

SMART CONTRACTS: CONCEITOS, LIMITAÇÕES, APLICABILIDADE E DESAFIOS

Sthéfano Bruno Santos Divino*

Resumo: *Smart Contracts* são contratos digitais construídos em um código de computador e armazenados no *blockchain*, auto executáveis, de caráter descentralizado, e que prezam pra praticidade, redução de custos e pelo anonimato. A problemática do presente escrito reside na demonstração de viabilidade para utilização dessa ferramenta digital. Objetiva-se, primeiramente, abordar a origem histórica e a evolução conceitual dos contratos inteligentes. Posteriormente, será realizada uma análise crítica para identificar a (in)viabilidade de utilização do contrato digital e se, no atual modelo de utilização e disponibilidade tecnológica, ele atende o fim para que foi criado. Ao final, conclui-se que, no atual cenário de cognição e construção técnico-científico, a eliminação da flexibilidade do caráter negocial existente nos contratos tradicionais pode, paradoxalmente, aumentar de forma considerável os custos do negócio jurídico realizado e, com isso, inviabilizar os objetivos da prática contratual eletrônica inteligente. A construção argumentativa será ancorada no método hermenêutico-concretizador e no método dedutivo. Para a coleta de dados, utilizar-se-á a metodologia de pesquisa bibliográfica.

Palavras-Chave: Contratos inteligentes – Blockchain – Direito digital – Contrato eletrônico – Auto execução

SMART CONTRACTS: CONCEPTS, LIMITATIONS, APPLICABILITY AND CHALLENGES

* Mestrando do Programa de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG; Graduado pelo Centro Universitário de Lavras.

Abstract: *Smart Contracts* are digital contracts built in a computer code and stored in the blockchain, self-executable, of a decentralized nature, and that praisers for practicality, cost reduction and anonymity. The problem of this paper lies in the demonstration of feasibility to use this digital tool. It aims, first of all, to approach the historical origin and the conceptual evolution of the intelligent contracts. Subsequently, a critical analysis will be performed to identify the (un) feasibility of using the digital contract and if, in the current model of use and technological availability they meets the purpose for which it was created. At the end, it is concluded that, in the current scenario of cognition and technical-scientific construction, eliminating the flexibility of the negotiating character existing in the standard contracts can, paradoxically, considerably increase the costs of the legal transaction carried out and, with this, to prevent the objectives of the intelligent electronic contractual practice. The argumentative construction will be anchored in the hermeneutic-concretizing method and in the deductive method. For the collection of data, the methodology of bibliographic research will be used.

Keywords: Smart Contracts – Blockchain – Digital Right – Electronic Contract – Self Execution.

Sumário: 1. Introdução. 2. O que é blockchain? 3. Smart Contracts 3.1. Breve panorama histórico. 3.2 Conceito. 3.3. Características. 3.4. Considerações críticas. 4. Conclusão. 5. Referências.

1. INTRODUÇÃO



s discussões teóricas e as complexas experiências das últimas décadas demonstram tendências para uma abordagem funcional das ferramentas instituídas pela tecnologia; em especial a internet.

Críticas dirigidas à violação de privacidade, ao aumento da vigilância, e aos excessos na coleta de informações em certos setores do mundo digital, em razão da constante dinâmica e evolução da internet, são linhas estratégicas para a correção de situações jurídicas dificilmente tuteladas pelo Estado, sequer pelo detentor desses direitos.

A relevância assumida pela correlação entre vida privada e internet não se exaure em um primeiro plano nos problemas advindos da coleta e do tratamento de dados. Existem casos nos quais transcendem a ótica desses direitos e abarcam outros setores da ciência jurídica.

Nesse espectro, os contratos são alvos de incessantes críticas e construções científicas para adequá-los à crescente possibilidade e necessidade dos indivíduos em sociedade. As tecnologias da informação não relevaram sua exclusão de seu *animus* inovador e incluíram seus aparatos nos instrumentos contratuais.

Nessa tendência assim sintetizada surgem os *Smart Contracts* – contratos inteligentes – com uma proposta revolucionária de redução dos custos de transação dos contratos, descentralização, e anonimização dos contraentes.

A problemática do presente artigo consiste na verificação de viabilidade ou inviabilidade jurídica e econômica na utilização dos *Smart Contracts*. Alguns questionamentos surgem dessa proposta e direcionarão a construção do raciocínio do escrito: o que é *Blockchain*? Por que e quais os elementos adjetivam os contratos como *inteligentes*? Os *Smart Contracts* conseguem cumprir seus ideais propostos?

Para responder a tais questionamentos, o presente estudo objetiva traçar um breve panorama histórico para demons-

trar a origem jurídica da ideia de contrato inteligente, segundo seu criador, Nick Szabo. Além disso, objetiva-se à conceituação e o delineamento das características dos *Smart Contracts*, com o intuito de verificar a (im)possibilidade jurídica e econômica de sua aplicação.

A satisfação dos objetivos serão realizadas através de passagens principais que traduzem este escrito. No primeiro momento releva-se a pertinência de definição e aplicação do *Blockchain*, um dos principais meios de cumprimento da obrigação e execução contratual dos *Smart Contracts*.

O segundo tópico trará uma abordagem histórica dos contratos inteligentes, demonstrando que sua concepção é, conforme Szabo, atribuída à existência e função das *vending machines*, item esse já utilizado e idealizado em 215 a.C., por Heron de Alexandria.

Definições da ciência da computação e da ciência jurídica serão postas a agregar conhecimento e conceituar os *Smart Contracts* como negócio jurídico unilateral ou bilateral, quase inviolável, imperativo, previamente pactuado escrita ou verbalmente, reduzido à linguagem computacional apropriada (algoritmos) e expresso em um termo digital que representará *ipsis litteris* o anteriormente acordado, armazenado e executado em uma base de banco de dados descentralizado (*Blockchain*), para gerí-lo autônoma e automaticamente desde sua formação à sua extinção - incluindo condições, termos, encargos, e eventuais cláusulas de responsabilidade civil – com auxílio de *softwares* e *hardwares*, sem a interferência de terceiros, objetivando à redução de custos de transação e eventuais despesas judiciais, desde que aplicados princípios jurídicos e econômicos compatíveis com a relação contratual instaurada.

Posteriormente, apresentar-se-ão as características e suas considerações críticas dos contratos inteligentes, para concluir que sua notável dimensão, apesar de prezar pela praticidade e redução de custos, paradoxalmente ocorre o inverso. A

taxatividade das cláusulas, a incompatibilidade das linguagens natural e jurídica com a computacional, a eliminação da ambiguidade, e a inflexibilidade de modificação ou alteração das cláusulas contratuais, aumentam significativamente os custos pré-contratuais, sendo esses maiores que eventuais despesas que ocorreriam durante o cumprimento ou durante a execução de um contrato tradicional. No mais, em seu atual modelo de formação e execução, demonstrará o presente artigo limitações às cláusulas *rebus sic stantibus* e *exceptio non adimpleti contractus* trazidas pelo exercício limitativo institucional dos *Smart Contracts*.

Para responder a problemática e cumprir os objetivos propostos, utilizar-se-á o método de pesquisa bibliográfica para a coleta de dados, ancorado em pesquisas em artigos científicos, e para a construção argumentativa, examinando a estrutura geral dos contratos inteligentes e o atual cenário tecnológico e científico, utilizar-se-á o método dedutivo.

2. O QUE É *BLOCKCHAIN*?

Esta particular inserção conceitual é uma necessidade para a compreensão funcional e estrutural dos *Smart contracts*. A presença de termos técnicos é indispensável. Faz-se um reconhecimento do ideal e rápidos traços da tendência global conhecida como *Blockchain*.

Antes de sua invenção em 2008 com a criação do *Bitcoin*, não era possível verificar ou autenticar atividades, dados e tarefas individuais realizadas na internet sem a participação de uma entidade centralizada, para garantir sua veracidade e autenticidade.¹

O *Blockchain* resolve essa questão com uma abordagem

¹ WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 5. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018.

probabilística. Ele força uma informação a viajar por toda a internet para torná-la mais transparente e passível de verificação, utilizando-se, para tanto, algoritmos processados em um *hardware*.²

Suscintamente, o *Blockchain* é um banco de dados de transações organizado cronologicamente em uma rede de computadores.³ São cinco os componentes chaves para genericamente caracterizar o *Blockchain*: criptografia; uma rede P2P⁴; um mecanismo de consenso entre os participantes dessa rede para autenticação; um livro-razão; e um conjunto de regras válidas para esse instituto.⁵

Cada *Blockchain* é criptografado e organizado em um conjunto de dados menores denominados *blocks*. Cada *block* contém uma informação sobre um certo número de transações, uma referência ao *block* anterior da cadeia (*chain*), e a solução para um algoritmo matemático (*hash*⁶), que será usado para

² WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 6. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018

³ WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 6. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018

⁴ *Peer-to-peer network*. São redes colaborativas onde uma pessoa envia um pacote de dados para outra que, ao recebê-lo, irá autenticá-lo, para posteriormente compartilhá-lo novamente com outro usuário.

⁵ HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A14. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

⁶ “A *hash* (output) is the result of a transformation of the original information (input). A *hash* function is a mathematical algorithm that takes an input and transforms it into an output. A cryptographic hash function is characterized by its extreme difficulty to revert, in other words, to recreate the input data from its hash value alone. This is called the collision resistance”. PILKINGTON, Mark. *Blockchain technology: principles and applications*. Research handbook on Digital Transformations. Elgaronline, 2016, p. 225-253. Disponível em: <<https://www.elgaronline.com/view/9781784717759.00019.xml>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4337/9781784717766.00019>>.

validação das informações incrementadas e associadas àquele bloco. Uma cópia do *Blockchain* será salva em cada computador que fizer parte dessa rede P2P e periodicamente sincronizados entre si para manter o mesmo e atualizado banco de dados.⁷

Para garantir que apenas legítimas e verdadeiras transações são adicionadas à cadeia de dados, os usuários participantes dessa rede verificam-nas e autenticam-nas sem alterar as cadeias já construídas.⁸ Caso haja consenso entre os usuários para validar a transação, será ela incrementada como novo bloco da cadeia. Esse consenso será adquirido através de diversos mecanismos, o mais comum é o denominado *Proof of Work*⁹, que dependerá de um poder de processamento computacional disponibilizado e conectado na internet para tanto.¹⁰ Uma vez adicionado e verificado, o *block* será inscrito em um livro-razão público ou privado, objetivando garantir a estabilidade¹¹

⁷ WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 6-7. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018.

⁸ WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 7. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018.

⁹ “*The Proof of Work consensus mechanism requires that certain computers on the network (colloquially referred to as a “miners”) solve computationally-intensive mathematical puzzles, while others verify that the solution to that puzzle does not correspond to a previous transaction*”. WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 7. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018.

¹⁰ WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 7. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018.

¹¹ Diversos escritos divulgam as informações contidas no *blockchain* como imutáveis; equivocam-se. Mutabilidade absoluta não existe. O que o *blockchain* oferece é uma certa garantia de estabilidade e prevenção de modificações unilaterais de informações. Portanto, apesar da extrema dificuldade, na teoria, é possível reverter transações se um determinado número de usuários consentirem. HILEMAN, Garrick;

e a vitalicidade da informação checada, podendo sê-la acessada na internet, se pública, por qualquer pessoa.

Como o *Blockchain* possui sua natureza descentralizada, anônima, baseada em algoritmos matemáticos, ausentada de um administrador centralizado para coordenar e estabelecer processos individualizados para cada transação, e por garantir a estabilidade e vitalicidade das informações inscritas no livro-ração¹², dá-lhe a característica de uma tecnologia que dispensa um certo grau de confiança entre os partícipes da rede eletrônica, capaz de diminuir e reduzir os custos de transação¹³ com terceiros intermediários para com os trâmites de checagem e autenticação de informações.¹⁴

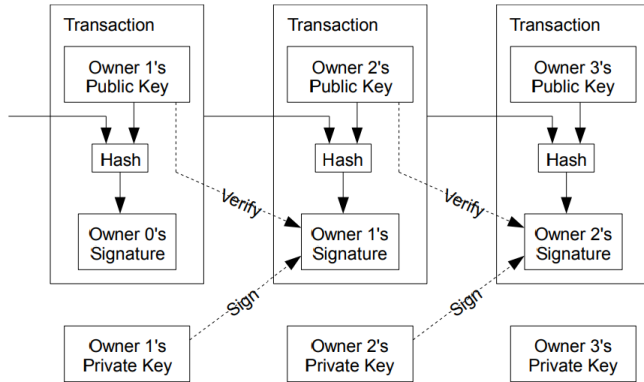
Os desdobramentos das definições técnicas do *Blockchain* podem ser verificadas através deste quadro estrutural exemplificativo.

RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A17. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

¹² SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>.

¹³ COASE. Ronald. The Nature of the firm. (In:) COASE. Ronald H. *The Firm, the Market and the Law*. The University of Chicago Press. p. 33 a 56. Edição original: ECONOMICA, IV, November 1937, p. 386-405

¹⁴ Afirmando os autores: *The blockchain technology is trustless, meaning that it does not require third party verification (i.e. trust), but instead uses a powerful consensus mechanism with cryptoeconomic incentives to verify authenticity of a transaction in the database, which also makes it safe, even in the presence of powerful or hostile third parties trying to prevent users from participating*. DAVIDSON, Sinclair; DE FILLIPI, Primavera; POTTS, Jason. Economics of Blockchain. Public choice Conference. Fort Lauderdale: United States, 2016, p. 3. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744751>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2744751>>.

Quadro 1: Esquema de funcionamento do *Blockchain*

Fonte: NAKAMOTO, Satoshi. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

Em meio a crescente ideia de inovação nas tecnologias digitais, em especial o *Blockchain*, verificam-se passagens de enunciações aquém de seu âmbito funcional e fático. Diversos artigos e publicações não realizam a adequada análise deste instituto e reproduzem eventuais características que não são compatíveis esse instituto.

A primeira delas é a afirmação de o *Blockchain* ser *trustless*, por inexistir confiabilidade entre os usuários que solicitam e os que autenticam as informações. É fato que as operações realizadas via *Blockchain* reduzem a necessidade de confiança entre as partes, porém não a elimina completamente. Deve existir o mínimo de confiança na criptografia subjacente ou nos operadores/validadores partícipes daquela rede digital.¹⁵

Outra característica incompatível com o *Blockchain* é a

¹⁵ HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A17. Disponível em: <<https://srn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

afirmação de sua imutabilidade. Essa ilusão decorre da formação estrutural *lhe compõe*, sugerindo que os blocos informacionais somente poderão ser adicionados, mas não removidos do banco de dados. Em teoria, caso exista conflito entre a validação de um número relativo de usuários e a informação a ser checada, haverá incompatibilidade e provavelmente a exclusão dos blocos em conflito. No mesmo sentido, quando o *Blockchain* for privado, apesar de existirem contratos e acordos vinculando as partes e desencorajando-as a praticar esse comportamento, afirma-se pela possibilidade de reversão das transações já transcritas, desde que os operadores/validadores utilizem de um significativo recurso computacional para reescrever a criptografia no *Blockchain*.¹⁶

Afirma-se também que o *Blockchain* seria 100% seguro, à prova de inviolabilidade. Apesar de utilizar criptografia para autenticar, permitir a execução, garantir a integridade da verificação, dentre outros aspectos, a mera aplicação de códigos matemáticos não torna o totalmente seguro. Se comprometida uma das chaves privadas de alguns dos participantes da rede, existe a possibilidade de todo aquele banco de dado em que ela fora envolvida ser alvo de ataques e modificações.¹⁷

Por fim, dá-se ao *Blockchain* o título de *máquinas da verdade*, pois, em tese, todas as informações ali certificadas seriam verdadeiras. Ocorre que, nas transações realizadas via *Blockchain* não há a checagem de seu conteúdo para afirmar a veracidade ou precisão dos dados informacionais que compõem o bloco. Portanto, o *Blockchain* verificará apenas os procedimentos formais e objetivos para validação da informação

¹⁶ HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A17. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

¹⁷ HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A18. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

inserida.¹⁸

Delineadas as atribuições e o molde funcional de aplicação do *Blockchain*, direciona-se à análise dos contratos inteligentes.

3. SMART CONTRACTS

No atual panorama tecnológico delineiam-se claramente tendências para redefinição de clássicos institutos consagrados em diversas áreas da ciência. Partindo dessa constatação, afirma-se que o objetivo de revolução e transformação é mais importante que toda a construção histórica de determinados institutos. No cenário jurídico não foi diferente.

Construído e forjado na linguagem escrita e verbal, constantemente os instrumentos contratuais são alvos de duras críticas e operações de revisão e melhoria de sua atuação na contemporaneidade. Alguns autores como Gilmore Grant¹⁹ visualizaram temperaram a evolução tecnológica pelas variadas formas apresentadas e condenaram a morte dos contratos. Outros como Nick Szabo²⁰ visualizaram oportunidades na tentativa de compreensão da real dinâmica à qual está ligado o conceito de tecnologia para aplicá-lo eficazmente no direito.

Essa duplicidade de pontos de vista trouxe significativas mudanças, estudos, e propostas para e no direito contratual.

Sublinhar a existência de objetividade e clareza que impedem, a numerosos sujeitos, de litigarem entre si em razão dos diversos campos interpretativos e ambíguos da linguagem, foi

¹⁸ HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A17. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

¹⁹ GILMORE, Grant. *Death of Contract*. 2ª ed. Ohio: Ohio State University Press, 1995.

²⁰ SZABO, Nick. *Formalizing and securing relationships on public network*. *First Monday*, vol. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>>. Acesso em 14 jan. 2018.

o objetivo de Szabo na formulação teórica, técnica e jurídica dos *Smart Contracts*. Para chegar a esse resultado, Szabo enunciou o início de um plano contratual capaz de se formar, executar-se e se cumprir autônoma e automaticamente, sem a presença de um terceiro, sob a ótica do princípio da autonomia privada e do aforismo *pacta sunt servanda*. As formas organizadoras e as funções a serem cumpridas, para satisfação desse ideal, serão eletrônicas. Códigos, algoritmos e operações matemáticas forjam o pilar de equilíbrio desse contrato. Ancorado nesse ideal, surgem os contratos inteligentes – ou *Smart Contracts*.

3.1. BREVE PANORAMA HISTÓRICO.

A concepção conceitual de contratos inteligentes constata-se de um extenso percurso histórico, mas possível de sê-lo sintetizado. O relevo que proporcionou a novidade contratual surgiu com a criação e gestão do sistema de *vending machines*²¹.

A primeira referência de existência das *vending machines* aparece em 215 a.C. no livro *Pneumática*, do matemático grego Heron de Alexandria.²² Em seu ensaio, Heron descreve o funcionamento de uma máquina para ser usada nos templos egípcios capaz de liberar água benta, desde que o usuário coloque uma moeda em um lugar apropriado para tanto, e, com seu peso, acionaria uma válvula liberando a água.²³

Novas formas desse mecanismo foram aperfeiçoadas, aprimoradas e evoluídas durante o século XVII até chegar em

²¹ Máquinas de vendas automáticas. Tradução livre.

²² SCHREIBER, G.R. (1961) apud RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts*. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 305-326, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

²³ SEEGRIVE, Kerry (2002), apud RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts*. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 305-326, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

sua estrutura como atualmente conhecemos.²⁴

Nick Szabo considerou as *vending machines* como “o ancestral primitivo dos *Smart Contracts*”, sendo elas, para o autor, as primeiras acepções tecnológicas e conceituais dos contratos inteligentes.²⁵ O comprador objetivando um determinado produto disponibilizado dentro das máquinas, inserirá notas ou moedas na quantia solicitada para obtê-lo. Visualizando essa possibilidade amalgamando-a ao desenfreado desenvolvimento tecnológico, Szabo publicou um ensaio afirmando a possibilidade de criação de todo e qualquer tipo de negócio contratual baseado em algoritmos.²⁶ Sua ideia principal foi a de incorporação de diversos tipos contratuais com o auxílio de *softwares* e *hardwares* para torná-los mais objetivos, diminuir custos de transação, e deixá-los menos suscetíveis a falhas e brechas oriundas da linguagem humana.²⁷

²⁴ Na Inglaterra do século XVII, esse mesmo mecanismo idealizado por Heron foi aplicado na venda de caixas tabaco, para que o usuário colocasse uma determinada moeda que ativaria o mecanismo e lhe desse o objetivado; uma das concepções mais importantes criadas nesse período foi a de evitar censura e garantir o anonimato nas vendas de determinados produtos que poderiam ser confiscados pela coroa inglesa. Por ter já ter sido preso anteriormente e visando evitar futuras acusações de rebelião e difamação da corte inglesa e eventuais responsabilidades legais, o britânico Richard Charlie inventou uma *vending machine* de livros para manter-se no anonimato e impossibilitar a identificação de propriedade do material blasfemo SEEGRAVE, Kerry (2002), apud RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts*. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 305-326, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

²⁵ SZABO, Nick. *Formalizing and securing relationships on public network*. *First Monday*, vol. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>>. Acesso em 14 jan. 2018.

²⁶ SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*. *Phonetic Sciences Amsterdam*. 1996. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 15 jan. 2018.

²⁷ “I call these new contracts “smart”, because they are far more functional than their inanimate paper-based ancestors”. SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*. *Phonetic Sciences Amsterdam*. 1996. Disponível em: <<http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/>

A novidade é radical. Mas desde então as novas formas de expressão dos contratos inteligentes aumentaram significativamente. Sua dinâmica e proposta de benefício à comodidade e praticidade encantam empresários, técnicos e cientistas da área. Porém, cabe analisá-lo pormenorizadamente para verificar se as possibilidades idealizadas nos *Smart Contracts* são compatíveis com a tecnologia disponível na atual conjuntura organizacional e estrutural da internet.

3.2 CONCEITO.

Existe uma miríade de definições para o termo *Smart Contract*. Primeiramente, o termo *Smart*, conforme Nick Szabo, refere-se à maior funcionalidade desse tipo contratual se comparada com os clássicos instrumentos escritos em papel.²⁸ Para o criador da acepção técnica-moderna de contratos inteligentes, seriam eles “*a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises*”.²⁹

Por outro lado, enquanto algumas definições são puramente técnicas e associam os *Smart Contracts* a “aplicações que funcionam exatamente como programada sem qualquer possibilidade de inatividade, censura, fraude ou interferência de terceiros”³⁰, ou como um “código de software incorporado

LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 15 jan. 2018.

²⁸ SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. Phonetic Sciences Amsterdam*. 1996. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 15 jan. 2018.

²⁹ SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. Phonetic Sciences Amsterdam*. 1996. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 15 jan. 2018.

³⁰ Tradução livre de “*applications that run exactly as programmed without any*

na plataforma *Blockchain*, que garantirá aplicação e autonomia de seus termos”³¹, outras já aproximam do caráter negocial e os caracterizam como “o uso de um código computacional para articular, verificar e executar um acordo entre partes”³² ou “como um conjunto de cláusulas contratuais que podem ser incorporadas em um *software* e um *hardware* para evitar sua violação/inadimplemento e controlá-lo por meios digitais”³³.

Apesar das incontáveis definições trazidas por técnicos e estudiosos da área, a característica intrínseca que Szabo quis dar aos contratos inteligentes e que em grande parte é suprimida na elaboração desses conceitos é a própria essência contratual e capacidade de criar um acordo legalmente exigível.³⁴ Caso houvesse sua negatória ou descaracterização como instrumento contratual, inexistiria motivos para discutir os aspectos legais referente aos institutos contratuais que dele exsurgem. Não haveria razão e argumentação jurídica para dissertar sobre um aparato aquém da ciência do Direito. Portanto, primeiramente, o primeiro aspecto jurídico relevante é sua categorização como contrato, e não mero código de programação. A

possibility of downtime, censorship, fraud or third-party interference”. *Ethereum: blockchain app platform*. Disponível em: <<https://www.ethereum.org/>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

³¹ SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>

³² STARK, John. *How close are Smart Contracts to impact Real-World Law?* Coindesk, 2016. Disponível em: <<https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law/>>. Acesso em 15 jan. 2018.

³³ SZABO, Nick. *Formalizing and securing relationships on public network. First Monday*, vol. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>>. Acesso em 14 jan. 2018.

³⁴ SZABO, Nick. *Formalizing and securing relationships on public network. First Monday*, vol. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>>. Acesso em 14 jan. 2018.

razão dessa confusão conceitual foi a descrição feita por Szabo, em 1997:

*Smart contracts combine protocols with user interfaces to formalize and secure relationships over computer networks. Objectives and principles for the design of these systems are derived from legal principles, economic theory, and theories of reliable and secure protocols.*³⁵

Da definição acima, extrai-se que apenas a automação ou qualquer relação de execução autônoma não é capaz de caracterizar um contrato como *inteligente*. Deve existir uma combinação de protocolos para formalizar e assegurar as relações criadas na rede computacional, sendo elas regradas por objetivos e princípios legais e econômicos expressos em protocolos de segurança.

A fixação em termos técnicos da ciência da computação guiam juristas a utilizá-los como algo indispensável aos contratos inteligentes, quando sua real identidade é o cumprimento imediato de uma obrigação pactuada. Seguindo essa orientação, Szabo contradiz-se em sua fundamentação e conceituação dos contratos inteligentes. O autor descreve as *vending machines* como a “ancestral dos *Smart Contracts*”. Porém, se analisadas em sua própria ótica conceitual, as máquinas de venda automática nada mais são que a execução de algoritmos pré-programados para liberar itens quando inserido uma determinada quantia de dinheiro. Inexiste capacidade técnica de as *vending machines* executarem todos os termos de transação, como cláusulas de exclusão, garantia, inadimplemento, condições, termos ou encargos. São essas máquinas *Smart Contracts Code*.

Stark apresenta uma diferença sucinta, mas importante de *Smart Contract Code* e *Smart Contract* em sua acepção le-

³⁵ SZABO, Nick. *Formalizing and securing relationships on public network*. *First Monday*, vol. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>>. Acesso em 14 jan. 2018.

gal. Para o autor, o primeiro termo é utilizado por programadores e pessoas da área para identificar uma tecnologia específica relacionada a um código, verificação ou execução de uma pequena operação de um grande todo no *Blockchain*; enquanto o segundo, dito por ele *Smart Legal Contract*, seria uma combinação do *Smart Contract Code* somado ao caráter negocial e à linguagem natural, resultando em um acordo entre os contraentes.³⁶

Em busca de união dessas duas acepções, Christopher D. Clack, Vikram A. Bakashi e Lee Braine formularam nuances genéricas com algumas características dos contratos inteligentes na tentativa de defini-los

A smart contract is an agreement whose execution is both automatable and enforceable.

Automatable by computer, although some parts may require human input and control.

*Enforceable by either legal enforcement of rights and obligations or tamper-proof execution.*³⁷

A incorporação do direito das obrigações, sua execução obrigatória e imperativa, e afirmá-lo à prova de inviolabilidade, apesar das diferenças técnicas entre as definições anteriores, ainda inexiste precisão jurídica. A afinidade com a *lex machinae*³⁸, que não é apenas semântica, induz efetivamente a reflexões críticas sobre os termos tradicionalmente trazidos. O contexto é o de ma realidade na qual o cerne da comunidade de negócios é a redução de custos de transação e eventuais dispêndios judiciais.

³⁶ STARK, John. *Making Sense of Blockchain Smart Contracts*. Coindesk, 2016. Disponível em <<https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts/>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

³⁷ CLACK, Cristhian D. et. al. *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and reseach directions*. *The Company Research Repository (CoRR)*, 2016. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1608.00771>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

³⁸ WEBACH, Kevin D. CORNELL, Nicolas. *Contracts Ex Machina*. *Duke Law Journal*, vol. 67, n. 2, p. 313-382, mar. 2017. Disponível em: <<https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3913&context=dlj>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

Dessa forma, define-se *Smart Contract* como negócio jurídico unilateral ou bilateral, quase inviolável, imperativo, previamente pactuado escrita ou verbalmente, reduzido à linguagem computacional apropriada (algoritmos) e expresso em um termo digital que representará *ipsis litteris* o anteriormente acordado, armazenado e executado em uma base de banco de dados descentralizado (*Blockchain*), para gerí-lo autônoma e automaticamente desde sua formação à sua extinção - incluindo condições, termos, encargos, e eventuais cláusulas de responsabilidade civil – com auxílio de *softwares* e *hardwares*, sem a interferência de terceiros, objetivando à redução de custos de transação e eventuais despesas judiciais, desde que aplicados princípios jurídicos e econômicos compatíveis com a relação contratual instaurada.

A título elucidativo, como a tecnologia da criptomoeda *Ethereum* foi especificamente desenvolvida para atuar como *Smart Contract*, traz-se seu modelo simplificado de execução para visualização de um contrato inteligente.

Quadro 2: *Smart Contract* da criptomoeda *Ethereum*

```
contract MyToken {
    /* This creates an array with all balances */
    mapping (address => uint256) public balanceOf;

    /* Initializes contract with initial supply tokens to the creator of the contract */
    function MyToken(
        uint256 initialSupply
    ) {
        balanceOf[msg.sender] = initialSupply;           // Give the creator all initial tokens
    }

    /* Send coins */
    function transfer(address _to, uint256 _value) {
        require(balanceOf[msg.sender] >= _value);       // Check if the sender has enough
        require(balanceOf[_to] + _value >= balanceOf[_to]); // Check for overflows
        balanceOf[msg.sender] -= _value;                // Subtract from the sender
        balanceOf[_to] += _value;                        // Add the same to the recipient
    }
}
```

Fonte: *Ethereum*. Disponível em:
<https://www.ethereum.org/token>. Acesso em: 15 jan. 2018

Parte-se neste momento para os elementos caracterizadores dos *Smart Contracts*.

3.3. CARACTERÍSTICAS

Como inexistente previsão legal regulando os contratos inteligentes, em conjunto com as diretrizes gerais tradicionais do direito a depender do objeto e objetivo contratados, serão eles considerados atípicos e submetidos aos dispositivos legais pertinentes.

Entre os pesquisadores desse objeto, também inexistente consenso com relação às peculiaridades e individualidades dos *Smart Contracts*. Com efeito, faz-se a revisão daquelas inseridas em sua maioria.

1) Forma eletrônica: para Savelyev inexistente contrato inteligente senão na forma eletrônica, sendo impossível utilizar-se de outra forma para ensejar sua formação.³⁹ Fato esse compatível com o inicialmente idealizado por Szabo. A necessidade de assinaturas ou chaves digitais das partes, forjadas em tecnologias de criptografia, constitui elemento desse tipo contratual.

2) Transcrição e execução em *Hardware* e *Software*: por ser redigido em algoritmos ou outra linguagem computacional apta para tanto, torna-se necessária a existência de um *software* para programação da linguagem previamente acordada e pactuada entre as partes e de um *hardware* para iniciar a execução do acordo eletrônico.

3) Maior chance/nível de certeza de adimplemento: em tese⁴⁰, excluídas ou reduzidas as possibilidades de interpretação e ambiguidade intrínsecas da língua natural, o conjunto computacional executará o contrato inteligente inicialmente esboçado sem qualquer discricionariedade ou interferência humana. Os contratos inteligentes devem ser acordos autônomos não sujei-

³⁹ SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law*. *Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>

⁴⁰ As repercussões dessa característica serão tratadas em tópicos posteriores.

tos à interpretações por entidades fora da relação contratual ou jurisdições externas; o próprio código deverá ser o arbítrio final do pacto representado.⁴¹

4) Natureza condicional: declarações condicionais são essenciais para a computação⁴². Aplica-se a presente regra nos contratos inteligentes: se X pagar o valor A, então Y há de concedê-lo o item B. São circunstâncias previamente estabelecidas que, se realizado o evento previsto, o código realizará automaticamente uma ação posterior com base no que lhe fora informado. Na codificação dos contratos inteligentes as declarações condicionais são indispensáveis e deverão sê-las detalhadas para abarcar as situações que poderão ocorrer durante a execução contratual, pois o código só poderá executar aquilo que ele foi programado para fazer.⁴³

5) Autônomo: esse aspecto refere-se a execução por um ou mais computadores ou qualquer meio eletrônico. Para ser inteligente, necessita-se que pelo menos alguma parte da execução seja realizada de forma autônoma, automaticamente; caso contrário o contrato não será *Smart*.⁴⁴ Para Clack et.al. inexistente o requerimento de essa execução automática se dar em um livro-razão público, ou um *Blockchain* público, embora

⁴¹ SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>

⁴² SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law. Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>

⁴³ CATCHLOVE, Paul. *Smart Contracts: A New Era of Contract Use*. 2017. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226> Acesso em: 16 jan. 2016.

⁴⁴ CLACK, Crithian D. et. al. *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and reseach directions. The Company Research Repository (CoRR)*, 2016, p. 3. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1608.00771>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

sejam eles um dos métodos disponíveis para tanto.⁴⁵ Porém, como a plataforma do *Blockchain* é mais barata, torna-se mais economicamente viável construir um contrato inteligente para sê-lo executado nesse âmbito digital, mas nada impede sua criação em outra plataforma diferente daquela.

6) Cumprimento e execução imperativos: uma das diferenças substanciais, se comparado ao contrato tradicional, é a possibilidade de cumprimento e execução forçados da obrigação em caso de adimplemento ou inadimplemento de uma determinada condição pré-estabelecida. Após realizadas as tratativas iniciais com a eventual transcrição do pacto em linguagem da computação, a execução desse negócio jurídico independe da vontade das partes e dispensará posteriores verificações, aprovações ou ações dos envolvidos ou de terceiros. Nessa situação descrita, em tese, os *Smart contracts* seriam à prova de inviolabilidade (*tamper-proof*).⁴⁶ Como já abordado no tópico 2, essa característica é cheia de promessas para ludibriar os novos personagens que adentram o campo de estudo dos contratos inteligentes, pois inexistente linguagem humana ou computacional impassível de erros e violação. Ainda que os custos para isso sejam imponentes, existe tal possibilidade.

7) Dispensa-se confiança (*trustless*): partindo da premissa que um contrato inteligente será executado numa rede de *Blockchain*, afirma-se pela eliminação da necessidade de as

⁴⁵ CLACK, Cristhian D. et. al. *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and reseach directions*. The Company Research Repository (CoRR), 2016, p. 3. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1608.00771>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

⁴⁶ Para Clack et. al. “*In a system with enforcement by tamper-proof network consensus, there would be no “execute override” provisions. Agreements, once launched as smart contract code, could not be varied. But it is quite common for provisions of an agreement to be varied dynamically — for example, to permit a favoured client to defer paying interest by a few days, or to permit a payment holiday, or to permit the rolling-up of interest over a period. Unless every possible variation is coded in advance, none of this would be possible in a tamper-proof system.* CLACK, Cristhian D. et. al. *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and reseach directions*. The Company Research Repository (CoRR), 2016, p. 3. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1608.00771>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

partes confiarem entre si ou em intermediários. Porém, o simples fato de algo se conectar no *Blockchain* ou realizar transações dentro de um *block* não significa que esse *algo* se torne algo que dispense confiança; colocar um contrato inteligente no *Blockchain* não significa retirá-lo do espectro negocial da confiança.⁴⁷ Nas transações realizadas no *Blockchain* deverá existir pelo menos uma parcela de confiança nos usuários que irão autenticar as solicitações das partes e eventuais consequências ocorridas na relação contratual, dificultando, portanto, a incorporação dessa característica nos *Smart Contracts*. Além disso, no início das tratativas, as partes confiam entre si para realizar e programar o executado. O simples fato de gerar essa tratativa em uma plataforma digital é insuficiente para descaracterizar as intenções já esboçadas.

Assim como há uma miríade de conceitos, existem outros adjetivos caracterizadores dos contratos inteligentes.⁴⁸ Inviabilizaria a construção teórica e estética do presente trabalho se aqui todas abordadas.

Este conjunto de indicações direciona-nos à cunhagem de algumas considerações.

Para entender as limitações dos contratos inteligentes, torna-se necessária explicação de como são iniciados.

⁴⁷ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity*. *Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n. 2, p. 269-300, out. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rlit20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

⁴⁸ Para Savelyev, esse tipo contractual é auto sustentável (*self-sufficiency*). Afirma o autor que “*Smart contract does not need any legal institutions to exist: neither enforcement agencies, not the corpus of legal rules, default or mandatory ones to supplement it, like they do with regard to classic contracts in case of their incompleteness.*” SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law*. *Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>.

“As transações dependem de uma chave pública criptografada, que envolverá o uso de uma chave pública e outra particular, ambas do usuário. As chaves serão geradas em conjunto por um complexo algoritmo, que garantirá a independência e ausência de conexão entre a chave pública e a privada. A chave pública assemelha-se ao número de conta bancária do usuário, e permanecerá pública aguardando a solicitação de eventual transação (*tokens*). A chave privada, por outro lado, assemelha-se a um PIN ou senha, que será utilizado para executar/sacar as transações recebidas. Quando um *token* é enviado para uma chave pública, apenas a pessoa que a detém, com a respectiva chave particular, poderá acessá-lo. Nenhum *token* poderá ser movido da chave pública, a menos que a chave privada seja usada. Assim, na prática, cada transação conterà um *script* indicando que o *token* é pagável para que apresentar a chave particular correspondente à conta associada ao beneficiário para quem ele foi enviado (chave pública). Supõe-se que apenas o beneficiário receptor pretendido poderá apresentar a chave privada. Em nível técnico, os *scripts*, bloquearão *tokens* quando enviados para um endereço público e, para desbloqueá-los, necessário será o fornecimento da chave privada. Nesse sentido, os *scripts* podem exigir a apresentação de uma ou várias chaves privadas. Embora as escritas técnicas afirmem que os *scripts* de bloqueio poderão incluir condições complexas, que deverão ser satisfeitas pelo *script* de desbloqueio para liberar o pagamento, enfatiza-se que essas condições referem-se apenas a várias configurações de chaves privadas, conforme requerido pelo *script* de bloqueio. Eles não podem, por exemplo, fazer referências diretas a quaisquer eventos fora da cadeia. Por isso, os *scripts* de bloqueio só poderão responder a eventos em sua *Blockchain*, que envolverá a apresentação de uma ou mais chaves privadas. Os *Smart Contracts* poderão assim ser comparados com caixas hermeticamente fechadas, que somente serão abertos com uma ou mais chaves, mas que são isoladas do

mundo exterior. Como resultado, se um contrato inteligente condiciona o pagamento na ocorrência de um evento aquém de sua *Blockchain*, será necessário envolver um terceiro que assine o *script* de desbloqueio após a verificação de ocorrência ou não do evento fora do *Blockchain*. As entidades fornecedoras da infraestrutura técnica, para comunicar informações sobre eventos fora do *Blockchain* de um *Smart Contracts*, são comumente referidas a oráculos. Os oráculos não alimentam essas informações diretamente no *Blockchain*, comprometendo sua característica de “*trustless*”, mas somente assinará um *script* desbloqueando os *tokens* com sua chave privada quando um evento fora da cadeia é estabelecido como verdadeiro. Escusado, será dizer que esta abordagem não deixa espaço para uma avaliação matizada do desempenho contratual, pois o oráculo só poderá assinar ou não o *script*, comprometendo e atormentando esse modelo por uma cascata de interdependências técnicas”.⁴⁹

3.4 CONSIDERAÇÕES CRÍTICAS

Como a natureza jurídica dos *Smart Contracts* é de negócio jurídico contratual, os elementos identificadores deste devem estar presentes naquele. Necessariamente, tratativas prévias serão realizadas entre os contraentes para acordarem o conteúdo de execução daquela relação a se iniciar.

Inicia-se com a proposta/oferta com a intenção de criar uma relação jurídica, dirigindo-se para o aceite/contraproposta, para formar o contrato. E, diferentemente dos contratos tradicionais, o aceite é acompanhado do início do cumprimento obri-

⁴⁹ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. Law, Innovation and Technology*, vol. 9, n. 2, p. 296, out. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rli20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

gacional.⁵⁰

Os contratos inteligentes também podem ser colocados em um livro-razão do *Blockchain* para representar uma oferta pública, para então as partes se comunicarem e acordarem entre si eventuais cláusulas a serem incrementadas ou retiradas da oferta previamente estipulada.⁵¹

Como os contratos inteligentes serão representados eletronicamente, Clack et. al. elencam cinco parâmetros identificadores de sua forma.

1. *Methods to create and edit smart legal agreements, including legal prose and parameters.*
2. *Standard formats for storage, retrieval and transmission of smart legal agreements.*
3. *Protocols for legally executing smart legal agreements (with or without signatures).*
4. *Methods to bind a smart legal agreement and its corresponding smart contract code to create a legally-enforceable smart contract.*
5. *Methods to make smart legal agreements available in forms acceptable according to laws and regulations in the appropriate jurisdiction.*⁵²

Esses parâmetros são direções técnicas para o programador redigir, transcrever e materializar a vontade das partes em uma linguagem computacional.

O discurso de ausência de custos nos contratos inteligentes encontra seu maior paradoxo neste momento.

1) Taxatividade das cláusulas: como o contrato eletrônico executará apenas aquilo que ele foi programado, será indispensável taxar e elencar o maior número de situações que

⁵⁰ RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts*. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 322, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

⁵¹ RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts*. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 305-326, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

⁵² CLACK, Crithian D. et. al. *Smart Contract Templates: essential requirements and design options*. *The Company Research Repository (CoRR)*, 2016, p. 12. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1612.04496>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

eventualmente poderão acontecer no transcurso da execução contratual. Sabe-se que, inclusive para os contratos tradicionais, isso é logicamente impossível. Existem diversas situações jurídicas e econômicas que poderão influenciar no cumprimento da obrigação que estão aquém da possibilidade de prevê-las e elencá-las em um programa de computador. No mais, o sistema de *software* representa uma limitação em razão de sua natureza condicional. Após o adimplemento ou inadimplemento de um determinado número de condições postas para selecionar a próxima ação, poderá ocorrer erros e *bugs*, tornando seu cumprimento inviável. Situações envoltas de uma ação omissiva de uma parte, como por exemplo o sigilo profissional, seria extremamente trabalhoso, quiçá impossível, codificar essas possibilidades. Por isso, o gasto dispendido para prever todas as situações que possam ocorrer, somado à insuficiência de poder computacional para executá-las em sua completude, provavelmente será maior ao gasto dos contratos tradicionais.

The main problem, however, is that the translation of natural language into code does not constitute a straightforward process of converting legal prose into computer-readable instructions but requires the prior interpretation of the legal prose. Interpretation is not an academic exercise but serves to establish the exact scope of the parties' obligations, the result to be achieved under the contract or the level of effort to be expounded in performing a particular obligation [...]

[...]Many contractual obligations are, however, based on reasonable care, where the parties must undertake, or refrain from, certain actions without having to produce a measurable outcome. It may be difficult to reduce them to sequences of steps and to provide objective benchmarks against which they can be evaluated. Obligations based on care are, after all, frequently qualified by concepts such as "reasonableness" or "best efforts."⁵³

⁵³ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. Law, Innovation and Technology*. vol. 9, n. 2, p. 290-293, out. 2017. Disponível em:

<<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCod>

2) Linguagem incompatível: é quase impossível representar de forma equivalente a transcrição de determinadas acepções conceituais e termos jurídicos específicos na linguagem computacional. Brocados e princípios que exigem interpretações e descrições mais apuradas, não poderão ser incorporados no código ante a limitação de compreensão do *software*. Vocábulo como *boa-fé* e *razoável* podem ser impossíveis de representar em um código com possibilidades taxativas.⁵⁴ Novamente, exigirá um detalhamento de vocábulo mais simplório e objetivo para eficazmente executar as condições ali elencadas, ou a criação de um programa capaz de capturar e compreender as nuances da linguagem jurídica.

Mik advoga nesse sentido:

[...] With its lengthy sentences, subordinate clauses, nested expressions and references to abstract concepts, legal language may be more difficult to translate into code than “normal” natural language [...]

[...] The main problem, however, is that the translation of natural language into code does not constitute a straightforward process of converting legal prose into computer-readable instructions but requires the prior interpretation of the legal prose. Interpretation is not an academic exercise but serves to establish the exact scope of the parties’ obligations, the result to be achieved under the contract or the level of effort to be expounded in performing a particular obligation. [...]

Developers may view every contract as a collection conditional statements and assume that each contractual provision can be reduced to an algorithm or a finite result. This misunderstanding of contracts (and contract law!) may underpin the grandiose theories of smart contracts disrupting the legal

e=rlit20>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

⁵⁴ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. Law, Innovation and Technology*. vol. 9, n. 2, p. 295, out. 2017. Disponível em:

<<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rlit20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

*landscape. Admittedly, many contractual provisions are operational in nature and prescribe sequences of actions e.g. “deliver [object] to [place] on [date]” or the achievement of specific results.*⁵⁵

3) Eliminação da ambiguidade: muitos programadores afirmam a possibilidade de eliminar completamente a ambiguidade da linguagem nos contratos inteligentes. Porém, da mesma maneira que existe a ambiguidade na linguagem natural, ela também existe na linguagem de códigos, mas expressa em um conceito sem sentido, porque a previsibilidade dos computadores é que direcionará ao seu duplo sentido (ou sentido nenhum); imagine perguntar a um computador *quanto é 1 e 1*, aleatoriamente ele responderá 2 ou 11.⁵⁶ Por outro lado, embora a existência de ambiguidade em um contrato obrigacional possa aumentar a chance de litígios sobre o alcance e extensão das obrigações das partes, ela também cria a oportunidade de flexibilidade no cumprimento e na execução contratual, dando a chance de avaliar o comportamento da parte contrária e consequente exercícios de condutas respectivas para sanar ou melhorar o desempenho obrigacional, possibilitando às partes se adaptarem às circunstâncias fáticas sem ter que alterar ou redigir o acordo inicialmente pactuado.⁵⁷

Mik defende a existência de ambiguidade nos contratos

⁵⁵ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. Law, Innovation and Technology*. vol. 9, n. 2, p. 289-293, out. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rliit20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

⁵⁶ RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts. Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 325, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

⁵⁷ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. Law, Innovation and Technology*. vol. 9, n. 2, p. 293, out. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rliit20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

e afirma:

Developers fail to recognize that in contract law, ambiguity is a feature not a bug. Apart from the natural ambiguity accompanying all human languages and the ambiguity that results from sloppy drafting, many contractual provisions are deliberately written in a broad, slightly imprecise manner to ensure a certain degree of leeway. The ambiguity of certain provisions may also reflect the stronger bargaining position of one party, who drafts the contract in a manner enabling it to deliver the absolute minimum without being accused of breach. Terms may also be left vague because of an unwillingness to invest resources in extended negotiations or drafting, or due to the widespread approach that the contract is only a formality while the “real” agreement is reflected in the ongoing commercial relationship.⁵⁸

4) Inflexibilidade para modificação ou alteração: imagine um contrato de compra e venda de uma casa. Durante o acordo foi estipulado que o pagamento seria apenas em dinheiro. Porém, durante o cumprimento das parcelas obrigacionais, o comprador ficou impossibilitado de pagá-las conforme pactuado, mas ao entrar em contato com o vendedor ofereceu-lhe um bem móvel, como um veículo, para saldar o débito existente. Verificando as condições do bem, o vendedor aceitou e quitou o saldo inadimplente do comprador. Essa situação não seria possível caso não fosse prevista em um contrato inteligente. A flexibilidade de negociação e modificação do cumprimento das obrigações é característica intrínseca das relações negociais. Após iniciado seu cumprimento e não taxada essa possibilidade, caso as partes desejassem modificar incrementá-la em um contrato inteligente despenderiam uma quantidade indescritível de tempo e de recursos econômicos para reescrevê-lo. E se essa

⁵⁸ MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. Law, Innovation and Technology.* vol. 9, n. 2, p. 294, out. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rli20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.

modificação do acordo é muito demorada e de alto custo, em um contrato tradicional as partes simplesmente poderiam alterá-lo verbalmente ou incrementar a mudança pretendida, alavancando suas relações comerciais e de confiança.⁵⁹

Skarloff exemplifica:

This flexibility would not have been an option if the agreement were a Smart contract. To defer payment for sixty days, the parties would need to draft a whole new smart contract incorporating the change. Even if the new negotiation is only focused on a single sixty-day extension, it necessarily raises new bargaining points, like what happens if there is another low-quality shipment. Perhaps the parties could have minimized these costs by including a renegotiation feature in the initial smart contract. But this solution simply shifts the costs of modification from mid-performance to the drafting stage. These costs are necessarily lower for parties to a semantic contract, who do not have to explicitly draft the option at all—either in advance or during performance.⁶⁰

Esse conjunto de elementos mostra como vai se delineando a nova roupagem dos contratos inteligentes. Ao analisar essas considerações, percebe-se algumas formas de limitação mais difundidas, que chegam a sacrificar a autonomia privada em prol de outros interesses, considerados temporariamente ou não como prevaletentes e essenciais de um instrumento contratual.

A primeira delas é o cheque na teoria da imprevisão expressa na cláusula *rebus sic stantibus*. O visível princípio do *pacta sunt servanda* nos contratos inteligentes impede a interrupção do cumprimento e da execução contratual caso advenha um evento a esses. Caso a prestação de uma das partes se torne

⁵⁹ SKLAROFF, Jeremy M. *Smart Contracts and the Cost of Inflexibilit*. *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 166, n. 1, p. 292, 2017. Disponível em: <http://scholarship.law.upenn.edu/penn_law_review/vol166/iss1/5/>. Acesso em: 17 jan. 2018.

⁶⁰ SKLAROFF, Jeremy M. *Smart Contracts and the Cost of Inflexibilit*. *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 166, n. 1, p. 292-293 2017. Disponível em: <http://scholarship.law.upenn.edu/penn_law_review/vol166/iss1/5/>. Acesso em: 17 jan. 2018.

excessivamente onerosa ou ocorra algum evento extraordinário ou imprevisível que afete os contratos inteligentes, como a execução se dá automática e autonomamente, inexistente, *a priori*, a possibilidade de interrompê-la, arcando as partes com os ônus do evento não previsto.

A relevância assumida pelas limitações gerais ao exercício da teoria da imprevisão para prezar pelo cumprimento forçado da execução ou obrigação contratual extirpa completamente a opção legal de aplicação da cláusula *rebus sic stantibus*. A extensão progressiva e agressiva da área abrangida pelo *pacta sunt servanda* obrigará as partes a incrementarem incontáveis recursos para modificar e adaptar o contrato em causa para com as condições supervenientes que lhe afetam, refletindo nos custos gerais do negócio.

Caso as partes visualizem que a modificação extrajudicial é economicamente inviável, uma segunda direção é aquela que poderá relevar e utilizar a revisão judicial. Ainda que os custos dessa possam ser menores, seriam incomparáveis com as modificações e alterações extrajudiciais que poderiam ser realizadas em um contrato não inteligente.

Deve-se frisar que em momento algum o aforismo do *pacta sunt servanda* foi considerado um anátema. O que se critica é sua dura inflexibilidade e poder de atuação nos *Smart Contracts*.

Da análise conduzida até agora, conclui-se pela evidente tendência de renúncia tácita ao direito de revisão contratual extrajudicial, nos contratos inteligentes, e pelo aumento exponencial de custos naturalmente evitáveis na utilização de contratos tradicionais.

A segunda premissa é a verificação de renúncia à *exceptio non adimpleti contractus*. Naturalmente, a execução da disciplina dos contratos inteligentes será automatizada e desencadeada pelo acontecimento de uma série de condições pré-estabelecidas. Partindo dessa constatação, pode-se dizer que a

seqüência quantitativa e qualitativa será efetuada com a detecção de uma ação prévia que acionará uma futura.

Quando do acontecimento de uma delas e o *Blockchain* ou o *software* responsável pela verificação da informação autenticá-la, obrigatoriamente o sistema constará a satisfação de uma situação jurídica de uma parte e obrigará a outra a realizar, indiscutivelmente, o pactuado. Qualquer evento fora do *Blockchain* que ocorrer supervenientemente à certificação já realizada e que impossibilite o cumprimento da obrigação contratual será irrelevante para o sistema executor do contrato, pois uma vez autenticado, o *Blockchain* deverá executar a próxima ordem. Exemplifica-se.

Pense-se um contrato de compra e venda de um móvel. Uma pessoa A venderá um carro C, no valor de X, para uma pessoa B. Nesse negócio jurídico, será utilizado um *Smart Contract*. Os termos contratados foram: a) a transferência/depósito do valor X de B para A; e b) a entrega da posse do carro C para B, em até 2 dias após confirmada a transação. Típico e rotineiro negócio jurídico.

Quando o contrato inteligente verificar que houve o pagamento do valor X, ele executará a próxima ordem: a de entrega do veículo ao novo proprietário. A princípio, não haveria motivos para aplicar a exceção do contrato não cumprido. Porém, figura-se: caso B, após realização do pagamento para A e posterior certificação em cadeia, sob nítida má-fé, contata a instituição financeira partícipe da causa e solicita a sustação/cancelamento do pagamento realizado, alegando furto/roubo/fraude ou qualquer outra condição que a permita fazê-lo, e ela fizer, não haverá atualização do contrato inteligente e constará no sistema do *Blockchain* a satisfação creditícia de B e a obrigação pendente de A. Por ser um evento aquém/fora da cadeia, constará que B pagou para A e este ainda não entregou o bem pactuado. A ficará impossibilitado de alegar a *exceptio non adimpleti contractus* por constar no *Blockchain* que B

cumprir sua parte no acordo. O *pacta sunt servanda* obrigará A entregar o carro. Para evitar essa situação de má-fé, A terá realizar o pleito judicial.

Marina Sáenz é contrária ao posicionamento aqui adotado e argumenta:

*¿Constituye en problema la renuncia a la exceptio non adimpleti contractus, es decir, el carácter autoejecutable? Podría parecer que sí, ya que, en nuestros códigos, frente al incumplimiento de una parte cabe la excepción de incumplimiento, pero analizada convenientemente la situación la respuesta es negativa: la ejecución automática es una respuesta a un evento desencadenante que implica el cumplimiento por la contraparte de aquello que se ha considerado relevante. Lo único a lo que se renuncia en el sistema es al “derecho a incumplir” y este no se haya consagrado en nuestro sistema legal. Si podemos pactar cláusulas penales y sistemas de ejecución reforzados, ¿Qué ha de impedirnos pactar un sistema que no nos permite incumplir una vez que la contraparte ha cumplido conforme a parámetros pre establecidos y libremente convenidos?*⁶¹

A autora fixa nas condições já pré-estabelecidas. Apesar de o contrato inteligente ser estático, o sistema econômico e jurídico é dinâmico. É essa dinamicidade que tende a interromper o fluxo das relações a ele relacionadas. Situações aquém do contratado podem e provavelmente ocorrerão. Cingir-se em comportamentos privativos de conduta seria, também, renúncia a mais um direito contratual: a *exceptio non adimpleti contractus*.

Independentemente do quadro institucional no qual venha a ser constituído, com a atual formação e conjuntura tecnológica, conclui-se os *Smart Contracts*, apesar de instrumentos ideais para expansão da disciplina jurídica contratual, encontram limites técnicos e organizacionais para efetiva consagra-

⁶¹ SÁENZ, Marina Echebarría. *Contratos electrónicos autoejecutables (Smart contract) y pagos con tecnología blockchain*. Revista de Estudios Europeos. n. 70, p. 73, jul-dez. 2017. Disponível em: <<http://www.ree-uva.es/images/numeros/70/2017-70-69-97.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

ção de sua função inicialmente visada.

O panorama ideal capaz de executar a proposta e dar aos contratos inteligência pode estar quase de encontro com os recursos disponíveis atualmente. Mas entre o *quase* e o *está* existe um abismo existencial de (in)certezas e desafios em que vagam os contratos inteligentes.

4. CONCLUSÃO

O ideal inicialmente visualizado por Szabo, para os contratos inteligentes, é algo considerável e que chama atenção de diversos cientistas. Porém, a realidade aconselha maior cautela.

É certo que existem estratégias que são utilizadas para construção e materialização da lógica proposta por Szabo. Mas no atual desenvolvimento tecnológico a impossibilidade é maior que a certeza de existência fática de uma ferramenta que cumpra eficazmente o que fora idealizado para os *Smart Contracts*.

A taxatividade das cláusulas proposta para correta execução do *pacta sunt servanda* aumenta consideravelmente os custos pré-contratuais para elaboração do instrumento negocial, pois as partes deverão constar toda e qualquer situação econômica e jurídica na forma eletrônica, que minimamente possa afetar aquela relação contratual.

De outro lado, o argumento de eliminação de ambiguidade não é sustentado. A linguagem computacional também é passível de dupla interpretação, porém mais lógica e com sentidos mais estritos, se comparada com a natural. Além disso, por ser utilizada como instrumento de tratativas, retirar a ambiguidade dos contratos é fechar as perspectivas interpretativas daquele negócio jurídico. Termos que expressam ambiguidades e diversos significados, como a cláusula *rebus sic stantibus*, também são favoráveis para a manutenção do equilíbrio dos

contraentes. Suprimí-los possibilitaria comportamentos unilaterais e potestativos.

Por fim, a inflexibilidade para modificar ou alterar o conteúdo do contrato inteligente, apresentada como ideal de segurança entre as partes, novamente apresenta-se como paradoxo frente à situações de exceção de contrato não cumprido ou na ocorrência da teoria da imprevisão, dificultando ou impossibilitando o exercício de defesas legalmente asseguradas, e aumentando novamente as despesas com gastos judiciais ou extrajudiciais para adequar a situação ocorrida fora da cadeia para com o contrato em execução.

Diante o exposto, conclui-se pela inviabilidade dos *Smart Contracts* com a atual disposição e infraestrutura tecnológica, sob pena de violação da autonomia privada caso exista a contratação e a impossibilidade de exercício de direitos legalmente previstos.

A ideia proposta por Szabo é relevante, mas incompatível com nosso tempo. Pode ser que daqui alguns anos ou décadas a viabilidade e o aprendizado das máquinas seja mais elaborado para executar diversos e diferentes tipos de ações com uma gama infinita de vocábulos. Mas, esse tempo não é hoje; não agora. Apressá-lo equivaleria à supressão da capacidade de contratar. Esperemos, então.



5. REFERÊNCIAS

- CATCHLOVE, Paul. *Smart Contracts: A New Era of Contract Use*. 2017. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226> Acesso em: 16 jan. 2016.
- CLACK, Crithian D. et. al. *Smart Contract Templates: essen-*

- tial requirements and design options. The Company Research Repository (CoRR)*, 2016, p. 12. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1612.04496>>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- CLACK, Cristhian D. et. al. *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*. The Company Research Repository (CoRR), 2016. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1608.00771>>. Acesso em: 15 jan. 2018
- COASE. Ronald. The Nature of the firm. (In:) COASE. Ronald H. *The Firm, the Market and the Law*. The University of Chicago Press. p. 33 a 56. Edição original: ECONOMICA, IV, November 1937, p. 386-405.
- DAVIDSON, Sinclair; DE FILLIPI, Primavera; POTTS, Jason. Economics of Blockchain. Public choice Conference. Fort Lauderdale: United States, 2016, p. 1-23. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744751>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2744751>>.
- ETHEREUM. Ethereum Designs. Disponível em: <<https://www.ethereum.org/token>>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- GILMORE, Grant. *Death of Contract*. 2^a ed. Ohio: Ohio State University Press, 1995.
- HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. *Global Blockchain Benchmarking Study*. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. 1-122. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3040224>>. Acesso em: 13 jan. 2018.
- MIK, Elza. *Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity*. *Law, Innovation and Technology*. vol. 9, n. 2, p. 269-300, out. 2017. Disponível em:

- <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17579961.2017.1378468?journalCode=rli20>>. Acesso em: 16 jan. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1080/17579961.2017.1378468>>.
- NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018
- PILKINGTON, Mark. *Blockchain technology: principles and applications*. Research handbook on Digital Transformations. Elgaronline, 2016, p. 225-253. Disponível em: <<https://www.elgaronline.com/view/9781784717759.00019.xml>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4337/9781784717766.00019>>.
- RASKIN, Max. *The Law and Legality of Smart Contracts*. *Georgetown Law Technology Review*, vol. 1, n. 2, p. 305-326, 2017. Disponível em: <<https://perma.cc/673G-3ANE>>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- SÁENZ, Marina Echebarría. *Contratos eletronicos autoejecutables (Smart contract) y pagos com tecnologia blockchain*. *Revista de Estudios Europeos*. n. 70, p. 69-97, jul-dez. 2017.
- SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: <<Smart>> contracts as the beginning of the end of classic contract law*. *Information and Communications Technology Law*. Vol. 26, n.2, p. 116-134, jan-abr. 2017. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13600834.2017.1301036>>. Acesso em: 13 jan. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/13600834.2017.1301036>>.
- SKLAROFF, Jeremy M. *Smart Contracts and the Cost of Inflexibilit*. *University of Pennsylvania Law Review*, vol. 166, n. 1, p. 263-303, 2017. Disponível em: <http://scholarship.law.upenn.edu/penn_law_review/vo1166/iss1/5/>. Acesso em: 17 jan. 2018.

- STARK, John. *How close are Smart Contracts to impact Real-World Law?* Coindesk, 2016. Disponível em: <<https://www.coindesk.com/blockchain-smarts-contracts-real-world-law/>>. Acesso em 15 jan. 2018.
- STARK, John. *Making Sense of Blockchain Smart Contracts.* Coindesk, 2016. Disponível em <<https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts/>>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- SZABO, Nick. *Formalizing and securing relationships on public network.* *First Monday*, vol. 2, n. 9, set. 1997. Disponível em: <<http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>>. Acesso em 14 jan. 2018.
- SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets.* *Phonetic Sciences Amsterdam.* 1996. Disponível em: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- WEBACH, Kevin D. CORNELL, Nicolas. *Contracts Ex Machina.* *Duke Law Journal*, vol. 67, n. 2, p. 313-382, mar. 2017. Disponível em: <<https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3913&context=dlj>>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia.* Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 1-58. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 13 jan. 2018.