito promove este efeito e é conforme ele. Ora, tudo que é injusto é um obstáculo à liberdade de acordo com leis universais. Mas a coerção é um obstáculo ou resistência à liberdade. Consequentemente, se um certo uso da liberdade é ele próprio um obstáculo à liberdade de acordo com leis universais (isto é, é injusto), a coerção que a isso se opõe (como um impedimento de um obstáculo à liberdade) é conforme à liberdade de acordo com lei universais (isto é, é justo).<sup>328</sup>

A conclusão de Immanuel Kant pode ser atestada, por exemplo, nas regras de direito do consumidor, uma vez que, existindo um desequilíbrio – presumido – nas sociedades de massa, entre consumidores e fornecedores, é necessária a edição de normas que protejam aqueles e, dessa maneira, restaurem o equilíbrio contratual,<sup>329</sup> porque, como já dito, a liberdade contratual pressupõe condições de igualdade entre as partes.

---

<sup>327</sup> CASTRO, Maria Clara Versiani; GUIMARÃES, Luíza Resende. **Afinal, Smart Contracts São Contratos?** Natureza jurídica a partir de uma leitura sociológica. In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). *Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências*. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 36-64. p. 60.

<sup>328</sup> KANT, Immanuel. **A Metafísica dos Costumes**. Tradução e textos adicionais de Edson Bini. 2 ed. Edipro: Bauru, 2008. p. 77.

<sup>329</sup> THEODORO JÚNIOR, Humberto. **Direitos do Consumidor**. ref., atual. e rev. 9. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017. np.

Não se pode compartilhar, portanto, da concepção libertária de que o Estado pode ser excluído da vida do contrato. E a primeira razão para tanto é justamente porque a função do direito contratual, ou da coação estatal na vida do contrato, não se resume a executar ou a garantir a adimplência das obrigações pactuadas. Há enorme reducionismo nesse ponto de vista, que impede ser observado o papel da intervenção estatal para não só proteger o que for de interesse público, mas também o próprio fundamento jusfilosófico do contrato: a autonomia da vontade, que se transfigurou em autonomia privada.

E, se é rica e imprescindível a discussão filosófica que perpassa o ideal por trás da suposta *Lex Cryptographia*, um trabalho jurídico estaria incompleto se, sobre o tema, não se evocasse a boa e velha dogmática, especificamente o inciso XXXV do art. 5º da CRFB/88, cláusula pétrea, que estabelece que “a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito”. Ou seja, ainda que se pudesse considerar não contraditório que a própria lei reservasse um espaço de não atuação na vida dos cidadãos, essa não foi, pelo texto expresso da Constituição, a opção do legislador brasileiro. Porque é evidente que, conforme bem aponta Kevin Werbach, partes e juízes que considerarem determinado *smart contract* como injusto não irão simplesmente “cruzar os braços” e se darem por vencidos, mas levarão adiante, no Poder Judiciário, os eventuais litígios, ainda que, para tanto, em se tratando de um *smart contract*, existam algumas dificuldades práticas para fazer valer a vontade estatal.<sup>330</sup>

#### 4.1 Quais Os Problemas a Serem Dirimidos?

Os *smart contracts*, como já amplamente visto, possuem características que os distinguem das demais formas contratuais: são executados de maneira automática (o que, por si só, não representa uma grande novidade para o direito contratual) e são imodificáveis.

E em razão das características acima apontadas, as proposições dos *smart contracts* se dão pela fórmula: “se isto... então aquilo”<sup>331</sup>, ou seja, não pelo princípio da imputação, qual seja, “se A, dever-se ter B”, como investigado por Hans Kelsen, mas sim pelo princípio próprio das leis da natureza, que é o da causalidade: “se A, tem-se B”.<sup>332</sup> E tal característica

---

<sup>330</sup> WERBACH, Kevin. **Trust, But Not Verify**: Why the blockchain needs the law. 2018. BERKELEY TECHNOLOGY LAW JOURNAL. vol. 33, n. 489. p. 490-552. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2844409](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2844409). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 529.

<sup>331</sup> CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts**: Between law and code. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 24

<sup>332</sup> KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito**. Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 63-64.

causa uma série de pontos de fricção com o direito contratual, cabendo à literatura jurídica identificá-los.

Na produção nacional, Antônio Carlos Efing e Adrielly Pinho dos Santos apontam que os *smart contracts* vão de encontro à função social dos contratos, porque, ainda que, *e. g.*, identifique-se ser seu objeto pernicioso ao interesse público, uma decisão judicial que determine sua rescisão não produzirá quaisquer efeitos, porque, em razão do uso da tecnologia *blockchain*, são esses contratos imunes a interferências externas.<sup>333</sup> Nesse diapasão, já no que se refere ao exercício de direitos de interesse privado, Daniel de Pádua Andrade e Henry Colombi sustentam que, ao serem inflexíveis por tolherem não só interferências externas (do Estado-juiz), mas a própria interferência das partes, são os *smart contracts* incompatíveis com o instituto do adimplemento substancial, ainda que se tenha descumprido uma fração mínima do acordado.<sup>334 335</sup>

Luíza Resende Guimarães e Maria Clara Versiani Castro defendem que os *smart contracts*, ao prestigiarem o princípio *pacta sunt servanda* ao máximo, são avessos aos princípios da boa-fé e do equilíbrio econômico, formadores dos contratos no direito brasileiro.<sup>336</sup> E ainda no mesmo âmbito, Mariana Oliveira de Melo Cavalcanti e Marcos Nóbrega, considerando o crescente movimento neoconstitucionalista, aduzem que os *smart contracts* não são permeáveis pela generalidade dos princípios jurídicos, caracterizados por

---

<sup>333</sup> EFING, Antônio Carlos; SANTOS, Adrielly Pinho dos. **Análise dos Smart Contracts à Luz do Princípio da Função Social dos Contratos no Direito Brasileiro**. Direito e Desenvolvimento: Revista do programa de pós-graduação em direito; mestrado em direito e desenvolvimento sustentável, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 49-64, ago./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/755>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 61.

<sup>334</sup> ANDRADE, Daniel de Pádua; COLOMBI, Henry. **Smart Contracts: Por um adequado enquadramento no direito contratual brasileiro**. In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 17-35. Disponível em: <https://www.editorafi.org/079tecnologia>. Acessado em: 24 mar. 2021. p. 31-32.

<sup>335</sup> Nesse ponto, é interessante a observação de Eliza Mik de que, corriqueiramente, as partes, por razões comerciais, optam por ignorar pequenos desvios no cumprimento das obrigações contratuais. MIK, Eliza. **Smart Contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity**. Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 12.

<sup>336</sup> CASTRO, Maria Clara Versiani; GUIMARÃES, Luíza Resende. **Afinal, Smart Contracts São Contratos? Natureza jurídica a partir de uma leitura sociológica**. In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 36-64. Disponível em: <https://www.editorafi.org/079tecnologia>. Acessado em: 24 mar. 2021. p. 59.

serem de grande abstração e indeterminabilidade, e perguntam os autores: seria possível, por exemplo, aplicar a teoria da ponderação de Robert Alexy aos contratos inteligentes?<sup>337</sup>

Já na literatura estrangeira, André Janssen e Mateja Durovic vão no mesmo sentido, e afirmam que a inflexibilidade dos *smart contracts* não permite tanto as chamadas *efficient breaches*, como, igualmente, impossibilitam o controle judicial, mesmo quando se trata da salutar interferência dos tribunais para “preencher” eventuais lacunas ou resolver ambiguidades. Ademais, apontam que os contratos inteligentes ceifam a adaptabilidade do contrato à variabilidade das circunstâncias externas.<sup>338</sup>

Inclusive, no que se refere a característica da flexibilidade, Cristina Poncibò e Larry A. DiMatteo bem lecionam ser ela intrínseca ao direito contratual. Corriqueiramente, as partes precisam ou desejam alterar certas cláusulas originalmente pactuadas; o contrato, especialmente em relações longas e complexas, necessita comumente ser readequado às diferentes circunstâncias, novas, que não eram as mesmas de quando foi celebrado. Ademais sustentam que, não à toa, a primeira atividade em que os *smart contracts* se destacaram foi no sistema financeiro, justamente por ser ele altamente regulado e, portanto, menos permeável à vontade das partes.<sup>339</sup>

Ainda no que se refere à inflexibilidade dos contratos inteligentes, tem-se que a linguagem de programação – chamada, nesse contexto, de *dry code*, por ser caracterizada por sua precisão - não comporta as mesmas nuances da linguagem natural - ou *wet code*<sup>340</sup> - intrinsecamente plurissignificativa. De fato, a binária linguagem de programação não é compatível com termos jurídicos indeterminados como “boa-fé”, “melhor esforço”, “assim que possível”, etc. Aliás, Len Chen e Jia Wan bem salientam que o devido emprego de termos

---

<sup>337</sup> CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. *Smart Contracts ou “Contratos Inteligentes”*: O direito na era da *blockchain*. Revista Científica Disruptiva. jan-jun. 2020. vol. II, n. 1, p. 91-118. Disponível em <https://ronnycharles.com.br/wp-content/uploads/2020/10/75-Texto-do-artigo-539-1-10-20200929.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 114.

<sup>338</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. *Formation of Smart Contracts under Contract Law*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 73-75.

<sup>339</sup> DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. *Smart Contracts: Contractual and noncontractual remedies*. CARIA, Riccardo de. *Definitions of Smart Contracts: Between law and code*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 118-140. p. 120.

<sup>340</sup> CANNARSA, Michel. *Contract Interpretation*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 102-117. p. 111

vagos como esses é mesmo considerado de boa técnica, uma vez que atribuem aos contratos a flexibilidade necessária a situações não previstas nas tratativas, reduzindo, dessa maneira, os custos de negociação.<sup>341</sup>

De fato, bem salientam José Augusto Fontoura Costa e Leonardo Albuquerque Marques a inexistência – ao menos, por ora – de uma inteligência artificial forte, *i. e.*, que consiga replicar o raciocínio humano, que não opera somente de maneira sintática, ou seja, binária, mas igualmente é dotado de razão semântica, que é aquela capaz de compreender o sentido e o alcance das normais contratuais. Os *smart contracts*, dessa maneira - ainda que se considerem aqui os *self-driving contracts*, que são aqueles contratos nos quais se propõe o uso efetivo de IA - são incapazes de interpretar e aplicar regras contratuais.<sup>342</sup> Somente executam operações de causa e efeito, sem qualquer necessidade de interpretação ou, se houver, deve ser ela possível de ser especificada previamente, na codificação do *smart contract*, em linguagem binária, de sim ou não.<sup>343</sup>

Ainda sobre as diferenças entre as linguagens de programação e natural, Eric Tjong Tjin Tai aduz que aquela, determinística, não é adequada à chamada *law of excuses*, instituto compartilhando tanto pela família do direito comum quanto pela romano-germânica e que se

---

<sup>341</sup> CHEN, Lei; WANG, Jia. **Regulating Smart Contracts and Digital Platforms: A Chinese Perspective**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 183-209. p. 189.

<sup>342</sup> COSTA, José Augusto Fontoura; MARQUES, Leonardo Albuquerque. **Contratos inteligentes, OAD e Nova Economia Institucional: Perspectivas para a interpretação e aplicação de ajustes celebrados em computação descentralizada a partir de estudo de caso sobre a vulnerabilidade da codificação no ambiente do *Ethereum***. Artigo na íntegra. *Revista de Direito Civil Contemporâneo*. *Revista de Direito Civil Contemporâneo*. vol. 18. ano 6. p. 61-90. São Paulo: Ed. RT. jan-mar. 2019. p. 68-70.

<sup>343</sup> Porque, de fato, sobre a natureza da norma jurídica, que, conforme Hans Kelsen, segue o princípio da imputação: “se A, dever-se ter B”, não pode ele ser visto como a implicar uma aplicação mecânica das normas, mas toda interpretação que esteja dentro da moldura delimitada pela lei é conforme ao direito. KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito**. Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 247. E aqui se tem uma dificuldade de se estabelecer um contrato que siga o princípio da causalidade: “se A, tem-se B”, uma vez que não há uma única interpretação correta a ser programada. Outrossim, mesmo que se cogite, como defende Ronald Dworkin, não possuir o aplicador do direito nenhum poder discricionário, de forma que, mesmo na hipótese de não haver nenhuma regra ao caso (o que chama de “casos difíceis”), deve ele “descobrir” o direito da parte, o próprio jusfilósofo americano afirma que sua teoria não possui nenhum método mecânico de demonstração do direito, e que juristas e juízes sensatos comumente discordam quanto à solução de casos difíceis. DWORKIN, Ronald. **Levando os Direitos a Sério**. Tradução: Nelson Boeira. São Paulo: Martin Fontes, 2002. p. 127-128. Dessa maneira, ainda que se considere não haver discricionariedade na interpretação das leis, esse exercício, de hermenêutica, comumente não é alcançável no dia a dia das práticas comerciais, o que torna inviável garantir ser sempre a interpretação mais adequada, a programada. Enfim, o problema da existência ou não da discricionariedade dos aplicadores do direito, por qualquer ângulo que se veja, demonstra não se resumir a devida execução das normas contratuais à simples aplicação mecânica permitida pelos *smart contracts*, o que pode ser óbvio a juristas, mas não parece ser a todos.

caracteriza pela impossibilidade, em determinadas situações, de uma das partes exigir da outra o cumprimento das obrigações pactuadas.<sup>344 345</sup>

Outrossim, não se pode deixar de considerar, como devidamente apontado por Eliza Mik, caso as partes contratuais não sejam elas mesmas programadoras, *i. e.*, capazes de entender linguagem de programação – o que não se pode esperar, na enorme maioria dos casos – não poderão elas, por si sós, ter a certeza de que o contrato reflete exatamente o que desejam. E mesmo que se concorde com a autora, que considera não ser esse o problema mais relevante – levando em conta que as partes podem contratar especialistas - tem-se ainda a dificuldade em definir o que teria precedência em uma situação de discordância entre o programado e a vontade de uma ou de ambas as partes.<sup>346</sup>

Interessantemente, essa questão traz à discussão o clássico debate sobre hermenêutica contratual entre as teorias da vontade e da declaração. Aquela, como o nome sugere, defende que, na necessidade de se interpretar judicialmente o contrato, o juiz deve buscar a chamada vontade real das partes, ou *mens declarantium*, uma vez ser ela o fator genético da relação contratual; esta, por sua vez, sustenta que o fato de interpretação mais relevante é a vontade exteriorizada, *i. e.*, pretere-se o fator subjetivo para se investigar o que foi permitido ao mundo conhecer.<sup>347 348</sup>

---

<sup>344</sup> TJONG TJIN TAI, Eric. **Challenges of Smart Contracts**: Implementing excuses. *In*: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 80-101. p. 85-97.

<sup>345</sup> No Brasil, pode-se enquadrar no referido instituto a previsão, no art. 476 do CC, da exceção de contrato não cumprido, que estabelece que, se um dos contratantes não adimplir devidamente com suas obrigações contratuais, ainda se o fizer parcialmente, pode a outra parte opor essa defesa, ao ponto de recusar cumprir por completo o que lhe competia pelo sinalágma. PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 139.

<sup>346</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts**: Terminology, technical limitations and real world complexity. *Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 11.

<sup>347</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 45.

<sup>348</sup> É interessante a observação de Larry. A. DiMatteo, Michel Cannarsa e Cristina Poncibò de que, no direito, os debates que se desenvolveram ao longo do tempo constituíram dois grupos, no que se refere à hermenêutica jurídica, que se reflete, naturalmente, na interpretação dos contratos: o primeiro grupo é o dos formalistas, que defendem que precisão e segurança jurídica devem ser o foco da lei; os contextualistas, por sua vez, aduzem que a letra fria da lei deve ser considerada conjuntamente ao contexto no qual é ela aplicada. Para aqueles, a defesa pela interpretação contratual limitada às “quatro esquinas do papel” promove que se redijam contratos claros, evitando retóricas distorcidas; já estes entendem que as palavras não possuem um único significado e a devida interpretação exige que se busque compreender o interesse intersubjetivo das partes, o que não torna a interpretação contratual menos objetiva, mas, pelo contrário, auxilia que assim seja. CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts and Contract Law**. *In*: CANNARSA, Michel;

Os *smart contracts* executam o que está programado e, por serem imodificáveis, mesmo pelas partes, não necessariamente consideram o que elas efetivamente desejaram pactuar, ainda que se tenha programado erroneamente. Eles parecem, dessa maneira, favorecer a teoria da declaração.

Sem embargo, considerando o que foi dito no início deste capítulo, em que se rejeitou a ideia da *Lex Cryptographia*, a opção por uma teoria ou outra não é propriamente uma escolha das partes, no sentido de se poder afirmar: se se escolheu utilizar um *smart contract*, optou-se, voluntariamente, pela teoria da declaração. Trata-se de uma escolha do legislador e, no Brasil, conforme Caio Mário da Silva Pereira, o art. 112 do Código Civil inclina-se predominantemente à teoria da vontade, sem, contudo, desconsiderar a literalidade da linguagem.<sup>349</sup>

Eliza Mik, ademais, chama atenção para o fato de que, por se tratarem os *smart contracts*, do ponto de vista do ser, de códigos e, dessa forma, produto do trabalho humano, são passíveis de conter erros, os famosos *bugs* – como invariavelmente conterão, por uma simples questão estatística, considerando que os seres humanos são naturalmente falíveis – que podem afetar de maneira considerável a performance do acordado, em desacordo com a vontade das partes. Como observado pela jurista australiana, a autoexecução não pode ser considerada como sinônimo de perfeito cumprimento da relação contratual,<sup>350</sup> porque um *smart contract* com erro – não grave o suficiente para corromper o programa - provavelmente autocumprirá as obrigações contratuais em desacordo com o que as partes efetivamente desejaram celebrar.

---

DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18. p. 6-7.

<sup>349</sup> Nas palavras do civilista: “aproximou-se [o Código Civil de 2002] do Código Civil alemão, e propendeu para a busca da vontade, sem o fetichismo da expressão vocabular. Mas não quer, também, dizer que o intérprete desprezará a linguagem para sair à cata da vontade, nos meandros cerebrinos da sua elaboração”. PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 46. Washington de Barros Monteiro *et. al.*, por outro lado, parecem ainda mais inclinados a que o art. 112 do Código Civil prepondera a vontade à declaração: “colocou-se assim o nosso Código Civil de 2002 em oposição aos autores que, como Troplong, preconizavam a exegese quantum verba sonante; recomenda o legislador pátrio que, de preferência, se tenham em mira o espírito, a intenção, e não o sentido literal da linguagem”. MONTEIRO, Washington de Barros; MALUF, Carlos Alberto Dabus; SILVA, Regina Beatriz Tavares da. **Curso de Direito Civil: Direito das obrigações**, 2ª parte. 39 ed. São Paulo: Saraiva, 2012. p. 54. De todo modo, a questão quanto a exegese dos contratos estabelecida pelo art. 112 do Código de Civil é reveladora das possíveis fricções entre os *smart contracts* e a legislação.

<sup>350</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity**. Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 11.

Enfim, por tudo o que foi exposto nesta seção, pode-se dizer que o grande problema apresentado pelos *smart contracts* é serem eles demasiadamente inflexíveis, seja porque não podem ser modificados pelas partes ou pelo Estado-juiz, seja porque a linguagem de programação é sintática, o que os torna, *a priori*, pouco adequados às relações contratuais, dinâmicas por natureza, porque a vida assim o é, imprevisível.

Por serem inflexíveis, seria necessário, conforme aponta Eliza Mik, que as partes, ao codificarem um *smart contract*, previssem todos os eventos e cenários possíveis de ocorrer durante a execução, o que é, evidentemente, impossível de ser cumprido, em razão das limitações cognitivas dos seres humanos;<sup>351</sup> porque o contrato é fato jurídico criador de normas jurídicas,<sup>352</sup> e estas, potencialmente, nunca regulam todas as situações possíveis,<sup>353</sup> ainda que se escrevam instrumentos com dezenas de páginas.

Outrossim, como apontado por Oscar Borgogno, poucos contratos podem de fato ser escritos por meio de uma série de declarações condicionais, como exige a linguagem de programação, tendo o direito contratual evoluído, ao longo dos séculos, considerando as possibilidades de interpretação da linguagem natural.<sup>354</sup> Afinal, diferentes pessoas podem atribuir significados diferentes às mesmas palavras ou frases; é comumente observado que seres humanos, mesmo quando pensam estar de acordo com determinada questão, na verdade chegaram a conclusões diferentes.

---

<sup>351</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity.** Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 12.

<sup>352</sup> Conforme Kelsen: “através deste fato [declarações de vontades concordes] é criada uma norma cujo conteúdo se determina através das declarações concordantes”; e completa que: “entre o contrato como fato produtor de normas jurídicas e a norma criada através desse fato deve manter-se uma nítida separação”. KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito.** Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 63-64. p. 181.

<sup>353</sup> Afinal, por exemplo, Ronald Dworkin, ainda que rejeite a tese de não terem os juízes poder discricionários, não o faz porque nega a existência de casos nos quais as regras não os regula: “em minha argumentação, afirmarei que, mesmo quando nenhuma regra regula o caso, uma das partes pode, ainda sim, ter o direito a ganhar a causa”; porém o juiz, nesses casos, não cria a norma faltante, mas a “descobre”: “o juiz continua tendo o dever, mesmo nos casos difíceis, de descobrir quais são os direitos das partes, e não de inventar novos direitos retroativamente.” DWORKIN, Ronald. **Levando os Direitos à Sério.** Tradução: Nelson Boeira. São Paulo: Martin Fontes, 2002. p. 127-128. E se pode, por analogia, aplicar a insuficiência do exercício legislativo em prever todas as situações às regras contratuais

<sup>354</sup> BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions.** Technology of Smart Contracts. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310. p. 293.

Essa inflexibilidade apresentada pelos contratos inteligentes é o grande desafio que se tentará enfrentar nas próximas páginas. Mas antes, analisar-se-á como ela se comporta nos casos selecionados no Capítulo 2, com o intuito de se dar maior concretude ao problema.

#### 4.2 Estudos de Casos

No Capítulo 2, foram selecionadas seis aplicações dos *smart contracts*, sendo três delas efetivas e três, hipotéticas ou prototípicas. Aquelas são a DAO.Link, o OpenBazaar e a Fizzy; estas, a hipótese de compra e venda de uma residência, apresentada na figura *Código de Contrato de Compra e Venda de Imóvel*, a de aplicação dos contratos inteligentes em cadeias de suprimentos, apresentada na figura *Consumer Ordering Consensus Protocol (COCP)* e, por fim, a aplicação dos *smart contracts* à internet das coisas, conforme a figura *Protótipo ou Modelo Genérico de um Smart Contract com Oráculo*.<sup>355</sup>

No que se refere à DAO.Link, pioneira de seu tipo, foi ela criada para arrecadar fundos com o objetivo de financiar projetos paralelos à plataforma Ethereum,<sup>356</sup> e quando já tinha reunido, após algumas semanas, cerca de US\$ 150 milhões, sofreu um ataque hacker que lhe desviou aproximadamente US\$ 60 milhões.<sup>357</sup>

Na verdade, nem se pode dizer que se tratou de fato de um ataque hacker, no sentido de o código ter sido invadido e manipulado ilegítimamente, porque a manobra empregada utilizou de uma série de *smart contracts*, válidos dentro da lógica formal da DAO.Link, mas que culminaram no desvio de boa parte dos fundos.<sup>358</sup>

E inexistindo meios técnicos ordinários ou soluções legais evidentes para a resolução do problema, a comunidade Ethereum, por meio de seus cabeças, viu-se obrigada a adotar a drástica solução de bifurcar forçadamente a *blockchain*, técnica conhecida como *hard fork*,<sup>359</sup> que extirpou a sequência com desfalque, para substituí-la por outra sem o desvio. Ou seja, a solução para o furto, como devidamente salientado por José Augusto Fontoura Costa e

---

<sup>355</sup> Todos os exemplos mencionados foram apresentados no Capítulo 2.

<sup>356</sup> LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário**: Aplicações práticas e desafios regulatórios. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019. p. 19.

<sup>357</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 350-351.

<sup>358</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 350-351.

<sup>359</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 351

Leonardo Albuquerque Marques, veio pela intervenção humana, o que trouxe consigo consequências graves quando à confiança nos *smart contracts*.<sup>360 361</sup>

O caso da DAO.Link, portanto, demonstra não só que os contratos inteligentes são suscetíveis a erros humanos em sua programação, mas também como sua inflexibilidade pode ser desastrosa e necessitar, eventualmente, da intervenção humana, não se descartando aqui a atuação do Poder Judiciário.

O *hard fork* somente foi viável em razão do apoio da maior parte da comunidade Ethereum, o que é fácil de compreender, haja vista o valor vultoso envolvido e por ser a DAO.Link a primeira de seu tipo. Mas uma medida tão gravosa como um *hard fork* não é viável em um cenário de uso generalizado dos *smart contracts*, em que se teriam milhares de usuários e contratos sendo executados, dos quais a maior parte - é de se esperar - envolveria valores módicos, que não teriam apelo suficiente para a promoção de um número proporcional de *hard forks* (considerando que a necessidade de contratos serem revisados é comum). Além disso, os *hard forks*, por si sós, ao bifurcarem a rede, se aplicados de maneira generalizada, poderiam inviabilizar o próprio funcionamento da *blockchain*.

Em relação ao OpenBazaar, que se trata do único *marketplace* completamente descentralizado,<sup>362</sup> seria essa iniciativa, alegadamente, uma resposta aos grandes atores do *e-commerce*, como o eBay e a Amazon, que vêm sendo acusados de usar as informações pessoais de seus clientes para propósitos comerciais. Ou seja, na esteira libertária da desconfiança em terceiros intermediários, nos quais não se inclui somente o Estado, mas igualmente os *player* gigantescos do mercado, o OpenBazaar tem como “filosofia oficial” “empoderar” os consumidores, ao dar-lhes a liberdade de comercializar diretamente com

---

<sup>360</sup> COSTA, José Augusto Fontoura; MARQUES, Leonardo Albuquerque. **Contratos inteligentes, OAD e Nova Economia Institucional:** Perspectivas para a interpretação e aplicação de ajustes celebrados em computação descentralizada a partir de estudo de caso sobre a vulnerabilidade da codificação no ambiente do *Ethereum*. Artigo na íntegra. Revista de Direito Civil Contemporâneo. Revista de Direito Civil Contemporâneo. vol. 18. ano 6. p. 61-90. São Paulo: Ed. RT. jan-mar. 2019. p. 67

<sup>361</sup> Ainda que, na época, a maior parte da comunidade Ethereum tenha sido favorável ao *hard fork* – o que tornou possível a manobra, que exige que a maior parte dos nós aja conjuntamente – houve, por outro lado, forte oposição de parte razoável dos usuários da rede, não porque apoiavam o furto, mas por acreditarem representar o *hard fork* uma negação aos princípios da *blockchain*, alegadamente imutável. ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain:** A practical guide to developing business, law and technology solutions. Nova York: McGraw-Hill Education, 2018. p. 220.

<sup>362</sup> MANDAL, Lopamudra. **Ricardian Contracts:** Bridging the gap between smart contracts and traditional contracts. Orientador: E. P. M. Vermeulen. 52 p. Master Thesis (LLM) – International Business Law, Tilburg University, Tilburg, Países Baixos, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=149417> Acessado em: 14 fev. 2021. p. 38.

outros consumidores na “posição eventual de fornecedores”, ou mesmo com pequenos fornecedores “não eventuais”.<sup>363</sup>

Sem embargo, tal descentralização é bastante questionável, haja vista a presença de uma entidade denominada OB1, que atua como núcleo desenvolvedor da plataforma, apesar de rejeitar qualquer rótulo de entidade centralizadora. Alega ser constituída por onze membros espalhados ao redor do mundo, mas, de acordo com Eliza Mik, não é muito claro qual é o real papel da OB1 no OpenBazaar.<sup>364</sup>

De todo modo, a maneira como o OpenBazaar é gerido – se descentralizadamente ou não - traz consigo problemas difíceis de serem contornados. Primeiramente, como bem salienta a jurista australiana, ainda que esse *marketplace*, como produto do trabalho humano (são seres humanos os responsáveis por programá-lo), seja passível a falhas técnicas, os programadores se declaram como não responsáveis pelo devido funcionamento da plataforma – sendo, claro, juridicamente questionável que não sejam. Inclusive, em seus termos legais de uso, está explícito não haver nenhuma organização central que controle ou administre o OpenBazaar, e que os usuários são os únicos responsáveis por suas próprias atividades.<sup>365</sup>

E, se o único objetivo que se queira alcançar é o perfeito cumprimento das obrigações, a plataforma deve lidar com a questão do pagamento, que somente é devido se a contraprestação for executada adequadamente. Dessa maneira, o OpenBazaar possui duas modalidades de pagamento: o direto e o moderado. Naquele, a denominação é autoexplicativa: paga-se diretamente ao vendedor, o que é descrito pela própria plataforma como arriscado, considerando que, uma vez transferidas as criptomoedas,<sup>366</sup> não é possível

---

<sup>363</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 176.

<sup>364</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 176.

<sup>365</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 177.

<sup>366</sup> O *OpenBazaar* possibilita que os pagamentos sejam realizados em quatro criptomoedas: *bitcoin*, *bitcoin cash*, *Litecoin* e *Zcash*. ARPS, James E.; CHRISTIAN, Nicolas. Open Market or Ghost Town? The curious case of OpenBazaar. Disponível em: <http://www.andrew.cmu.edu/user/nicolasc/publications/Arps-FC20.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 3.

retorná-las ao comprador, e somente se recomenda assim se fazer quando se há confiança na outra parte.<sup>367</sup>

Na segunda opção de pagamento, o moderado, utiliza-se, por sua vez, o método *scrow*, que aplica um mecanismo próprio da Bitcoin, denominado *multisignature address*, no qual cada uma das partes e um moderador, todos munidos de uma chave criptografada, controlam conjuntamente a liberação dos recursos, que só são transferidos com a concordância de, no mínimo, dois atores, ou seja, das duas partes ou de uma delas e o moderador.<sup>368</sup>

Mas o pagamento moderado apresenta a inconveniência de aumentar os custos transacionais, tendo em vista que os moderadores recebem uma fração das transações como remuneração, o que gera a exclusão de negócios de valor reduzido. Ademais, cria-se um outro risco: o de conluio entre vendedores e moderadores, o que efetivamente chegou a ocorrer.<sup>369</sup>

Esse problema é tão grave que os desenvolvedores da plataforma (reunidos na OB1) criaram um mecanismo complexo de verificação dos moderadores, que, entre outros requisitos, devem ser dotados de conhecimento em tecnologia. Paralelamente, endossa-se que os usuários sempre deixem *reviews* sobre os vendedores, bem como que, antes de celebrarem a contratação, que os contactem para verificar – por métodos comerciais ordinários, presume-se - se são eles efetivamente confiáveis.<sup>370</sup>

Enfim, como devidamente demonstrado por Eliza Mik, o OpenBazaar, na prática, possui dois pontos de centralização, ainda que, oficialmente, alegue-se o contrário. O primeiro deles reside na OB1 que, como dito, é constituída pelo núcleo desenvolver da plataforma, e que é o grupo, por meio de seus projetos para o *marketplace*, a dirigir-lhe, na prática, os

---

<sup>367</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. *In:* CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 178-179.

<sup>368</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. *In:* CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 179.

<sup>369</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. *In:* CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 179.

<sup>370</sup> MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. *In:* CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 179.

rumos; o segundo ponto de centralização são os moderadores, que possuem o poder de decidir, entre as partes conflitantes, a quem se atribuirá a razão.<sup>371</sup>

E esse fenômeno de centralização, talvez se possa dizer, propositadamente ocultado, é comum, como visto, à DAO.Link, que, quando do desvio hacker, viu a comunidade Ethereum ser liderada por seus desenvolvedores. Ambos os exemplos, portanto, parecem confirmar a conclusão de Eliza Mik de que códigos não são capazes de substituir a confiança em instituições humanas, porque, no fim, toda *blockchain* necessita de uma governança externa e de regras sólidas para funcionar adequadamente.<sup>372</sup>

Outrossim, dados empíricos indicam que o apelo por um *marketplace* descentralizado não é elevado junto a maior parte dos consumidores. James E. Arps e Nicolas Christian, ao analisarem o OpenBazaar por cerca de 14 meses, entre 25 de junho de 2018 e 3 de setembro de 2019,<sup>373</sup> coletaram os seguintes dados: a plataforma foi utilizada por apenas 6.651 usuários<sup>374</sup> e, dos 1.202 itens vendidos, 26,1% se tratavam de produtos relacionados à *cannabis*, 20,5%, de psicodélicos e 24,2%, de estimulantes, o que totaliza 70,8% do comercializado no período.<sup>375</sup> Ou seja, no único *marketplace* completamente descentralizado, aparentemente, seu público se caracteriza por ser um nicho específico de consumidores, que demandam por substâncias recreativas.

Quanto ao caso da Fizzy, diferentemente dos exemplos anteriores, tratou-se da iniciativa de uma grande companhia, a seguradora francesa AXA, a segunda maior do mundo em receita. A plataforma, que funcionava na rede Ethereum e que foi descontinuada em 2019,

---

<sup>371</sup> MIK, Eliza. **Blockchain: A Technology for decentralized marketplaces.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 180-181.

<sup>372</sup> MIK, Eliza. **Blockchain: A Technology for decentralized marketplaces.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms.* United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 180-182.

<sup>373</sup> ARPS, James E.; CHRISTIAN, Nicolas. **Open Market or Ghost Town? The curious case of OpenBazaar.** Disponível em: <http://www.andrew.cmu.edu/user/nicolasc/publications/Arps-FC20.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 2.

<sup>374</sup> ARPS, James E.; CHRISTIAN, Nicolas. **Open Market or Ghost Town? The curious case of OpenBazaar.** Disponível em: <http://www.andrew.cmu.edu/user/nicolasc/publications/Arps-FC20.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 7.

<sup>375</sup> ARPS, James E.; CHRISTIAN, Nicolas. **Open Market or Ghost Town? The curious case of OpenBazaar.** Disponível em: <http://www.andrew.cmu.edu/user/nicolasc/publications/Arps-FC20.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 13.

prometia indenizar os usuários, de maneira automática, toda vez que um voo atrasasse por mais de duas horas.<sup>376</sup>

Lançada em 2017, o projeto foi interrompido, conforme os executivos da AXA, por não ter atingido seus objetivos comerciais, especialmente em razão da falta de interesse do mercado. A seguradora, no entanto, afirma que não pretende abandonar a tecnologia *blockchain*, e que a experiência da Fizzy sempre lhe foi mais um “projeto-piloto”, para “testar e aprender”. Ainda conforme a AXA, o conhecimento acumulado foi significativo, especialmente sobre: i) as necessidades dos consumidores nos serviços de seguros e como a tecnologia pode ser usada para resolvê-las, e, principalmente: ii) o conhecimento técnico para a criação e o funcionamento de *smart contracts* na rede Ethereum.<sup>377</sup>

A experiência da Fizzy, portanto, sugere três pontos interessantes: i) que, diferentemente do desejado e do esperado pelos primeiros desenvolvedores da *blockchain*, as grandes indústrias vêm lançando mão da tecnologia, *i. e.*, suas características técnicas não impedem que grandes *players* a utilizem em seus projetos de inovação; ii) a desconfiança – ou, pelo menos, a falta de popularidade - em relação à tecnologia *blockchain* está presente tanto nos consumidores, como sugere o caso do OpenBazaar, quanto nas grandes indústrias; e iii) tal desconfiança pode residir seja no ainda incipiente conhecimento técnico e prático sobre a *blockchain* e os *smart contracts* – como demonstrado pelo desvio sofrido pela DAO.Link e no aprendizado promovido pela experiência da Fizzy – seja nas próprias limitações técnicas da *blockchain* (os malogros dos casos analisados se deram por falta de experiência ou por limitações técnicas intrínsecas à *blockchain* e aos *smart contracts*? ou em razão dos dois fatores?).

Em relação aos exemplos hipotéticos, no que concerne à compra e venda de uma residência, ilustrada pela figura *Código de Contrato de Compra e Venda de Imóvel*, neste caso, é mais comum, na indústria imobiliária, que as partes elaborem seus próprios instrumentos. Dessa maneira, o primeiro ponto de preocupação é a generalizada ausência de conhecimento técnico em ciência da computação e em linguagem de programação.

---

<sup>376</sup> HILL, Elliot. **AXA Drops Ethereum-based Flight Insurance Platform**. Yahoo! finance. 2019. Disponível em: <https://finance.yahoo.com/news/axa-drops-ethereum-based-flight-160027248.html> Acessado em 21/02/2022.

<sup>377</sup> **AXA scraps Fizzy insurance smart contracts... but still interested in tech**. Artificial Lawyer, 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.artificiallawyer.com/2020/10/08/axa-scrap-fizzy-insurance-smart-contract-but-still-interested-in-the-tech/> Acessado em 26 abr. 2022.

Se é corriqueiro que as partes se apoiem em advogados para a redação de contratos imobiliários, em razão de, normalmente, serem mais complexos e, principalmente, envolverem valores corriqueiramente mais elevados, os contratantes ao menos podem ler o que lhes fora escrito, ainda que a compreensão não seja completa. No caso dos *smart contracts*, não só se exigiria das partes conhecimento em linguagem de programação, mas também dos próprios advogados, considerando que, se são os programadores os que sabem como codificar as obrigações, são os juristas que possuem, por outro lado, o conhecimento técnico da legislação aplicável à alienação imobiliária.

E mesmo que programadores e advogados trabalhem conjuntamente, Eliza Mik aponta que: i) ainda faltará a segurança de que programadores entenderam corretamente os termos legais transmitidos por seus colegas advogados; e, conseqüentemente, ii) estes e as partes, salvo se conhecerem linguagem de programação, não poderão ter plena certeza de que o programado corresponde à vontade dos contratantes.<sup>378 379</sup>

Já a aplicação dos *smart contracts* em cadeias de suprimento, conforme a figura *Consumer Ordering Consensus Protocol (COCP)*, conjuntamente à internet das coisas, conforme a figura *Protótipo ou Modelo Genérico de um Smart Contract com Oráculo*, demonstram ambos os casos que os *smart contracts*, não obstante a alegada desnecessidade de se confiar em terceiros intermediários, quando esses contratos se desdobram para o mundo *off chain*, corriqueiramente necessitarão de serviços e instituições de confiança.

Por exemplo, na hipótese da cadeia de suprimentos, deverão existir oráculos que atestem todo o percurso da mercadoria, como é o caso da iniciativa desenvolvida pela chinesa ZhongAn Online, que rastreia o ciclo de vida de galinhas. Para fazê-lo, a empresa utiliza, acoplados aos animais, dispositivos de rastreamento que recolhem informações sobre as aves e armazenam tais dados em uma *blockchain*.<sup>380</sup> Em outras palavras, se não se confiar no

---

<sup>378</sup> MIK, Eliza. **Smart Contracts**: Terminology, technical limitations and real world complexity. *Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 22.

<sup>379</sup> O desconhecimento das partes do que efetivamente se programou pode, inclusive, acarretar a anulabilidade do negócio por erro, um dos vícios do consentimento, que, conforme Caio Mário da Silva Pereira, caracteriza-se pelo descompasso entre a vontade declarada (o que, no caso, atestar-se-ia por meio dos códigos do *smart contract*) e o querer efetivo das partes. PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil** – Introdução ao Direito Civil / Teoria Geral de Direito Civil. 1 vol. Revisão e atualização de Maria Celina Bodin de Moraes. 24. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2011. p. 432.

<sup>380</sup> WEINLAND, Don. **Chinese Insurer ZhongAn Plans Blockchain Chicken Coup**. *Financial Times*. Hong Kong, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ft.com/content/03930bf2-2cb9-11e8-9b4b-bc4b9f08f381>. Acessado em 30 jan. 2021.

dispositivo desenvolvido pela ZhongAn Online, que nada mais é que uma terceira intermediária ou um ponto de centralização, cai por terra a confiança nos próprios dados armazenados na *blockchain*: há que se fiar que os dispositivos não estão adulterados e que as informações estão sendo devidamente coletadas.

E, salvo se se desenvolver dispositivos inteligentes, na função de oráculos, que, no aspecto físico, sejam tão seguros e invioláveis como as caixas-pretas dos aviões, ou utilizem arranjos que garantam um mínimo de segurança sobre a informação, como a iniciativa da ChainLink para o desenvolvimento de oráculos descentralizados,<sup>381</sup> para toda atividade que exigir informações *off chain* será necessário confiar em terceiros intermediários.

Por fim, é importante salientar que, para todos os cinco casos analisados acima, as limitações apresentadas por um deles também podem ser percebidas nos demais, em maior ou menor grau. Por exemplo, em todos ainda reside o problema de consumidores, em sua grande maioria, não serem programadores; a eventual necessidade de intervenção do Estado-juiz para proteger direitos (*e. g.*, nas cadeias de suprimentos, os direitos dos consumidores) e o interesse público (*e. g.*, combate ao tráfico de entorpecentes, no que se refere ao OpenBazaar, e fraudes sucessórias em contratos de compra e venda imobiliária); todos são passíveis de erros de programação ou mau funcionamento da rede *blockchain*.

Ademais, em todos os casos há a potencial necessidade ou vontade das partes de alterar, após firmado o contrato, suas cláusulas, o que faz parecer acertada a conclusão de Mariana Oliveira de Melo Cavalcanti e Marcos Nóbrega de que os *smart contracts* são mais adequados a contratos de trato instantâneo ou de execução pouco diferida.<sup>382</sup> Afinal, ao não se arrastarem no tempo, são menos suscetíveis tanto a mudanças externas quanto a mudanças nas próprias vontades das partes, elemento genético de todo contrato.

### 4.3 Possíveis Soluções

Nas seções anteriores, investigou-se que a ideia libertária de ter o direito contratual e, nesse sentido, o Estado-juiz, uma única função, qual seja, o de garantir a execução das

---

<sup>381</sup> ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink**: A decentralized oracle network. 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf>. Acessado em: 18 out. 2021. p. 11-14.

<sup>382</sup> CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. **Smart Contracts ou “Contratos Inteligentes”**: O direito na era da *blockchain*. Revista Científica Disruptiva. jan-jun. 2020. vol. II, n. 1, p. 91-118. Disponível em: <https://ronnycharles.com.br/wp-content/uploads/2020/10/75-Texto-do-artigo-539-1-10-20200929.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 113.

obrigações contratuais, é equivocada. Essa premissa libertária leva à conclusão, que vai de encontro à teoria contratual, de que, uma vez garantido, por outros modos, o perfeito cumprimento contratual, a intervenção do Estado se torna não só desnecessária, mas ilegítima, porque minaria, por razões estranhas às vontades das partes, suas autonomias privadas.

Outrossim, a linguagem de programação, que pode acarretar problemas de consentimento, além da imutabilidade dos *smart contracts*, capaz de pôr em xeque o próprio interesse das partes em modificar o acordado gera incompatibilidades com o ordenamento jurídico.

Mas, antes de se chegar a conclusões mais sólidas, é necessário analisar as soluções apresentadas pela literatura aos problemas identificados. Tais soluções, são: os chamados *ricardian contracts* ou, em português, contratos ricardianos; *templates*; e funções nos códigos que possibilitam a interrupção ou a modificação dos contratos inteligentes, mesmo depois de iniciada sua execução em uma *blockchain*.

#### 4.3.1 *Ricardian Contracts* (Contratos Ricardianos)

Os *ricardian contracts* ou, na tradução em português, contratos ricardianos, foram originalmente propostos por Ian Grigg e Gary Howland como parte do chamado *Ricardo payment system*, que consiste em um sistema digital de transação de títulos e ações. O grande problema a ser enfrentado nesse sistema, em razão da pluralidade dos ativos negociados, é a identificação precisa do objeto transacionado (a moeda utilizada e as demais condições do ativo). Dessa maneira, com o objetivo de superar esse obstáculo, os autores estabeleceram o que Ian Grigg define da seguinte maneira:<sup>383</sup>

Nos termos os mais simples possíveis, um Contrato Ricardiano é um documento que define o tipo de valor de uma emissão [de título] realizada na internet. Ele identifica o emissor, que é o signatário, e qualquer outro termo ou cláusula que o emissor considere adequado incluir para se atribuir ao documento as características de um contrato.<sup>384</sup>

Conforme o autor, um contrato ricardiano: i) deve se constituir em um mesmo documento – *rule of one contract*, o que, ainda de acordo com o criptógrafo, para juristas, seria a concepção de que o contrato é delimitado “*by the four corners of the page*” - ii) legível

---

<sup>383</sup> GRIGG, Ian. **The Ricardian Contract**. IEEE. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1319505>. Acessado em: 11 mar. 2021. np.

<sup>384</sup> No original: *in the simplest possible terms, a Ricardian Contract is a document defining a type of value for issuance over the Internet. It identifies the Issuer, being the signatory, and any terms and clauses the Issuer sees fit to add in to make the document stand as a contract*. GRIGG, Ian. **The Ricardian Contract**. IEEE. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1319505>. Acessado em: 11 mar. 2021. np.

pelas pessoas; iii) assinado pelo emissor; e iv) passível de ser atestada, sua autenticidade, por meio da função *hash*, de maneira que qualquer alteração no programa altere o *hash* calculado.

Os contratos ricardianos se tratam, antes de tudo, como bem colocado por Rodrigo Moreira, de uma metodologia que tem como objetivo “traduzir” um contrato tradicional, escrito em linguagem natural, para a linguagem de computador, ou seja, um software. Constrói-se, dessa maneira, uma arquitetura que é crucial para viabilizar a automatização contratual, e, portanto, os próprios *smart contracts*.<sup>385</sup>

De acordo com Lopamudra Mandal, os contratos ricardianos são constituídos por três elementos essenciais: *parameters*, *code* e *prose*. Aqueles se tratam dos elementos próprios de determinado contrato, *e. g.*, preços, datas, o objeto e seus elementos (quantidade e qualidade) e a moeda ou o meio de troca a ser empregado<sup>386</sup> (*e. g.*, se criptomoeda ou moeda fiduciária, que, por sua vez, podem ser várias, como bitcoin ou ether, ou real ou dólar, respectivamente; ou ouro).

O elemento *prose* consiste na redução desses parâmetros à linguagem natural, *i. e.*, devem eles ser manifestados na forma escrita, convencional, passíveis de serem lidos pelas partes. Mas os parâmetros devem igualmente ser viáveis de serem codificados em um programa executável, que, por sua vez, é o terceiro elemento essencial dos contratos ricardianos, qual seja, *code*, que é justamente aquele do qual os *smart contracts* fazem parte.<sup>387</sup>

Por meio dos contratos ricardianos, conecta-se, em definitivo, um contrato escrito em linguagem natural a um em códigos de computador, por meio da referência mútua ao *hash* um

---

<sup>385</sup> MOREIRA, Rodrigo. **Investigação Preliminar sobre A Natureza e Os Critérios de Interpretação dos Smart Contracts**. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod\\_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investiga%C3%A7%C3%A3o%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investiga%C3%A7%C3%A3o%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf). Acessado em: 27 abr. 2021. np

<sup>386</sup> MANDAL, Lopamudra. **Ricardian Contracts: Bridging the gap between smart contracts and tradicional contracts**. Orientador: E. P. M. Vermeulen. 52 p. Master Thesis (LLM) – International Business Law, Tilburg University, Tilburg, Países Baixos, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=149417>. Acessado em 14 fev. 2021. p. 25.

<sup>387</sup> MANDAL, Lopamudra. **Ricardian Contracts: Bridging the gap between smart contracts and tradicional contracts**. Orientador: E. P. M. Vermeulen. 52 p. Master Thesis (LLM) – International Business Law, Tilburg University, Tilburg, Países Baixos, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=149417>. Acessado em 14 fev. 2021. p. 25-26.

do outro. Isso os distingue de outros contratos, como o da DAO.Link, na qual, em seus termos de uso, favoreceu a linguagem de computador à natural.<sup>388</sup>

Em outras palavras, por meio da metodologia dos contratos ricardianos, aparelha-se um contrato escrito em linguagem natural a um em códigos, de maneira que ambos devem ser considerados como um só instrumento, como se pudesse dizer: “contrato-programa”. No tradicional, reduz-se por escrito os parâmetros e se armazena o *hash* do contrato em códigos. Neste, os mesmos parâmetros são programados, e se armazena o *hash* do contrato escrito – isso implica que o contrato em linguagem natural deve ter uma versão digital, para que se possa extrair seu *hash*. Por meio do armazenamento mútuo dos *hashes*, as duas facetas do mesmo contrato ficam conectadas indissolúvelmente, e os parâmetros garantem que as cláusulas contratuais sejam as mesmas nas duas formas.

Conforme Kevin Werbach, havendo, por exemplo, um problema no *smart contract*, pode-se consultar a versão escrita para se dirimir a questão,<sup>389</sup> e vice-versa, pode-se inferir, porque o contrato em linguagem de programação também pode muito bem servir de elemento de prova e interpretação.

Todavia, mesmo na literatura da ciência da computação, reconhecem-se tanto a impossibilidade de reduzir todos os termos, ou melhor, nuances da linguagem natural (*wet code*) a códigos de computador (*dry code*) quanto, por vezes, se não a impossibilidade, sua inconveniência. Nesse diapasão, Christopher D. Clack, Vikram A. Bakshi e Lee Braine afirmam que, em um contrato, há dois tipos de aspectos: os operacionais e os não operacionais. Aqueles se tratam dos que se deseja automatizar e, tipicamente, referem-se às cláusulas contratuais em que a execução é precisa. Ou seja, estão relacionados à performance do acordado. Já estes, relacionam-se com o que não se deseja ou não se possa – por limitações técnicas da ciência da programação - automatizar.<sup>390</sup>

Ainda conforme os autores, os aspectos operacionais, *i. e.*, relativos às cláusulas que preveem uma atividade no mundo físico, em outras palavras, uma execução, devem ser

---

<sup>388</sup> WERBACH, Kevin. **Trust, But Verify: Why the blockchain needs the law.** Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2844409](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2844409). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 546

<sup>389</sup> WERBACH, Kevin. **Trust, But Verify: Why the blockchain needs the law.** Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2844409](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2844409). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 546

<sup>390</sup> BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions.** Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 5.

simples e fáceis de executar.<sup>391</sup> Já os aspectos não operacionais são, fundamentalmente, cláusulas que ditam os passos a serem seguidos quando do surgimento de um conflito entre as partes, *e. g.*, os *remedies*<sup>392</sup> a serem aplicados em uma situação de performance parcial ou não performance.<sup>393</sup> Paul Catchlove, no mesmo sentido, propõe que um contrato escrito, separado, mas conexo ao *smart contract*, seja utilizado pelas partes com o intuito de regular situações imprevisíveis, como atrasos humanos ou problemas técnicos nos códigos.<sup>394</sup>

Essa utilização tanto dos meios tradicionais quanto dos *smart contracts*, simultaneamente, em uma mesma relação contratual, é o que Primavera de Filippi e Aaron Wright denominam de “contratos híbridos”, *i. e.*, eventualmente, as partes preferirão ou se verão compelidas, ao lado da automatização de determinadas cláusulas contratuais, a reduzir outras, em razão de questões técnicas ou mesmo por conveniência, à linguagem natural.<sup>395</sup>

Portanto, a técnica dos contratos ricardianos oferece uma metodologia para a “tradução” de cláusulas contratuais escritas em linguagem natural para a linguagem de programação, ao estabelecer as cláusulas contratuais operacionais como parâmetros que devem ser pensados, quando do planejamento contratual, como passíveis não só de serem expressas por escrito, como também viáveis de serem programadas como parte de um software executável. Tal exercício depende, portanto, não só de um esforço de juristas para adaptarem, o máximo possível, as cláusulas contratuais a uma lógica binária,<sup>396</sup> mas

---

<sup>391</sup> O que, *a priori*, parece ser de boa técnica contratual, porque quanto mais simples for o cumprimento de uma obrigação, menores tenderão a ser os ônus para as partes.

<sup>392</sup> No direito comum, *remedies* são as três formas de reparação legal de um ilícito civil: a primeira delas são os *damages*, aos que se pode traçar, no direito romano-germânico, guardadas as devidas diferenças, um paralelo com a teoria da responsabilidade civil; a segunda, os *coercive remedies*, que se constituem em uma ordem judicial para que a parte faça ou deixe de fazer determinada conduta (obrigação de dar, de fazer e de não fazer); a terceira, os *declaratory judgments*, com os quais, igualmente guardadas as devidas diferenças, pode-se comparar com as decisões emanadas nas sentenças declaratórias. **Remedy**. Cornell Law School. Disponível em: <https://www.law.cornell.edu/wex/remedy#:~:text=A%20remedy%20is%20a%20form.from%20a%20successful%20civil%20lawsuit>. Acessado em 09 mai. 2022.

<sup>393</sup> BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions**. Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 5.

<sup>394</sup> CATCHLOVE, Paul. **Smart Contracts: A new era of contract use**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3090226](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226). Acessado em 11 mar. 2021. p. 16.

<sup>395</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 76-77.

<sup>396</sup> Sobre o trabalho de Christopher D. Clack, Vikram A. Bakshi e Lee Braine, em relação à possibilidade de se programar as cláusulas contratuais operacionais, Firas Al Khalil, Tom Butler, Leona O'Brien e Marcello Ceci não consideram que tal “tradução” seja uma possibilidade inquestionável e remanesce como uma questão aberta. Para esses autores, de todo modo, para se viabilizar o trabalho conjunto de juristas e cientistas da informação, será necessário desenvolver uma linguagem comum, que tenha as seguintes características: deve ser o mais

igualmente de cientistas da programação que, no sentido oposto, teriam que se familiarizar com o raciocínio jurídico, ainda que este venha a se aproximar do pensamento sintático.

Ademais, com a vinculação de um contrato escrito em linguagem natural a um em códigos (de maneira a constituírem um único instrumento), é possível reservar àquele as cláusulas não passíveis de serem programadas, que poderão ser evocadas em situações de conflito. Mas, se ali se reservar, *e. g.*, cláusulas jurídicas indeterminadas, como “boa-fé” ou “melhor esforço”, em um *smart contract*, estas somente poderão ser aplicadas *ex post*, ou seja, após a execução, que será automática e, por definição, imodificável.

Por fim, é importante salientar que, no direito brasileiro, ao menos nas relações consumeristas, haja vista a obrigação legal, estabelecida pelo art. 6º, III do Código de Defesa do Consumidor, de o fornecedor informar, de forma clara, as características quantitativas e qualitativas dos produtos e serviços, é muito provável que, havendo uma divergência entre o contrato escrito em linguagem natural e o em código de computador, os tribunais pátrios darão prevalência àquele, haja vista que, entre um e outro, é o primeiro, sem sombra de dúvidas, o muito mais fácil de ser compreendido pelos consumidores.

Uma possível exceção a essa prevalência talvez ocorra se se considerar, em um caso concreto, que o disposto nos contratos em código de computador seja mais favorável ao consumidor, hipótese na qual se poderia aplicar o art. 47 do também Código de Defesa do Consumidor, que estabelece regra hermenêutica de que as cláusulas contratuais devem ser interpretadas de maneira mais favorável ao consumidor.

#### 4.3.2 *Templates*

Advogados, corriqueiramente, lançam mão de contratos elaborados anteriormente ou mesmo minutados por terceiros para redigirem novos instrumentos, alterando ou customizando aquilo que julgam necessário, conforme o caso concreto. Dessa maneira, busca-se economizar tempo e evitar erros, aproveitando-se da experiência alheia.

---

próxima possível da linguagem já usada por juristas; deve ser a mais clara e explícita possível, para permitir sua programação; deve ser o que chamam de *Controlled Natural Language* – CNL, ou seja, passível de ser traçada em uma lógica formal; deve ser igualmente passível tanto de expressar as cláusulas contratuais como a legislação que as regula, *e. g.*, as leis consumeristas e as bancárias. AL KHALIL, Firas; BUTLER, Tom; O'BRIEN, Leona; CECI, Marcello. **Trust in Smart Contract Is A Process, As Well**. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/315812610\\_Trust\\_in\\_Smart\\_Contracts\\_is\\_a\\_Process\\_As\\_Well](https://www.researchgate.net/publication/315812610_Trust_in_Smart_Contracts_is_a_Process_As_Well) Acessado em: 14 fev. 2021. np.

Essa vivência forense parece servir de inspiração para a elaboração de *templates* que, ao contarem com a participação de juristas, têm como objetivo servir de guia para a programação de *smart contracts*.<sup>397</sup> Ademais, conforme Oscar Borgogno, é provável que, ao menos no princípio, uma vez que os recursos necessários – técnicos e financeiros – para o desenvolvimento de contratos inteligentes, é provável que, no uso massificado, eles sejam aplicados de maneira “estandardizada”, o que, ainda conforme o autor, já se provou, na prática, seguro.<sup>398 399 400</sup>

No esforço em desenvolver fundamentos técnicos para a criação de *templates*, Christopher D. Clack, Vikram A. Bakshi e Lee Braine apresentam modelo baseado na tríade dos contratos ricardianos, que, como visto, constitui-se em: *prose*, *parameters* e *code*.

Conforme os autores, um *template* deve conter o elemento *prose*, *i. e.*, texto redigido em linguagem natural, e os *parameters*, que são os elementos que conectam o elemento *prose* ao código de computador correspondente, ou seja, ao elemento *code*. Em cada parâmetro, deve-se conter: um elemento de identificação (ID); uma variável (*type*); e um valor opcional (*value*). O elemento *prose* e o *template* são derivados um do outro. Não precisam ser idênticos,<sup>401</sup> mas é necessário que se reflitam, não podendo se contradizer:

---

<sup>397</sup> DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts: Contractual and noncontractual remedies**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 118-140. p. 128.

<sup>398</sup> BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions**. *Technology of Smart Contracts*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310. p. 294.

<sup>399</sup> Mas, como bem destaca Oscar Bogogno, desenvolvimentos futuros poderão permitir que as partes programem com facilidade seus próprios *smart contracts*. BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310. p. 294.

<sup>400</sup> Tal aplicação massificada e “estandardizada” é o que se pode considerar, no direito brasileiro, como contrato de adesão, no qual as cláusulas contratuais não provêm, como o paradigma clássico, do livre debate, mas se tem um contrato-padrão, ofertado por uma das partes à outra; por definição, uma empresa de grande porte aos consumidores. PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil - Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 65. Esse tipo de contratação deriva da necessidade, nas economias massificadas, de processos rápidos e simplificados de conclusão de negócios. ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009. p. 312-314

<sup>401</sup> BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions**. Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 6-7.

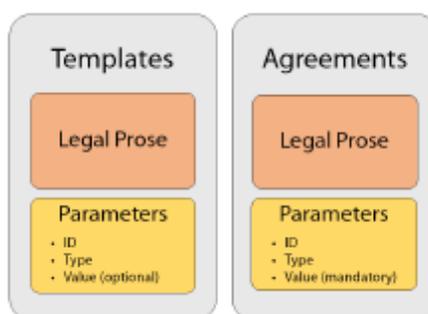


Figura 12 - *Template* de um *Smart Contract*<sup>402</sup>

Christopher D. Clack, Vikram A. Bakshi e Lee Braine apresentam um exemplo simples de parâmetro, que tem como elemento de identificação (ID): *agreement date*; como variável (*type*): *date*; e como valor (*value*): a data de 16 de março de 2016:

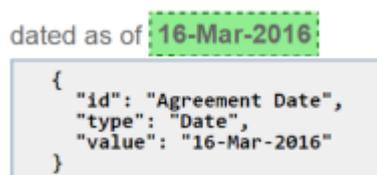


Figura 13 - Modelo Simplificado de Parâmetro<sup>403</sup>

Veja-se que, no modelo apresentado acima, o ID logo permite identificar a que cláusula contratual se refere o parâmetro: a data em que foi celebrado o contrato (mas bem poderia ser a data de expiração da oferta, por exemplo). Em *type*, encontra-se a variável do parâmetro, *i. e.*, qual a natureza do dado que poderá ser escolhido dentro de um conjunto de elementos: no caso, tal conjunto é constituído pelas datas do calendário gregoriano. Por fim, em *value*, fornece-se justamente o referido elemento (*input*), que, no exemplo, é o dia 16 de março de 2016.

Por se tratar de um *template*, é necessário que possa ele ser utilizado em N relações contratuais. Portanto, o parâmetro acima, ao apresentar uma variável (*date*) que pode receber,

<sup>402</sup> BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions.** Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 7.

<sup>403</sup> BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions.** Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundations\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv160800771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundations_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv160800771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 8.

(em *value*) um determinado valor de um conjunto de elementos (datas), permite que o *template* possa ser aplicado, nesse específico aspecto, em contratos que apresentem qualquer data existente no calendário gregoriano, o que traz, conseqüentemente, evidente flexibilidade ao *template* (podendo ele ser aplicado, *e. g.*, em relações massificadas).

Há várias bibliotecas de *smart contracts*, tanto *on chain*, *i. e.*, na própria *blockchain*, quanto *off chain*, acessadas via internet. Nelas, estão reunidos *smart contracts* que podem ser utilizados por outros usuários, muitos dos quais já tendo sido amplamente postos em prática. Para a Ethereum, que é a *blockchain* mais usada para *smart contracts*, a principal biblioteca é a OpenZeppelin, que é *off chain* e de uso livre, sendo mantida por colaboradores.<sup>404</sup>

Portanto, os *templates* podem ser aplicados nas relações consumeristas, na contratação por adesão - na qual os parâmetros seriam utilizados para permitir alterações colaterais, como valor ou data, ou o ativo a ser comercializado – assim como podem ser fundamentais para a popularização dos *smart contracts* em relações horizontais, por meio das bibliotecas, nas quais se se pode beneficiar da experiência e do trabalho intelectual de terceiros, em uma verdadeira troca livre de conhecimento, acumulável com o passar do tempo.<sup>405</sup>

#### 4.3.3 Funções Que Interrompem Ou Modificam Um *Smart Contract*

Como já analisado neste trabalho, um dos grandes problemas apresentados pelos *smart contracts* é a incapacidade das partes de modificá-los, o que os torna muito vulneráveis a problemas que venham a surgir durante a execução. Tendo em vista essa questão, Bill Marino e Ari Juels desenvolveram ferramentas que possibilitam um *smart contract*, na Ethereum, ser tanto modificado quanto rescindido.

---

<sup>404</sup> ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs**. Sebastopol: O'Reilly, 2019. 218-219.

<sup>405</sup> Mas a manutenção dessas bibliotecas como plataformas *open source* depende, é claro, dos usuários que as alimentam e da legislação aplicável, haja vista que, conforme Riccardo de Caria, há quem defenda que os *smart contracts* e as diversas *blockchains*, por representarem inovação e terem aplicação industrial, devem ser protegidos pelos direitos autorais. CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36. p. 29-30. Tal concepção, é claro, entra em choque com os ideais libertários nos quais essas tecnologias nasceram

Ambas as ferramentas podem ser exercidas, conforme os autores, em três cenários: quando a lei atribui esse direito a uma das partes, a ser exercido, portanto, unilateralmente; se, de comum acordo, assim decidirem as partes; e unilateralmente, pelos tribunais.<sup>406</sup>

Nas três situações relacionadas à rescisão de um *smart contract*: i) uma vez acionada a ferramenta, o programa interrompe sua execução; ii) é pré-programada uma indenização pelo cumprimento parcial do contrato; e iii) a ferramenta somente pode ser usada por quem esteja autorizado, seja bilateralmente, por ambas as partes, seja unilateralmente, quando depender da vontade de somente uma das partes ou da atividade dos tribunais. A única diferença entre a “rescisão unilateral promovida por uma das partes” (denúncia) e a “rescisão unilateral leva a cabo pelos tribunais” (controle judicial) e a “bilateral” (distrato) é que, para a primeira, há situações específicas programadas nas quais se pode exercê-la.<sup>407</sup>

Do ponto de vista técnico, para se rescindir um contrato inteligente, a forma mais simples é programá-lo com uma função denominada de *selfdestruct* que, quando ativada, envia os ethers remanescentes para um endereço específico e deleta da *blockchain* os códigos do programa.<sup>408</sup>

Uma segunda forma de rescindir um *smart contract*, mais sofisticada, é por meio da inserção de uma função que tem dois estados, quais sejam: *ContractNotUndone* e *ContractUndone*. Aquele é o estado padrão da função (*default*), *i. e.*, de quando iniciado o programa. Se se deseja rescindir o contrato, altera-se o estado para *ContractUndone*, que interrompe a execução do *software*, não sendo possível retornar ao estado anterior (*ContractNotUndone*). As demais funções são programadas para serem interrompidas quando da referida mudança de estado.<sup>409</sup>

Já nas situações relacionadas à modificação de um *smart contract*, paralelamente ao que ocorre com a rescisão: i) acionada a ferramenta, o programa interrompe sua execução, como na rescisão, mas, diferentemente do que ocorre nesta, simultaneamente, passa-se a executar o software conforme as alterações promovidas; ii) é pré-programada uma

---

<sup>406</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.153-157.

<sup>407</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.153-155.

<sup>408</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.158

<sup>409</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.161-162.

indenização pela performance parcial dos termos alterados; e iii) a ferramenta somente pode ser usada por quem esteja autorizado, como ocorre na rescisão, e, da mesma maneira, a única diferença entre a “modificação unilateral promovida por uma das partes” (direito potestativo) e as demais é que, naquela, há situações específicas de emprego.<sup>410</sup>

Tecnicamente, há duas maneiras de modificar um *smart contract*. A primeira delas é muito mais simples e se refere àquelas condições que são dadas como variáveis, *e. g.*, preço, horas trabalhadas,<sup>411</sup> etc. Nessa situação, basta que se forneça um novo valor à variável,<sup>412</sup> possibilidade que já foi analisada quando do exame dos *templates*, não apresentando, portanto, maiores dificuldades.

A segunda forma de modificação, por outro lado, é mais complexa, e diz respeito quando o que se deseja alterar são termos que, no software, são dados não por variáveis, mas por funções, porque, na Ethereum, enquanto as variáveis podem livremente receber valores, o mesmo não se passa com as funções, que são, efetivamente, imutáveis.<sup>413</sup>

A modificação de uma função em um *smart contract* pode se dar de duas maneiras. A primeira delas é aplicável quando se deseja suprimir uma função. Nesse caso, basta que se utilize o mesmo método para rescindir um contrato, *i. e.*, funções que, como um interruptor, possuem dois estados: “*on*” e “*off*”.<sup>414</sup>

A segunda maneira de modificar uma função se refere a quando se deseja não somente desativá-la, mas a substituir por outra. Nesse caso, pode-se, mais uma vez, utilizar as funções com dois estados, desativando uma e ativando a que se deseja executar no lugar.<sup>415</sup>

A outra técnica, por sua vez, consiste em se criar um “contrato-satélite” e armazenar os endereços das suas funções no “contrato principal”. Quando se deseja modificar

---

<sup>410</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.155-157.

<sup>411</sup> Como em contratos de prestação de serviço, nos quais é lícito fixar o pagamento considerando o número de horas trabalhadas, o que é especialmente comum entre algumas profissões liberais. LÓBO, Paulo. **Direito Civil: Contratos**. São Paulo: Saraiva, 2011. p. 362-364.

<sup>412</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.162.

<sup>413</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.162.

<sup>414</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.162-163.

<sup>415</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.163.

determinada função, *e. g.*, o método de cálculo do pagamento, o contrato principal, por meio do endereço armazenado, “chama” (*call*)<sup>416</sup> a função desejada do contrato-satélite.<sup>417</sup>

Todavia, em qualquer uma das técnicas apresentadas por Bill Marino e Ari Juells, é necessária certa capacidade de “previsão”, porque, tanto as funções com dois estágios (*ContractNotUndone/ContractUndone* e *on/off*) quanto o contrato-satélite devem ser pré-programados. Ou seja, as partes devem ter boa noção de quais as partes (cláusulas) do *smart contract* poderão, eventualmente, necessitar de alterações, após o início de sua execução. Embora seja impossível, evidentemente, fazê-lo com absoluta precisão, a experiência comercial das partes e a expertise de juristas e programadores em muito servirão para se antecipar o que, eventualmente, precisar-se-á modificar.

Ademais, na pior das hipóteses, as partes ainda poderão optar por distratar o contrato, caso os problemas apresentados pelo *smart contract*, mesmo com as funções modificativas, sejam demasiadamente graves, inviabilizando-o.

Por fim, é interessante notar que os autores consideraram a possibilidade de os tribunais, unilateralmente, rescindirem o contrato ao alterarem o estado da função correspondente de *ContractNotUndone* para *ContractUndone*. Tal função, inclusive, talvez possa mesmo se tornar obrigatória em todo *smart contract*, se o legislador assim considerar necessário. Essa interferência do Estado colidiria com os ideais libertários dos desenvolvedores pioneiros, mas seria completamente legítima, conforme a moderna concepção de autonomia privada, explorada no início deste Capítulo.

#### 4.3.4 Controle Judicial *Ex Post*

Conforme Max Raskin, se, por um lado, os *smart contracts* facilitam a fase de execução dos contratos, por outro, reconhece-se a possibilidade de seus termos estarem em desacordo com a legislação.<sup>418</sup> Vale dizer, mesmo a perfeita execução das cláusulas contratuais, ou seja, em congruência com o desejado pelas partes, não implica a legalidade do acordado. Afinal, *e. g.*, numa compra e venda de entorpecentes, mesmo que ela se dê em

---

<sup>416</sup> Em ciência da programação, *calling a function* se trata de quando uma função executa outra, que passa a substituí-la. **Function Calls**. Microsoft. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/c-language/function-calls?view=msvc-170> Acessado em 18 mai. 2022.

<sup>417</sup> JUELS, Ari; MARINO, Bill. Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166. p.163.

<sup>418</sup> RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. George Town Law Technology Review, vol 1, n. 305, 2017, p. 305-341. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 326.

completa harmonia com a vontade dos contratantes, ainda teria a transação objeto ilícito e, portanto, seria negócio jurídico nulo.

Nessa situação, de divergência entre o estabelecido pelo ordenamento e o contrato, ainda de acordo com o professor da Universidade de Nova York, a lei tem duas maneiras de lidar com o problema: *ex ante* e *ex post*. Ambas dependem de métodos que possibilitem a modificação do contrato após seu carregamento (*upload*) na *blockchain*. Mas, no método *ex ante*, propõe o autor a criação de um banco de dados público, em face do qual um *smart contract* chamaria (*call*) os termos legalmente relevantes e atualizaria seu software conforme as últimas mudanças legislativas.<sup>419</sup>

Já no método *ex post*, são as próprias partes a policiar o contrato durante sua execução, dispensando a criação antecipada, por parte do Poder Público, de uma nova infraestrutura.<sup>420</sup> Mas tal solução, é claro, dependeria da boa vontade ou dos incentivos das partes em manter o contrato conforme o determinado pela legislação.

De todo modo, os métodos de modificação de um contrato inteligente já foram analisados neste Capítulo e, como visto, apresentam a limitação de ser necessário antever qual ou quais os termos contratuais, agora não só que possivelmente serão necessários ser modificados pela vontade das partes, mas também por uma eventual alteração legislativa.

Essa necessidade de previsão, na verdade, faz com que as duas propostas apresentadas por Max Raskin consistam em modelos regulatórios *ex ante*, porque se precisa antecipar todas as possíveis alterações pelas quais um *smart contract* precisará se submeter.

Sendo impossível, como bem aponta Jeremy M. Sklaroff, que as partes reduzam todas as possíveis situações a termos *ex ante*, tem-se um *trade off* entre elaborar um *smart contract* o mais completo possível, o que aumentaria os custos pré-contratuais, e a redução de incentivos à litigação *ex post*, ou seja, a discutir o contrato nos tribunais ou nos demais órgãos e meio de resolução de conflitos.<sup>421</sup>

---

<sup>419</sup> RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. George Town Law Technology Review, vol 1, n. 305, 2017, p. 305-341. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 327.

<sup>420</sup> RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. George Town Law Technology Review, vol 1, n. 305, 2017, p. 305-341. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 327

<sup>421</sup> SKLAROFF, Jeremy M. **Smart Contracts and The Cost of Inflexibility**. University of Pennsylvania Law Review, vol. 166 n. 263, p. 263-304. Disponível em:

Outrossim, nota-se, como bem apontam Cristina Poncibò e Larry A. DiMatteo, que os *smart contracts* são concentrados na fase de formação dos contratos – concentração esta que pode ser entendido como a preocupação em se evitar terceiros intermediários, pelo uso da tecnologia. Tal visão, não obstante, ignora a função *ex post* da lei contratual, que, ao lançar mão dos *remedies*, exerce controle judicial.<sup>422</sup>

No mesmo sentido, afirmam Kevin Werbach e Nicolas Cornell que o direito contratual não se destina a garantir, *ex ante*, a execução contratual, mas sim a solucionar conflitos que surjam *ex post*.<sup>423</sup> Kevin Werbach ainda completa, em relação à *blockchain*, que sua governança não se trata de uma questão fundamentalmente matemática ou adstrita à ciência da computação. *Blockchains* são sistemas “desenhados, implementados e usados por seres humanos” e, quando os seus desenvolvedores ignoram tal fato, veem-se à deriva em questões sobre as quais juristas (e outros humanistas) debatem há séculos.<sup>424</sup>

Portanto, percebe-se que os *smart contracts* se preocupam primordialmente com a execução das obrigações contratuais, o que não significa conformidade com a legislação, bem como que as ferramentas de modificação não são sempre suficientes para adequá-los ao determinado pelo ordenamento.

Dessa maneira, a lei contratual, normalmente concentrada em resolver questões de injustiça, *ex post*, preserva sua importância. Ou podem os tribunais determinar a rescisão do contrato, por meio da função que o deleta da rede (mudança de estado de *ContractNotUndone* para *ContractUndone*); ou podem ainda, se não possuírem tal ferramenta, lançar mão dos mecanismos ordinários de controle judicial (*remedies*, ou seja, responsabilidade civil, ordem judicial de obrigação de dar, de fazer ou de não fazer e sentenças declaratórias) para estabelecer a justiça contratual.

---

[https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9605&context=penn\\_law\\_review](https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9605&context=penn_law_review). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 279-280.

<sup>422</sup> DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts: Contractual and noncontractual remedies** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 118-140. p 121.

<sup>423</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. *Duke Law Journal*. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 318.

<sup>424</sup> WERBACH, Kevin. **Trust, But Not Verify: Why the blockchain needs the law**. 2018. *BERKELEY TECHNOLOGY LAW JOURNAL*. vol. 33, n. 489. p. 490-552. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2844409](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2844409). Acessado em: 11 mar. 2021. p. 496-497.

#### 4.4. As Quatro Formas de Regulação de Lawrence Lessig e Os *Smart Contracts*

No Capítulo 1, viu-se que Lawrence Lessig, analisando as maneiras como a internet ou a *Lex Informatica* pode ser regulada, elaborou uma teoria na qual os comportamentos dos indivíduos podem ser controlados ou induzidos por quatro meios: leis, normas sociais, mercado e arquitetura.

Primavera de Filppe e Aaron Wright, por sua vez, buscam compreender esse modelo para o ambiente descentralizado e autônomo criado pela *blockchain*, a que chamam de *Lex Cryptographia*. Para os autores, da mesma maneira que o ciberespaço se adaptou à lei, assim também é possível de ocorrer com o ambiente criado pela *blockchain*, afinal, ambos são redes descentralizadas.<sup>425</sup>

De acordo com os autores, a maneira mais óbvia que os Estados dispõem para regular o ambiente da *Lex Cryptographia* é pela aplicação de sanções aos usuários, *ex post*. Há sofisticadas técnicas de mineração de dados e *big data* que permitem alguma capacidade de desanonimização daqueles que se envolvem em atividades suspeitas. E a experiência com o ciberespaço, *e. g.*, com os *copyrights*, demonstra que, sendo difícil reprimir as atividades dos usuários finais,<sup>426</sup> talvez não seja tanto em relação aos “pontos de centralização”.

O caso da Silk Road, site que era utilizado, predominantemente, para a comercialização de substâncias ilícitas por meio de criptomoedas, é um bom exemplo dessa possibilidade. Demonstra que é difícil manter, por um longo período de atividade, a separação entre a identidade real e a virtual. Ross Ulbricht, operador da plataforma, ao utilizar alguns mesmos computadores para acessar suas contas pessoais e as de seu pseudônimo, Dread Pirate Roberts, acabou sendo identificado e preso pelo FBI.<sup>427</sup>

No que se refere ao OpenBazaar, a responsabilidade por atividades ilegais poderia recair, eventualmente e a depender do caso, nos pontos de centralização identificados por Eliza Mik: os moderadores e, principalmente, a OB1.<sup>428</sup>

---

<sup>425</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 174-175.

<sup>426</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 175-176.

<sup>427</sup> NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction**. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016. np.

<sup>428</sup> MIK, Eliza. **Blockchain: A Technology for decentralized marketplaces**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). **The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 180-181.

Primavera de Filppe e Aaron Wright ainda defendem a possibilidade do que chamam de “*information intermediaries*”, como plataformas de buscas e redes sociais, serem responsabilizados legalmente pela disponibilização ou divulgação de links de *blockchains* indesejadas. Ainda explorando os intermediários ou “pontos de centralização”, os autores sustentam a possibilidade de as *mining pools* serem forçadas a adotar certos protocolos à rede, e. g., bloqueando certas pessoas, organizações, aplicativos e dispositivos.<sup>429</sup>

Ademais, Primavera de Filippi e Aaron Wright salientam que o ambiente criado pela *blockchain* pode ser regulado por meio da forte influência que os Estados exercem na economia.<sup>430</sup> Imagine-se, por exemplo, se, em um determinado país, certa criptomoeda seja declarada ilegal. Muito provavelmente, gerar-se-ia forte apelo para que os usuários, mesmos os envolvidos na comercialização de ilícitos, abandonem a plataforma. De que adiantaria acumular fortunas em criptomoedas que não podem ser convertidas em moeda fiduciária? O seu possuidor se converteria em um novo “Tio Patinhas”. Talvez restaria somente o mercado exterior em países que as aceitem.

E, ainda no que concerne à força do mercado, agentes privados, *i. e.*, consumidores e grandes corporações, parecem sensíveis à segurança econômica (que depende da jurídica) que as criptomoedas apresentam. Veja-se, por exemplo, mais uma vez, o caso do OpenBazaar, que possui pouca adesão dos consumidores, nem de longe fazendo concorrência às gigantes do *e-commerce*; ou mesmo a Fizzy, que não conseguiu conquistar a simpatia do mercado.

Por fim, tem-se, ademais, a influência que as normas sociais exercem sobre os usuários das diversas *blockchains*. Primavera de Filippi e Aaron Wright dão como exemplo o *fork* provocado intencionalmente na DAO.Link, que só foi possível devida a coordenação da maior parte da comunidade, o que demonstra o quão relevante são as normas sociais entre os usuários da Ethereum. Os autores, sobre esse aspecto, defendem que governos podem ativamente influenciar essas normas sociais: provendo informações sobre os riscos de uma *blockchain*; criando grupos formais de trabalho que tenham como objetivo auxiliar no desenvolvimento da tecnologia; etc.<sup>431</sup>

---

<sup>429</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 178-180.

<sup>430</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 185.

<sup>431</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and The Law: The rule of code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 187-189.

## 5. CONCLUSÃO

Ao longo das páginas precedentes, empreendeu-se um esforço na tentativa de entender os *smart contracts*, fenômeno jurídico-computacional. Analisou-se eles tanto do ponto de vista do ser (o que são eles, de um ponto de vista objetivo, *i. e.* descritivo?) quanto do dever-ser (o que significam para o direito? são efetivamente contratos?).

Quanto ao primeiro aspecto, qual seja, ontológico, restou claro que: i) o emprego da tecnologia *blockchain* é condição *sine qua non* para a existência desses contratos, afinal, assim se considerando, tornam-se os *smart contracts* instrumentos não só eletrônicos ou digitais, mas igualmente *tamper-proof*, *i. e.*, imodificáveis (*a priori*), seja pelas partes, seja pelo Estado-juiz. Dessa maneira, diferenciam-se de “meros contratos” automáticos, como se pode imaginar uma máquina automática de conveniências, ou mesmo de outros contratos digitais, como os das plataformas de *streaming*.

E essa suposta impossibilidade e desnecessidade de interferência, na vida do contrato, do Estado-juiz, cria, conforme Primavera de Filippi e Aaron Wright, o que denominam de *Lex Cryptographia*: um novo “corpo legal” caracterizado por ser regido por *smart contracts*, portanto, descentralizadamente, e não por governos ou outro ente centralizador.<sup>432</sup>

Também se percebeu, ao longo deste trabalho, que: ii) a aplicação de inteligência artificial (se não, ademais de, ao menos por ora, tecnicamente inviável ou não desenvolvida) não é aos *smart contracts* característica definidora. Porque se eles automatizam as cláusulas contratuais e, dessa maneira, eliminam terceiros intermediários, ao seguirem a lógica: “se x, então y”,<sup>433</sup> a inteligência artificial nos contratos implica outra razão: “se x, a melhor opção é y”. Esta é a proposta dos *self-driving contracts*,<sup>434</sup> que, por apresentarem nova ontologia, devem ser considerados a parte.

Nesse ponto, percebeu-se que a lógica dos *smart contracts* se aproxima mais do princípio da causalidade (“se A, tem-se B”) do que do princípio da imputação (“se A, dever-se

---

<sup>432</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664). Acessado em: 14 fev. 2021. p. 46-47.

<sup>433</sup> LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. **An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitation**. Harvard Law School Forum on Corporate Governance. 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/>. Acessado em: 14 fev. 2021. p. 1.

<sup>434</sup> CASEY, Anthony J.; NIBLETT, Anthony. **The Self-Driving Contracts**. The Journal of Corporation Law. Iowa City: The University of Iowa College of Law. vol. 43, n. 01, p. 01-33, 2017 p. 3

ter B”), que é pelo qual se exprimem as regras jurídicas.<sup>435</sup> E, ainda que se diga que tanto a causa (A) quanto o efeito (B) são deliberadamente escolhidos pelo programador, o que é verdadeiro, o verbo que lhes conecta é causal (tem-se), o que altera a natureza desses contratos. Mesmo nos *smart contracts* de execução diferida, a consequência do ato de autonomia se aproxima dos contratos de execução instantânea: não restam comandos a serem executados.

Como principais características, têm os *smart contracts*, de acordo com Alexander Savelyev: forma eletrônica, natureza dual, precisão, natureza condicional e autoexecução,<sup>436</sup> todas discutidas nas páginas precedentes. Ademais, a tecnologia *blockchain* apresenta um enorme potencial de aplicação: administração de dados pessoais; serviços notariais; finanças; cadeias de produção e distribuição; seguros; governanças pública e privada e serviços de saúde e educação; internet das coisas; e economia do compartilhamento.<sup>437</sup> Também todas situações exploradas neste trabalho.

No plano do dever-ser, *i. e.*, deontológico, concluiu-se que, para serem contratos do ponto de vista legal, os *smart contracts* precisam reunir estas características: i) bilateralidade; ii) objetivar alguma alteração de direitos; e iii) ter, subjacente, uma operação econômica. Sobre este aspecto, salientou-se que não se ignora não ser ele unânime na literatura brasileira, mas se optou, neste trabalho, por considerá-lo, para trazer maior rigor à análise. Afinal, pela lógica formal, o que é contrato em sentido estrito, sê-lo-á em sentido amplo.

Viu-se que, no que se refere à aplicação da tecnologia *blockchain* na administração de dados pessoais, nos serviços notariais, na governança pública e nos serviços de saúde e educação, não se tem aí nem bilateralidade, nem se identifica, subjacente, operações econômicas. Trata-se, essencialmente, de usos da *blockchain* como banco de dados, e classificar essas hipóteses como *smart contracts* não seria do melhor rigor conceitual.

---

<sup>435</sup> KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito**. Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 63-64.

<sup>436</sup> SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law**. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>. Acessado em: 12 abr. 2021. p. 9-12.

<sup>437</sup> DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58. p. 43-52.

O oposto se verifica, todavia, nas hipóteses de: finanças; cadeias de produção e distribuição; seguros; governança privada; internet das coisas; e economia do compartilhamento. Nessas situações, reúnem-se as três características definidores de um contrato para o direito.

Nelas, separaram-se seis casos que, juntos, reúnem as características e os problemas apresentados pelos *smart contracts*. Três se referem a hipóteses reais, por si sós notáveis: DAO.Link, *OpenBazaar* e *Fizzy*; os outros três são modelos ou protótipos: compra e venda de uma residência, aplicação dos *smart contracts* em cadeias de suprimentos, e, por fim, a aplicação dos *smart contracts* à internet das coisas.

E essa pluralidade de aplicações confirmou o que bem coloca Rodrigo Moreira, que os *smart contracts* não são um tipo contratual, mas uma nova forma,<sup>438</sup> disponível às partes ao lado das formas tradicionais, como a oral e a escrita. E se, conforme Enzo Roppo, o direito contemporâneo é caracterizado pela liberdade das formas,<sup>439</sup> não parece haver, *a priori*, óbices legais ao reconhecimento de mais uma.

Sem embargo, as características desses contratos geram pontos de tensão com o direito contratual: na literatura nacional, Antônio Carlos Efig e Adrielly Pinho dos Santos aduzem que os *smart contracts* vão de encontro à função social dos contratos. Para Daniel de Pádua Andrade e Henry Colombi, a seu turno, por serem inflexíveis e não permitirem ingerências, (inclusive do Estado-juiz), são eles incompatíveis com o instituto do adimplemento substancial.<sup>440</sup> Luíza Resende Guimarães e Maria Clara Versiani Castro sustentam que os *smart contracts* vão de encontro aos princípios da boa-fé e do equilíbrio econômico.<sup>441</sup> Mariana Oliveira de Melo Cavalcanti e Marcos Nóbrega, no mesmo sentido, defendem que

---

<sup>438</sup> MOREIRA, Rodrigo. **Investigação Preliminar sobre A Natureza e Os Critérios de Interpretação dos Smart Contracts.** Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod\\_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracts.pdf). Acessado em: 27 abr. 2021. np

<sup>439</sup> ROPPO, Enzo. **O Contrato.** Tradução de Ana Coimbra e M. Januário C. Gomes. Coimbra: Almedina, 2009. 96-97.

<sup>440</sup> ANDRADE, Daniel de Pádua; COLOMBI, Henry. **Smart Contracts: Por um adequado enquadramento no direito contratual brasileiro.** In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). *Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências.* Porto Alegre: Fi, 2021. p. 17-35. Disponível em: <https://www.editorafi.org/079tecnologia>. Acessado em: 24 mar. 2021. 2021. ANTONOPOULOS, Andres M. *Mastering Bitcoin: Unlocking crypto-currencies.* Sebastopol: O'Reilly, 2014. p. 31-32.

<sup>441</sup> CASTRO, Maria Clara Versiani; GUIMARÃES, Luíza Resende. **Afinal, Smart Contracts São Contratos? Natureza jurídica a partir de uma leitura sociológica.** In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). *Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências.* Porto Alegre: Fi, 2021. p. 36-64. Disponível em: <https://www.editorafi.org/079tecnologia>. Acessado em: 24 mar. 2021. p. 59.

esses contratos não são permeáveis pela generalidade dos princípios jurídicos, movimento típico do neoconstitucionalismo.<sup>442</sup>

Na literatura estrangeira, André Janssen e Mateja Durovic afirmam que os *smart contracts* não permitem as *efficient breaches*, bem como ceifam a adaptabilidade do contrato à variabilidade das circunstâncias externas.<sup>443</sup> Lei Chen e Jia Wang consideram que a linguagem de programação (*dry code*) é incompatível com termos jurídicos indeterminados,<sup>444</sup> *i. e.*, com a linguagem natural (*wet code*). Eliza Mik acrescenta que os *smart contracts* executam o que se programou, mesmo que se o tenha feito erroneamente, já que, como bem recorda a jurista australiana, programas são fruto do trabalho humano e, portanto, passíveis de conter erros.<sup>445</sup>

Inclusive, essa execução automática e imodificável, independente, após seu início, da vontade das próprias partes, parece inclinar os *smart contracts* à teoria da declaração, mas o art. 112 do Código Civil se atem, preponderantemente, à teoria da vontade, ainda que não desconsidere a literalidade da linguagem.<sup>446</sup>

De todo modo, conforme se atestou neste trabalho, o próprio edifício filosófico que sustenta a ideia da *Lex Cryptographia*, de cunho libertário, não se sustenta, haja vista que a relação contratual livre implica dois indivíduos igualmente livres e na mesma posição jurídica, de maneira que a intervenção do Estado se torna ilegítima: *pacta sunt servanda*.<sup>447</sup>

Sem embargo, não há mais que falar em absoluta liberdade de contratar: os direitos modernos interferem nas relações contratuais justamente para restaurar seu equilíbrio, porque

<sup>442</sup> CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. *Smart Contracts ou “Contratos Inteligentes”*: O direito na era da *blockchain*. Revista Científica Disruptiva. jan-jun. 2020. vol. II, n. 1, p. 91-118. Disponível em: <https://ronnycharles.com.br/wp-content/uploads/2020/10/75-Texto-do-artigo-539-1-10-20200929.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 114.

<sup>443</sup> DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. *Formation of Smart Contracts under Contract Law*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79. p. 73-75.

<sup>444</sup> CHEN, Lei; WANG, Jia. *Regulating Smart Contracts and Digital Platforms: A Chinese Perspective*. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 183-209. p. 189.

<sup>445</sup> MIK, Eliza. *Smart Contracts: Terminology, technical limitations and real world complexity*. Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf>. Acessado em: 11 mar. 2021. p. 13.

<sup>446</sup> PEREIRA, Caio Mário da Silva. *Instituições de Direito Civil: Contratos*. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 46.

<sup>447</sup> ROPPO, Enzo. *O Contrato*. Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009. p. 34-35

a experiência histórica demonstra que há uma profusão de situações em que é ilusório pensar o contrato como um livre acordo de vontades, especialmente quando uma das partes se encontra em situação de inferioridade.<sup>448</sup>

E, baseando-se numa releitura de Immanuel Kant - uma das principais inspirações filosóficas dos liberais do séc. XIX - de que a coerção à liberdade é com esta compatível quando para garantir a própria liberdade,<sup>449</sup> percebeu-se que o ideal libertário de garantir a liberdade individual pela absoluta não ingerência do Estado no contrato, pelo contrário, mina a liberdade.

O estudo dos casos selecionados demonstrou a fragilidade de excluir o Estado ou outros meios regulatórios tradicionais da vida do contrato, além de incipiente a construção de redes absolutamente descentralizadas: a DAO.Link sofreu um ataque “hacker” que lhe desviou cerca de US\$ 60 milhões,<sup>450</sup> e a solução veio pela intervenção humana: um *hard fork*;<sup>451</sup> o OpenBazaar tem pouca adesão dos consumidores,<sup>452</sup> além de dois pontos de centralização, que são a OB1 e os moderadores;<sup>453</sup> a experiência da iniciativa Fizzy, por sua vez, demonstra que i) as grandes indústrias vêm se utilizando da tecnologia *blockchain* e ii) a desconfiança quanto a essa tecnologia não só reside nos consumidores, mas também nas empresas.

Não obstante, como evocado na Introdução deste trabalho, juristas devem aprender a lidar com novas tecnologias; se esforçarem a trabalhar junto com tecnologistas.<sup>454</sup> Nesse diapasão, avaliaram-se igualmente soluções técnicas para, se não resolver, mitigar a inflexibilidade dos *smart contracts*: contratos ricardianos; *templates*; e funções de interrupção

---

<sup>448</sup> VILLELA, João Baptista. **Por Uma Nova Teoria dos Contratos**. Revista Forense, v. 261, n. 895/896/897, p.27-35, jan/fev/mar. 1978. p. 28-29.

<sup>449</sup> KANT, Immanuel. **A Metafísica dos Costumes**. Tradução e textos adicionais de Edson Bini. 2 ed. Edipro: Bauru, 2008. p. 77.

<sup>450</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 350-351.

<sup>451</sup> WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p. 351

<sup>452</sup> ARPS, James E.; CHRISTIAN, Nicolas. **Open Market or Ghost Town?** The curious case of OpenBazaar. Disponível em: <http://www.andrew.cmu.edu/user/nicolasc/publications/Arps-FC20.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021. p. 7.

<sup>453</sup> MIK, Eliza. **Blockchain: A Technology for decentralized marketplaces**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182. p. 180-181.

<sup>454</sup> CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark Fenwick; HAAPIO, Helena. **Digital Technologies, Legal Design and the Future of the Legal Profession**. In: CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark; HAAPIO, Helena. *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*. Singapore: Springer, 2019. p. 1-15. p. 9-10.

e modificação. Aqueles apresentam uma metodologia para “traduzir” contratos escritos em linguagem natural (*wet code*) para a linguagem de programação (*dry code*); esses, permitem o aproveitamento, em novas operações, de *smart contracts* previamente elaborados e, eventualmente, já postos em prática; já estas possibilitam que um *smart contract*, mesmo após iniciada sua execução, possa ser modificado, ainda que em um conjunto limitado de opções previamente programadas, ou mesmo rescindido, inclusive por terceiros, nos quais pode figurar o Estado-juiz.

A experiência da DAO.Link pode servir para a elaboração de *templates* capazes de resistir a ataques hackers semelhantes ao sofrido pela organização. A técnica dos contratos ricardianos permite o que Primavera de Filippi e Aaron Wright denominam de “contratos híbridos”,<sup>455</sup> de maneira que, em relações de consumo, como as do OpenBazaar, usuários tenham plena ciência do que fora acordado; já as funções que modificam ou rescindem um *smart contract* oferecem meios técnicos para que tribunais exerçam o controle *ex post*.

E não se pode esquecer, ademais, que o Estado-juiz ainda pode recorrer aos mecanismos ordinários de controle judicial, os *remedies*, *i. e.*, responsabilidade civil, ordens judiciais estabelecendo obrigações de dar, de fazer ou de não-fazer e sentenças declaratórias.

Nesse sentido, é valiosa a lição de Lawrence Lessig, ao estudar sobre as quatro maneiras que se pode regular o comportamento humano no ciberespaço: leis, normas sociais, mercado e arquitetura.<sup>456</sup> Essa teoria é aproveitável ao ambiente criado pela *blockchain* e pelos *smart contracts* (*Lex Cryptographia*): sobre o OpenBazaar, a responsabilidade por atividades ilegais pode recair nos pontos de centralização, quais sejam, os moderadores e a OB1; o mercado, com seus agentes privados, *i. e.*, consumidores e empresas, parece gerar sensível influência no sucesso de uma *blockchain*, como sugerem os casos do Open Bazaar e da Fizzy; já as normas sociais mostraram seu apelo quando a comunidade Ethereum promoveu um *hard fork* para solucionar o desvio milionário sofrido pela DAO.Link.<sup>457</sup>

---

<sup>455</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 76-77.

<sup>456</sup> LESSIG, Lawrence. **Code: Version 2.0**. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer>. Acessado em: 21 mar. 2021. p. 124.

<sup>457</sup> DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the Law: The Rule of Code**. Cambridge: Harvard University Press, 2018. p. 188.

Por fim, termina-se recordando o ensinamento de Lawrence Lessig de que “códigos nunca são descobertos; são sempre feitos, e sempre feitos por nós”.<sup>458</sup> Se, no ciberespaço, códigos são análogos à lei (*code is law*), é uma opção humana que programas estejam ou não em conformidade à legislação; e seres humanos costumam ser sempre reguláveis.

---

<sup>458</sup> No original: “*Code is never found; it is only ever made, and only ever made by us*”. LESSIG, Lawrence. **Code: Version 2.0.** Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer>. Acessado em: 21 mar. 2021. p. 6.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, Paul R.; BAMBARA, Joseph J. **Blockchain: A practical guide to developing business, law and technology solutions.** Nova York: McGraw-Hill Education, 2018.

AL KHALIL, Firas; BUTLER, Tom; O'BRIEN, Leona; CECI, Marcello. **Trust in Smart Contract Is A Process, As Well.** 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/315812610\\_Trust\\_in\\_Smart\\_Contracts\\_is\\_a\\_Process\\_As\\_Well](https://www.researchgate.net/publication/315812610_Trust_in_Smart_Contracts_is_a_Process_As_Well) Acessado em: 14 fev. 2021.

AMARAL NETO, Francisco dos Santos. **A Autonomia Privada como Princípio Fundamental da Ordem Jurídica.** Revista de Informação Legislativa, v. 26, n. 102, p. 207-230, abr./jun. 1989. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/item/id/181930>. Acessado em: 14 jul. 2022.

ANDRADE, Daniel de Pádua; COLOMBI, Henry. **Smart Contracts: Por um adequado enquadramento no direito contratual brasileiro.** In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 17-35. Disponível em: <https://www.editorafi.org/079tecnologia> Acessado em: 24 mar. 2021.

ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Unlocking digital crypto-currencies.** Sebastopol: O'Reilly, 2014.

ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Galvin. **Mastering Ethereum: Building smart contracts and DAPPs.** Sebastopol: O'Reilly, 2019.

**Aplicativo ConecteSUS é restabelecido, diz Ministério da Saúde. Certificado de vacinação contra covid-19 ainda apresenta instabilidade.** Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2021-12/aplicativo-conectesus-e-restabelecido-diz-ministerio-da-saude> Acessado em: 19/02/2022.

ARPS, James E.; CHRISTIAN, Nicolas. **Open Market or Ghost Town? The curious case of OpenBazaar.** Disponível em: <http://www.andrew.cmu.edu/user/nicolasc/publications/Arps-FC20.pdf> Acessado em: 19 jun. 2021.

**AXA Goes Blockchain with Fizzy.** Axa. 12 set. 2017. Disponível em: <https://www.axa.com/en/magazine/axa-goes-blockchain-with-fizzy> Acessado em: 15 jul. 2022.

**AXA scraps Fizzy insurance smart contracts... but still interested in tech.** Artificial Lawyer, 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.artificiallawyer.com/2020/10/08/axa-scrap-fizzy-insurance-smart-contract-but-still-interested-in-the-tech/> Acessado em: 26 abr. 2022.

BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee; CLACK, Christopher Clack. **Smart Contract Templates: Foundations, design landscape and research directions.** Aug. 4, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305779577\\_Smart\\_Contract\\_Templates\\_foundation\\_s\\_design\\_landscape\\_and\\_research\\_directions\\_CDClack\\_VABakshi\\_and\\_LBraine\\_arxiv1608.00771\\_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download](https://www.researchgate.net/publication/305779577_Smart_Contract_Templates_foundation_s_design_landscape_and_research_directions_CDClack_VABakshi_and_LBraine_arxiv1608.00771_2016/link/5924238ea6fdcc4443ff2f6a/download) Acessado em: 14 fev. 2021.

**Blockchain e NFT Chegam com Força ao Mercado Imobiliário.** Valor Econômico, 18 mar. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/patrocinado/imoveis-de-valor/noticia/2022/03/18/blockchain-e-nft-chegam-com-forca-ao-mercado-imobiliario.ghtml> Acessado em: 11 jul. 2022.

**Bloomberg Destaca Reconhecimento de Firma pelo e-Notariado.** Colégio Notarial do Brasil, 26 nov. 2021. Disponível em: <https://www.notariado.org.br/bloomberg-destaca-reconhecimento-de-firma-feito-pelo-e-notariado/> Acessado em: 07 de jul. 2022.

BORGOGNO, Oscar. **Usefulness and Dangers of Smart Contracts in Consumer Transactions.** Technology of Smart Contracts. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 288-310.

BREDA, John van. **Towards A Transdisciplinary Hermeneutics: A new way of building the scientific mind for learning in the perspective of complex and long-term change.** Disponível em: <http://www.learndev.org/dl/BtSM2007/JohnVanBreda.pdf> Acessado em: 12 mar. 2021.

BUTERIN, Vitalik. **Ethereum White Paper: A next generation smart contract & decentralized application platform.** Disponível em: [https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum white papera next generation smart contract and decentralized application platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum%20white%20paper%20a%20next%20generation%20smart%20contract%20and%20decentralized%20application%20platform-vitalik-buterin.pdf) Acessado em: 14 dez. 2020.

BUTLER, Tom; CECI, Marcello; AL KHALIL, Firas; O'BRIEN, Leona. **Trust in Smart Contracts Is A Process, As Well.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/315812610\\_Trust\\_in\\_Smart\\_Contracts\\_is\\_a\\_Process\\_As\\_Well](https://www.researchgate.net/publication/315812610_Trust_in_Smart_Contracts_is_a_Process_As_Well) Acessado em: 12 fev. 2021.

CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts and Contract Law.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18.

CARIA, Riccardo de. **Definitions of Smart Contracts: Between law and code.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 19-36.

CASTRO, Maria Clara Versiani; GUIMARÃES, Luíza Resende. **Afinal, Smart Contracts São Contratos?** Natureza jurídica a partir de uma leitura sociológica. In: CHAVES, Natália Cristina; COLOMBI, Henry (org.). Direito e Tecnologia: Novos modelos e tendências. Porto Alegre: Fi, 2021. p. 36-64.

CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. **Smart Contracts ou “Contratos Inteligentes”:** O direito na era da *blockchain*. Revista Científica Disruptiva. CERS. v. 2, n. 1, p. 91-118, jan/jun. 2020.

CASEY, Anthony J.; NIBLETT, Anthony. **The Self-Driving Contracts**. The Journal of Corporation Law. Iowa City: The University of Iowa College of Law. vol. 43, n. 01, p. 01-33, 2017

CATCHLOVE, Paul. **Smart Contracts: A new era of contract use**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3090226](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226) Acessado em: 11 mar. 2021.

**ChainLink**. Disponível em: <https://chain.link/faqs> Acessado em: 12 out. 2021.

CHEN, Lei; WANG, Jia. **Regulating Smart Contracts and Digital Platforms: A chinese perspective**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 183-209.

CHANDLER, Simon. **What Is The Difference Between Blockchain and DLT?** Cointelegraph, 02 ago. 2019 Disponível em: <https://cointelegraph.com/news/what-is-the-difference-between-blockchain-and-dlt> Acessado em: 11 jul. 2022.

CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark Fenwick; HAAPIO, Helena. **Digital Technologies, Legal Design and The Future of The Legal Profession**. In: CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark; HAAPIO, Helena. *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain*. Singapore: Springer, 2019. p. 1-15.

CLEMENT, Alexandre. **Fizzy by AXA: Ethereum smart contract in details**. Medium, 2019. Disponível em: <https://medium.com/@humanGamepad/fizzy-by-axa-ethereum-smart-contract-in-details-40e140a9c1c0> Acessado em: 24/02/2022.

COSTA, José Augusto Fontoura; MARQUES, Leonardo Albuquerque. **Contratos inteligentes, OAD e Nova Economia Institucional: Perspectivas para a interpretação e aplicação de ajustes celebrados em computação descentralizada a partir de estudo de caso sobre a vulnerabilidade da codificação no ambiente do *Ethereum***. Artigo na íntegra. Revista de Direito Civil Contemporâneo. Revista de Direito Civil Contemporâneo. vol. 18. ano 6. p. 61-90. São Paulo: Ed. RT. jan-mar. 2019.

CSD Working Group on DLT. **General Meeting Proxy Voting on Distributed Ledger: Product requirements v. 1.4**. Disponível em: <https://www.six-group.com/swiss-sptc/dam/downloads/swiss-sptc/meeting-minutes/sptc-protokoll-39-general-meeting.pdf> Acessado em: 03 de fev. 2022.

CUTTS, Tatiana. **Smart Contracts and Consumers**. LSE Legal Studies Working Papers. n. 1, 2019. p. 3-4. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3354272](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3354272) Acessado em: 27 abr. 2021.

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

DE FILIPPI, Primavera, WRIGHT, Aaron. **Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia**. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664) Acessado em: 14 dez. 2020.

DE LEON, Daniel Conte; *et al.* **Blockchain: Properties and misconceptions.** Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship. Bingley: Emerald Publishing. v. 11, n. 03, p. 286-300, dez. 2017.

DEMARTINI, Claudio; GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio. **Technology of Smart Contracts.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 37-58.

DiMATTEO, Larry A.; CANNARSA, Michel; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts and Contract Law.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 3-18.

DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina. **Smart Contracts: Contractual and noncontractual remedies.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 118-140.

DUROVIC, Mateja; JANSSEN, André. **Formation of Smart Contracts under Contract Law.** In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 61-79.

DWORKIN, Ronald. **Levando os Direitos à Sério.** Tradução: Nelson Boeira. São Paulo: Martin Fontes, 2002. p. 127-128.

ECHEBARRÍA SÁENZ, Marina. **Contratos Electrónicos Autoejecutables (Smart Contract) y Pagos con Tecnología Blockchain.** Revista de Estudios Europeos, n. 70, p. 69-97, jul./dez. 2017. Disponível em: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/28434> Acessado em: 11 mar. 2021.

**Efficient Breach.** Cornell Law School. Disponível em: [https://www.law.cornell.edu/wex/efficient\\_breach#:~:text=A%20breach%20of%20contract%20in,least%20for%20the%20breaching%20party](https://www.law.cornell.edu/wex/efficient_breach#:~:text=A%20breach%20of%20contract%20in,least%20for%20the%20breaching%20party) Acessado em: 12 jul. 2022.

EFING, Antônio Carlos; SANTOS, Adrielly Pinho dos. **Análise dos Smart Contracts à Luz do Princípio da Função Social dos Contratos no Direito Brasileiro.** Direito e Desenvolvimento: Revista do programa de pós-graduação em direito; mestrado em direito e desenvolvimento sustentável, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 49-64, ago./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/755> Acessado em: 11 mar. 2021.

ELLIS, Steve; JUELS, Ari; NAZAROV, Sergey. **ChainLink: A decentralized oracle network.** 1 v. 4 set. 2017. Disponível em: <https://research.chain.link/whitepaper-v1.pdf> Acessado em: 18 out. 2021.

Estado do Arizona, Arizona House Bill 2417, 2017. Disponível em: <https://www.azleg.gov/legtext/53leg/1r/bills/hb2417p.pdf> Acessado em: 18 nov. 2021.

Estado de Nevada, Senate Bill nº 398, 20 mar. 2017. Disponível em: <https://www.leg.state.nv.us/Session/79th2017/Bills/SB/SB398.pdf> Acessado em: 18 nov. 2021.

Estado de Nova York, Assembly Bill A3760, 2021. Disponível em: <https://legislation.nysenate.gov/pdf/bills/2021/A3760> Acessado em: 18 set. 2021

Estado de Ohio, House File 799, 2021. Disponível em: <https://www.legis.iowa.gov/docs/publications/LGI/89/HF799.pdf> Acessado em: 18 set. 2021.

Estado do Tennessee, 2019 Tennessee Code, 2019. Disponível em: <https://law.justia.com/codes/tennessee/2019/title-47/chapter-10/part-2/section-47-10-201/> Acessado em: 18 set. 2021.

Estado de Wyoming, Senate Bill nº 9, 2019. Disponível em <https://legiscan.com/WY/text/SF0125/2019> Acessado em 18 set. 2022.

**Event-driven Program.** Techopedia. 27 fev. 2018. Disponível em: <https://www.techopedia.com/definition/7083/event-driven-program> Acessado em: 16 jan. 2023.

FARIA, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil: Direito dos contratos.** 4. vol. 4. ed. atual. e rev. Atlas: São Paulo, 2012.

FARNSWORTH, E. Allan. **Contracts.** 3. ed. Nova York: Aspen Law & Business, 1998.

FENWICK, Mark; VERMEULEN Erik P. M. **The Lawyer of The Future as “Transaction Engineer”:** Digital technologies and the disruption of the legal profession. In: CORRALES, Marcelo; FENWICK, Mark; HAAPIO, Helena. *Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain.* Singapore: Springer, 2019. p. 253-272.

FINCK, Michele. **Blockchains:** Regulating the unknown. *German Law Journal.* Frankfurt: German Law Journal, v. 19, n. 04, p. 665-692, Jul. 2018.

FRAZÃO, Ana. **Plataformas Digitais e Os Desafios para A Regulação Jurídica.** In: Direito, Tecnologia e Inovação. PARENTONI, Leonardo (coord.); GONTIJO, Bruno Miranda; LIMA, Henrique Cunha Souza (org.). *Direito, tecnologia e inovação o. 1 v.* Belo Horizonte: D’Plácido, 2018. p. 635-665.

**Function.** University of Utah School of Computing. Disponível em: <https://www.cs.utah.edu/~germain/PPS/Topics/functions.html> Acessado em: 15 Mai. 2022.

**Function Calls.** Microsoft. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/c-language/function-calls?view=msvc-170> Acessado em: 18 mai. 2022.

GOMES, Orlando. **Contratos.** Atualizador por Antonio Junqueira de Azevedo e Francisco Paulo de Crescenzo Marino. rev. e ampl. 26. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2007.

HADDAD, Hisham; QU, Feiyang; SHAHRIAR, Hossain. **Smart Contract-based Secured Business-to-Consumer Supply Chain Systems.** 2019 IEEE International Conference on Blockchain. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8946227>. Acessado em: 27 abr. 2021.

HERÓDOTO. **A Batalha das Termópilas**. Trad. Anabela Gonçalves. Vila Nova de Gaia: Babel, 2008

HILL, Elliot. **AXA Drops Ethereum-based Flight Insurance Platform**. Yahoo! finance. 2019. Disponível em: <https://finance.yahoo.com/news/axa-drops-ethereum-based-flight-160027248.html> Acessado em: 21 fev. 2022.

**Home Broker:** Entenda como funciona. InfoMoney. 2019. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/home-broker-entenda-como-funciona/> Acessado em: 15 set. 2021.

**O Que É A Hyperledger?** Hyperledger Foundation. Disponível em: <https://pt-br.hyperledger.org> Acessado em: 11 jul. 2022.

GRIGG, Ian. **The Ricardian Contract**. IEEE. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1319505> Acessado em: 11 mar. 2021.

INSURWAVE. Disponível em: <https://insurwave.com/about-insurwave/> Acessado em 21 fev. 2022.

JACCARD, Gabriel Olivier Benjamin. **Smart Contracts and The Role of Law**. Jusletter IT. 23 nov. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3099885](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3099885) Acessado em 11/03/2021.

JUELS, Ari; MARINO, Bill. **Setting Standards for Altering and Undoing Smart Contracts**. Rule Technologies. Research, Tools, and Applications. Springer, 2016. p. 151-166.

KALEEM, Mudabbir; SHI, Weidong. **Demystifying Pythia: A survey of ChainLink oracles usage on Ethereum**. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2101.06781.pdf> Acessado em: 06 nov. 2021.

KANT, Immanuel. **A Metafísica dos Costumes**. Tradução e textos adicionais de Edson Bini. 2 ed. Edipro: Bauru, 2008.

KANT, Immanuel. **Fundamentação da Metafísica dos Costumes**. Introdução de Pedro Galvão. Tradução de Paulo Quintela. Lisboa: Edições 70, 2014.

KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito**. Trad. João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

LAMOUNIER, Lucas. **Corda Blockchain: A dona das empresas financeiras**. 101 Blockchains. 2019. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/corda/> Acessado em 21 fev. 2022.

**Land Registry on Blockchain**. Core Ledger, 22 jan. 2020. Disponível em: <https://medium.com/coreledger/land-registry-on-blockchain-a0da4dd25ea6> Acessado em: 11 jul. 2022.

Law Commission. **Smart Contracts Call for Evidence**. dez. 2020. Disponível em: <https://s3-eu-west-2.amazonaws.com/lawcom-prod-storage-11jxou24uy7q/uploads/2020/12/201216-Smart-contracts-call-for-evidence.pdf>. Acessado em: 27 abr. 2021

LESSIG, Lawrence. **Code:** Version 2.0. Nova York: Basic Books, 2006. Disponível em: <https://tigerprints.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=cheer>. Acessado em: 21 mar. 2021.

LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. **An Introduction to Smart Contracts and Their Potential And Inherent Limitation.** Harvard Law School Forum on Corporate Governance. May 26, 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/> Acessado em: 14 fev. 2021.

LIMA JÚNIOR, João Manoel de; PORTO, Antônio Maristrello; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário:** Aplicações práticas e desafios regulatórios. Revista de Informação Legislativa, Brasília, ano 56, n. 223, p. 11-29, jul./set. 2019.

**Live Coins:** Colégio notarial usa *blockchain* para validar documentos. Colégio Notarial do Brasil: Seção São Paulo. Disponível em: [https://www.cnbsp.org.br/?url\\_amigavel=1&url\\_source=noticias&id\\_noticia=20330&filtro=1&lj=1168](https://www.cnbsp.org.br/?url_amigavel=1&url_source=noticias&id_noticia=20330&filtro=1&lj=1168) Acessado em: 19 fev. 2022.

LÔBO, Paulo. **Direito Civil:** Contratos. São Paulo: Saraiva, 2011.

LOPES, Christian Sahb Batista; SILVA, Lucas Sávio Oliveira da. **Contratos Eletrônicos.** Direito, Tecnologia e Inovação. 1 vol. Parentoni, Leonardo (org.); Gontijo, Bruno Miranda; Lima, Henrique Cunha Souza (orgs.). Belo Horizonte: D'Plácido, 2018. p. 373-394.

LUCIANO, Romulo Benites de Souza. **Aplicação da Smart Contract nos Contratos de Gás Natural:** Uma análise exploratória. RAC, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, art. 5, p. 903-921, nov./dez. 2018.

MANDAL, Lopamudra. **Ricardian Contracts:** Bridging the gap between smart contracts and traditional contracts. Orientador: E. P. M. Vermeulen. 52 p. Master Thesis (LLM) – International Business Law, Tilburg University, Tilburg, Países Baixos, 4 jun. 2019. Disponível em: <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=149417> Acessado em: 14 fev. 2021.

MARTINS-COSTA, Judith. **Contratos:** Conceito e evolução. In: LOTUFO, Renan; NANNI, Giovanni Ettore (coordenadores). Teoria Geral dos Contratos. São Paulo: Atlas, 2011. p. 23-66.

MELLO, Leandro França de. **Santander Lança Aplicativo de Transferência Internacional Powered by Ripple.** Crypto-watch. 2018. Disponível em: <https://cryptowatch.com.br/santander-lanca-aplicativo-de-transferencia-internacional-powered-by-ripple/> Acessado em: 22 fev. 2022.

MIK, Eliza. **Blockchain:** A Technology for decentralized marketplaces. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 160-182.

MIK, Eliza. **Smart Contracts:** Terminology, technical limitations and real world complexity. Law, Innovation and Technology, vol. 9, n. 2, out. 2017. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/132698353.pdf> Acessado em: 11 mar. 2021.

MONTEIRO, Washington de Barros; MALUF, Carlos Alberto Dabus; SILVA, Regina Beatriz Tavares da. **Curso de Direito Civil: Direito das obrigações**, 2ª parte. 39 ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

MOREIRA, Rodrigo. **Investigação Preliminar Sobre A Natureza e Os Critérios de Interpretação dos Smart Contracts**. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod\\_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracs.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5111812/mod_resource/content/0/MOREIRA%20Uma%20investigação%20preliminar%20sobre%20a%20natureza%20dos%20smart%20contracs.pdf) Acessado em: 27 abr. 2021.

MUDAMOS. Disponível em: <https://www.mudamos.org> Acessado em: 22 fev. 2022.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acessado em: 10 ago. 2019.

NARAYANAN, Arvind; *et al.* **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction**. Artech Princeton: Princeton University Press, 2016.

NICOLESCU, Basarab. **Methodology of Transdisciplinarity: Levels of reality, logic of the included middle and complexity**. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, vol 1, n. 1, dez. 2020, p. 19-38.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Contratos**. 3 vol. Revisão e atualização de Caitlin Mulholland. 19. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2015. p. 140-145.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Direitos Reais**. 4 vol. Revisão e atualização de Carlos Edison do Rêgo Monteiro Filho. 25. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Direito das Sucessões**. 6 vol. Revisão e atualização de Carlos Roberto Barroso Moreira. 24. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil: Introdução ao Direito Civil / Teoria Geral de Direito Civil**. 1 vol. Revisão e atualização de Maria Celina Bodin de Moraes. 24. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2011.

RASKIN, Max. **The Law And Legality of Smart Contracts**. *Georgetown Law Technology Review*. 1. vol. 2017. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2959166](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166) Acessado em: 11 mar. 2021.

**Remedy**. Cornell Law School. Disponível em: <https://www.law.cornell.edu/wex/remedy#:~:text=A%20remedy%20is%20a%20form,from%20a%20successful%20civil%20lawsuit> Acessado em: 09 mai. 2022.

República de Malta, Act No. XXXI of 2018 - Malta Digital Innovation Authority Act. Disponível em: <https://www.parlament.mt/media/95199/act-xxx-i-malta-digital-innovation-authority-act.pdf> Acessado em: 15 set. 2021. p. 1355-1356.

REY, Jorge Feliu. **Smart Contract: Conceito, ecossistema e principais questões de direito privado**. *Revista Eletrônica Direito e Sociedade – REDES*. Universidade La Salle: Canoas, vol. 9, n. 1, p. 95-119. Disponível em:

<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/redes/article/view/6120/pdf>. Acessado em: 25 mar. 2021.

RODRIGUES, Silvio. **Direito Civil: Dos contratos e das declarações unilaterais da vontade**. 3 vol. atual. 30. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

RODRIGUES JÚNIOR, Otávio Luiz. **Revisão Judicial dos Contratos: Autonomia da vontade e teoria da imprevisão**. atual. rev. e ampl. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2006. p. 28-31.

ROPPO, Enzo. **O Contrato**. Tradução de Ana Coimbra *et al.* Almedina: Coimbra, 2009.

SALGADO, Joaquim Carlos. **A Ideia de Justiça em Kant: Seu fundamento na igualdade e na liberdade**. 3 ed. Del Rey: Belo Horizonte, 2012.

SAVELYEV, Alexander. **Contract Law 2.0: ‘Smart’ contracts as the beginning of the end of classic contract law**. Information & Communications Technology Law, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036> Acessado em: 12 abr. 2021.

SCHNEIER, Bruce. **Secret & Lies: Digital security in a networked world**. Indianapolis: Wiley Publishing, 2004.

STARK, Josh. **Making Sense of Blockchain Smart Contracts**. Coin Desk, 4 jun. 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/markets/2016/06/04/making-sense-of-blockchain-smart-contracts/> Acessado em: 11 jul. 2022.

SKLAROFF, Jeremy M. **Smart Contracts and The Cost of Inflexibility**. University of Pennsylvania Law Review, vol. 166 n. 263, p. 263-304. Disponível em: [https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9605&context=penn\\_law\\_review](https://scholarship.law.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9605&context=penn_law_review). Acessado em: 11 mar. 2021.

**State**. Techopedia. 4 jan. 2017. Disponível em: <https://www.techopedia.com/definition/696/state-computer-science>. Acessado em: 16 mai. 2022

SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building blocks for digital markets**. p. 01-23. 1996. Disponível em: [https://www.alamut.com/subj/economics/nick\\_szabo/smartContracts.html](https://www.alamut.com/subj/economics/nick_szabo/smartContracts.html) Acessado em: 10 set. 2019.

TAPSCOTT, Alex; TAPSCOTT, Don. **How The Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and The World**. Nova York: Penguin Random House, 2016.

THEODORO JÚNIOR, Humberto. **Direitos do Consumidor**. ref., atual. e rev. 9. ed. Forense: Rio de Janeiro, 2017.

TJONG TJIN TAI, Eric. **Challenges of Smart Contracts: Implementing excuses**. In: CANNARSA, Michel; DiMATTEO, Larry A.; PONCIBÒ, Cristina (org.). **The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2020. p. 80-101.

TOMAZETTE, Marlon. **Curso de Direito Empresarial: Teoria geral e direito societário**. 1 v. 6 ed. Atlas: São Paulo, 2014.

TRIVISONNO, Alexandre Travessoni Gomes. **O Fundamento de Validade do Direito: Kant e Kelsen**. Ampl. 2. ed. Mandamentos: Belo Horizonte, 2004.

**VeChain White Paper 2.0**. VeChain Foundation. Dez. 2019. Disponível em: [http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper\\_2.0\\_en.pdf](http://www.vechain.org/qfy-content/uploads/2020/01/VeChainWhitepaper_2.0_en.pdf), Acessado em: 30 jan. 2022.

VILLELA, João Baptista. **Por Uma Nova Teoria dos Contratos**. Revista Forense, v. 261, n. 895/896/897, p.27-35, jan/fev/mar. 1978.

VILLEY, Michel. **Direito Romano**. Tradução de Fernando Couto. Porto: Res Jurídica, 1991. p. 160

WANG, Yuchuan. **JD Ramps Up Australian Imports with InterAgri Partnership on Pure Black Angus Beef**. 2 mar. 2018. Disponível em: <https://jdcorporateblog.com/jd-ramps-australian-imports-interagri-partnership-pure-black-angus-beef/> Acessado em: 30 jan. 2021.

WEINLAND, Don. **Chinese Insurer ZhongAn Plans Blockchain Chicken Coup**. Financial Times. Hong Kong, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ft.com/content/03930bf2-2cb9-11e8-9b4b-bc4b9f08f381>. Acessado em: 30 jan. 2021

WERBACH, Kevin. **Trust, But Not Verify: Why the blockchain needs the law**. 2018. BERKELEY TECHNOLOGY LAW JOURNAL. vol. 33, n. 489. p. 490-552. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2844409](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2844409). Acessado em: 11 mar. 2021.

WERBACH, Kevin; CORNELL, Nicolas. **Contracts Ex Machina**. Duke Law Journal. Durham: Duke University School of Law. v. 67, n. 02, p. 313-382, nov. 2017. p 315.

**What Is The Difference Between Blockchain and DLT?** Cointelegraph, 02 ago. 2019 Disponível em: <https://cointelegraph.com/news/what-is-the-difference-between-blockchain-and-dlt> Acessado em: 11 jul. 2022.

**WhatsApp Já Foi Bloqueado por Decisão Judicial em 2015 e 2016 no Brasil**. G1, 18 mar. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2022/03/18/whatsapp-ja-foi-bloqueado-por-decisao-judicial-em-2015-e-2016-no-brasil.ghtml> Acessado em: 07 jul. 2022.

WOEBBEKING, Maren K. **The Impact of Smart Contracts on Traditional Concepts of Contract Law**. JIPITEC, 2019, 105-113. p. 108. Disponível em: [https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-1-2019/4880/JIPITEC\\_10\\_1\\_2019\\_106\\_Woebeking](https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-1-2019/4880/JIPITEC_10_1_2019_106_Woebeking) Acessado: 19 jun. 2021.