



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO

Murilo Cristian Araújo Belém

Automação Contratual e o Direito Privado no Brasil: Aspectos Jurídicos e Práticos dos Smart Contracts

Florianópolis

2024

Murilo Cristian Araújo Belém

Automação Contratual e o Direito Privado no Brasil: Aspectos Jurídicos e Práticos dos Smart Contracts

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Direito, Estado e Sociedade.

Orientador(a): Prof. Orlando Celso da Silva Neto, Dr.

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

Belém, Murilo Cristian Araújo
Automação contratual e o direito privado no Brasil :
aspectos jurídicos e práticos dos smart contracts / Murilo
Cristian Araújo Belém ; orientador, Orlando Celso da Silva
Neto, 2024.
134 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Jurídicas, Programa de Pós
Graduação em Direito, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Direito. 2. Negócio Jurídico. 3. Contratos. 4. Smart
Contract. I. Silva Neto, Orlando Celso da. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Direito. III. Título.

Murilo Cristian Araújo Belém

**Automação Contratual e o Direito Privado no Brasil: Aspectos Jurídicos e Práticos dos
Smart Contracts**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 25 de junho de 2024,
pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Liz Beatriz Sass, Dra.

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Eduardo Tomasevicius Filho, Dr.

Instituição: Universidade de São Paulo

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado
adequado para obtenção do título de Mestre em Direito.

Insira neste espaço a
assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Insira neste espaço a
assinatura digital

Prof. Orlando Celso da Silva Neto, Dr.

Orientador

Florianópolis, 2024

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio e incentivo de diversas pessoas e grupos que depreenderam seu apoio para o desenvolvimento, de modo que merecem seu reconhecimento e agradecimento.

Agradeço, em especial, aos meus pais por todo o suporte e conselhos. Agradeço, de igual modo aos meus amigos, grupos de estudos e colegas de trabalho pela troca de experiências, suporte e aprendizado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Orlando Celso da Silva Neto, pela liberdade dada para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como por seu apoio e reconhecimento.

Aos professores do programa de pós-graduação, por compartilharem seu vasto conhecimento e contribuírem significativamente para minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de curso e aqueles que se tornaram amigos próximos, ou aumentaram nossa amizade, pela amizade, apoio e troca de experiências.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realizar meus estudos, que foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus amigos e familiares, por todo o apoio emocional e por compreenderem minha ausência em diversos momentos. Suas palavras de incentivo e carinho foram essenciais para manter minha motivação.

E, finalmente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho analisa a relação entre as ciências jurídicas e as novas tecnologias, com atenção aos *smart contracts*. Com o aumento das tecnologias autônomas e inteligentes, é crucial compreender seus efeitos e progressos futuros. O estudo se concentra no âmbito do direito privado brasileiro, especificamente no negócio jurídico, dado seu papel central nos contratos. Para tanto, a problemática escolhida se refere a: como os *smart contracts* interagem com as regras do negócio jurídico previstos no Código Civil de 2002 e quais desafios surgem dessa aplicação? A pesquisa fundamenta-se na hipótese de que, apesar de serem reconhecidos como contratos, os *smart contracts* desafiam a compreensão tradicional do negócio jurídico, levantando questões de validade, interpretação e execução. Além disso, enfrenta-se o desafio do poder do código computacional e sua interferência nas relações contratuais. O objetivo geral reside em analisar a relação entre *smart contracts* e o negócio jurídico no Código Civil de 2002, investigando desafios e oportunidades no direito privado brasileiro. A metodologia empregada foi a pesquisa bibliográfica. As principais conclusões indicam que os *smart contracts* têm potencial de desenvolvimento tecnológico, variando de contratações simples a complexas, que surgem diante do que foi idealizado pelos criptógrafos e a compreensão mais atual do que popularmente se chama de *smart contract*. A teoria, os conceitos e a operação que envolve os *smart contract* abrange tanto o campo da Computação quanto o jurídico, de modo a justificar uma abordagem interdisciplinar das áreas. A discussão envolta para os contratos e contratações inteligentes está inserido no contexto da Quarta Revolução Industrial, ao passo que se trata de instrumentos com potencial tecnológico ainda em ascensão. Além disso, devido às características próprias dos *smart contracts* e as atuais compreensões sobre os contratos, justifica-se uma categoria contratual distinta para atender as suas peculiaridades em contraponto as contratações tradicionais. Quanto a regulação, aspecto de relevante discussão frente ao tema, entende-se que esta deve focar na tecnologia empregada, não no contrato em si, permitindo a recepção pelas regras gerais do direito privado brasileiro. Nesta linha, sugere-se a adoção de práticas como regulação dinâmica e *sandbox* regulatório para acompanhar inovações tecnológicas, com a participação de diferentes atores, incluindo centros de inovação. Propostas legislativas, como a formulada pela CJCODCIVIL, comissão responsável pela revisão e atualização do Código Civil, são vistas como positivas, embora necessitem de mais reflexões e debates. Por certo, conclui-se, dentre outros, que há espaço para a tipificação dos *smart contracts* no Código Civil e que estes podem atuar em harmonia com as normas legais, desde que se adaptem a tal e garantam os direitos dos contratantes.

Palavras-chave: *Smart Contract*; Contratos; Negócio Jurídico.

ABSTRACT

This study analyzes the relationship between legal sciences and new technologies, with a particular focus on smart contracts. With the growing prevalence of autonomous and intelligent technologies, it is crucial to understand their implications and future trajectory. The study centers on Brazilian private law, specifically legal transactions, given their central role in contractual relationships. The research aims to investigate the following question: How do smart contracts interact with the rules governing legal transactions under the 2002 Brazilian Civil Code, and what challenges arise from this application? The study is predicated on the hypothesis that while smart contracts are recognized as contracts, they challenge traditional notions of legal transactions, raising questions about validity, interpretation, and execution. Moreover, the autonomous nature of computer code and its potential to override human intervention in contractual relationships poses significant challenges. The general objective is to analyze the relationship between smart contracts and legal transactions under the 2002 Civil Code, investigating the opportunities and challenges presented by this intersection. A literature review was employed as the methodology. The findings of this study suggest that smart contracts have the potential to revolutionize contracting, ranging from simple to complex agreements. However, they also raise complex legal issues that require a multidisciplinary approach, encompassing both law and computer science. The discussion of smart contracts is framed within the broader context of the Fourth Industrial Revolution, characterized by the fusion of technologies that blur the lines between the physical, digital, and biological spheres. Given the unique characteristics of smart contracts, such as their self-executing nature and reliance on blockchain technology, a strong argument can be made for a distinct legal framework to accommodate their specific needs. Moreover, regulatory approaches such as dynamic regulation and regulatory sandboxes could facilitate innovation while mitigating risks. Legislative proposals, like those put forward by the CJCODCIVIL, offer promising avenues for addressing these challenges, but further deliberation and debate are necessary.

Keywords: Smart Contract; Contracts; Legal Transaction.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED	Análise Econômica do Direito
BGB	“Bürgerliches Gesetzbuch” ou “Código Civil Alemão”
CC/02	Código Civil. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002
CDC	Código de Defesa do Consumidor. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990
CF/88	Constituição Federal de 1988
CJCODCIVIL	Comissão de Juristas responsável pela revisão e atualização do Código Civil
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DAO	“Decentralized Autonomous Organization” ou “Organização Autônoma Descentralizada”
DeFi	Finanças Descentralizadas
DRM	Digital Rights Management
EDI	Electronic Data Interchange
EEA	Ethereum Enterprise Alliance
ETH	“Ethereum” ou “Ether”
EUA	Estados Unidos da América
FCA	Financial Conduct Authority
Fenasbac	Federação Nacional de Associações dos Servidores do Banco Central
HFT	High Frequency Trading
ICC	International Chamber of Commerce
Incoterms	International Commercial Terms
IoT	“Internet Of Things” ou “Internet das Coisas”
ISSO	International Standards Organisation
LIFT	Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas
ML	Machine Learning
NFTs	Non-fungible Tokens
PIPA	Protect IP Act
SAE	Society of Automotive Engineers
SFN	Sistema Financeiro Nacional
SLC	Smart Legal Contract
SOPA	Stop Online Piracy Act

SPB Sistema de Pagamentos Brasileiro

Susep Superintendência de Seguros Privados

UNCITRAL Comissão das Nações Unidas para o Direito Comercial Internacional

UNIDROIT International Institute for the Unification of Private Law

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	CAPÍTULO I – OS <i>SMART CONTRACTS</i>	16
2.1	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICA DOS SMART CONTRACTS.....	16
2.1.1	O surgimento dos smart contracts.....	16
2.1.2	Conceitos: <i>smart contract</i> e ou <i>smart “legal” contract</i>?.....	20
2.1.3	Componentes de um <i>smart contracts</i> e a automação dos contratos ..	29
2.2	AS TECNOLOGIAS ADJACENTES: BLOCKCHAIN, ORACLES E ALGORITMOS	32
2.2.1	Blockchain	32
2.2.2	Oracles	40
2.2.3	Os algoritmos	43
2.3	AS DIFERENTES APLICAÇÕES DOS SMART CONTRACTS	48
3	CAPÍTULO II – A RELAÇÃO ENTRE OS SMART CONTRACTS E O DIREITO PRIVADO BRASILEIRO	55
3.1	<i>SMART CONTRACT</i> E NEGÓCIO JURÍDICO.....	55
3.1.1	O NEGÓCIO JURÍDICO PELO CÓDIGO CIVIL DE 2002	58
3.1.2	RELAÇÃO ENTRE SMART CONTRACTS E CONTRATOS TRADICIONAIS	69
3.1.2.1	<i>A classificação dos smart contracts conforme a Teoria Geral dos Contratos</i> 70	
3.1.2.2	<i>As ineficiências contratuais e os smart contracts: breves apontamentos segundo a ótica da Análise Econômica do Contrato</i>	<i>75</i>
3.2	DESAFIOS JURÍDICOS DOS SMART CONTRACTS E O DIREITO PRIVADO	78
3.2.1	A LEI DO CÓDIGO E A INTERPRETAÇÃO DOS NEGÓCIOS GERADOS POR SMART CONTRACTS	80
3.2.2	REVISÃO, EXTINÇÃO E INTERVENÇÃO JUDICIAL NOS <i>SMART CONTRACTS</i>.....	90
3.2.3	REGULAÇÃO PARA SMART CONTRACTS.....	98
3.2.3.1	<i>O Atual Cenário Legislativo Brasileiro</i>	<i>101</i>
3.2.3.1.1	<i>O anteprojeto de Lei para revisão e atualização do Código Civil de 2002</i> 104	

3.2.3.2	<i>Regulando a inovação.....</i>	<i>107</i>
3.2.3.3	<i>A (des)necessidade de regular smart contracts</i>	<i>112</i>
4	CONCLUSÃO	117
	REFERÊNCIAS	123

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho surge a partir da análise da relação entre as ciências jurídicas e as novas tecnologias, especialmente com o crescimento e popularização de tecnologias cada vez mais autônomas e inteligentes, como é demonstrado pelo crescente uso de inteligência artificial - como o ChatGPT, da empresa Open AI - e de ambientes imersivos, como o Metaverso.

No que diz respeito à influência nas relações contratuais, menciona-se a tecnologia Blockchain, que ganhou destaque em 2008 com o artigo “Bitcoin: um sistema financeiro eletrônico peer-to-peer”, publicado por Satoshi Nakamoto. Além de ser aplicável às criptomoedas, a Blockchain também possibilita a automatização dos *smart contracts*. Assim como as inovações mencionadas anteriormente, a Blockchain figura como tecnologia própria da chamada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 – termo implementado na Feira de Hannover em 2011 –, caracterizada por avanços tecnológicos, especialmente no aprimoramento de *softwares*, uso de inteligência artificial e *machine learning*. Além disso, tal Revolução não diz respeito apenas à parte industrial e de maquinário. O que torna essa revolução consideravelmente diferente das demais é a “fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos” (Schwab, 2016, p. 16)¹.

No âmbito tecnológico da atual fase revolucionária, a popularização dos “*smarts*” está cada vez mais em alta. As denominações “*smartphones*”, “*smartwatches*”, “*smart cities*” e “*smart contracts*” são comuns e partem do cotidiano. E isso é indicativo próprio da Indústria 4.0, explorada por Klaus Schwab.

O caminho para uma sociedade cada vez mais “inteligente” impõe uma nova compreensão do cenário tecnológico e das relações privadas, impactando no âmbito jurídico e, claro, no âmbito contratual privado.

¹ A Quarta Revolução Industrial iniciou-se na virada do século e tem como base a revolução digital. Caracteriza-se por “uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado por máquina)” (Schwab, 2016, p. 16). A diferença desta para a revolução anterior é a sofisticação tecnológica, capaz de revolucionar e impactar a sociedade, influenciando, inclusive, nas relações pessoais e vivências, tal como o uso de inteligências artificiais e a criação de cidades inteligentes, com o advento da Internet das Coisas.

Schwab destaca três razões que sustentam o surgimento de uma Quarta Revolução Industrial, relacionadas à velocidade das tecnologias, que atuam exponencialmente, à amplitude e à profundidade, posto que o modelo tecnológico atual influencia a forma de existência da própria sociedade; por fim, destaca o impacto sistêmico, pois as tecnologias possuem capacidade de transformar os sistemas de funcionamento de países, empresas, indústrias e a própria sociedade (Schwab, 2016, p. 13).

O estudo dos *smart contracts* sob a perspectiva jurídica constitui um recorte significativo da análise dos impactos da Quarta Revolução Industrial. Tal como será analisado nesta pesquisa, os *smart contracts* e as tecnologias subjacentes representam características distintivas de uma nova era industrial, afetando não somente os processos contratuais, mas também os modelos de negócios e a estrutura social na totalidade. Assim, ao examinar a natureza jurídica e as implicações dos *smart contracts*, observa-se uma faceta crucial dessa revolução tecnológica, o que também contribui para a construção de um arcabouço legal que acompanhe e regule adequadamente os avanços da era digital.

No entanto, apesar de essas tecnologias estarem cada vez mais presentes nas relações contratuais, tanto públicas quanto privadas, alguns indícios mostram que as ciências jurídicas estão progredindo lentamente em relação ao assunto.

Embora o Código Civil brasileiro (Lei n.º 10.406) e o Marco Civil da Internet (Lei n.º 12.965) — datados de 2002 e 2014, respectivamente — se apresentem como legislações que tratam de matéria de direito contratual e regulamentação da internet na sociedade brasileira, nenhum deles aborda diretamente os contratos celebrados por meios virtuais ou os contratos automatizados.

Assim como a legislação, a própria produção acadêmica brasileira continua em estágios iniciais no que diz respeito ao estudo dos *smart contracts*, especialmente em comparação com trabalhos realizados em outros países, que apresentam maior diversidade de pesquisa sobre o assunto (Ribeiro, 2020, p. 24).

Por meio de pesquisa nos repositórios dos Programas de Pós-Graduação de universidades renomadas do país, identificadas por meio da Plataforma Sucupira, constatou-se que a pesquisa sobre *smart contracts* no campo das ciências jurídicas é escassa. Em uma amostragem de 5 (cinco) programas de pós-graduação por região do país, foram localizados apenas 20 (vinte) trabalhos que tratavam de *smart contracts* ou *Blockchain*, liderados por pesquisadores das ciências jurídicas; destes, apenas 5 (cinco) abordaram a relação desses contratos com a legislação nacional.

No entanto, é necessário reconhecer que o estudo sobre *smart contracts* apresenta desafios decorrentes de questões fundamentais, uma vez que ainda não há consenso entre os pesquisadores da área, por exemplo, em relação à própria definição do que é um “contrato inteligente”. Para alguns pesquisadores, os *smart contracts* podem ser considerados apenas como *softwares*, próprios da linguagem

da computação; para outros, já há uma compreensão jurídica que os concebe como sinônimos de contratos ou apenas cláusulas contratuais.

Para tanto, a fim de chegar a tal entendimento, será necessário retomar historicamente as causas e os principais pensamentos que originaram os *smart contracts* da forma que são compreendidos hoje. Em sua origem, os *smart contracts* possuem antepassados mais antigos do que se pode imaginar, com berço no Egito antigo. Porém, com o advento e a popularização de termos próprios da sociedade atual, relacionados com a ideia de automação das contratações, há uma mudança que amplia o que se considera *smart contracts*.

Neste sentido, deve-se ter em mente que os *smart contracts* são envoltos por tecnologias que desafiam a compreensão daqueles não familiarizados com os termos e efeitos, como a blockchain, uma base descentralizada, ou mesmo o uso de oráculos e o avanço da liberdade de atuação nos algoritmos. Esses aspectos modulam o que hoje pode ser entendido como *smart contracts*.

Vale ressaltar que ainda existem campos de base para entendimento dos efeitos e atuação dos *smart contracts* e, principalmente, quais serão os próximos avanços. As ciências jurídicas, por meio de análises técnicas ou mesmo teóricas, possuem um vasto campo de possibilidades para a pesquisa dessa tecnologia.

Um dos campos de interesse encontra-se em um recorte do direito privado brasileiro — mais precisamente, o negócio jurídico. Isso porque tal instituto, dentre os fatos jurídicos, apresenta riqueza de conteúdo que engloba a máxima da atuação humana, por meio de contratos.

A partir da compreensão de que há diferentes abordagens e possibilidades para relacionar o direito privado brasileiro e os *smart contracts*, esta pesquisa encontra seu campo de limitação em aspectos gerais dos *smart contracts* no direito contratual brasileiro.

Desse modo, a problemática escolhida reside no seguinte questionamento: diante do uso de *smart contracts* em diversas áreas, como esses novos instrumentos interagem com as regras gerais do negócio jurídico previsto no Código Civil de 2002 e no contexto do Direito Privado brasileiro? Ademais, quais são os principais desafios jurídicos que surgem ao se aplicarem os *smart contracts* nesse cenário?

Para enfrentar esses questionamentos, parte-se de uma hipótese básica de que os *smart contracts* ainda são considerados e reconhecidos como contratos no ordenamento jurídico brasileiro. Porém, considerando-se suas peculiaridades, há um

desafio na compreensão tradicional do negócio jurídico, levantando questões sobre validade, interpretação e execução. Além disso, a aplicação de *smart contracts* no direito privado brasileiro enfrenta obstáculos relacionados ao poder que o código computacional pode possuir, com desafios para a intervenção nesses contratos.

Deste modo, objetiva-se, de forma geral, analisar a relação entre *smart contracts* e o negócio jurídico previsto no Código Civil de 2002, investigando os desafios e oportunidades que essa interseção apresenta no contexto do direito privado brasileiro.

Para tanto, a presente dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro trata exclusivamente dos *smart contracts*, desde a busca das suas origens até seus conceitos e principais componentes. Em seguida, são apresentadas as principais tecnologias envolvidas e, para melhor elucidar suas inúmeras possibilidades, destacam-se algumas aplicações dessas contratações.

O segundo capítulo, por sua vez, relaciona os *smart contracts* com o direito privado brasileiro, sobretudo na esfera do negócio jurídico. Nesta mesma etapa, os *smart contracts* são analisados segundo a classificação contratual da Teoria Geral dos Contratos, buscando-se relacioná-los com as contratações tidas como “tradicionais”.

Por fim, são abordados alguns desafios impostos pelos *smart contracts* e sua necessidade, ou não, de regulação.

Almeja-se, portanto, que esta pesquisa contribua em conjunto com os demais trabalhos brasileiros em matéria de contratações automatizadas, funcionando não como um estudo perfeito e acabado, mas como subsídio para aqueles que precisam de recurso teórico, a fim de compreenderem os desafios e oportunidades nesse campo.

O método de abordagem utilizado neste estudo foi o método dedutivo², por meio de pesquisa qualitativa, enquanto o procedimento foi o método dissertativo. A temática foi desenvolvida por meio da técnica de documentação indireta, envolvendo pesquisa teórica por meio de revisão bibliográfica e análise hermenêutica.

A revisão bibliográfica foi baseada no levantamento de doutrina, artigos científicos, produções acadêmicas ao nível de mestrado e doutorado, legislação

² Método que, segundo Mezarroba e Monteiro (2009), tem como base o raciocínio lógico dedutivo fundamentado em um silogismo ao “partir de uma premissa maior e mais genérica e uma menor e mais específica, pode-se chegar a um resultado necessário que é a conclusão” (Mezarroba; Monteiro, 2009, p. 66).

brasileira, projetos de lei e artigos jornalísticos, além da análise de *White Papers* que trataram sobre a origem teórica dos *smart contracts*.

Na busca em repositórios e periódicos, foram considerados trabalhos publicados nos últimos 10 (dez) anos (2013-2023), a fim de limitar a trabalhos que sejam após a criação da Ethereum, uma das plataformas mais conhecidas de smart contracts. A busca de artigos científicos, inicialmente, ocorreu em revistas classificadas como Qualis A1 e A2 no quadriênio 2017-2020, bem como programas de pós-graduação listados na Plataforma Sucupira³. Considerando a temática escolhida, em especial pelo seu caráter multidisciplinar, também foram consultadas as páginas de pesquisa SciELO⁴ e SSRN⁵.

³ Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>

⁴ Disponível em: <https://www.scielo.org/>

⁵ Disponível em: <https://www.ssrn.com/index.cfm/en/>

2 CAPÍTULO I – OS *SMART CONTRACTS*

Para o início do estudo, este capítulo propõe-se a discorrer sobre a origem, conceito, tecnologias envolvidas e aplicações dos *smart contracts*.

Considerando que o presente trabalho não se propõe e nem conseguirá abordar todas as questões pertinentes aos *smart contracts*, o enfoque será voltado às questões teóricas associadas à compreensão dos *smart contracts* dentro do que é adequado ao direito privado brasileiro.

Com base na investigação e análise adiante efetuada, que se deu por meio de revisão bibliográfica, espera-se que haja a contribuição teórica necessária para análise dos *smart contracts* sob a lente do negócio jurídico, que será tratado na segunda parte desta pesquisa.

2.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICA DOS *SMART CONTRACTS*

2.1.1 O surgimento dos *smart contracts*

Para a compreensão do que são os *smart contracts*, torna-se necessário revisitar a sua origem. Apesar de ser um termo com certa popularidade atualmente, especialmente com o surgimento da Blockchain, das moedas digitais e do avanço na atuação dos algoritmos, a ideia básica de um *smart contract* possui raízes históricas mais antigas do que se pressupõe.

Em linhas gerais, os *smart contracts* são caracterizados por sua capacidade de autoexecução, ou seja, a aptidão de cumprir determinada ação independentemente de ações externas, respondendo mediante premissas predeterminadas.

Dentro dessa ideia, as chamadas *vending machines* (máquinas de venda automática) podem ser consideradas os antepassados do que hoje entendemos por *smart contracts*.

O matemático e engenheiro grego Hero Ctesibius, também conhecido como Heron de Alexandria, na sua obra denominada “Pneumathica”, tratou sobre aquela que pode ser o registro mais antigo de uma máquina de execução automática, funcionando por meio de um dispensador automático de água benta para os templos egípcios. Tais máquinas funcionavam de forma simples, o usuário deveria depositar

em local próprio uma moeda com peso apropriado capaz de resultar na abertura de uma válvula para o despejo da água, e, deste modo, perfectibilizada uma contratação automatizada (Raskin, 2016, p. 315).

Em que pese tais registros sejam de difícil comprovação – ao passo que Heron de Alexandria viveu por volta do século I d.C. e sua obra não sobreviveu completamente durante os anos, possuindo apenas resquícios estudados por pesquisadores –, é possível identificar que a engenharia envolvida à época buscava um método de autoexecução para operação de uma máquina.

Outro registro histórico foi encontrado na Inglaterra do século XVII, com a existência de máquinas capazes de realizar vendas de tabaco, buscando-se a automação da sua venda, já que se tratava de uma mercadoria valiosa. No entanto, não há comprovação de que essas máquinas tenham sido realmente construídas ou utilizadas.

Um exemplo das *vending machines* foi utilizado pelo vendedor de livros Richard Carlile, que, para escapar da censura, inventou uma máquina distribuidora de obras. Tal máquina impossibilitava que a Coroa Inglesa associasse as vendas dos livros tidos como proibidos a um determinado sujeito. Richard argumentava que a venda não envolvia nenhum vendedor de livros, sendo um contrato firmado apenas entre máquina e comprador (Raskin, 2016, p. 315-316); assim, eximia os responsáveis.

Atualmente, ao se pensar em máquinas de venda automática, a melhor ideia são as máquinas de refrigerante, que funcionam de forma independente e fazem uma venda após a inserção de uma moeda ou nota, correspondente ao produto solicitado – e, em alguns casos, fazem o troco ao usuário. Todas essas interações funcionam por meio de uma contratação sinalagma, operando após o aceite e manifestação do comprador.

A partir dessa observação, verifica-se uma característica comum aos “*smart contracts*” em sua forma mais primitiva: formação de uma contratação sinalagmática, ou bilateral. Nessa modalidade de contratação, a presença do sinalagma demonstra a proporcionalidade das prestações, em que as partes possuem direitos e deveres entre si (Tartuce, 2021, p. 23).

Esses “antepassados” são reconhecidos pelo próprio precursor da ideia contemporânea dos *smart contracts*, o advogado e criptógrafo Nick Szabo (1996, p. 1). Todavia, a compreensão atual dos *smart contracts* vai além de uma máquina de

venda automática, por conta do surgimento da internet e do avanço tecnológico envolvido.

É relevante ressaltar que o surgimento dos semicondutores, da computação e da internet constitui elementos característicos da Terceira Revolução Industrial, também conhecida como Revolução Digital, que iniciou na década de 1960 (Schwab, 2016, p. 16). Essa fase foi caracterizada pela introdução e disseminação de tecnologias digitais que impactaram significativamente os processos industriais, comerciais e sociais.

Nesse contexto, os *smart contracts* surgem como uma evolução das aplicações dos sistemas computacionais, utilizando *softwares* para oferecer funcionalidades avançadas. Desse modo, representam um desenvolvimento complexo e característico da Quarta Revolução Industrial, e não apenas o legado da Terceira Revolução Industrial. Os *smart contracts* também contêm os avanços e características distintivas da nova realidade, representando um marco na transformação digital e na evolução dos sistemas contratuais tradicionais.

O que os ancestrais dos *smart contracts* têm em comum com os atuais é a sua lógica de operação, que pode ser considerada simples. Trata-se da execução de uma determinada resposta com base em premissas previamente estabelecidas.

A operação dessas contratações está ligada à lógica condicional, que pode ser simplificada da seguinte forma: $X \rightarrow Y$.

No caso, “X” é a premissa e “Y” é a ação que o contrato irá executar. O sinal “ \rightarrow ” é conhecido como implicação (material), que corresponde a “se... então...”⁶.

Por meio da lógica condicional, estudiosos da computação começaram a desenvolver teorias sobre *softwares* que poderiam autoexecutar comandos, os quais seriam baseados em premissas que possibilitam a formação de uma relação de causa e efeito. Nesse sentido, a compreensão moderna dos *smart contracts* surge com o intuito de desenvolver um *software* capaz de realizar operações automáticas, formando, por exemplo, contratos.

A ideia da evolução das contratações por meio digital com o uso de *smart contracts* só foi possível graças ao avanço tecnológico computacional, que permitiu

⁶ Tal expressão se trata de uma sentença condicional ou, simplesmente, “condicional”. A sentença condicional estabelece que, se o antecedente “X” for verdadeiro, então o conseqüente “Y” também é. Nesse caso, o fato de “Y” ser verdadeiro implica em uma ação por conta de “X”. Ou seja, são determinantes em que o segundo requisito (conseqüência) só será efetuado se atendido o condicionante. Assim, “X” é um pressuposto previamente determinado e, quando atendido, aplica-se uma resposta “Y”. E é essa estrutura que possibilita a autoexecução dos *smart contracts*.

digitalizar e virtualizar os contratos, diferenciando-os dos contratos “tradicionais” que existiam no mundo físico.

Enquanto uma máquina de venda automática funciona de forma assíncrona e *offline*, os *smart contracts* podem envolver diversas partes, assim como várias etapas síncronas e *online*.

Ao passo que os contratos puderam tomar espaço no meio eletrônico, Szabo (1996) compreende que o precursor dos *smart contracts* está ligado ao campo do *Electronic Data Interchange* (EDI)⁷, onde elementos de operações comerciais tradicionalmente conhecidas puderam ser trocadas para a forma eletrônica, como a transação de documentos, notas fiscais, recibos, faturas, entre outros (Szabo, 1996, p. 3). Nesse mesmo momento, os elementos de criptografia e assinaturas digitais tomaram espaço, a fim de garantir a segurança dessas trocas.

Retomando historicamente a questão política que envolveu o desenvolvimento dos *smart contracts*, depara-se com um movimento que impactou de forma relevante a origem desses contratos – a comunidade *online* do movimento *cypherpunk*, do qual Nick Szabo também fez parte.

Em que pese a orientação anarquista e libertária do movimento, merece destaque sua influência na construção histórica das contratações automatizadas. Tratava-se de ativistas da privacidade de dados que contribuíam para a pesquisa e criação de conceitos utilizados até hoje em questões envolvendo criptografias.

Szabo, em uma mensagem enviada aos seus pares em 1993, abordou as diversas motivações dos membros do *cypherpunk*, apontando que todos tinham o compromisso de compartilhar a criptografia para além das elites da época, embora alguns fossem motivados por ideias libertárias, liberais ou visando atacar as pessoas no poder (Szabo, 1993).

Todavia, os participantes desse movimento, que, inclusive, colaborou para a criação das criptomoedas, eram movidos pela ideia de descentralização do poder, seja estatal ou concentrado em pequenas pessoas. Szabo, por exemplo, também era movido pela ideia libertária de que a crise financeira global sugeria que o atual sistema financeiro estava falido, merecendo uma substituição (Popper, 2015).

⁷ Importante ressaltar que o EDI, criado por volta de 1948, possui notável presença e ampla utilização atualmente, sendo aproveitado de forma estratégica por empresas, principalmente nas suas relações com clientes e fornecedores.

Tais fatos são curiosos por colaborarem com o entendimento histórico e político dos programadores teóricos que impulsionaram a automação contratual. Tudo isso possui relevância atualmente, em que pese os ideais citados mereçam críticas quando avaliados por outras óticas políticas.

Após as discussões iniciais sobre as origens dos *smart contracts*, surge a necessidade de se traçarem os passos seguintes de sua evolução.

2.1.2 Conceitos: *smart contract* e ou *smart “legal” contract*?

A expressão “*smart contracts*”, seja no original em inglês ou na tradução literal para “contratos inteligentes”, apresenta alguns desafios conceituais que estão relacionados com sua origem e como é utilizada. Em especial, porque conta com dois termos que, isoladamente, possuem conceitos e implicações jurídicas próprias.

Nesta seção, busca-se apresentar os conflitos interpretativos encontrados, seja no conceito e significado da expressão “*smart contract*” ou em sua natureza – se eles são contratos, cláusulas ou meros *softwares*. Ao fim, espera-se encontrar um meio-termo que simplifique os debates levantados.

Ao se pensar na expressão “*smart contract*”, de forma literal, é possível compreender que se refere a contratos imbuídos de inteligência. Contudo, surge o questionamento: o que seriam contratos com inteligência? Pois bem, essa pergunta não terá resposta, porquanto não é o que a expressão se propõe a nomear.

Em retomada histórica, verifica-se que os precursores responsáveis pela nomenclatura “*smart contract*” foram os criptógrafos, tratando-se, portanto, de expressão atrelada à linguagem das ciências computacionais. Apesar de Nick Szabo ser jurista, a expressão não nasceu afeta ao conceito jurídico de contrato.

Deste modo, ao se debruçarem sobre o assunto, alguns pesquisadores começaram a se questionar se a expressão “*smart contract*” é uma denominação juridicamente correta, já que surgiu de uma linguagem computacional e não jurídica. O que este estudo conclui é: a expressão é jurídica e também computacional – o que difere é o contexto.

Inicialmente, é importante entender a expressão em sua língua de origem, o inglês.

Segundo o Cambridge Dictionary, a palavra “*smart*”, enquanto adjetivo, pode ter o significado de “inteligente” – esse é um sentido literal, assim como em

português –, mas a palavra também pode trazer a ideia de “precisão”, por exemplo, quando usada em computadores (Smart, 2023).

Ao se associar o termo “*smart*” com a palavra “*contract*”, que pode ser traduzida literalmente como “contrato”, o uso de “*smart*” não deve ser interpretado no sentido de “inteligência”, mas sim de “assertividade”, por se situar no contexto da linguagem computacional.

Desta forma, ao se pensar em um sentido para a expressão “*smart contract*”, verifica-se que a conceituação correta está relacionada a assertividade contratual, ou seja, o *smart contract* pode ser entendido como um contrato imbuído de assertividade.

Já na expressão “contrato inteligente”, em português, a palavra “inteligente” é um adjetivo que imputa ao substantivo “contrato” a “capacidade para aprender e compreender” (Cambridge Dictionary, 2023). Assim, da comparação entre o sentido da palavra “inteligente” em inglês e em português, é possível depreender que a tradução literal pode gerar entendimento diverso, pois os contratos inteligentes, a princípio, não estão relacionados com a capacidade de compreensão e aprendizado⁸.

Em que pesem as distinções acima, verificam-se alguns problemas ao estudar os *smart contracts*. Como já mencionado na seção anterior deste Capítulo, os *smart contracts* foram inicialmente desenvolvidos por pesquisadores da área de programação, e não por juristas. Dessa forma, há um conflito quanto ao uso do termo “contrato”, que possui um sentido jurídico, mas também pode ter sido adotado por outra área do conhecimento que não compartilhe do mesmo significado.

Na análise de algumas pesquisas que tiveram como objeto o estudo dos *smart contracts*, verificaram-se divergências conceituais exatamente devido à expressão contar com as palavras “*smart*” e “*contract*”. Apesar de conter a palavra “contrato”, a expressão não se refere a um contrato no sentido jurídico (Mik, 2017, p. 4), mas sim a um software, uma vez que apresenta a visão própria da linguagem informática, havendo associação incorreta com o significado jurídico (Mik, 2017, p. 3; Mariani, 2019, p. 14-15).

⁸ Cumpre salientar que este é em um sentido “a priori”, conforme a aplicação tecnológica é utilizada nos *smart contract*, conforme será trabalhado neste estudo para os contratos por algoritmos autodefinidos, é possível compreender que o significado em português também se torna adequado, por existirem graus de refinação na atuação de algoritmos onde há um autoaprendizado capaz de gerar contratos por preenchimento de lacunas e realização de negociações.

Ao tratar desses contratos em sentido jurídico, alguns autores fazem uma distinção, indicando que a expressão “*smart contracts*” deve ser acrescida da palavra “*legal*”, resultando em “*smart legal contracts*” (Machado, 2022, p. 20). Assim, tem-se a soma da “visão dos programadores” com a “visão jurídica” (Gonçalves, 2020, p. 34).

A International Standards Organisation (ISO), por exemplo, por meio da ISO/TR 23455, define que os *smart contracts* são um “programa de computador armazenado em um sistema de razão distribuída em que o resultado de qualquer execução do programa é registrado em um livro-razão distribuído” (ISO, 2019, p. 2, tradução nossa)⁹.

Wilkinson e Giuffre (2020) apresentam duas ideias para definir os *smart contracts*. Na primeira, os contratos são escritos inteiramente em linguagem de programação e implementados por *softwares*, como um protocolo de computador autoexecutável, mas que não possui necessariamente as características essenciais para um acordo juridicamente válido.

Na segunda ideia, os *smart legal contracts* são uma tautologia utilizada pelos juristas (com inclusão do termo “*legal*”) para diferenciar a aplicação e dar outra roupagem ao conceito. Isso porque, além da definição inicial, os *smart legal contracts* devem ser um acordo juridicamente vinculativo, expressos por códigos e autoexecutáveis (Wilkinson; Giuffre, 2020, p. 5). Nesse sentido, a diferença reside na existência de um acordo com efeitos jurídicos, o que se pode associar à formação do negócio jurídico.

É possível, portanto, conceber a expressão “*smart contract*” de duas formas – como código e como contrato. Assim, é empregada por programadores quando tratam diretamente dos códigos autoexecutáveis e por juristas ao se referirem à ideia de contratação. E, para identificar essa diferenciação, entende-se que é possível partir de um ponto básico: o contexto.

Os *smart contracts* apresentam dois significados distintos. O primeiro refere-se ao conhecimento do contexto e da abordagem aplicada, que deve ser estritamente computacional, ou seja, apenas sobre códigos e seus efeitos. O segundo é jurídico, quando é necessária a formação contratual adequada, conforme a legislação que define o que é um contrato.

⁹ Texto original: “*smart contract computer program stored in a distributed ledger system wherein the outcome of any execution of the program is recorded on the distributed ledger*” (ISO, 2019, p. 2).

No direito privado brasileiro, com base na liberdade das formas advinda do consensualismo, não importa a denominação escolhida. Se, em determinado caso, forem observadas as características do negócio jurídico e houver efeitos legais, ter-se-á um contrato, independentemente de sua denominação, não obstante a vontade das partes envolvidas.

Se um dado programa é denominado de “*smart contract*”, porém não apresenta efeitos jurídicos contratuais, não será possível compreender sua aplicação no conceito legal de contrato – tratar-se-á de uma nomeação dada pelos programadores. Sendo assim, apesar de ser usado em estudos ou em contextos específicos, pode-se notar que os efeitos jurídicos da expressão utilizada não serão relevantes, verificando-se apenas um jargão de programação.

Na prática, não há necessidade de distinguir as expressões “*smart contract*” e “*smart legal contract*”. Aliás, isso pode até aumentar a complexidade dos conceitos e o policiamento em seu uso, gerando pouco efeito prático. No caso, trata-se de mero exercício intelectual que poderá gerar mais confusão em significados que ainda não são bem compreensíveis.

Enfim, o importante é que a comunidade jurídica compreenda as características e as implicações que esses contratos geram, sendo denominados assim por apresentarem maior assertividade se comparados com as formas tradicionalmente conhecidas. De todo modo, entende-se que a expressão “*smart contract*” deve ser adotada pelas peculiaridades discutidas, sendo necessária, todavia, a criação de uma denominação específica.

Outro ponto que merece menção é a classificação dos *smart contracts* como contratos ou cláusulas contratuais (Pereira, 2019, p. 34; Floriani, 2020, p. 176). Para Gonçalves (2020, p. 34), por exemplo, o *smart contract* “trata-se de um código criptografado inserido em sistema de computador e condicionado à realização autônoma de determinados *actos*, sem a necessidade de intervenção humana”.

Já Maffini (2020, p. 45) indica que o *smart contract* pode ser tido como um “gênero” onde se inserem “todas as modalidades de contratos digitais automatizados”, existindo “uma espécie de *smart contract blockchain based*, que possui a principal característica do protocolo criptografado e da imutabilidade como parte do seu conceito”.

Também é possível considerar um *smart contract* como a transposição do acordo entre as partes, mediante um código informático programável, que pode, de

forma autônoma, “manter ou alterar o seu próprio estado (a sua execução), controlar os seus próprios ativos e ainda responder à chegada de informações externas ou de ativos” (Pereira, 2019, p. 34).

Em que pese o debate acima proposto, o precursor teórico desse recurso, Nick Szabo, já apresenta uma definição que satisfaz os debates secundários sobre o conceito amplo dos *smart contracts*.

Em linhas gerais, Szabo apresentou três entendimentos para o conceito de *smart contracts*. O primeiro pode ser verificado no artigo denominado “*Smart Contracts*”, datado de 1994, no qual ele os define como um protocolo de transação computadorizada que executa termos de um contrato (Szabo, 1994, p. 1).

Em 1995, Szabo lança o “*Smart Contracts Glossary*”, no qual define o *smart contract* como “um conjunto de promessas, incluindo protocolos dentro dos quais as partes cumprem outras promessas”. Esses protocolos aplicados são implementados por meio de uma rede de computadores, ou outra forma digital de rede, como, por exemplo, a *blockchain*, de modo que os contratos são “mais inteligentes” do que seus ancestrais baseados em papel, em razão da aplicação desses mesmos protocolos (Szabo, 1995). O autor ainda reforçou tal definição em seu artigo “*Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*”, datado de 1996¹⁰.

Pelo fato de o conceito apresentado por Szabo mencionar protocolos e o uso de formato digital, é possível que, com base nesses termos, tenham surgido as discussões acerca da natureza dos *smart contracts*, se são contratos ou programas. Pois bem, a resposta é que um não anula o outro, já que o *smart contract* pode ser um *software* executando condições contratuais, pois se trata de “um protocolo de transação computadorizado que executa os termos de um contrato” (Szabo, 1994, p. 1, tradução nossa)¹¹.

A ideia básica dos *smart contracts* é de se incorporarem cláusulas contratuais a programas de *hardware* e *software*, para que eventual quebra contratual se mostre onerosa ao infrator (Szabo, 1996, p. 1). Isso funciona como

¹⁰ Nesse artigo, Szabo reforça a diferenciação entre os *smart contracts* e os contratos “tradicionais”, não por consistirem em contratos imbuídos de inteligência, mas por serem muito mais funcionais, com base em um conjunto de promessas, especificadas em formato digital, com utilização de protocolos, onde as partes impõem e cumprem obrigações (Szabo, 1996).

¹¹ No original: “*A smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract.*”

uma segurança preventiva de garantia das contratações em oposição à segurança reativa com geração de confiança¹².

A confiabilidade fornecida pelos *smart contracts* surge por possuírem a capacidade de aumentar a segurança dos contratos, maximizando e fazendo cumprir com os objetivos básicos e fundamentais de qualquer contrato, como verificabilidade, observabilidade, privacidade e autoexecutabilidade (Szabo, 1996, p. 2). Esse fato revela um apoio à consecução mais segura dos objetivos fundamentais quando da formação contratual (Magalhães, 2019, p. 8-9; Machado, 2022, p. 19-20). E é exatamente nesse aspecto que se entendem os *smart contracts* como contratos no sentido jurídico, pois, ao serem desenvolvidos, visam à satisfação dos interesses contratuais aplicáveis a qualquer pacto¹³.

Szabo menciona que um dos primeiros objetivos no desenho de um *smart contract* – entendido aqui como sinônimo de elaboração/programação do contrato – é a preocupação com a observabilidade. Tal característica se refere à possibilidade de observação do contrato, tanto no seu desempenho quanto na verificação do cumprimento das obrigações, de modo que qualquer uma das partes contratantes poderá identificar se a outra está adimplindo fielmente o acordo (Szabo, 1996, p. 2; 1997, p. 14).

Além dos contratantes, também é possível que terceiros observem o andamento do contrato. Assim, as partes poderão comprovar a execução para uma diretoria, nas questões de contabilidade, em auditorias internas ou externas, bem como na fiscalização realizada por autoridades ou em eventual questionamento de algum termo, visando demonstrar sua validade.

Outro ponto tangente à observabilidade é a capacidade das partes em identificarem determinados elementos a partir da execução do contrato. A partir da

¹² A segurança reativa, que Szabo menciona, pode ser tida como a forma tradicionalmente conhecida para satisfazer as condições contratuais, pois as partes têm que recorrer a uma entidade com poder coercitivo para garantir as obrigações diante de inadimplemento ou necessidade de garantia das contratações, gerando aumento nos custos contratuais. Em contraposição, os *smart contracts* fornecerão proteção antes do descumprimento (Szabo, 1996), ou seja, estes contratos possuem a capacidade de redução deste ônus reativo, ao passo que operam de forma preventiva, justamente devido a suas características próprias que os diferenciam dos contratos tradicionalmente conhecidos.

¹³ Bem verdade, esta própria compreensão merece adequação. Até o momento, optou-se por generalizar os *smart contracts* como contratos no sentido jurídico. Todavia, a compreensão destas contratações no direito brasileiro se atrela a formação de atos jurídicos *lato sensu* e não apenas a contratos, sendo uma classificação de negócio jurídico inserido nos atos jurídicos lícitos. Tal ponto será mais bem debatido no decorrer deste estudo, por ser necessária uma construção teórica relevante para subsidiar tais argumentos.

observação, são geradas informações sobre as “*smart fine print*”, que, em tradução literal, seriam as “letras miúdas” dos contratos, referentes às ações executadas pelos *softwares* escondidas durante as transações (Szabo, 1997, p. 15).

Um simples exemplo dessas “letras miúdas” seriam as operações de vendas realizadas por supermercados, onde o número de transações pode gerar dados sobre o consumo de determinados produtos ou mesmo perfis de clientes; por meio de cadastro no momento da compra, os estabelecimentos poderiam obter e mapear diferentes informações.

Quando um contrato é observável, as partes podem acessar diferentes indicadores contratuais, funcionando como uma interessante ferramenta de mapeamento.

Já a chamada verificabilidade está relacionada com a capacidade de comprovar se o contrato foi adimplido ou não, tanto para as partes quanto para terceiros (Szabo, 1996, p. 2; 1997, p. 17).

A verificação tem como objetivo principal elaborar um contrato que garanta – tanto às partes quanto a terceiros, assim como uma autoridade reguladora, juízo ou corte arbitral – o cumprimento das obrigações e o seu eventual descumprimento. Representa, portanto, um instrumento útil em situações de questionamento ou disputas contratuais.

Por seu turno, a privacidade refere-se ao controle sobre o conteúdo e andamento do contrato, o qual deve ser compartilhado apenas entre as partes e na medida necessária para ser realizado (Szabo, 1996, p. 2-3; 1997, p. 17). Tal ponto também se associa à guarda contra os ataques de terceiros, além do sigilo das informações contratuais.

A privacidade de um *smart contract*, para além dos pontos acima mencionados – quando visa à limitação da troca de informações e retira terceiros da operação –, permite imputar somente às partes a responsabilidade pelas consequências das atividades contratuais (Szabo, 1997, p. 19). Isso limita o escopo de atuação, tornando mais fácil identificar uma quebra contratual por qualquer um dos contratantes, devido à limitação do número de partes atuantes no contrato. Desse modo, a privacidade só seria violada em caso de prestação de contas a uma autoridade competente ou em caso de disputas, onde a observabilidade e a verificabilidade seriam necessárias.

O *smart contract* também deverá ser capaz de se autoexecutar. Essa característica surge de protocolos específicos, visando garantir seu próprio cumprimento, reduzindo a capacidade de execução por meios externos (Szabo, 1996, p. 3).

Além disso, a autoexecução de um contrato está associada à sua capacidade de redução dos custos de transação, seja para adimplemento ou inadimplemento¹⁴.

Os smart contratos são considerados autoexecutáveis, o que é a sua característica mais notável. Essa capacidade está relacionada tanto às disposições de cumprimento do contrato, como, por exemplo, a liberação automática do produto após o pagamento, quanto à sinalização de inadimplemento, com a aplicação automática da penalidade prevista no contrato.

Nota-se que a capacidade de autoexecução, ao menos pela ótica do direito privado brasileiro, está intimamente ligada ao princípio da força obrigatória dos contratos (*pacta sunt servanda*). Configura-se como uma barreira para o inadimplemento e garante maior segurança às partes ao reduzir os vieses subjetivos e a necessidade de confiança. Todavia, tal característica também pode ser o maior desafio nesses contratos, especialmente com relação às questões imprevisíveis que podem surgir após a formalização do acordo, como os fatos que alterem as condições das partes.

Dessa forma, é possível notar que o uso do adjetivo “*smart*” junto ao substantivo “*contract*” foi adequado, ao trazer a ideia de assertividade e não de inteligência, como popularmente se entende. Esse ponto também foi ressaltado por Szabo, ao especificar que optou por chamar esses contratos de “inteligentes” porque

¹⁴ Os custos de transação é um termo amplamente utilizado pelo estudo da Análise Econômica do Direito e, como o nome sugere, está relacionado, dentre outros, ao processo de formação e execução contratual.

Nas palavras de Eduardo Tomasevicius Filho, estes custos "são os riscos e incertezas provocadas por incoerência de comportamento ou por falta de informação, bem como aqueles decorrentes da falta de cooperação" (Tomasevicius Filho, 2020, p. 47). Estão vinculados ao tempo e esforço depreendidos para alcançar ou se avaliar a viabilidade de determinado negócio (*transaction*), e são *ex ante contractus* e *ex post contractus*.

Custos de transação que antecedem o contrato são os gastos de natureza financeira, operacional e intelectual relacionado ao custo para se alcançar determinada informação - como pesquisas e custos em efetuar avaliações - os custos com negociações e aqueles para a conclusão do contrato, a tomada de decisão. Já os custos posteriores a formação do contrato vão desde o seu monitoramento, como garantia de execução, e aqueles relacionados com a rediscussão dos termos contratuais, como a negociação de reajustes de valor ou de condições do próprio contrato, como a repactuação. Além disso, também existem os custos tidos como institucionais, que podem ser relacionados com a solução de controvérsias e a burocracia, como os registros.

são muito mais funcionais (assertivos) do que seus antecessores – e não porque há alguma inteligência artificial atrelada a eles.

Caso haja necessidade de traduzir a expressão para o português, o que não se vê como útil, o significado que melhor se adequa ao original em inglês é “contrato assertivo” ou “contratos assertivos”. Em um sentido geral, também é possível incluir a denominação “contratações assertivas”.

De forma prudente, entende-se que o caminho mais adequado é o da simplificação, utilizando-se apenas “*smart contract*” ou “contratos inteligentes” como sinônimos entre si, os quais irão se referir ao sentido trabalhado neste estudo. De igual modo, utilizar apenas a palavra “contrato” não é inadequado, pois estará inserida em um contexto e não relacionada ao seu sentido jurídico literal, sem necessidade de inclusão do termo “*legal*”.

Percebe-se que considerar o conceito de “*smart contract*” como a assertividade de contratos que utilizam *software* e *hardware* pode ser amplamente aceito e aplicável a qualquer contrato elaborado e/ou executado com suporte tecnológico, quando possuir as características inerentes que os diferenciam de outras formas de contratar. Significa, portanto, o modo de instrumentalizar o contrato, tornando-o mais eficiente em comparação com outras formas de formalizar os pactos negociais.

Conforme será mais bem detalhado no decorrer deste estudo, cumpre mencionar que a conceituação de *smart contracts* aqui proposta é em sentido amplo. Ao analisar pelos critérios jurídicos do direito privado brasileiro, submetendo-os à ótica dos fatos jurídicos, será possível concluir que os *smart contracts* terão um sentido amplo e outro restrito, quando efetuarem contratos na forma juridicamente reconhecida, enquanto subespécie de negócio jurídico.

Após uma análise dos conceitos e principais características do *design* de um *smart contract*, surge a questão de qual seria a estrutura básica de um contrato inteligente e a partir de que ponto tecnológico um contrato deixa de ser apenas um documento digital para se tornar o instrumento tecnológico necessário para atingir os objetivos desejados com sua programação. Esses pontos serão respondidos na próxima Seção deste Capítulo.

2.1.3 Componentes de um *smart contracts* e a automação dos contratos

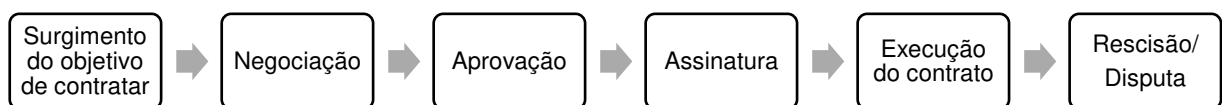
Ainda que possua definição e características próprias, os *smart contracts* precisam atender os objetivos comuns a qualquer contrato e potencializar seu uso, a fim de que sejam observáveis, privados, autoexecutáveis e verificáveis. Essas são as características que os diferenciam das formas de contratação tradicionalmente conhecidas.

Dessa forma, um dos objetivos desta pesquisa é demonstrar que tanto o conceito quanto a ideia de *smart contracts* são mais amplos do que se imagina, ou seja, esses contratos ainda têm um caminho de desenvolvimento para além do que se pratica atualmente, com potencial de evolução nas tecnologias empregadas e nas aplicações.

Desse modo, esta Seção buscará, de forma não exaustiva, indicar algumas das evoluções na automação dos contratos, partindo de um contrato firmado apenas em papel para um contrato autônomo, com pouca ou nenhuma intervenção humana. Para tanto, será utilizada como base a pesquisa realizada por Wilkinson e Giuffre (2020), pois, segundo se entende, consiste em um estudo de qualidade.

Antes de adentrar à ideia de automação contratual, apresenta-se o modelo representado na Figura 1, adaptado do esboço de Wilkinson e Giuffre, para ilustrar de forma simples o ciclo de vida de um contrato básico.

Figura 1 – Ciclo de vida dos contratos



Fonte: adaptado de Wilkinson e Giuffre (2020, p. 3).

É importante salientar que o ciclo proposto não se destina – nem nesta pesquisa, nem nos estudos realizados pelos autores acima mencionados – a abranger todos os arranjos de formação e execução dos contratos, uma vez que cada jurisdição pode determinar suas particularidades. São apresentadas apenas três etapas básicas que são familiares ao direito brasileiro: fase pré-contratual, fase contratual e fase pós-contratual.

A Figura 1 apresenta uma proposta para se compreender as etapas que envolvem a formação de um contrato, desde a identificação dos interesses, passando pelas negociações para definir o objeto contratual, até a assinatura e execução. Aqui, o termo “execução” está relacionado ao início dos efeitos do contrato, e não à execução no sentido processual. Por fim, o ciclo segue por dois caminhos: para uma disputa, caso haja conflito entre as partes, ou para a extinção do contrato, advinda de rescisão, resolução ou satisfação integral das obrigações avençadas.

Entendendo o ciclo da formação de um contrato, é possível observar que, em cada uma das etapas, podem ser aplicados recursos tecnológicos para otimizá-las. As partes podem se utilizar de meios virtuais para negociar os contratos (como reuniões, trocas de e-mails, envios de propostas, entre outros) ou digitalizar determinadas etapas, como formação do contrato por meio eletrônico, uso de assinaturas digitais e auxílio de *software* para gerenciamento contratual, evitando a utilização de recursos físicos. Esses são apenas alguns exemplos.

Verifica-se que todas as fases do ciclo estão abertas para melhorias do processo através da digitalização e automação (Wilkinson; Giuffre, 2020, p. 2). Desse modo, cada etapa do ciclo de vida dos contratos pode ser incorporada por diferentes recursos tecnológicos, seja para otimização dos processos ou para segurança. Conforme será exposto adiante, no que tange aos *smart contracts*, a influência tecnológica mais expressiva está na Fase 5 do ciclo (a execução).

No contexto dos avanços tecnológicos na formação dos contratos, Wilkinson e Giuffre (2020) descrevem seis níveis nos quais a relação entre contrato e tecnologia pode ser situada.

Quando localizado no nível inicial, o contrato é manifesto apenas em formato de papel, com cada parte mantendo sua cópia física (Wilkinson; Giuffre, 2020, p. 13). À medida que os níveis avançam, o contrato passa a ser armazenado em formato digital e começa a ser automatizado em plataformas específicas (Wilkinson; Giuffre, 2020, p. 18). No último nível (Nível 5), há os contratos totalmente autônomos, nos quais a execução ocorre sem intervenção humana. Essa categoria oferece maior segurança e confiabilidade, reduzindo a margem para subjetividade e desconfiança entre as partes (Wilkinson; Giuffre, 2020, p. 19). Os *smart contracts*, com tecnologias mais avançadas, podem ser situados a partir do Nível 3, onde há maior presença de automação e redução da participação humana.

O modelo proposto por Wilkinson e Giuffre, que situa os níveis de automação dos contratos do Nível 0 ao Nível 5 – portanto, seis níveis –, teve como base aquele utilizado pela Society of Automotive Engineers (SAE International)¹⁵.

Wilkinson e Giuffre (2020, p. 10-11) aplicam o Modelo SAE, por analogia, com base no espectro da automação e digitalização dos contratos. O intuito é demonstrar as características que os contratos podem apresentar com base na automação e, a partir daí, identificar quando passa a ser considerado como *smart contract*.

É importante salientar que, para os autores, o contrato se torna um *smart contract* – ou, como preferem denominar, um “*smart legal contract*” (ou, ainda, simplesmente, “SLC”) – ao se tornar um acordo jurídico vinculativo, baseado nas leis e jurisdições a ele afetas, com determinados termos expressos e implementados em código legível por um *software*. Além disso, deve haver um ou mais componentes com capacidade de autoexecução que permitam sua automação, para diminuir ou eliminar a necessidade de intervenção humana nos processos contratuais, atuando como acordos legalmente válidos que podem ser criados, executados, gerenciados e mantidos por meio de automação, seja total ou parcial (Wilkinson; Giuffre, 2020, p. 5).

Cumpra salientar que tal definição se alinha à proposta trazida no decorrer do presente estudo; desse modo, não se está considerando a distinção entre “*smart contracts*” e “*smart legal contracts*”, conforme indicado anteriormente.

Retomando o ciclo indicado na Figura 1, quanto aos *smart contracts*, verifica-se que as mudanças tecnológicas aplicadas aos contratos estão na etapa 5 do ciclo e surgem a partir do Nível 3 de automação.

Por não ser o propósito aqui e nem haver razão para debater cada um dos níveis apresentados por Wilkinson e Giuffre, elaborou-se o Anexo I (apresentado ao final desta Dissertação), onde há uma relação entre os níveis contratuais e suas características básicas; desse modo, recomenda-se a leitura para elucidar melhor o debate. Todavia, serão destacadas as características principais dos Níveis 3 a 5, já que se relacionam diretamente à presente discussão.

¹⁵ O Modelo SAE International J3016 refere-se a um estudo detalhado para veículos autônomos ao considerar a relação entre o motorista e os sistemas de automatização dos veículos operando em rodovias. Conta com seis níveis de automação: o primeiro (Nível 0) representa a ausência de automatização na condução, e o último (Nível 5) caracteriza-se pela automação total da condução. O objetivo foi desenvolver toda uma gama de recursos de automação de condução equipados em veículos motorizados de maneira funcional, consistente e coerente nas estradas (SAE, 2018).

No Nível 3, surge uma plataforma digital especializada que difere dos níveis anteriores por fornecer uma visão compartilhada síncrona de um aspecto digital do contrato. Além disso, permite que alterações e variações do acordo permaneçam sincronizadas e mútuas, como um registro do contrato, aumentando a confiabilidade para as partes envolvidas. É importante salientar que não se trata apenas da guarda de documentos, mas de uma plataforma especializada para essa verificação. Nesse nível, portanto, há maior grau de observabilidade e verificabilidade do *smart contract*.

Já o Nível 4 apresenta um desempenho automatizado, onde o algoritmo imputado ao contrato poderá influenciar diretamente na execução. Nesse caso, há, por exemplo, a associação aos agentes externos como sensores relacionados à Internet das Coisas (IoT, do inglês “*Internet of Things*”).

O Nível 5, por sua vez, prevê um contrato totalmente automatizado, onde há disposição automatizada para todas as tarefas contratuais que podem operar sem intervenção humana. As transações de valores mobiliários que operam por meio de algoritmos são um bom exemplo disso.

Os *smart contracts* operam em três níveis devido à presença de protocolos que terão um impacto maior ou menor na automação das condições contratuais. Podem ser utilizados apenas na redação de termos (Nível 3); em associação com informações externas, como o uso de sensores ou a aquisição de informações de mercado (Nível 4); ou, ainda, ter um nível mais elevado de automação, onde os algoritmos agirão diretamente no resultado contratual (Nível 5).

A próxima seção desta pesquisa apresenta algumas das tecnologias aplicadas aos contratos que têm impacto direto no seu andamento – não apenas na etapa 5 –, de modo a aumentar a automação. Assim, posicionam os acordos como *smart contracts* – por exemplo, o uso da tecnologia Blockchain, dos Oracles e quando os algoritmos atuam como negociadores.

2.2 AS TECNOLOGIAS ADJACENTES: BLOCKCHAIN, ORACLES E ALGORITMOS

2.2.1 Blockchain

Uma das tecnologias mais expoentes, intimamente ligada aos debates e estudos dos *smart contracts* é a blockchain. Essa tecnologia talvez seja a que

possibilitou a existência prática dos *smart contracts* na forma como são hoje conhecidos.

As primeiras teorizações relacionadas com a blockchain surgem em um momento histórico de crise financeira nos Estados Unidos da América (EUA). Ali, um movimento político anárquico buscava – motivado pela insatisfação com o sistema – criar métodos ou pesquisar teorias que fossem contra o controle estatal de grandes corporações. Dessa forma, os debates do movimento dos *cypherpunks*, assim como sobre os *smart contracts*, eram direcionados para esse objetivo.

No ano de 1990, Eric Hughes, John Gilmore e Timothy May estudavam a criptografia e especulavam sobre o surgimento de uma tecnologia que revolucionaria a sociedade em escala mundial, com capacidade de transformação social e econômica. Um documento curioso elaborado por Timothy May, que representa esse pensamento, é o seu manifesto denominado “The Crypto Anarchist Manifesto”¹⁶.

Nesse documento, May não menciona especificamente a blockchain; todavia, essa é a tecnologia que mais representa os ideais defendidos. Quando surgiu, a blockchain possibilitou a concretização de alguns pontos teóricos dos estudiosos da criptografia, especialmente pelo seu confiável potencial de segurança e de independência de terceiros.

¹⁶O “Manifesto da Cripto-Anarquia” é um documento que especula sobre o surgimento de uma tecnologia que apresentava a capacidade de transformação mundial em formato social e econômico. Tal surgimento poderia alterar a forma de relacionamento entre pessoas, influenciar nas entidades públicas e privadas, impactando em diferentes corporações e países. A tecnologia idealizada teria o potencial de escalabilidade e com diferentes aplicações. Tal impacto estaria além do controle estatal, pois, caso estes buscassem retardar ou travar a evolução, especialmente em decorrência do uso indevido, May entende que isso seria incapaz de impedir a propagação da “cripto-anarquia”, por ser um movimento que já teve seu início e com grande potencial de desenvolvimento.

No formato pensado por May os negócios poderão ser realizados sem a necessidade de que uma parte conheça a outra ou necessitem utilizar um intermediador confiável, sendo a reputação uma questão essencial (May, 1992, p. 1). Reputação aqui entendida em sentido de segurança e confiabilidade nas transações.

Inclusive, os pensadores que antecederam May e seus companheiros, são os responsáveis por introduzir a noção de *lex informatica*. Ideia pautada na compreensão de que o código conseguiria regular as relações online, prevalecendo sobre a regulação formal, determinada pelo Estado. Em tal cenário, o Estado seria incapaz de regular ou fazer cumprir a lei num ambiente descentralizado proporcionado pelos códigos (Filippi *et al.* 2022, p. 2).

Com o advento da blockchain, Filippi *et al.* descrevem a tecnologia como uma forma ainda mais eficaz de regular os comportamentos, dando início a uma ideia de *lex cryptographica*, sendo um avanço para a *lex informatica*.

Menengola (2022, p. 56-57) apresenta uma análise aprofundada sobre a Bitcoin¹⁷, a qual surgiu como uma esperança para aqueles que estavam insatisfeitos com a crise financeira instaurada naquele momento. Havia uma grande insatisfação pessoal com as instituições governamentais e os bancos. O surgimento de uma moeda digital, com promessas de ruptura com o sistema, parecia ser a solução para o inconformismo.

Com o avanço dos anos, em 2008, após um mês do colapso do banco Lehman Brothers¹⁸, Satoshi Nakamoto¹⁹ publicou o que seria o trabalho principal sobre a Blockchain, o *white paper* denominado “Bitcoin: A Peer-To-Peer Eletronic Cash System”.

¹⁷ A Bitcoin surge como uma promessa de revolução econômica da época, considerando especialmente o descontentamento popular vivenciado pela crise financeira, de modo que a sua criação sinalizava, ao menos a época, uma independência onde o dinheiro não mais precisaria ser controlado por um governo ou limitado a um território soberano (Prates, 2021, pp. 210-211). Com a presente pesquisa não se propõe aprofundar-se no estudo das moedas digitais ou mesmo análise sobre os vieses e momentos históricos do surgimento da blockchain, ou mesmo os *smart contracts*. Entende-se que ainda há margem de pesquisa para uma análise crítica se a Blockchain atende o almejado pelos pioneiros na discussão cypherpunks e, principalmente, quais são os próximos caminhos não só de evolução tecnológica, mas quais são as próximas discussões socioeconômicas que a tecnologia descentralizada impacta de forma atual e futura na sociedade, sendo, com toda certeza, um estudo de interesse para a comunidade jurídica, especialmente porque precisará, cada vez mais, compreender os impactos que isso gera, seja na seara econômica e tributária, quanto no impacto social, especialmente porque os debates iniciais surgiram por um viés libertário que deixa, a princípio, de considerar os impactos sociais pautados em uma lógica norte-americana, não condizente com a realidade brasileira.

¹⁸ Esse colapso, ocorrido em setembro de 2008, afetou significativamente os mercados financeiros e a economia global. O Lehman Brothers era uma instituição financeira global importante, especializada em serviços financeiros de investimento, gestão de ativos e corretagem. Entretanto, durante os anos anteriores à crise, o banco teve uma grande exposição a ativos hipotecários de alto risco, especialmente os chamados “*subprime mortgages*” nos Estados Unidos. A crise financeira de 2008 foi causada pela bolha imobiliária nos Estados Unidos e pela crise do mercado de hipotecas *subprime*, que afetou não somente o Lehman Brothers, mas também diversas outras instituições financeiras como o Bank of America, o Washington Mutual e a seguradora AIG (Pati, 2023). Esse marco histórico gerou subsídios para o surgimento de questionamentos quanto ao modelo financeiro posto, motivando movimentos como o dos cripto-anarquistas.

¹⁹ Satoshi Nakamoto é o nome misterioso por trás da blockchain e bitcoin. Ele é o pseudônimo do criptógrafo mais conhecido envolvido com essa tecnologia, gerando muitas incertezas sobre quem foi ou não Nakamoto. Muitos o associavam a uma figura conhecida, Nick Szabo, que, como já foi mencionado nesta pesquisa, foi um difusor e debatedor dos ideais Cyberpunk. Em uma reportagem do The New York Times, publicada em 2015, Nathaniel Popper tece comentários sobre o surgimento da blockchain e a figura enigmática de Nakamoto. O jornalista descreve seus esforços para desvendar a identidade do criptógrafo, além de realizar uma entrevista com Nick Szabo, a fim de averiguar sua relação com o pseudônimo, o que gerou uma resposta negativa, pois Szabo não assumiu ser o responsável. Dessa forma, até o momento, não há uma resposta sobre quem de fato é Satoshi Nakamoto, sendo possível, inclusive, que este pseudônimo seja composto por mais de uma pessoa, posto que Szabo sempre reforçou a necessidade de esforços conjuntos para o desenvolvimento das tecnologias criptográficas.

Em seu artigo, Nakamoto propõe a criação de uma moeda digital que permite a uma parte realizar pagamentos diretamente à outra (peer-to-peer²⁰) sem necessidade de um terceiro intermediador, como uma instituição bancária ou o próprio Estado.

A lógica idealizada por Nakamoto é uma resposta de oposição ao modelo pautado em confiança. Nesse modelo, as partes precisam averiguar a idoneidade uma da outra, além de utilizar um terceiro intermediador, como uma instituição bancária, para validar a operação, gerando o chamado “gasto duplo”.

Ainda em oposição ao sistema baseado em confiança, Nakamoto (2008) indica a necessidade de um sistema de pagamento eletrônico fundado em prova criptográfica. Esse tipo de transação, além de reduzir a necessidade de confiança, também protege os vendedores contra fraudes, já que ocorre por meio de um sistema que impossibilita a reversão da operação.

Desse modo, o autor define a moeda eletrônica como uma cadeia de assinaturas digitais. Nessa cadeia, cada proprietário transfere a moeda assinando diretamente o mecanismo algorítmico de transação (*hash*) e acionando o próximo proprietário, que também será identificado de forma criptográfica, por meio de um identificador próprio chamado de “chave-pública”.

A maior preocupação apontada por Nakamoto é como comprovar a validade das transações. Ele propõe alguns mecanismos que devem ser aplicados na cadeia de operações visando validar as ações, tais como a implementação de carimbos que atestam a data/hora de cada operação, a implementação das chamadas “provas de trabalho” (*proof-of-work*), a concessão de incentivos para que os outros membros da rede validem as operações por meio de consenso, a recompensa com um valor determinado como estímulo, entre outros.

Com essa ideia inicial, aplicada na criação da *Bitcoin*, Nakamoto propôs a concepção de um sistema de transações eletrônicas baseadas em confiança, e sua operação é a ideia básica da existência da Blockchain. A partir disso, a tecnologia foi sendo desenvolvida e estudada por outros pesquisadores que buscam conceituar essas cadeias de blocos e definir o modo como operam, além dos seus impactos práticos, surgindo, inclusive, empresas especializadas em sua criação.

²⁰ *Peer-to-peer* tem a tradução literal de “ponto a ponto”; funciona como uma rede distribuída em que os computadores que transmitem a informação também funcionam como servidores, possibilitando que usuários efetuem transações diretamente entre eles, sem necessidade de um terceiro.

Um estudo relevante para compreensão dos debates atuais sobre a Blockchain é o realizado por Filippi *et al.* (2022, p. 5), no qual, em linhas gerais, define-se a Blockchain como um banco de dados descentralizado, ou um livro-razão público replicado em uma rede *peer-to-peer* descentralizada, que opera sem a interferência de uma autoridade centralizada.

A menção do autor ao termo “público” se dá, pois, inicialmente, a Blockchain poderia ser acessada por qualquer usuário com poder de validar as operações realizadas na rede. À medida que a tecnologia foi se desenvolvendo, surgiram as Blockchains de rede privada (acessadas apenas por pessoas autorizadas) ou licenciadas (acessadas por pessoas pré-identificadas), desenvolvidas por empresas do segmento de tecnologia especializadas nesse sentido.

Como o uso da Blockchain gera os chamados “nós” (*nodes*), que vinculam as operações da rede de forma segura, ela pode ser acessada por diferentes pessoas sem limites geográficos. Desse modo, torna-se uma tecnologia descentralizada e resistente a falsificações.

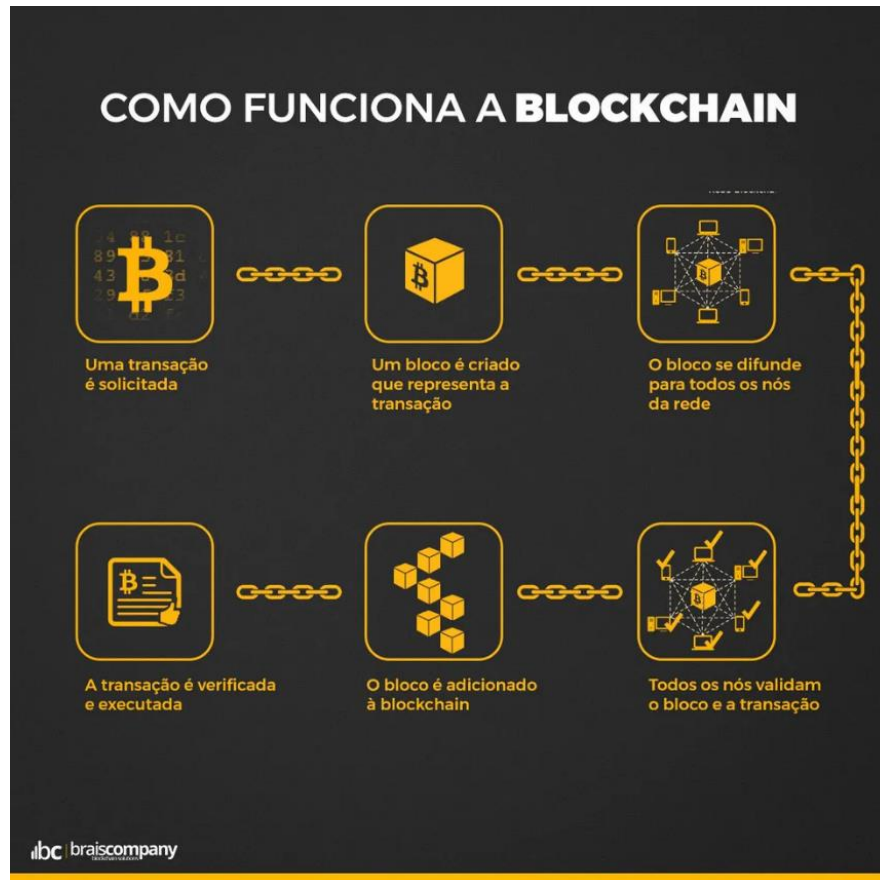
Quando um registro na rede é realizado, a cadeia de blocos gera um livro-razão das operações, que não poderá mais ser alterado. Assim, qualquer movimentação na rede será identificada pelos outros nós.

Ao contrário de uma plataforma tradicional, o uso de uma rede pública de Blockchain é transparente para seus usuários e terceiros, de modo que os protocolos e algoritmos de consenso aplicados são conhecidos por todos os nós da rede. É essa forma, inclusive, que possibilita validar as operações.

Para realizar o acesso ou modificar os dados na rede, os usuários utilizam suas chaves de acesso privadas, tal como um certificado eletrônico. Ao efetuar determinada operação, o histórico associado àquela chave jamais poderá ser alterado; desse modo, será difícil a qualquer usuário alegar que não efetuou determinada operação (Filippi *et al.*, 2022, p. 5).

A Figura 2 demonstra graficamente e de forma simples o modo de operação de uma rede Blockchain

Figura 1 - como funciona a Blockchain?



Fonte: Braiscompany (2021).

Apesar de simples, a Figura 2 resume a lógica operacional de uma rede Blockchain, de modo que é possível verificar seu funcionamento como um banco de transações, organizado de forma cronológica (Wright; De Filippi, p. 6, *apud* Divino, 2019, p. 140). Tal característica é a que possibilita as ditas fidelidade e segurança nas relações estabelecidas por meio da rede (Gonçalves, 2020, p. 30), gerando os históricos de operação para o livro-razão.

Para Divino (2019, p. 140), uma rede Blockchain pode ser caracterizada por cinco componentes-chave.

O primeiro componente nada mais é do que a criptografia²¹, a qual garante a segurança dos dados armazenados na rede.

²¹ A criptografia é um componente importante não só para a estrutura dos smart contracts, mas para toda a discussão envolvendo as atuais tecnologias voltadas para a proteção de informações em ambiente virtual, sendo fundamental para a compreensão atual da informática. Nesse sentido, a criptografia é definida como sendo o mecanismo de proteção de dados, por transformar a linguagem simples (não criptografada), em linguagem computacional criptografada, ou seja, é a conversão de

O segundo componente é a rede *peer-to-peer*, na qual os participantes se conectam diretamente, sem a necessidade de intermediários. Nesse caso, já é possível verificar o ponto principal destacado por Nakamoto, o qual se relaciona à independência de intermediadores.

Já o terceiro componente é o mecanismo de consenso, no qual os participantes da rede chegam a um acordo sobre a autenticidade das transações, tal como tratado por Nakamoto (2008). Esse mecanismo de consenso é a forma escolhida pelo desenvolvedor da rede para validar as transações.

O quarto componente é o livro-razão gerado pela rede, o qual registra todas as transações de forma transparente e imutável. Assim, gera-se um histórico confiável para quem participa da cadeia e para quem eventualmente precise analisar as operações, garantindo-se confiança na execução daquilo que está disposto no registro (Pereira, 2019, p. 11).

Por fim, o quinto componente é a estipulação do conjunto de regras válidas para determinada Blockchain. Essas regras definem as condições para a inclusão e validação das transações. Nesse caso, são as “regras do jogo”, ou seja, aquilo que as partes irão definir como aplicável, especialmente para os registros e as formas de validação.

Essas características da Blockchain tornam-na um novo tipo de banco de dados que permite o compartilhamento de informações e a geração de transações, de forma que as partes possam atuar mesmo que não confiem umas nas outras. Ela foi projetada para alcançar um acordo consistente e confiável sobre um registro de eventos entre participantes independentes, sem a necessidade de contratar ou usar intermediadores (Hileman; Rauchs, 2017, p. 13; Ribeiro, 2020, p. 17). Por óbvio, não se estão considerando os custos com a programação da rede e a contratação de empresas especializadas, ou mesmo de profissionais que operem a rede de forma segura. Aqui, destacam-se somente as ideias-chave da tecnologia em comparação com os sistemas predecessores.

Frente a essa visão panorâmica da tecnologia, resta compreender como ela se associa aos *smart contracts*.

texto em código ilegível que precisam de uma “chave de segurança” para serem decifrados e se tornarem legíveis. A criptografia protege as informações de forma confidencial, íntegra e mantém sua autenticidade (IBM, 2024).

Filippi *et al.* (2022, p. 6) destacam que muitas Blockchains não se limitam apenas ao registro de dados ou informação de operações, mas conseguem armazenar e executar códigos de *softwares* de modo a garantir sua execução, sem alterações no programa. Essa ação possibilita a criação de aplicativos que não serão executados em um servidor específico, mas de forma descentralizada. Segundo indicam os autores, os aplicativos que funcionam dessa forma ganham uma denominação genérica de *smart contracts*, quando um determinado código é executado por meio da Blockchain.

Importante destacar alguns pontos dessa associação apresentada por Filippi *et al.* (2022), na forma acima indicada. Em primeiro lugar, os autores referem como os *softwares* que executam a Blockchain geram *smart contracts*. Mas há um ponto relevante: não é necessário que a operação seja toda executada em Blockchain, mas sim uma parte do *software*, que terá a possibilidade de segurança e operará de forma descentralizada e imutável.

Compreendendo que o uso da Blockchain pode gerar contratações inteligentes, alguns autores associam a criação dessa tecnologia disruptiva à difusão dos *smart contracts* conforme idealizados em sua teoria inicial (Pereira, 2019, p. 9; Floriani, 2020, p. 173).

No decorrer do presente estudo, serão abordados exemplos da aplicação de *smart contracts* e Blockchain. Esta Seção buscou apenas contextualizar o surgimento, o funcionamento e a relação entre essa tecnologia e as contratações inteligentes, trazendo seus conceitos básicos.

Entende-se que a linguagem da criptografia e o funcionamento pormenorizado da Blockchain apresenta desafios para os pesquisadores juristas, visto que não se trata de uma área afeta às ciências jurídicas. Não é dever do pesquisador do Direito compreender a programação de uma Blockchain ou de um *smart contract*, uma vez que essa tarefa deve ser atribuída aos profissionais competentes. No entanto, é relevante para a área jurídica compreender o funcionamento e as implicações das tecnologias aqui estudadas, a fim de se analisarem os possíveis impactos que elas podem causar nos negócios jurídicos, assim como as responsabilidades adjacentes.

Essas preocupações estão relacionadas à compreensão de como a tecnologia interfere no mundo, quais as responsabilidades dos programadores, como o negócio jurídico é formado e de que forma as operações podem ser

rediscutidas, especialmente em se tratando de um sistema que não permite, inicialmente, nenhuma alteração nos códigos. Esses são alguns dos pontos de interesse da comunidade jurídica. Alguns deles serão abordados no decorrer da presente pesquisa.

2.2.2 Oracles

A formação de contratos eletrônicos descentralizados, como os *smart contracts*, apresenta maior versatilidade quando é utilizada uma tecnologia descentralizada que aumenta sua segurança, como a Blockchain; todavia, a mera inclusão de um código com condições e consequências contratuais previamente aplicadas não é suficiente para sustentar a complexidade de um contrato.

Em um contrato tradicional, por exemplo, há a inclusão de cláusulas concernentes a questões externas que influenciam o negócio pretendido. Algumas são relacionadas com situações de caso fortuito ou força maior, que, na maioria das vezes, são aplicadas como hipóteses nas quais os compromissos contratuais podem ser mitigados. Outras implicações externas ao contrato são aquelas inerentes ao próprio negócio, como variação cambial, aplicação de reajustes de preço, previsões que busquem adequar o contrato em caso de manifesto desequilíbrio econômico-financeiro, previsões sobre variação na bolsa, entre outros.

Nesse sentido, cumpre aos contratantes buscarem a redação de cláusulas que lidem com as especificidades do negócio formado, além de previsões mínimas sobre o procedimento a ser adotado em situações de caso fortuito e de força maior.

Ao passo que a Blockchain funciona por um viés determinístico, ou seja, um grupo de sequências previamente estabelecidas, o mundo real funciona de forma não determinística, já que uma série de fatores podem se alterar a todo momento, gerando uma incompatibilidade com o que foi programado. Dessa forma, é necessária uma comunicação bidirecional entre o mundo real e o contrato (Buck, 2017), sendo esse o papel dos Oráculos, ou *Oracles*.

Não muito diferente dos seus antepassados mitológicos, como o Oráculo de Delfos, responsável por prever o futuro trágico de Édipo, os Oráculos possuem um papel nas previsões futuras dos *smart contracts*.

Os oráculos das históricas mitológicas eram objeto de consulta por pessoas que precisavam tomar decisões sobre certos atos. De forma análoga, os Oráculos

aqui tratados funcionam como indicadores para os contratos inteligentes, faltando-lhes o lado místico por serem criados a partir da opção dos agentes contratantes.

É possível associar os Oráculos aos *smart contracts* mediante agentes físicos ou um *software* que fornece informações sobre eventos os quais podem desencadear a execução de suas cláusulas (Silveira, 2022, p. 12). O papel da programação no *smart contract* é indicar quais informações se deseja adquirir do Oráculo escolhido e em que momento essa condição ou consulta será aplicada. Em resumo, o Oráculo será o terceiro confiável, funcionando como um tradutor de informações ou referencial.

Os *smart contracts* funcionam por meio de protocolos de consenso baseados no histórico da rede; portanto, o funcionamento do Oráculo deve estar relacionado a um momento específico do contrato, e não a uma simples informação adquirida que poderá ser transmitida à rede a qualquer momento, sem garantia prévia. Em uma circunstância previamente estabelecida, o algoritmo do contrato inteligente irá captar a informação solicitada ao Oráculo e inseri-la na cadeia, no momento e local designados.

Um caso de contratos inteligentes ativados por uma interface externa é o das apólices de seguro propostas por seguradoras que as oferecem para compensar viajantes que sofrem atrasos ou cancelamentos de voo. A AXA, empresa de seguros global sediada em Paris, é um exemplo de empresa que opera nesse formato. A operação, neste caso, funciona da seguinte forma: a informação do voo é adquirida automaticamente e em tempo real por uma empresa, que funcionará como Oráculo indicada no contrato e a compensação é paga automaticamente quando constatada sua condição de atraso (Stazi, 2022, p. 3).

Outro exemplo do uso de Oráculos associados a contratações inteligentes é a operada pela *insurtech*²² descentralizada Etherisc, que lançou uma plataforma de seguros baseada em Blockchain para agricultores do Sri Lanka (Boddy, 2019).

A fim de ilustrar uma das inúmeras aplicações dos Oráculos, utiliza-se como exemplo uma aposta esportiva entre Brasil e Argentina: suponha-se que um contrato inteligente foi programado para o jogo ocorrido no dia 16 de julho de 2023. O Oráculo, às 00h00 desse mesmo dia, inseriu na rede Blockchain, em um espaço previamente programado, o resultado da partida, na qual o Brasil ganhou da

²² *Insurtech* é a denominação utilizada para startups voltadas para o mercado de seguro.

Argentina por dois gols a zero. Quando executado, no dia 17 de julho de 2023, o contrato deduz que o apostador A perdeu porque enviou uma transação de aposta na Argentina; já o apostador B, que emitiu uma aposta em favor do Brasil, ganhou e deve recuperar seus ganhos, que serão automaticamente enviados a ele.

Conforme se observa, é nítida a importância dos Oráculos para a execução de um *smart contract*. Todavia, em mesmo nível, surgem preocupações com a confiabilidade dos Oráculos, afinal, como se pautar em informações externas?

Pelo cenário proposto, é inegável que a capacidade de aplicação dos Oráculos e sua importância para os *smart contracts* abrem oportunidades para o desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, empresas desenvolvedoras de *software* que buscam construir sua reputação no mercado precisarão aprimorar suas atividades. Assim, embora em um primeiro momento o uso de Oráculos possa gerar desconfiança para os criadores de *smart contracts*, tal problema pode ser mitigado quando existe um setor que explora essa atividade, buscando gerar confiança no mercado.

Os Oráculos podem ser classificados em diferentes tipos: (a) de *software*, que lidam com informações originadas de fontes *online*; (b) de *hardware*, relacionados à IoT, cuja aplicação necessita de informações do mundo físico para alguns contratos, com o uso de sensores de movimento, fechaduras, entre outros exemplos (Matias, 2019). Nesse aspecto, verifica-se que o uso de Oráculos não está associado apenas as questões de mercado, mas também serve como um meio de contato com o contrato programado. No caso, este irá operar a partir de dados reais emitidos por dispositivos tecnológicos que permitem o envio de informações.

Há também os Oráculos de entrada e de saída. Os Oráculos de entrada fornecem dados do mundo exterior, enquanto os de saída enviam informações do próprio contrato para um contexto externo.

Existem, ainda, os Oráculos baseados em consenso. Nesse caso, o Oráculo obtém um consenso a partir da informação de uma empresa ou grupo de pessoas físicas, a exemplo do mercado de previsões mobiliárias ou o uso de empresas confiáveis que servirão como base de informativos (Matias, 2019).

Considerando a atuação dos Oráculos em um contrato com execução automática, observa-se que qualquer erro na informação prestada poderá gerar um resultado incorrigível para os contratantes, afinal, os *smart contracts* são imutáveis.

Dentre os possíveis erros de um Oráculo, podem-se citar: (a) falta de informação – ou seja, o dado não é enviado no momento esperado, causando um bloqueio ou o cancelamento do contrato, salvo se houver uma programação previamente estabelecida para essa hipótese; (b) recebimento de informações falsas ou imprecisas, seja por engano ou propositalmente.

Nas hipóteses de erro, os programadores devem almejar saídas, como cancelamentos ou formas para limitar o uso dos Oráculos.

Para os casos de uso de *software*, é possível usar a prova de honestidade ou *provable-honest* (Polrot, 2016), função que a empresa Oraclize oferece. Trata-se da garantia de que os dados inseridos na cadeia do contrato correspondem à realidade fática. É uma prova pública e verificável, por meio de métodos criptográficos. Portanto, caso seja inserida uma informação em desconformidade com a realidade, qualquer pessoa com o conhecimento apropriado poderá verificar a informação e validar sua veracidade.

Há também o uso dos já citados Oráculos de consenso, com terceirização do processo de coleta e envio de informações para muitos participantes (Polrot, 2016). Esse é um modelo com grande possibilidade de desenvolvimento para empresas especializadas, que poderão funcionar como terceiros confiáveis, atuando como Oráculos para diversos contratos. Como exemplo, menciona-se a atuação da empresa Augur, que visa manter uma previsão de mercado sobre a moeda da Ethereum (ETH).

Para os Oráculos físicos, deve-se buscar o uso de *software* que apresente segurança no envio das informações e formas de programação que possam lidar com imprecisão ou erro.

Por fim, outra forma de garantir a confiabilidade dos Oráculos é o uso de um segundo Oráculo pelas partes a fim de validar a informação do primeiro, ou utilizar um mecanismo de solução de conflitos para Oráculos automatizados (Polrot, 2016).

2.2.3 Os algoritmos

A compreensão inicial proposta nesta Seção é de que os algoritmos são pressupostos para a formação de *smart contracts*, uma vez que estes operam por meio de programas escritos em linguagem algorítmica.

Pode-se definir um algoritmo como um procedimento computacional, no qual a programação recebe determinado valor (ou conjunto de valores) de entrada (*input*) e produz outro valor (ou conjunto de valores) de saída (*output*). Em síntese, refere-se a uma sequência de etapas computacionais que transformam a entrada em saída (Cormen *et al.*, 2009, p. 5).

Ademais, um algoritmo funciona mediante linguagem lógica e atua como ferramenta para resolver determinado problema, descrevendo um procedimento específico para alcançar a relação entre *input* e *output* (Cormen *et al.*, 2009, p. 5).

De forma simples, é possível associar o algoritmo, por exemplo, a uma receita de bolo, a qual apresenta as etapas para se alcançar o resultado final. Caso o cozinheiro falhe na execução, o resultado diferirá do esperado.

Considerando o uso dos algoritmos pela computação, vislumbra-se uma gama de aplicações que impactam diretamente a sociedade, como, por exemplo, os mapeamentos de genoma, as automações, os avanços da Tecnologia da Informação e a construção de mecanismos relacionados a IoT – tudo isso juntamente com suas implicações contratuais.

Os algoritmos também encontram campo fértil no mercado financeiro, o qual se utiliza de suas possibilidades para realizar operações em questão de milissegundos, dada a sua alta capacidade de execução. E é desse modo que os algoritmos conseguem moldar a realidade em sentido formal.

No tocante à tomada de decisão e avaliação, quando comparados a um agente humano, os algoritmos têm desempenho muito superior em razão de sua capacidade de resposta, gerando a *High Frequency Trading* (HFT) ou “negociações de alta frequência”. Já o agente humano tem o dever de cuidado na análise dos termos e condições da contratação – ainda que se valha de um suporte jurídico ou técnico –, fato que não se aplica ao algoritmo, que possui condições previamente programadas e agirá conforme os comandos recebidos.

Nesse sentido, o dever de cuidado e análise, ao menos em parte, é repassado aos algoritmos, pois seu funcionamento se dá por meio de autoaprendizado, além de reagirem a mudanças no mercado de forma rápida. Todavia, apresentam limitações a longo prazo – por exemplo, a alocação presumida nos mercados tradicionais não se aplica ao aprendizado dos algoritmos (Scholz, 2017, p. 132).

O desempenho gerado pelo uso dos algoritmos impacta o modo como as empresas buscam maximizar suas operações. A título de exemplo, a BlackRock²³, uma das maiores gestoras financeiras do mundo, utiliza suporte robótico para potencializar seus ganhos.

Ainda que de forma não comprovada, há uma projeção de que, até o ano de 2025, a força de trabalho humano nas instituições financeiras será reduzida em 10% (Shen, 2017), com aumento no uso de algoritmos e apoio de inteligência artificial.

Desse modo, a motivação da BlackRock e de outras empresas de Wall Street está pautada em reduzir o capital humano para potencializar os lucros e reduzir os custos por meio do uso de inteligência artificial (Shen, 2017).

Em relação aos *smart contracts*, sua existência se deve às possibilidades ofertadas pelo uso dos algoritmos. Quando aplicados para realizar as funções de autoexecução de um *smart contract*, os algoritmos configuram-se como verdadeiras ferramentas; mas vale ressaltar ainda que, devido à sua capacidade de autoaprendizado, podem desempenhar um papel muito mais ativo na formação de contratos com maior complexidade. Nesse sentido, os algoritmos se destacam, o que resulta numa nova categoria de contratos sofisticados, os *self-driving contracts*²⁴ ou “contratos algorítmicos autodefinidos”.

Segundo a pesquisadora Lauren Henry Scholz (2017), os contratos por algoritmos autodefinidos estão relacionados com o papel que irão desempenhar na formação ou execução dos pactos. Nessa modalidade de contrato, uma ou mais partes escolhem como o algoritmo irá determinar sua vinculação ao acordo. Desse modo, é o algoritmo que irá estabelecer os termos do contrato, em vez de um agente humano.

Ainda nesses contratos, os algoritmos podem agir como negociadores antes mesmo da existência formal de um pacto, escolhendo quais termos serão ofertados

²³ Por meio de uma reformulação de negócio, realizada em meados de 2017, a BlackRock efetuou a substituição de parte dos seus gestores de carteiras, os *stocks pickers* por algoritmos, os *stock-trading algorithms* (Shen, 2017; Reuters, 2017), visando aumentar o desempenho da gestão de suas carteiras, com maior atuação nos mercados de ações mais amplos, além de diminuir os custos e cobranças das taxas de serviços.

²⁴ Outros termos podem ser aplicados para definir estes contratos, como os contratos de autocondução, contratos autodirigíveis ou contratos realmente inteligentes. Estes se diferem dos *smart contracts* na forma até então definida, posto que um *smart contract* mais “tradicional” contém provisões *ex ante*, ou seja, atuam conforme a programação previamente definida com resultados já esperados (Silva Neto, 2020, p. 2). Os contratos algoritmos, por sua vez, apesar de possuírem diretrizes previamente programadas, podem apresentar resultados diferentes, dada sua capacidade de adaptação e autoaprendizado, ou mesmo conforme sua liberdade de atuação, saindo da ideia “engessada” aplicada em outros *smart contracts* que terão resultados previsíveis.

e aceitos. Além disso, poderão atuar após a formação do contrato para preencher lacunas²⁵ (Scholz, 2017, p. 132).

Para compreender o grau de atuação e importância do algoritmo em um contrato, deve-se avaliar o papel que desempenha e a tarefa que lhe é atribuída. Essa distinção é baseada no nível de previsibilidade e complexidade das tarefas, bem como nas tomadas de decisão atribuídas ao algoritmo.

Na programação de um contrato, o algoritmo poderá desempenhar a função de ferramenta ou agente. O funcionamento como ferramenta não é complexo, já que o algoritmo detém uma função similar ao uso de um programa como o Excel, por exemplo. Assim, opera como um suporte, sendo possível verificar a atuação da Blockchain nesse sentido, onde é o algoritmo que possibilita a criação da cadeia criptografada, sendo uma ferramenta para tal fim.

Já na função de agente, o algoritmo pode realizar a tarefa de preencher lacunas, por exemplo. Suponha-se que determinado contrato estabeleça como regra geral a compra de ativos mobiliários. Ficará a critério do algoritmo optar pelo melhor ativo e analisar as melhores condições de mercado.

Tal função correlaciona-se com a Teoria da Agência²⁶. Nesses casos, os algoritmos atuarão durante as negociações e no próprio fechamento dos negócios,

²⁵ Cumpre fazer uma breve diferenciação neste papel de “preenchedor de lacunas” do uso de oráculos. Em linhas gerais, os oráculos também operam por algoritmos, uma vez que são eles que permitem a utilização de toda a linguagem computacional. No entanto, quando se trata de contratos algorítmicos, o preenchimento de lacunas está diretamente ligado à capacidade de tomada de decisão e autoaprendizado do algoritmo, ou seja, ele terá uma margem de atuação própria que é imprevisível até mesmo para aqueles que o programam. Neste caso, entram os algoritmos que operam por *black box*, por exemplo.

²⁶ Aqui se torna necessário uma análise ponderada sobre a aplicação da Teoria da Agência quando da atuação dos smart contracts. A disciplina da agência, também denominada representação comercial, está prevista nos artigos 710 ao 721 do Código Civil de 2002, tem definição com base no art. 710, que define “pelo contrato de agência, uma pessoa assume, em caráter não eventual e sem vínculos de dependência, a obrigação de promover, à conta de outra, mediante retribuição, a realização de certos negócios, em zona determinada, caracterizando-se a distribuição quando o agente tiver à sua disposição a coisa a ser negociada” (Brasil, 2002). Trata-se, portanto, de um contrato típico que possui como elementos marcantes: o exercício da atividade empresarial no âmbito mercantil; contratualidade da agência ou representação; profissionalidade do agente ou representante; habitualidade dos atos praticados; autonomia do agente ou representante, dentre outros (Rizzardo, 2023, p. 677).

Por certo, os smart contracts não atuam como agentes contratados, tal como disposto no código civil, nem há existência de um contrato de agência. Todavia, o que se verifica é o comportamento enquanto agente na atuação dos algoritmos, em especial os *black box*. Como destaca Rizzardo, “na agência, quem desempenha age em nome e no interesse de outrem, sem que seja atingido pelos atos que realizar, se proceder no âmbito dos poderes que recebeu” (2023, p. 6479), o agente, portanto, tem o dever de agir com diligência e lealdade em relação aos interesses daquele que delegou poderes. Quando verificado o comportamento dos algoritmos de caixa preta, verifica-se uma atuação com certo âmbito de liberdade a fim de alcançar os interesses daqueles que desenvolveram o *software*. Tal compreensão parte de uma análise inicial, merecendo um estudo

tal como ocorre na compra de ações por HFT. Todavia, as negociações por HFT podem gerar risco de ocorrência dos Flash Crashes²⁷, sendo esse um dos principais pontos de atenção para o uso de algoritmos como agentes.

Com relação à tarefa atribuída, o algoritmo poderá desempenhá-la de duas formas: como preenchedor de lacunas ou negociador, sendo que, neste último caso, o algoritmo poderá ser do tipo *Clear Box* ou *Black Box* (Scholz, 2017, p. 136).

O preenchimento de lacunas, como dito anteriormente, está associado ao papel de agente, ou mesmo ao papel dos Oráculos. Os algoritmos preencherão as lacunas contratuais com informações externas, buscando informações de mercado a fim de propiciar as melhores condições para o negócio. A precificação dinâmica é um exemplo da atuação dos algoritmos como preenchedores de lacunas. Imagine-se a atuação do programa para alterar as condições contratuais durante a compra e venda de passagens aéreas, a escolha de uma reserva para hospedagem, como ocorre nas plataformas Airbnb e Booking, ou durante o cálculo de um trajeto, como nos aplicativos de transporte Uber e 99 App.

Na atuação como negociador, o algoritmo pode ser do tipo *Clear Box* ou *Black Box*, e talvez isso gere maior complexidade e desafio para o direito contratual.

Algoritmos do tipo *Clear Box* podem ser decifráveis por humanos, possuindo uma programação clara que possibilita prever seu resultado e antecipar seu comportamento. Isso porque esses algoritmos apresentam atuação limitada e intenções previamente manifestas (Scholz, 2017, p. 136; Silva Neto, 2020, p. 7).

Já a atuação dos algoritmos *Black Box* não pode ser prevista pelas partes envolvidas. Nesse caso, o algoritmo atua com certa liberdade de agente, apresentando um “comportamento emergente” que não pode ser antecipado de forma prévia (Scholz, 2017, p. 136; Silva Neto, 2020, p. 7).

próprio, a fim de trazer uma análise aprofundada sobre a relação dos smart contracts com as características da agência. Este estudo poderá analisar as consequências e complexidades que as negociações geradas por algoritmos do tipo *black box* podem ocasionar, a exemplo de quando a responsabilização do algoritmo ou do programador quando da inexecução ou erro na execução do *software*.

²⁷ Os Flash Crashes são as perdas financeiras geradas por negociações onde não foi possível identificar ou antecipar o prejuízo financeiro. Um exemplo é a queda de 9% no índice Dow Jones Industrial Average em 2010, quando milhões de dólares foram perdidos em questão de minutos sem que o Departamento de Valores Mobiliários ou a Exchange Commission tivessem conhecimento do motivo (Scholz, 2017, p. 130). Parte de tal fato ocorre porque algoritmos eram proprietários de ativos, deste modo, estas quedas repentinas sem sinalização prévia são chamadas de “Flash Crashes”.

Pelo viés jurídico, em especial, os programas que operam por *Black Box* geram riscos ante a maior margem de atuação do agente digital e a consequente situação de imprevisibilidade. A presente pesquisa não objetiva estudar tal complexidade, mas esta servirá de parâmetro para a análise dos riscos da programação e das consequências advindas dos algoritmos *Black Box*. Isso em razão das dificuldades interpretativas sobre a vontade do algoritmo, tanto na área de programação quanto no campo jurídico quando da análise de consequências.

Conforme o exposto, verifica-se que o algoritmo *Black Box* sempre agirá a fim de encontrar as melhores condições para o negócio, dada a já mencionada programação que possibilita certa margem de liberdade, com imprevisibilidade dos resultados, além da rápida atuação e capacidade de autoaprendizado. Esse comportamento do algoritmo pode ser associado ao de um agente representante que irá vincular o agente representado. Nesse sentido, existe uma margem de aplicação da Teoria da Agência sobre as eventuais responsabilizações do programador ou na análise da tomada de decisão do algoritmo (se, de fato, está associada ao interesse inicial do representado).

Seja do tipo *Clear Box* ou *Black Box*, o uso de algoritmos aumenta a complexidade da relação contratual, observando-se que os contratos algorítmicos representam uma categoria mais assertiva e com maior grau de desempenho no contexto dos *smart contracts*.

Na próxima Seção, serão apresentadas algumas estruturas e aplicações de um *smart contract*.

2.3 AS DIFERENTES APLICAÇÕES DOS SMART CONTRACTS

Feitas as considerações teóricas iniciais sobre a evolução da automação dos contratos e as tecnologias que circundam os *smart contracts*, assim como seu surgimento e conceito, nesta Seção serão apresentados alguns casos práticos a fim de demonstrar como essa forma de contratação impacta a realidade.

O momento tecnológico que a sociedade experiencia a põe em um patamar diferente em relação aos antepassados pautados em ferramentas físicas. Os avanços na computação impactam diretamente o modo de operar do mundo contemporâneo.

A influência dos *smart contracts* no mundo material é característica da Indústria 4.0, e uma gama de aplicações pode ser utilizada em diferentes áreas, como engenharia, saúde, mercados financeiros, propriedade intelectual, direito societário, entre outros.

Nesta pesquisa, inicialmente, contextualiza-se a aplicação dos *smart contracts* para, depois, adentrar nas suas relações com o negócio jurídico. No caso, parte-se de um exemplo hipotético de compra e venda internacional, apresentando-se, em seguida, estudos que versam sobre a aplicação prática desses contratos.

O caso hipotético tomado como exemplo refere-se ao desenvolvimento de um *smart contract* para a consecução de um contrato de compra e venda internacional de uma mesa cirúrgica.

Assim, suponha-se que um comprador A (uma empresa sediada no Brasil) resolva negociar com uma empresa intermediadora B (também sediada no Brasil), sendo a empresa C a vendedora (sediada em Munique, na Alemanha).

Apesar de ser considerado um contrato típico, por possuir previsão mínima em lei, o contrato de compra e venda não possui forma solene, podendo ser firmado, inclusive, verbalmente (Rizzardo, 2023, p. 288)²⁸. Todavia, assim como para outros contratos dessa natureza (com objeto, preço, consentimento e escolha da forma), uma compra e venda internacional possui certas peculiaridades praticadas no mercado, como as condições de importação, com a escolha do *Incoterms*²⁹, os prazos de produção e entrega, as formas de pagamento e a jurisdição aplicável, com escolha da forma de resolução de conflitos.

No exemplo hipotético apresentado anteriormente, suponha-se que o comprador decide negociar com o intermediário e o vendedor e desenvolvem a programação de um contrato inteligente. Nesse caso, o contrato poderá auxiliar em determinados pontos relevantes típicos dessa contratação. Por exemplo, as condições de prazo de entrega, os impactos de exportação e produção, os registros aduaneiros e as avaliações de qualidade.

²⁸ Ressalta-se a exceção prevista no art. 108 do Código Civil, ao estipular que é necessária a escritura pública (forma solene) para negócios jurídicos relacionados a direitos reais sobre bens imóveis de valor superior a trinta vezes o salário mínimo vigente. Todavia, não é o caso discutido neste exemplo.

²⁹ A Câmara de Comércio Internacional (ICC - *International Chamber of Commerce*), em meados de 1936, criou as primeiras normas para facilitar a comunicação para o comércio internacional. Os *International Commercial Terms (Incoterms)* são normas padronizadas para alocação de riscos, responsabilidades, custos e obrigações entre compradores e vendedores em um contrato de compra e venda de mercadorias (Bueno, 2024).

Caso as partes escolham pela aplicação do *Incoterm EXW (Ex Works)*, os registros do contrato podem estipular quando a obrigação do vendedor foi cumprida. Além disso, é possível que os registros de importação e aduaneiros sejam diretamente lançados no contrato por meio de um registro seguro baseado em Blockchain. Entretanto, deve-se considerar as peculiaridades da própria produção e da exportação, que podem ser afetadas pela falta de matéria-prima, bem como por fatos imprevistos, como greves, guerras ou embaraços aduaneiros. Por meio de Oráculos, as partes podem obter essas informações externas, de modo que o contrato registre as causas que impactam a entrega.

Outro ponto típico da compra internacional é o pagamento, que, em alguns casos, é realizado no ato da assinatura do contrato e estipulado em moeda estrangeira; contudo, o Código Civil, no seu art. 318³⁰, estabelece que os contratos devem ser firmados em moeda nacional, sob pena de nulidade, salvo as exceções previstas na Lei nº 14.286, de 29 de dezembro de 2021, que trata sobre o mercado de câmbio brasileiro. Ao utilizar a programação, o contrato pode registrar a data do pagamento com o histórico da conversão do valor em Real, conforme o fechamento do câmbio naquele dia.

Por fim, é possível escolher a forma de resolução dos conflitos. Por exemplo, utiliza-se um recurso no contrato que estabeleça a possibilidade de uma das partes indicar o inadimplemento; assim, o contrato trava automaticamente, abrindo outro recurso para as partes realizarem as negociações ou seja realizada uma mediação. Após, as partes indicam uma resposta positiva ou negativa sobre a concretização ou não de acordo.

Conforme apontado, esse é um exemplo teórico da aplicação de um *smart contract* em contrato de compra e venda internacional. Porém, outros estudos também se debruçam de forma prática ou teórica sobre a possibilidade de uso desse contrato.

O campo financeiro, conforme mencionado neste trabalho, já se favorece do uso de algoritmos e *smart contracts*. Gobbo (2022, p. 70) menciona como os “*smart contracts* poderiam servir de base para um novo tipo de instituição econômica, a organização autônoma distribuída”, aludindo à *Decentralized Autonomous*

³⁰ O art. 318 do Código Civil, assim estabelece: São nulas as convenções de pagamento em ouro ou em moeda estrangeira, bem como para compensar a diferença entre o valor desta e o da moeda nacional, excetuados os casos previstos na legislação especial (Brasil, 2002).

Organization (DAO). Nesta, os participantes pertencentes à rede Blockchain desse contrato têm acesso às informações e podem realizar transações de forma segura com seus membros validando as operações.

Outro exemplo apresentado por Gobbo (2022, p. 72) é o uso dos *smart contracts* em cláusulas de *Escrow*. Tal aplicação também é destacada por Maffini (2022), onde essa conta de garantia é comumente utilizada em contratos empresariais. Desse modo, a criação de protocolos de *Escrow* podem operar como garantia, a fim de mitigar a variável de desconfiança naqueles contratos. Associado ao uso de Oráculos, o contrato poderá operar por protocolos que verificam se as condições precedentes foram atendidas para a liberação dos valores bloqueados em garantia. Nesse caso, as criptomoedas podem ser usadas como ativos bloqueados, reduzindo os custos de transação, como a contratação de instituições financeiras, operando de forma automática pelos contratos.

No campo societário, a utilização de recursos da tecnologia Blockchain pode ser aproveitada pelos acionistas de uma determinada companhia durante a realização de assembleias. Isso resulta em maior confiabilidade no procedimento, redução nos custos de transação (sendo desnecessário o uso de terceiros imparciais e de meios para aumentar a segurança das informações), assim como diminuição na necessidade de confiabilidade entre os acionistas.

Por meio de uma rede Blockchain, acessada apenas por acionistas de uma determinada companhia, o uso de *smart contracts* permite que a realização de assembleias de companhias abertas seja previamente programada consoante as regras da convocação, assim como o estatuto da companhia e a norma aplicável. A partir desse ponto, Porto *et al.* (2019, p. 21) destacam que, quando as informações da assembleia forem inseridas em rede Blockchain, os acionistas podem votar diretamente e em um curto espaço de tempo, com possibilidade de acesso aos históricos de modo seguro, por meio do registro da rede.

Os *smart contracts* também possuem um papel relevante nas operações de compra dos chamados *Non-fungible Tokens* (NFTs). Uma vez que são registradas e seguradas por Blockchain, as operações por meio de *smart contracts* tornam possível tal venda e garantem que o bem virtual adquirido é único, sendo possível atestar a propriedade do comprador (Brasileiro *et al.*, 2022, p. 53; p. 58).

Dessa forma, no que diz respeito à propriedade intelectual, especialmente à gestão de direitos digitais, vale citar os *Digital Rights Management* (DRM), os quais

são utilizados para proteger bens eletrônicos de qualquer uso indevido. Oliveira e Lazarin (2020) propõem em seu estudo um modelo de *smart contract* para empréstimo ou revenda de arquivos digitais. Tal modelo visa assegurar a proteção do direito autoral, permitindo o uso do bem por terceiros, sem que, contudo, haja alteração ou violação. Isso pode ser aplicado, por exemplo, em relação aos livros digitais, figurando-se determinada empresa ou pessoa física como controlador do arquivo e possibilitando a transferência a terceiros de forma restrita; nesse caso, o terceiro pode ter uma chave pública criptografada que lhe permita acessar o bem.

Em um estudo prático sobre a aplicação dos *smart contracts*, Schüller *et al.* (2022) buscam demonstrar como a adoção desse tipo de formação contratual pode auxiliar nos contratos de franquia. Em um primeiro momento, teoricamente, evidencia-se que as franquias se beneficiam da Blockchain e dos *smart contracts* por conseguirem maior segurança no controle da cadeia de suprimentos, proteção à marca, uso de informações de mercado e controle automatizado das relações monetárias do contrato. Cita-se como exemplo as taxas de franquia e o pagamento de *royalties* (Schüller *et al.*, 2022, p. 289).

Ao analisar um contrato real de franquia, essa pesquisa inovou por demonstrar que a automação, de fato, apresenta benefícios às disposições contratuais por *smart contract*, como a autoexecução, por exemplo. Além disso, parte do contrato se vale da segurança oferecida pela Blockchain, que mantém um registro seguro das operações.

Pelo viés tributário, Caliendo e Duarte (2019, p. 1.666) destacam como a possibilidade de se obterem informações de modo seguro e automático – a partir de um sistema descentralizado – permite o desenho de um contrato inteligente que efetue o repasse automático de tributos ao Fisco quando a operação ocorrer. Outro benefício evidenciado é o histórico seguro das operações que podem ser disponibilizadas aos agentes fiscalizadores; isso tem o potencial de reduzir fraudes, obtendo-se um canal informativo que também resguarda o contribuinte. Nesse caso, rememora-se uma das peculiaridades dos *smart contracts*, a qual é sua capacidade de ser verificável por autoridades fora do contrato.

Em relação à área da saúde, Moreno *et al.* (2021) propõem desenvolver um sistema com base em Blockchain e *smart contracts* para a criação de uma carteira digital de vacinação. Assim, o contrato auxiliaria na troca de dados sobre as vacinas entre os postos de saúde e o usuário. Tal proposta, ainda que teórica, evidencia a

aplicabilidade dos contratos inteligentes para a saúde, com potencial de proveito para a Administração Pública, que poderia observar a aplicação do contrato, e cada cidadão teria um histórico seguro das suas vacinações.

Já no que toca ao mercado de trabalho, os *smart contracts* podem se voltar a determinadas questões típicas da relação trabalhista. Por exemplo, em um contrato inteligente com um empregado que trabalha em tarefas predominantemente digitais, discutindo-se questões como controle de hora, cálculo de horas-extras, liberação do pagamento automático, apuração de faltas e aplicação de advertências (Addor *et al.*, 2019, p. 1.345).

De acordo com Addor *et al.* (2019, p. 1.345), a aplicação de smart contracts na área trabalhista em uma etapa da contratação - quando elaborados conforme a legislação vigente ou, pelo menos, não contrária a ela - pode aumentar a eficiência e a segurança tanto no pagamento de remunerações e verbas quanto no cálculo de banco de horas, reduzindo os processos e realiza funções até então desempenhadas por um profissional de Recursos Humanos.

A título de exemplo, é possível imaginar um cenário no qual se acompanha o trajeto de caminhoneiros. No caso, a empresa firma um *smart contract* ligado ao caminhão, por meio de IoT, e pode acompanhar o trajeto e o tempo de parada; pode verificar, até mesmo, mediante a execução automática de algumas funções, se o motorista está dirigindo por um período superior ao que pode ser considerado seguro. Nesse caso, também é possível estipular prêmios ou punições segundo o desempenho do profissional.

Contudo, em relação ao exemplo citado, é importante ressaltar que, no contexto das relações trabalhistas, os *smart contracts* podem apresentar baixa utilidade ou eficiência, especialmente quando se adentra à esfera da proteção ao trabalhador.

Por outro lado, é possível encontrar um campo fértil na prestação de serviços, por meio da contratação de profissionais autônomos. Suponha-se que determinada empresa possua um *software* capaz de gerar códigos simples de contratação. A empresa contrata um prestador de serviços de design gráfico, por exemplo, responsável por realizar entregáveis de um projeto em período predeterminado e cronograma previamente estabelecido. O *software* poderá gerar condições de pagamento por horas contratadas ou nos prazos estabelecidos com

execução automática, além de bloqueio e sanções caso o contratante insira informações de inadimplemento.

Esses são alguns dos campos teóricos e práticos nos quais os *smart contracts* podem ser aplicados. Na presente Seção, buscou-se apresentar alguns exemplos da gama de aplicações desse tipo de contrato. Todavia, as pesquisas na área continuam crescendo, de modo que o avanço do presente estudo buscará consolidar as informações e teorias trazidas neste Primeiro Capítulo, adentrando-se à esfera do Direito Privado brasileiro.

3 CAPÍTULO II – A RELAÇÃO ENTRE OS SMART CONTRACTS E O DIREITO PRIVADO BRASILEIRO

O primeiro capítulo deste estudo teve como objetivo descrever a origem e as características dos smart contracts, indicando algumas tecnologias associadas. O segundo capítulo tem como objetivo analisar a relação entre a forma de contratação proporcionada por esses contratos e a compreensão atual do negócio jurídico.

Para alcançar tal objetivo, inicialmente, serão feitas considerações sobre a teoria do negócio jurídico aplicada ao Código Civil de 2002. A partir da ideia inicial da primeira parte, será abordada a forma pela qual os *smart contracts* se relacionam com as contratações tidas como tradicionais, classificando-os na Teoria Geral dos Contratos. Em seguida, serão apresentadas certas peculiaridades dos *smart contracts* que mitigam os riscos das ineficiências contratuais, especialmente para demonstrar como esse avanço tecnológico na forma de contratar também auxilia as partes a diminuir os riscos das contratações em geral.

Por fim, considerando-se todo o percurso teórico aqui proposto, serão abordados alguns desafios jurídicos apresentados pelos *smart contracts*, tais como a forma de revisão e intervenção judicial nesses contratos, as responsabilizações por falhas e os aspectos que envolvem sua regulação.

3.1 SMART CONTRACT E NEGÓCIO JURÍDICO

O Direito Civil é o sistema jurídico que regula a vida dos indivíduos, inclusive quanto às suas relações patrimoniais (Gonçalves, 2022, p. 39), sendo considerado a “Constituição do homem comum”. Não é o único diploma legal que trata das normas de direito civil e privado, mas é o principal conjunto normativo, uma vez que nele estão presentes regras gerais, como as relativas aos negócios jurídicos.

A noção de direito civil como direito privado remonta ao direito romano, no qual os particulares eram submetidos a um mesmo conjunto de normas, sem diferenciação.

Ao longo do tempo, o direito civil sofreu alterações, sendo dividido em outras áreas e de forma mais ampla, como a diferenciação entre direito civil e direito comercial. Atualmente, não se limita apenas ao que está no Código Civil, mas também encontra apoio em outros diplomas legais e na própria Constituição Federal.

O Código Civil de 1916 (Lei nº 3.071, de 1º de janeiro de 1916), antecessor do atual diploma legal, refletia a concepção jurídica da época de sua formação, com ideais predominantes do século XIX e do início do século XX. Tal código, com formato baseado no Código Civil Alemão (BGB, do original *Bürgerliches Gesetzbuch*), possuía um sistema orgânico que dividia o código em Parte Geral e Parte Especial. Todavia, os princípios individualistas presente nesse Código, já estavam ultrapassados no início do século XXI.

Desse modo, os movimentos que colaboraram para a atualização do Código de 1916 já estavam atrelados ao fato de que seu conteúdo não mais representava a sociedade, pois esta vivenciava uma mudança significativa no pensamento político e jurídico, além de modificações sociais, culturais e científicas que influenciavam a forma de socialização. Assim, era necessário substituir o diploma em vigor por outro que correspondesse aos anseios atuais.

Vale registrar que, antes dessa substituição, surgiram diplomas esparsos que modificavam o disposto no Código a fim de acompanhar essas mudanças na compreensão da realidade. Citam-se exemplos especialmente no âmbito patrimonial – com a Lei dos Registros Públicos (Lei nº 6.015/1973), o Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078/1990), leis que tratavam sobre locação, Código de Águas e Código de Minas – e no direito de família, com a Lei do Divórcio (Lei nº 6.515/1977) e o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei nº 8.069/1990).

Outra mudança relevante na concepção social e nas normas infraconstitucionais foi a promulgação da Constituição Federal de 1988, que teve um grande impacto em toda a legislação brasileira. Especialmente, pelo seu caráter geral, influenciando outras normas, como, por exemplo, mediante o critério da função social da propriedade, que refletiu diretamente na forma de contratação dos particulares, levando princípios constitucionais ao direito civil³¹.

³¹ Neste sentido, inclusive, o Direito Civil ganha uma nova roupagem dada a influência constitucional aplicada pela Constituição de 1988, ao passo que ele deverá ser lido e interpretado a partir dos fundamentos principiológicos constitucionais. A expressão “direito civil-constitucional” é fundamentada na “visão unitária do sistema”, ou seja, a interpretação dos ramos do Direito Civil e do Direito Constitucional não deve ser feita isoladamente, mas sim de forma simbiótica, uma vez que, além de não ser contrária à Constituição, ela apresenta princípios que se aplicam ao Direito Civil, como a função social da propriedade, a boa-fé e os princípios sociais e econômicos (Gonçalves, 2022, p. 52). Tal compreensão se aplica à relação entre o Código Civil e as leis esparsas, seja em forma de complementação ou de forma subsidiária, tais como leis processuais, de locação, da arbitragem, Lei do *Software*, leis que tratam sobre propriedade intelectual, dentre outros. Para o presente estudo, não serão abordadas as influências constitucionais, ao passo que necessita de um aprofundamento próprio; todavia, compreende-se que os pontos aqui debatidos já estão envoltos

A codificação confere às normas um papel de relevância jurídica e social por ser um instrumento de unificação do direito, consolidando a política da nação e seus costumes, com o mérito de organizar e sistematizar cientificamente o direito para criar segurança e estabilidade nas relações jurídicas (Gonçalves, 2022, p. 44).

O Código Civil atual (Lei n.º 10.406), ainda que publicado em 10 de janeiro de 2002 (CC/02), surgiu como anteprojeto no ano de 1972, influenciando, dessa maneira, outros dispositivos publicados antes de 2002, a exemplo da própria Constituição Federal (CF/88).

Com efeito, o CC/02 preservou, naquilo que foi possível, a estrutura do Código de 1916, o qual foi atualizado com novos institutos, organizando-se a matéria tratada segundo a sistemática civil mais atual à época. Da mesma forma, com base no BGB, o Código vigente mantém um sistema orgânico de divisão da matéria, em Parte Geral e Parte Especial. Além disso, possui um sistema de “cláusulas gerais”, que, nas palavras de Gonçalves (2022, p. 48), tem “caráter significativamente genérico e abstrato, cujos valores devem ser preenchidos pelo juiz, que desfruta, assim, de certa margem de interpretação”.

A compreensão das “cláusulas gerais” apresenta maior maleabilidade ao texto legal, permitindo conceber que as leis rígidas, as quais pretendem definir tudo a todos, de igual forma, são insuficientes para a realidade fática e podem levar a injustiças. Essa característica é pautada, por exemplo, em conceitos como probidade, boa-fé e função social do contrato, por serem “janelas abertas deixadas pelo legislador, para que a doutrina e a jurisprudência definam o seu alcance, formulando o julgador a própria regra concreta do caso” (Gonçalves, 2012, p. 49).

Quanto à sua divisão, tem-se que a Parte Geral trata das pessoas, dos bens e dos fatos jurídicos – ressaltando-se que estes últimos são o objeto de estudo de maior interesse para a presente pesquisa.

Já a Parte Especial do Código é dividida em cinco livros: Direito das Obrigações, Direito de Empresa, Direito das Coisas, Direito de Família e Direito das Sucessões.

No que tange ao presente estudo, objetiva-se analisar a relação dos *smart contracts* com o direito privado brasileiro. Dessa forma, além dos conceitos de negócio jurídico aplicáveis à Parte Geral, também será abordada a Teoria Geral dos

dos princípios constitucionais aplicáveis, em especial no que concerne a boa-fé, princípio este relevante para a formação de qualquer contrato.

Contratos, que possui correspondência normativa no Direito das Obrigações, no Título V, o qual trata dos Contratos em Geral.

Como o Código Civil é o diploma legislativo de maior relevância para as relações privadas, sendo que o atual tem origem no anteprojeto de 1972, é relevante analisar como os avanços na forma de contratar, proporcionados pelos *smart contracts*, afetam o entendimento tanto do negócio jurídico quanto dos contratos pelo CC/02.

Dessa forma, esta Seção abordará – de forma não exaustiva – conceitos específicos do negócio jurídico relevantes para o presente estudo. Em seguida, serão apresentadas algumas formas de relação entre os *smart contracts* e os contratos “tradicionais”, consoante a Teoria Geral dos Contratos. Por fim, será discutido como os *smart contracts* podem minimizar as ineficiências contratuais. Este último ponto será pautado na lógica da Análise Econômica do Direito aplicada aos Contratos, posto que os *smart contracts* são tidos como modalidades de maior eficiência, reduzindo os riscos próprios das contratações tradicionais.

3.1.1 O NEGÓCIO JURÍDICO PELO CÓDIGO CIVIL DE 2002

O negócio jurídico é uma expressão adotada pelo Código Civil de 2002 como sendo uma das espécies em que se subdividem os atos jurídicos lícitos. Para o Direito, ato jurídico é todo fato que passa por um juízo de valoração e tem relevância jurídica. Como destaca Gonçalves (2022, p. 379), o Direito possui um ciclo vital, pois nasce, desenvolve-se e extingue-se, e essas fases são decorrentes de fatos que alteram sua situação. Todo fato que tem essa capacidade é considerado um fato jurídico, seja ele lícito ou ilícito.

José Abreu Filho (1997), define que “somente será fato jurídico o evento, seja de que natureza for, que repercutir juridicamente” (Abreu Filho, 1997, p. 4), são “acontecimentos em virtude dos quais nascem, subsistem e se extinguem as relações jurídicas” (Monteiro; Pinto, 2011, p. 216).

Os fatos jurídicos são classificados de duas formas, uma quando ganha um sentido “lato” e outra um sentido “stricto”, que estão relacionados a produtividade dos efeitos jurídicos. No sentido lato, o fato jurídico pode ou não resultar de uma vontade humana e, no sentido estrito, resultaria de uma vontade humana, com fonte

volitiva, momento em que o fato jurídico passa a ser definido como “ato jurídico” (Abreu Filho, 1997, p. 6).

Na concepção dos fatos jurídicos em sentido amplo, estão os fatos naturais, ou fatos jurídicos *stricto sensu*, resultantes da simples manifestação da natureza, a exemplo dos atos ordinários – como o nascimento e a morte –, ou fatos extraordinários, caracterizados como fatos fortuitos ou de força maior.

Por sua vez, o ato jurídico está relacionado à vontade humana, também designado como atos humanos ou atos jurígenos, é resultado de um “fato voluntário”, consumando-se por meio da declaração da vontade, ou pelo mero comportamento idôneo com efeitos reconhecidos pelo ordenamento jurídico, efeitos estes reconhecidos independente da vontade do agente (Abreu Filho, 1997, p. 8; Venosa, 2008, p. 320).

Os fatos jurídicos em sentido amplo também podem ser divididos em “fatos humanos” ou “atos jurídicos *lato sensu*”, que decorrem da atividade humana, sendo o objeto de interesse para esta pesquisa³². Subdivididos em lícitos e ilícitos, os atos jurídicos *lato sensu* podem criar, modificar, transferir ou extinguir direitos (Gonçalves, 2022, p. 381).

Os atos lícitos são aqueles para os quais a lei confere regularidade, de modo que deverão ser praticados em respeito ao ordenamento jurídico em vigor, produzindo os chamados efeitos jurídicos voluntários por serem almejados pelo agente. Por sua vez, os ilícitos, apesar de produzirem efeitos jurídicos, são os atos praticados em desacordo com o ordenamento jurídico, produzindo efeitos jurídicos involuntários e criando deveres e obrigações aos agentes, tal como o dever de reparar o dano, conforme estabelecem os artigos 186 e 927, ambos do CC/02.

Os atos lícitos subdividem-se em: (i) ato jurídico em sentido estrito ou meramente lícito; (ii) negócio jurídico; e (iii) ato-fato jurídico. Ressalta-se que o ato

³² Importante esclarecer que, neste estudo, não serão abordados os atos jurídicos em sentido estrito, ou atos jurídicos lícitos (Monteiro; Pinto, 2011, p. 217), pois o objeto de interesse são os fatos jurídicos que conferem poder ou margem de atuação e vontade dos agentes (atos jurídicos *lato sensu*). Fatos naturais ou extraordinários, apesar de gerarem efeitos jurídicos, não são escolhidos pelo agente sobre quem recai o efeito. Porém, entende-se que estes fatos jurídicos extraordinários se correlacionam aos *smart contracts* de modo consequente, ou seja, um *smart contract* poderá ser desenvolvido para lidar quando da formação de fatos extraordinários. Tem-se como exemplo, o desenho de cláusulas contratuais que possibilitem as partes lidarem em situações de caso fortuito ou de força maior. Todavia, esta relação é similar a qualquer outra contratação que se propõe a dispor sobre procedimentos em caso de ocorrência de fatos extraordinários.

jurídico em sentido estrito e o negócio jurídico são atos lícitos que exigem a manifestação da vontade³³³⁴.

Nos atos jurídicos em sentido estrito, conforme a denominação já pressupõe, há uma limitação na vontade das partes, pois a manifestação volitiva do agente está predeterminada em lei, ou seja, ele age estritamente, não havendo escolha quanto à categoria jurídica pretendida.

Gonçalves (2022, p. 409) ressalta que, nesse caso, “a ação humana se baseia não numa vontade qualificada, como sucede no negócio jurídico, mas em simples intenção”. Neste caso, apesar de existir um ato de vontade humano, “o ato, em sua essência, nada mais seria do que um mero pressuposto de efeitos preordenados pela lei” (Abreu Filho, 1997, p. 9).

O reconhecimento de filhos é um caso prático dos atos jurídicos em sentido estrito, não havendo liberdade para se escolherem os efeitos jurídicos que advêm da declaração, uma vez que aquele que reconhece um filho não poderá, por exemplo, impor termos ou encargos no seu reconhecimento. As consequências jurídicas estão estabelecidas em lei, apesar de ter havido o *animus* do genitor em reconhecer a filiação. Nesse sentido, Gonçalves (2022, p. 409) destaca que “o ato jurídico é menos rico de conteúdo e pobre na criação de efeitos”.

A peculiaridade do ato jurídico em sentido estrito é de ser um ato potestativo, de modo que o agente pode influenciar interesses de terceiros. Ou também poderão ser atos declaratórios, em que o agente manifesta suas intenções para terceiros. Nesse cenário, existem diversas ações que o agente poderá realizar, as quais terão

³³ O ato-fato jurídico não exige a manifestação da vontade, por serem ações humanas que geram involuntariamente efeitos jurídicos na forma prevista em lei ou de forma socialmente reconhecida, neste sentido, ato praticado pelo agente será considerado um fato jurídico independente de sua vontade em produzi-lo. A exemplo do achado de tesouro, previsto pelo art. 1.264 do CC/2002, mesmo que o agente desconheça as consequências do achado, ele irá adquirir o direito de metade do bem com o proprietário. Ao analisar as premissas legais e doutrinárias que regem o conceito e a aplicação do ato-fato jurídico, é possível notar que, pelo menos para este estudo, esse fato jurídico não está envolvido nos efeitos dos smart contracts, uma vez que esses contratos nascem da liberdade de contratar. Sendo assim, a manifestação da vontade é um ponto relevante para a análise do estudo da contratação inteligente.

³⁴ Ao se utilizar os ensinamentos do civilista italiano Santoro-Passarelli, José Abreu Filho (1997), indica que podemos realizar uma divisão bipartida nos atos jurídicos, também designados como atos voluntários, sendo os: a) atos jurídicos em sentido estrito; e b) negócio jurídico. Para a primeira divisão, atos jurídicos em sentido estrito, são os relacionados com efeitos preordenados pela lei, em que pese possam vir de uma ação humana, não depende da subjetividade do sujeito para repercutir seus efeitos jurídicos, a exemplo do reconhecimento de paternidade (Abreu Filho, 1997, p. 9). Por sua vez, o negócio jurídico está relacionado com a manifestação da vontade humana.

efeitos jurídicos (troca de domicílio, reconhecimento de filiação, percepção de frutos, entre outros) ³⁵.

Diferentemente da ação limitada do ato jurídico em sentido estrito, no negócio jurídico há uma relação intersubjetiva na qual os agentes podem se utilizar, por meio de uma declaração privada de vontade, das possibilidades previstas ou não defesas em lei para gerar eficácia jurídica, a fim de alcançar suas intenções. Todavia, tais ações necessitam de uma vontade qualificada, não eivada de vícios, em que o agente produz os efeitos pretendidos, desde que respeitada a tricotomia: existência, validade e eficácia. Portanto, a característica primordial do negócio jurídico é ser um ato de vontade, fundado em direito que visa adquirir, resguardar, transferir, modificar ou extinguir direitos (Monteiro; Pinto, 2011, p. 228-229).

No negócio jurídico, a manifestação da vontade possui finalidade negocial, que poderá resultar em aquisição, conservação, modificação ou extinção de direitos, possuindo a figura do contrato como o seu símbolo (Gonçalves, 2022, p. 384). Desse modo, o negócio jurídico se mostra como um fato jurídico rico em conteúdo, de modo a justificar regulação e tratamento mais pormenorizado pelo Código Civil; as previsões legais estão descritas, majoritariamente, no Título I, do Livro III, da Parte Geral, referente aos Fatos Jurídicos.

Santoro-Passarelli, ao reconhecer os atos jurídicos como fatos voluntários, os “fatos conforme a vontade humana” (Santoro-Passarelli, p.79 *apud* Abreu Filho, 1997, p. 16), reconhece o negócio jurídico como uma entidade autônoma dentro dos fatos voluntários. Tal definição é deveras interessante quando do estudo do negócio jurídico, pois o negócio jurídico seria a atuação humana que gera uma “sincronização entre a vontade e os efeitos por ele desejados, efeitos estes admitidos pelo ordenamento jurídico” (Abreu Filho, 1997, p. 16). Sendo, portanto, a causalidade entre a vontade humana e o efeito jurídico, efeito este do tipo lícito. Tal compreensão surge de uma corrente dualista, que compreende que o negócio jurídico se diferencia do ato jurídico.

³⁵ Ao associar com as possibilidades apresentadas pelos *smart contracts*, entende-se que estes possuem um alcance limitado na formação de atos jurídicos em sentido estrito, pois não há acordo de vontades. Os *smart contracts* poderão gerar estes efeitos jurídicos, mas de forma consequential ou de forma subsidiária, por exemplo, a elaboração de testamento virtual que, dentre outras previsões, possui o reconhecimento de filiação gerando um ato jurídico em sentido estrito, mas por meio de um negócio jurídico, como o testamento. O verdadeiro campo de atuação dos *smart contracts* mostra-se mais fértil quando os agentes possuem margens de contratação. Os atos jurídicos em sentido estrito, por serem revestidos de previsão legal, não necessitam, ao menos em princípio, de meios rebuscados para seu alcance.

Debater integralmente os conceitos e previsões legais referentes ao negócio jurídico é um ato complexo, que merece profundidade e dedicação a fim de tratar sobre todas as características, implicações e conceitos que tangem aos negócios jurídicos. Desse modo, serão tratados pontos considerados relevantes para o estudo do *smart contract*, conforme o recorte desta pesquisa.

Na doutrina jurídica nacional, não há uma classificação uniforme para os tipos de negócios jurídicos, pois poderão ser classificados: pelo número de declarantes; conforme a vantagem auferida pelas partes; quanto ao momento da produção dos seus efeitos; ao seu modo de existência; pelo número de atos necessários; entre outros.

Dentre as classificações, duas são relevantes para os impactos dos *smart contracts*, pois, destas, subentendem-se as demais, quais sejam: quanto ao número de declarantes e quanto às vantagens patrimoniais.

Quanto à classificação do negócio pelo número de declarantes, tem-se que os *smart contracts* podem ser utilizados para realizar negócios jurídicos unilaterais, bilaterais ou plurilaterais, como os contratos de consórcio. Como destacado na parte inicial deste estudo, a criação de uma rede descentralizada para operação de um determinado *smart contract* poderá permitir o acesso a inúmeros agentes. Trata-se de uma das características essenciais na proposta de criação dos *smart contracts*: a independência de uma autoridade central.

Um *smart contract* também poderá operar negócios unilaterais, caso utilizado, por exemplo, para a criação de testamentos digitais.

Quanto a sua capacidade de gerar diferentes negócios, a depender do número de declarantes, os *smart contracts* também possibilitam, por consequência, a formação de negócios jurídicos com diferentes vantagens patrimoniais, sejam elas onerosas, gratuitas ou neutras³⁶.

³⁶ Para as vantagens patrimoniais neutras, ao menos em primeira análise, o uso de smart contracts não parece vantajoso. Neste tipo de vantagem falta a atribuição patrimonial, tal como ocorre quando do uso de cláusulas de inalienabilidade para impedir a comunicação de bens dos cônjuges. Neste caso, os efeitos jurídicos perduram e refletem em questões ligadas a relacionamentos, direitos de família e sucessório. O uso de uma forma de contratação que se pauta no desenho de um *software* para executar termos contratuais e com incapacidade de alteração, pode não ser o recurso mais adequado quando o contrato possuir reflexos patrimoniais neutros. Portanto, para casos deste gênero, entende-se que uma forma de contratação tradicional seja mais apropriada. Tal conclusão também decorre do fato de que uma contratação por vias tradicionais possuirá maior recepção em caso de necessidade de comunicação com cartórios ou registros de imóveis, por exemplo, e não necessitam de uma estrutura rebuscada para sua formação.

Há que se considerar também a questão da formalidade exigida na formação dos negócios jurídicos, a qual poderá ter caráter solene ou não. Os negócios solenes exigem o respeito a uma forma prescrita em lei. Por outro lado, os negócios jurídicos não solenes são formados livremente, ou seja, sem necessidade de seguir uma forma prescrita em lei.

Com base nesses dois tipos de formalidades requeridas, identifica-se que os contratos não solenes encontram um campo de interesse para os *smart contracts*. Por outro lado, na formação de negócios onde a solenidade é um fator relevante, os *smart contracts* podem não ser a melhor forma possível – ou mesmo a resposta – para uma contratação.

Importante relembrar que os *smart contracts* são um recurso tecnológico utilizado pelos contratantes a fim de se obter uma contratação assertiva, inteligente e com efeitos próprios. Ao se verificar a necessidade de formalidade, os contratos tradicionalmente conhecidos podem ser a resposta mais eficaz e barata, já que a forma prevista em lei é o pressuposto para a existência desses contratos³⁷.

Além das classificações, o negócio jurídico também possui uma regra geral sobre os elementos que o compõem, quais sejam: essenciais, naturais e acidentais. Essa divisão tem berço no direito romano, configurando-se sólida concepção jurídica que perdura ao longo do tempo.

Os elementos essenciais (*essentialia negotii*) apresentam caráter estrutural e indispensável à existência e substância do ato, são a estrutura que forma a

³⁷ Em um negócio de venda e compra de imóvel, por exemplo, os contratantes precisarão agir conforme as normas dispostas para formação deste tipo de contrato, sob pena de nulidade. A solenidade imposta para formação destes contratos constitui a substância do ato em si. Além de se submeter a forma prescrita em lei, enquanto um contrato típico, este título translativo, este deverá ter seu registro junto ao Registro de Imóveis, tal como preconiza o artigo 1.227 do CC/2002. Neste cenário, considerando a formalidade prescrita, ao se utilizar um smart contract, além das partes incorporarem as cláusulas típicas desta contratação (descrição do imóvel, preço, condições de pagamento, registro, etc.) precisarão apresentar o contrato ao Registro de Imóvel, com todos os efeitos tributários aplicáveis. Escolhendo por tal opção, os contratantes precisarão garantir que o próprio Registro de Imóveis possua capacidade técnica e compatível para reconhecer os termos e códigos aplicados no smart contract. Inclusive, uma saída para tal cenário é a criação de um smart contract reconhecido e compatível com registros de imóveis, a fim de aumentar a segurança no registro das certidões de imóveis.

Neste cenário, o Colégio Notarial do Brasil/Conselho Federal (CNB/CF), desenvolveu o e-notariado, que incorpora a tecnologia blockchain em diferentes cartórios pelo Brasil, para auxiliar nas negociações e documentos que envolvem a fiscalização e o processo das intermediações e negócios imobiliários (Cointelegraph Brasil, 2023). Esta iniciativa contribui para a propagação do uso dos smart contracts na forma aqui discutida, criando a noção de propriedades inteligentes ao passo que auxilia na segurança envolvendo o registro de imóveis.

substância e sem os quais o ato negociação não existe, como a própria declaração da vontade do agente em realizar o negócio.

Os elementos naturais (*naturalia negotii*), como o nome indica, são consequências ou efeitos que surgem da natureza do negócio, mas podem ser afastados consoante o interesse das partes. Exemplos são as consequências dos vícios redibitórios e da evicção, nos quais a lei permite que os agentes pactuem efeitos diversos da regra geral, conforme os artigos 442 e 448, ambos do Código Civil de 2002.

Por sua vez, os elementos acidentais (*accidentalía negotii*) são as estipulações acessórias, que as partes podem inserir para modificar os elementos naturais, por exemplo, impondo condições, termos, encargos, o *pactum de non praestanda evictione*, o prazo para entregar a coisa ou pagar o preço (Monteiro; Pinto, 2011, p. 229).

Para um negócio jurídico se perfectibilizar e ser reconhecido com todas as suas características válidas, precisará respeitar a tricotomia da existência, da validade e da eficácia. Tal divisão foi pensada por Pontes de Miranda, ganhando a alcunha de Escada Ponteana, ao representar níveis para validar todas as características do negócio jurídico.

A declaração da vontade, a finalidade negocial e a idoneidade do objeto, quando da formação de um negócio jurídico, são alguns dos elementos estruturais que compõem o plano da existência. Em caso de ausência ou vício no plano da existência, o negócio jurídico não será avaliado pelo plano da validade, ou da eficácia, pois será inexistente, formando um “nada jurídico” (Gonçalves, 2022, p. 416).

A vontade do agente é um pressuposto da existência por estar relacionada com o objetivo negocial; sendo um elemento de caráter subjetivo (autonomia da vontade), é necessária sua exteriorização para validade do negócio jurídico, podendo essa manifestação ocorrer de forma expressa, tácita ou presumida³⁸.

³⁸ Nesse aspecto, surge um desafio jurídico para compreensão de como se exterioriza ou se valida a vontade do agente para aqueles smart contract firmados por algoritmos. Afinal, há a manifestação da vontade? A resposta é positiva, em que pese o agente não seja identificado de forma simples, como pode ocorrer em uma contratação adicional, ele existe.

Caso se esteja diante de uma contratação finalizada ou operada por algoritmo, o agente humano, detentor da subjetividade necessária para manifestar à vontade, será o programador do contrato ou aquele que encomendou a criação. O papel do algoritmo será a de ferramenta para perfectibilizar a manifestação da vontade dos seus criadores. Em outro cenário, supondo a criação de uma cadeia blockchain onde os usuários acessam apenas por chaves criptografadas e pseudônimos, o ato da

A finalidade negocial, ou jurídica, também compõe o plano da existência, ao passo que gera o propósito de adquirir, conservar, modificar ou extinguir direitos. Como bem destaca Gonçalves (2022, p. 424), sem a finalidade negocial a manifestação da vontade dos agentes poderá resultar em atos jurídicos em sentido estrito, pois, caso não se manifestem sobre alterar determinado efeito jurídico, poderão ser aplicados os efeitos determinados em lei, de forma estrita.

Na finalidade negocial, especialmente quando se busca a conservação de direitos, a atuação automática dos *smart contract* se correlaciona a esse objetivo, pois, para resguardar ou conservar seus direitos, o titular poderá tomar medidas de caráter preventivo ou repressivo.

As medidas de caráter preventivo visam garantir ou acautelar o direito contra futura violação, podendo ser de natureza extrajudicial (como a criação de hipoteca, penhor, alienação fiduciária, fiança etc.) ou judicial, atrelando-se às medidas cautelares previstas no Código Civil (como arresto, sequestro, caução, busca e apreensão etc.).

Já as medidas de caráter repressivo buscam restaurar o direito violado, ou seja, ocorrem *a posteriori* do fato. Nesse caso, uma pretensão é levada perante um juiz de direito, ou o conflito é resolvido por meios extrajudiciais, como mediação ou arbitragem.

Dentro dessa concepção, a aplicação de *smart contracts* pode auxiliar as partes a resguardarem seus direitos de forma preventiva e repressiva. Compreende-se, inclusive, que os *smart contracts* atuam de forma mista na conservação de direitos.

No primeiro caso, o *smart contract* poderá apresentar medidas preventivas ao se utilizar um sistema de criptografia segura, que impossibilita a alteração das disposições contratuais e do histórico de andamento das transações, além de

assinatura e a permissão para firmar contrato naquela rede, pressupõe a existência do agente humano, ao passo que ele vai inserir sua chave privada e registrar seus dados de acesso, tal como já apontado por Teider (2019, p. 82-83).

Qualquer discussão atrelada a capacidade do agente, como, por exemplo, argumentar que não é possível comprovar que a mera assinatura por criptografia, seja pelo uso de chave privada não é pressuposto para atestar a capacidade do agente, irá se submeter às regras gerais para atestar capacidade, tal como ocorreria em qualquer contratação tradicional, mas com peculiaridades e desafios próprios de uma contratação eletrônica. Por certo, é merecida a atenção neste aspecto, pois não há uma garantia que o agente humano contratação, mas possuindo as peculiaridades dos *smart contracts*, que será a eventual dificuldade em localizar o agente.

possibilitar a criação de mecanismos de garantias, como uma conta *Escrow*, por exemplo.

Os *smart contracts* também podem atuar de modo repressivo, mesmo que não seja submetido a um juiz, mediador ou árbitro, em que pese essas opções também possam ser inseridas em uma programação. Os *smart contracts* podem se utilizar de termos que apliquem sanções por descumprimento contratual de forma automática, como a autoexecução de determinada penalidade. Por exemplo, em uma situação de compra de veículo com alienação fiduciária, em caso de atraso no pagamento, poderão existir termos contratuais que realizem o bloqueio do sistema eletrônico do veículo em caso de inadimplemento. Por certo, nesses casos, há de se esperar razoabilidade das partes para tal situação ocorrer de maneira ponderada e não no primeiro atraso no pagamento ou com poucos dias de inadimplência.

Já com relação ao plano da validade, o negócio jurídico precisará respeitar certos requisitos para produzir efeitos. O art. 104 do Código Civil indica que a validade do negócio jurídico requer: agente capaz; objeto lícito, possível, determinado ou determinável; e forma prescrita ou não defesa em lei. O primeiro requisito guarda relação com o viés subjetivo do agente; já o segundo está relacionado a critérios objetivos, pois se relaciona com o objeto do negócio. A forma, por sua vez, está relacionada com o meio em que se exterioriza a declaração da vontade.

No direito brasileiro, a forma é, em regra, livre, adotando-se majoritariamente a teoria do consensualismo, possibilitando o amplo uso de *smart contracts*. Tal fato tem previsão no art. 107 do Código Civil, que assim dispõe: “a validade da declaração de vontade não dependerá de forma especial, senão quando a lei expressamente a exigir”; desse modo, os agentes contratantes, por meio de consenso, poderão adotar a forma que consideram mais adequada para a contratação almejada, desde que a lei não exija ação diversa.

Segundo a doutrina, a forma pode ser de três espécies: livre, especial ou solene e contratual.

A forma livre opera-se por qualquer meio de manifestação da vontade, não sendo necessária a formalização por documento escrito. Já a forma especial ou solene, exigida por lei, configura-se como requisito de validade do negócio para assegurar sua autenticidade. Considerando o quanto já disposto neste estudo, depreende-se que os *smart contracts* não possuem campo de atuação nas formas

livres e não são de interesse em relação às formas solenes, ao passo que estas últimas exigem regramentos específicos e critérios de validade para seu reconhecimento. Isso, é claro, não obsta o uso dos *smart contract*, apenas indica que tais formas podem não ser as mais apropriadas.

Já a forma contratual, como o nome sugere, mostra-se um campo de atuação para os *smart contracts* ante uma formalização por meio de instrumento próprio a fim de atender os interesses das partes.

Em análise geral, pela regra que domina o campo da validade do negócio jurídico, denota-se a clara viabilidade do uso de *smart contracts* para gerar negócios jurídicos. De um lado, estarão limitados ou impossibilitados para uso em negócios jurídicos que necessitem de formalidade solene. Todavia, ainda encontram um campo fértil de atuação para negócios que possam ser firmados livremente por meio de diferentes modelos de contratação.

Transpassados os planos de existência e validade do negócio jurídico, tem-se o plano da eficácia, no qual os fatos jurídicos produzem efeitos.

Retomando-se o quanto discutido nesta Seção sobre o negócio jurídico, denota-se que o plano de maior relevância para o estudo dos *smart contracts* é o da validade.

O plano da existência é pressuposto essencial, não importando a discussão quanto à formalidade para consecução do negócio jurídico, pois, se o plano da existência não for respeitado, não haverá discussão quanto aos seguintes.

Porém, é no plano da validade, relacionado à formação do negócio em si, que as contratações por *smart contract* devem ser avaliadas.

Como destacado neste estudo, os *smart contracts* geram negócios jurídicos, desde que respeitadas as regras para sua formação, assim como são aplicados a quaisquer outras formas de contratar. Configuram-se apenas como uma possibilidade adicional e assim devem ser reconhecidos.

A formação de contratações inteligentes não deve ser considerada uma modalidade superior às outras; pelo contrário, estão em pé de igualdade. O que as diferencia é a instrumentalização contratual. Tal como ocorre em outras formas de contratação, seja meio físico ou virtual, os agentes contratantes devem avaliar qual o melhor modelo que se adequa aos seus objetivos, analisando o risco do negócio e optando pelo formato que apresente maior segurança.

Dada a peculiaridade dos *smart contracts*, conforme já tratado neste estudo, vale retomar seu aspecto no campo dos efeitos jurídicos. Em que pese os *smart contracts* tenham o campo de atuação e existência por meio dos negócios jurídicos, não são apenas estes fatos jurídicos que estes podem gerar.

Teider (2019), ao analisar os *smart contracts*, indicou que “podem ser concebidos como negócios jurídicos em sentido estrito, válidos e eficazes à luz da teoria da ‘Escada Ponteano’”. No entanto, os resultados da presente pesquisa se alinham em parte com esse entendimento, pois os *smart contracts* podem operar atos jurídicos em sentido estrito, mas sem diferenciação no campo do negócio jurídico, seja estrito ou não.

De outro lado, Divino (2018) traz uma conclusão alinhada ao presente trabalho, já que apresenta a seguinte definição:

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 geri-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 (Divino, 2018, p. 2.788, grifos nossos).

Nesse sentido, Divino não apenas menciona os *smart contracts* como contratos na definição clássica (negócio jurídico bilateral ou plurilateral), mas também reconhece sua capacidade de formar negócios jurídicos unilaterais.

Todavia, ao analisar os diferentes efeitos jurídicos que os *smart contracts* podem suscitar, verifica-se que atuam na concepção de negócio jurídico, formando contratos no sentido legal do termo, além de gerar fatos jurídicos *lato sensu*, pois, quando formados, os efeitos jurídicos podem resultar em ações lícitas ou ilícitas.

As ações ilícitas serão formadas quando os *smart contracts* gerarem resultados em desacordo com o ordenamento jurídico nacional, porém com efeitos jurídicos. Quanto às ações lícitas, os *smart contracts* podem realizar ato jurídico em sentido estrito, negócio jurídico e até ato-fato jurídico.

Tal compreensão surge, pois, ao analisar os resultados jurídicos trazidos pelos *smart contracts*, verifica-se que geram diferentes fatos jurídicos e não apenas na compreensão estrita de contrato.

Entretanto, tal como defendido nesta pesquisa, entende-se que o negócio jurídico é o verdadeiro campo de atuação dos *smart contracts*, por ser o mais rico em possibilidades, permitindo a adoção de contratações assertivas e complexas. Dentro dessa conceituação, não há que se falar em negócio jurídico em sentido amplo ou estrito, pois, desde que respeitados os planos de existência, validade e eficácia, o negócio jurídico irá operar plenamente, com todos os efeitos almejados.

Dessa forma, existe uma compreensão ampla e restrita dos efeitos jurídicos dos *smart contracts*. Tal preocupação surge porque os *smart contracts* sempre estão atrelados à noção de contrato. Porém, tecnicamente, não são apenas contratos que os *smart contracts* geram, mas também fatos jurídicos.

Em um sentido amplo, os *smart contracts* podem gerar diferentes fatos jurídicos, dentre eles, o ato jurídico em sentido estrito e o ato-fato jurídico. Todavia, estes ocorrem de forma consequencial, mas nada obsta a existência de um *smart contract* formulado apenas para gerar um ato jurídico em sentido estrito – por exemplo, um *smart contract* que seja desenvolvido para emitir uma notificação ou o reconhecimento de um filho.

Todavia, dado o seu verdadeiro campo de atuação, e em uma compreensão mais restrita dos fatos jurídicos, os *smart contracts* surgem dos negócios jurídicos, tornando-se contrato na forma popularmente conhecida.

3.1.2 RELAÇÃO ENTRE SMART CONTRACTS E CONTRATOS TRADICIONAIS

No tocante ao estudo dos *smart contracts*, tal como utilizado nesta pesquisa, sempre será utilizada a comparação com os contratos tidos como “tradicional”.

Nesse sentido, importante ressaltar que a menção a “contratos tradicionais” se refere a sua forma de criação, não significando que os *smart contracts* geram outros contratos não tradicionais. Uma compra e venda, por exemplo, ainda possuirá esse *nomen juris*, independentemente do meio, físico ou eletrônico. Na verdade, o contraponto entre contratações tradicionais ou por *smart contracts* refere-se à forma pela qual o contrato foi instrumentalizado, seja o meio tradicional (em papel,

eletrônico ou meramente digitalizado) ou *smart contracts* (contratos programados com execução automática, portanto, com maior assertividade).

A fim de apresentar algumas evidências que demonstrem a diferença das contratações por *smart contracts* em relação a via tradicional, será primeiramente apresentado como os *smart contracts* são caracterizados pela Teoria Geral dos Contratos. Ademais, serão destacados os seus benefícios em detrimento das chamadas ineficiências contratuais.

3.1.2.1 *A classificação dos smart contracts conforme a Teoria Geral dos Contratos*

Um dos debates iniciais acerca dos *smart contracts* é se eles são ou não contratos. Conforme tratado na parte inicial deste estudo, tem-se que os *smart contracts* possuem dois sentidos, um próprio da linguagem computacional e outro jurídico, sendo que este último está atrelado aos seus efeitos.

Ao analisar o conceito de negócio jurídico, é possível conceber que os *smart contracts* podem ter um sentido amplo e um restrito, sendo que este último gera um contrato na forma reconhecida pelo direito pátrio.

Conforme conceitua a doutrina, contrato é um “negócio jurídico bilateral ou plurilateral que visa à criação, modificação ou extinção de direitos e deveres com conteúdo patrimonial” (Tartuce, 2021, p. 2). A principal finalidade do contrato é a criação de um vínculo jurídico entre as partes, de modo que se constitui “como uma fonte de obrigações e tem força de lei para os contratantes, determinando obediências às suas cláusulas” (Rizzardo, 2023, p. 36).

Ao compreender as características inerentes dos *smart contracts*, verifica-se que operam contratos com efeitos jurídicos similares a qualquer outro; todavia, o que muda é a forma de instrumentalizar a contratação. Os *smart contracts* não são uma mera digitalização dos termos do contrato. Na verdade, eles modificam a maneira de contratar em si, especialmente quando comparados com formas tradicionais, por tornarem os termos contratuais imutáveis e com capacidade de autoexecução, por exemplo.

Em discussão similar acerca da compreensão do *smart contract* enquanto contrato, pela ótica do direito brasileiro, Gobbo (2022) destaca que o formalismo reduzido do direito brasileiro acerca dos contratos, em especial com relação à

prevalência do consensualismo, “tenderia a considerar um *smart contract* como funcionalmente equivalente a um contrato e, portanto, a ele sujeitaria as normas jurídicas potencialmente aplicáveis” (p. 89).

Caso um *smart contract* seja desenhado para executar determinada operação que ocasione um negócio jurídico contratual, ele irá operar como um contrato e se submeter aos regramentos específicos da matéria. Não há a formação de um novo instituto contratual. Todavia, surge a necessidade de compreender o que de fato muda dos *smart contracts* para os contratos tradicionalmente conhecidos e quais os desafios típicos dessa contratação.

Mesmo quando os *smart contracts* ocupavam somente o campo teórico, já havia deduções de que a sua aplicação poderia ser utilizada em diferentes negócios. À medida que novas tecnologias surgiram para justificar a existência dos *smart contracts*, como a Blockchain e o uso de algoritmos inteligentes, demonstrou-se que o campo de atuação dos *smart contracts* é amplo, podendo ser aplicado em diversas áreas, como financeira e societária, bem como nas contratações privadas ou nas prestações de serviços por meio de plataformas.

Ao retomar a base teórica e legal que define o negócio jurídico, verificou-se que os *smart contracts* também podem gerar contratos, especialmente porque se situam no campo da autonomia privada.

Entretanto, em que pese a alegação de que os *smart contracts* formam contratos, é notável que se diferenciam dos demais por conta da sua forma de criação e execução. Nesse sentido, surge o questionamento de qual seria a classificação dos *smart contracts* na Teoria Geral dos Contratos.

O estudo da classificação dos contratos surge da necessidade e interesse de identificar semelhanças ou diferenças nos diferentes tipos de contratos e possibilidades contratuais, a fim de facilitar a compreensão e o estudo desses instrumentos para gerar compreensão e definições que possam abarcar diferentes tipos de contratações.

O ponto de maior interesse jurídico quando do estudo dos *smart contracts* é a disrupção proporcionada, afinal, são contratações envoltas em tecnologias que ainda possuem capacidade de desenvolvimento, gerando efeitos até então não familiares para a ciência jurídica. Por exemplo, o fato de algoritmos realizarem negociações é um verdadeiro indicativo de como o avanço tecnológico está revolucionando o direito contratual.

Ao se deparar sobre a classificação dos contratos quanto a sua nomeação (*nomen juris*), verifica-se que os *smart contracts* podem operar contratos que a doutrina clássica classifica como nominados (ou típicos) ou inominados (atípicos).

São típicos os contratos para os quais a lei confere tratamento específico, possuindo previsão e regulação legal. Os atípicos, por sua vez, são aqueles que não se enquadram em uma figura típica prevista pelo legislador, possuindo formação livre e com base nos costumes (Rizzardo, 2023, p. 72).

Os contratos típicos podem ser enquadrados em um rigor normativo, esperando-se que os contratantes cumpram estritamente as disposições legais aplicáveis, inclusive no que diz respeito ao rito. Além disso, podem ser considerados típicos aqueles contratos que apresentam apenas uma menção legal, sem a necessidade de uma formalidade completa prevista em lei. Cita-se como exemplo: compra e venda, doação, troca, seguro, constituição de renda, jogo, aposta, fiança, entre outros.

Os atípicos, por sua vez, são aqueles que não se ajustam a nenhum dos moldes previstos em lei, de modo que a atipicidade “significa ausência de tratamento legislativo específico” (Rizzardo, 2023, p. 72). Esses contratos encontram sua existência na autonomia da vontade. O contrato de cessão, a troca de coisa por obrigação de fazer, a corretagem e a intermediação de vendas imobiliárias são exemplos de contratos inominados.

Cumprе ressaltar que a tipicidade está relacionada com a previsão específica em lei, mas isso não exime, de nenhum modo, os contratos atípicos de seguirem os regramentos gerais do direito civil e contratual, tal como estabelecido pelo art. 425 do Código Civil.

Dada a peculiaridade dos *smart contracts*, estes também poderão operar contratos mistos, ou seja, contratos complexos formados a partir de um ou mais contratos típicos, ou não, com a inserção de cláusulas capazes de desfigurar uma forma simples de contratação (Rizzardo, 2023, p. 74).

O contrato de *leasing* é um exemplo de contrato misto, conhecido como contrato de arrendamento mercantil, comumente acompanhado da opção de compra. Suponha-se a sua formação por meio de *smart contract*, onde as condições de pagamento serão automáticas, com abatimento no preço global do bem arrendado; ao final, as partes poderão inserir um recurso no contrato para exercer a opção de compra.

Contratos classificados como de adesão ou estandardizados³⁹ também podem ser criados a partir dos *smart contracts*. As peculiaridades dos *smart contracts*, inclusive, podem ser extremamente úteis para esses pactos, uma vez que, através da programação de um contrato, é possível gerar sua replicação em massa ou atender a contratações de grande volume, tais como contratos de apostas, compras de passagens aéreas, compras de produtos por meio de marketplaces, entre outros.

Porém, a principal característica dos *smart contracts* é que são uma espécie de contrato eletrônico, também conhecidos como “contratos virtuais”, “contratos telemáticos”, “contratos pela Internet”, entre outros.

Os contratos eletrônicos são diferentes dos seus antepassados físicos ou verbais⁴⁰, podendo ser conceituados como “o negócio jurídico contratual realizado pela manifestação de vontade, das posições jurídicas ativa e passiva, expressada por meio (= forma) eletrônico no momento de sua formação” (Rebouças, 2015, p. 31).

Não compete ao presente estudo retomar todo o debate sobre o surgimento e propagação da Internet, que possibilitou a formação de contratos eletrônicos. Para tanto, existem estudos suficientes que discorrem sobre tal assunto. O que se propõe a compreender é que os *smart contracts* são contratos eletrônicos, todavia, nem todo contrato eletrônico é um *smart contract*. Dessa afirmativa, é possível compreender que os *smart contracts* são uma espécie do gênero contratos eletrônicos.

Ao tratar da natureza jurídica dos *smart contracts*, Teider (2019, p. 124) compreende que a legislação brasileira em matéria de contratos eletrônicos, e outros institutos legais que regulamentam o uso de tecnologia da informação, serviria para

³⁹ Os contratos classificados como estandardizados advém da necessidade de formar contratos padrão para atender demandas de consumos acelerados, neste sentido também podem ser considerados como “contratos celebrados em massa”, pois se torna inviável para algumas empresas prestarem seus serviços negociando cada contrato com seus clientes, pois “esta espécie de contratos não se delinea como uma regra de conduta, mas, sim, como realização de um ato negocial, em que uma das partes deve limitar-se a aceitar ou recusar a única alternativa possível” (Rizzardo, 2023, p. 99).

⁴⁰ Nesse sentido, Rizzardo (2023) destaca que a diferença principal dos contratos eletrônicos dos demais está situado na forma ou no instrumento utilizado no negócio pretendido, sendo o meio computacional. Para sua validade, o contrato eletrônico, por consequência os *smart contracts*, necessitam de “todos os requisitos exigidos nos demais contratos, como capacidade e legitimidade das partes, objeto lícito e consentimento dos contratantes. No que diz respeito à forma, evidente que aqueles contratos que exigem a especial, com solenidades próprias, não podem ser celebrados por meio da internet” (Rizzardo, 2023, p. 102).

regular os *smart contracts*. Isso porque podem ser classificados como “contratos eletrônicos intersistêmicos com equivalência funcional e jurídica aos contratos tradicionais, reconhecidos como válidos e eficazes no ordenamento brasileiro” (Teider, 2019, p. 124).

Quando especifica os *smart contracts* como contratos eletrônicos intersistêmicos, Teider se utiliza da classificação quanto às características das formas de contratação eletrônica propostas por Rebouças (2015), que podem ser: (i) contratações interpessoais⁴¹; (ii) contratações interativas⁴²; e (iii) contratações intersistêmicas⁴³.

A conceituação de Teider (2022) cria uma limitação para os contratos intersistêmicos, criados de forma automatizada e indicados como contratos empresariais. Todavia, verificando-se que os *smart contracts* podem operar contratos de consumo, ou mesmo relações de prestação de serviços, ou contratos societários, segundo as definições de Rebouças (2015), os *smart contracts* são possíveis de executar contratações interativas. Desse modo, o conceito apresentado por Teider não se mostra suficiente, merecendo complemento.

Retomando a ideia de tipicidade contratual e, ao considerar a classificação dos *smart contracts* como contratos eletrônicos, com base na Teoria Geral dos Contratos, verifica-se que a classificação apropriada é a de que podem ser considerados contratos atípicos mistos, com recepção pelo art. 425 do Código Civil⁴⁴. Para melhor compreender seu enquadramento, utiliza-se a versão adaptada por Flávio Tartuce dos ensinamentos de Álvaro Villaça Azevedo, na qual os contratos atípicos mistos são a soma de dois elementos: (a) contrato típico e

⁴¹ As contratações interpessoais “são essencialmente caracterizadas pela necessidade de ação humana de forma direta, envolvendo os momentos da oferta ou da proposta e o momento do aceite ou da nova proposta (contraproposta), ambas as ações demandam a ação humana e a respectiva declaração da vontade.” (Rebouças, 2015, p.39).

⁴² As contratações interativas são aquelas caracterizadas pela “interação de um agente (sujeito de direito) e um site (sistema de computador), normalmente caracterizando uma loja virtual de determinado estabelecimento de uma sociedade empresária. Há a interação, ou melhor, a interatividade entre a pessoa natural (agindo em nome próprio ou representado uma pessoa jurídica) e um site de comércio eletrônico” (Rebouças, 2015, p. 44).

⁴³ Por sua vez, as contratações intersistêmicas ocorrem “nas hipóteses em que são realizadas operações de compra e venda, por exemplo, de forma automatizada entre um distribuidor e o produtor. Ou seja, são hipóteses em que houve a prévia programação pelos representantes legais de cada uma das sociedades empresárias, no sentido de que ao realizar a venda de um produto para o consumidor, o sistema irá automaticamente realizar a baixa de tal produto no estoque e, havendo necessidade, emitirá uma ordem automática de compra junto ao produtor para reposição dos níveis do estoque” (Rebouças, 2015, p. 49).

⁴⁴ Art. 425. É lícito às partes estipular contratos atípicos, observadas as normas gerais fixadas neste Código.

elemento típico; (b) contrato atípico e elemento atípico; e (c) contrato típico e elemento atípico (Tartuce, 2021, p. 29).

Ao estabelecer que operam contratos atípicos mistos, é possível situar os *smart contracts* em um campo de maior abrangência, ao passo que podem operar contratos atípicos e típicos, desde que com formalidade que permita a formação pela via eletrônica. A instrumentalização eletrônica do contrato atrelado a determinado elemento típico, ainda que esteja diante de mero contrato nominado, possibilita a formação de contratos mistos, onde os elementos simples ganham a roupagem complexa por se atrelarem a elementos atípicos, como o meio eletrônico na formação de um contrato autoexecutável e imutável.

As peculiaridades dos *smart contracts*, no sentido amplo da expressão, possibilita inferir que eles iniciam uma nova forma de desenhar e executar contratos. A característica que liga todos os *smart contracts* discutidos nesta pesquisa não é sua existência de forma eletrônica, pois isso também se aplica a outros contratos eletrônicos, mas sim sua forma de executar o contrato.

Desse modo, arrisca-se a tomar um posicionamento reconhecendo que os *smart contracts*, em que pese sejam contratos eletrônicos, inauguram uma classificação dos contratos que deve abarcar as peculiaridades dos *smart contracts* em oposição aos demais contratos, ganhando a característica de contratos atípicos mistos. Porém, essas são considerações parciais que merecem estudo próprio a fim de compreender a necessidade de uma nova classificação – ou apenas reconhecer que já foi instaurada e precisa de denominação adequada.

3.1.2.2 *As ineficiências contratuais e os smart contracts: breves apontamentos segundo a ótica da Análise Econômica do Contrato*

Desde o seu surgimento, os *smart contracts* se propõem a ser uma alternativa considerada como mais “eficiente” do que as demais formas de contratação. Afinal, os *smart contracts* são destinados a criar contratos com maior assertividade, envoltos na segurança computacional para assegurar maior confiabilidade na contratação.

Nesse sentido, importa fazer uma reflexão sobre em quais pontos os *smart contracts* podem melhorar as relações contratuais em comparação às demais formas de contratar.

Szabo, ainda em 1996, época em que os *smart contracts* ainda não estavam em plena aplicação, apresentou a reflexão de como esses contratos possuem a capacidade de reduzir consideravelmente os custos de transação da execução de alguns tipos de contratos, com oportunidades para a criação de novos negócios (Szabo, 1996, p. 3). Ao analisar as possibilidades apresentadas pelos *smart contracts* pelo viés da Análise Econômica do Direito (AED), é possível inferir seus pontos negativos e positivos no direito contratual privado.

O primeiro ponto está atrelado a sua imutabilidade, o que pode criar obstáculos quando surgem eventos posteriores ou questões estratégicas após a celebração do acordo (Kun, 2021, p. 159), por impedir a adaptação às circunstâncias ou preferências das partes após a formação do contrato (Stazi, 2022, p. 13).

Nesse sentido, destaca-se o que a economia chama de "teoria da violação eficiente", pois o contrato busca maximizar os ganhos, mas se as partes considerarem que essa maximização não será alcançada, o direito deve permitir que busquem outros meios de modificar sua situação, sem a obrigação de permanecer em um contrato ineficiente (Kun, 2021, p. 161).

Embora os argumentos anteriores possam ser questionados ou configurar objeto de amplo debate, especialmente em relação às expectativas das partes, o viés econômico merece atenção, uma vez que a ideia de imutabilidade dos *smart contracts* pode ignorar a possibilidade dos contratantes de buscar transações mais lucrativas (Kun, 2021, p. 165). Mesmo que as partes decidam programar diversas questões específicas, como greves, falhas técnicas ou situações de calamidade pública, com uma longa lista de contingências, ainda é difícil prever todas as situações.

Todavia, as contratações inteligentes também podem mitigar os riscos contratuais vivenciados no ordenamento jurídico brasileiro e atuando segundo os princípios do direito contratual, ao passo que esses princípios "são derivados das normas, costumes, doutrinas, jurisprudência e aspectos políticos, econômicos e sociais" (Tartuce, 2021, p. 58). Sendo assim, os *smart contracts* não devem ser encarados como obstáculos no ordenamento jurídico nacional, mas sim analisados de forma crítica para encontrar formas de adequar e equilibrar os princípios. Isso porque a automação dos contratos proporcionada pelos *smart contracts* afeta significativamente a sociedade e pode contribuir para a diminuição das ineficiências contratuais.

Destaca-se que o contrato, em sentido jurídico, “pode ser compreendido como uma transação de mercado entre duas ou mais partes” (Timm; Guarisse, 2021, p. 159) e funciona como um meio de troca que possibilita atender o interesse dos indivíduos e gerar riqueza para a sociedade, onde as pessoas, em um sentido livre, irão negociar e fechar contratos para alcançarem situações melhores do que a anterior, buscando alcançar uma “melhoria de Pareto”⁴⁵.

À medida que os contratos podem ser entendidos como acordos de vontade e só existem quando todas as partes envolvidas concordam, “na ausência de erro, dolo, coação ou fraude, as pessoas somente concordarão com mudanças que melhorem ou, pelo menos, não piorem, sua situação” (Timm; Guarisse, 2021, p. 163).

No entanto, a visão do cenário ideal para os contratos é prejudicada por riscos que podem comprometer a eficiência contratual, tais como: (a) externalidades; (b) assimetria de informações; e (c) custos de transação. É importante destacar que esses riscos não são os únicos existentes, mas, para este estudo, entende-se que abrangem os principais riscos contratuais, uma vez que existem as “falhas de mercado”, compreendidas aqui como poder de mercado (monopólio e oligopólio, por exemplo), racionalidade limitada dos agentes e bens públicos, como outros riscos para a eficiência dos contratos (Timm; Guarisse, 2021, p. 164).

Ao analisar os aspectos das ineficiências contratuais, percebe-se que os *smart contracts* podem potencializar a eficiência dos contratos. Tal ponto, inclusive, está atrelado ao seu objetivo de criação, pois a presente pesquisa define que o significado primordial dos *smart contracts* são contratos com maior assertividade.

Como a tecnologia empregada nos *smart contracts* reduz o risco de assimetria informacional, é possível concluir que esse tipo de contrato proporciona uma maior clareza entre as partes em relação ao instrumento pactuado e às transações contratuais, reduzindo a ambiguidade na interpretação dos termos contratuais, quando escritos na linguagem natural (Stazi, 2022, p. 5). Isso se dá quando as partes podem concordar que determinadas variações de preço sejam aplicadas por meio de algoritmos, relacionados a informações que as partes não tinham no momento da celebração do contrato, mas que não ficam limitadas à

⁴⁵ Desenvolvido pelo italiano Vilfredo Pareto, é um conceito em que trabalha na ideia de que os recursos estão alocados da forma mais eficiente possível, na sua melhor configuração.

decisão de apenas uma delas. Essas particularidades permitem um aumento da velocidade na execução das relações contratuais (Stazi, 2022, p. 5)

Nos *smart contracts*, questões como oferta, aceitação e consentimento são manifestas pela assinatura da transação de forma criptografada (Stazi, 2022, p. 6).

O risco moral e o problema de agência⁴⁶, por exemplo, podem ser reduzidos à medida que o contrato funciona com determinações previamente definidas ou, na falta delas, pode completar as lacunas correlacionando outras variáveis externas. Dessa forma, é possível limitar a atuação do agente desmotivando seu comportamento adverso após a contratação. Ao aplicar a contratação por meio de termos previamente definidos, há a possibilidade de limitar o comportamento contrário das partes, gerando maior segurança para a outra parte, pois "não se faz necessário sequer qualquer juízo sobre o caráter da outra parte ou o recurso a um terceiro para garantir o negócio pretendido" (Cavalcanti; Nóbrega, 2020, p. 103). Tal segurança será respaldada na tecnologia empregada.

Com relação aos custos de transação, observa-se que os *smart contracts* reduzem alguns custos contratuais, como o uso de um terceiro garantidor da fidelidade das informações, realizando funções atualmente desempenhadas por intermediários, tal como Amazon, eBay, PayPal, entre outros (Stazi, 2022, p. 4). Ao utilizar um banco de dados e registrar as informações de forma segura, as partes conseguem compreender os andamentos contratuais e não precisam de um terceiro para conferir a validade das informações. Isso pode gerar economia com segurança das informações e uso de terceiros, uma vez que os *smart contracts* têm como propriedades "a autonomia, descentralização e autossuficiência, prescindindo de qualquer intermediário para a implementação do acordo entre as partes" (Cavalcanti; Nóbrega, 2020, p. 102).

3.2 DESAFIOS JURÍDICOS DOS SMART CONTRACTS E O DIREITO PRIVADO

No atual cenário marcado pela crescente adoção de *smart contracts*, surge um contexto disruptivo que não apenas redefine as interações comerciais, mas também suscita desafios significativos no âmbito do direito privado. Esta seção visa

⁴⁶ Problemas de agência: situação em que uma parte (agente) deve cuidar dos interesses de outra (principal), como os administradores de sociedade empresarial. O problema surge à medida que o agente pode ter interesses distintos do principal e, por conta disso, deve-se criar mecanismos para monitorar ou reprimir a conduta do agente (Timm; Guarisse, 2021, p. 166).

abordar, de maneira não exaustiva, alguns desses desafios, reconhecendo a complexidade inerente a esse tema e a necessidade de uma investigação mais aprofundada.

Dessa forma, é importante ressaltar a limitação da presente pesquisa, tanto prática quanto teórica, imposta pela vastidão de temas relacionados aos *smart contracts*. Cada aspecto tecnológico ou jurídico dessa forma de contratação tem o potencial de gerar uma extensa pesquisa por si só, requerendo uma abordagem seletiva para identificar e discutir os desafios mais evidentes.

Além disso, é crucial contextualizar este estudo no tempo de sua formulação. Dada a rápida evolução das tecnologias subjacentes aos *smart contracts*, é possível que os desafios discutidos aqui sejam mitigados ou novos desafios surjam à medida que essas tecnologias avançam. Isso reflete a natureza dinâmica das questões jurídicas, intrinsecamente ligadas às mudanças tecnológicas e sociais.

Embora os *smart contracts* já tenham sido abordados em outras pesquisas ao longo dos anos, ainda há tecnologias aplicadas a eles em estágio inicial, resultando em uma compreensão relativamente recente de seus efeitos jurídicos. Esse ponto foi enfatizado por Klaus Schwab (2016), ao destacar as peculiaridades da Quarta Revolução Industrial e seu impacto nas relações sociais, como a atuação da tecnologia em velocidade exponencial com impacto sistêmico. Portanto, apesar do interesse crescente nesse campo, a compreensão abrangente de como os *smart contracts* afetarão o Direito continua em estágio inicial.

É essencial reconhecer que, embora os *smart contracts* ofereçam diversos benefícios, como autoexecução, imutabilidade e segurança criptográfica, essas mesmas características podem apresentar desafios para indivíduos e entidades não familiarizadas com essa tecnologia. Isso inclui a comunidade jurídica, que pode enfrentar dificuldades ao interpretar e aplicar o direito em um contexto em que as transações são automatizadas e executadas de forma descentralizada.

Diante desse contexto, o objetivo final deste estudo é identificar e discutir algumas questões que surgem quando as peculiaridades dos *smart contracts* são confrontadas com as normativas do direito privado. Essa análise visa fornecer uma base inicial para a compreensão desses desafios jurídicos e incentivar uma reflexão mais aprofundada sobre o papel dos *smart contracts* na evolução do direito contratual contemporâneo.

3.2.1 A LEI DO CÓDIGO E A INTERPRETAÇÃO DOS NEGÓCIOS GERADOS POR SMART CONTRACTS

O código computacional é o maior responsável por possibilitar a criação de *smart contracts*, tendo um papel de relevância nas contratações. Todavia, segundo a visão jurídica, é necessária uma abordagem prudente sobre o papel do código para os efeitos contratuais, em especial, ao se considerar que eles são criados a partir de uma linguagem formal diferente da linguagem natural própria do ser humano, a qual está presente na lei e nos contratos tradicionalmente conhecidos.

Supondo-se um determinado *smart contract*, gerador de operação realizada por meio de um mercado descentralizado de finanças (Finanças Descentralizadas – DeFi)⁴⁷, o contrato poderá ser utilizado para automatizar uma série de serviços financeiros, incluindo empréstimos, empréstimos agrupados, negociação de ativos e até mesmo a criação de mercados de previsão.

Considerando determinado protocolo DeFi que facilite empréstimos de criptomoedas, onde os usuários podem depositar um ativo digital como garantia e, em troca, receber uma quantia emprestada em outra criptomoeda, tem-se que as condições desse empréstimo, como taxa de juros, período de empréstimo e liquidação em caso de inadimplência, são determinadas pelo *smart contract* que governa o protocolo.

Nesse contexto, o código que define as regras do protocolo DeFi atuará como o principal responsável por regular as interações entre os participantes. Por exemplo, se um usuário descumprir os termos do empréstimo, como deixar de pagar o empréstimo no prazo acordado, o contrato automaticamente executa a liquidação da garantia, transferindo-a para o credor conforme estipulado pelo código do contrato.

⁴⁷ Segundo o site InfoMoney, a DeFi é uma sigla em inglês que se refere a um “conjunto de serviços e produtos financeiros, como empréstimos, transferências e sistemas de pagamentos, que rodam em uma Blockchain, espécie de banco de dados descentralizado e imutável. Via de regra, essas soluções não são controladas por intermediários, como bancos ou outras instituições financeiras”, posto que a maioria das operações são descritas e executadas por algoritmos e smart contracts (InfoMoney, 2022). Os serviços DeFi incluem empréstimos, empréstimos agrupados, negociação de ativos, fornecimento de liquidez, entre outros, executados em plataformas como a Ethereum, Binance Smart Chain (BSC), a Solana (SOL) e a Avalanche (AVAX).

Essa automação elimina a necessidade de intermediários, reduzindo custos e aumentando a eficiência do processo.

Nesse ambiente digital, o código é o principal responsável por operacionalizar o negócio, sendo o garantidor das condições avençadas. Atua de forma automática e se autoexecuta, fazendo cumprir, mesmo que de maneira forçada, as condições contratuais sem necessidade de uma autoridade central, de modo que alguns consideram que o código, bem verdade, gera a lei entre as partes.

No entanto, esse item relevante também traz implicações significativas, já que qualquer falha ou vulnerabilidade no código do contrato pode levar a perdas substanciais para os participantes.

Um exemplo é o incidente amplamente conhecido no ambiente da criptografia, ocorrido por meio da Organização Autônoma Descentralizada (DAO) em 2016, que resultou na perda de milhões de dólares em criptomoedas devido a uma vulnerabilidade no código do contrato. Esse evento demonstrou os riscos associados à implementação dos códigos e a necessidade de uma revisão cuidadosa, assim como medidas de segurança robustas.

Esse incidente marcou a história do ecossistema da Ethereum, com implicações significativas para o desenvolvimento das criptomoedas e dos *smart contracts*. A DAO era um projeto na Blockchain Ethereum destinado a criar uma forma de financiamento coletivo descentralizado, onde os investidores poderiam contribuir com fundos para projetos em troca de *tokens* DAO, que lhes dariam direito a voto sobre como esses fundos seriam utilizados.

No entanto, uma falha crítica foi descoberta no código do contrato, permitindo que um *hacker* explorasse essa vulnerabilidade para desviar uma quantidade significativa de Ether (ETH), a criptomoeda nativa da Blockchain Ethereum, da DAO para uma conta controlada por ele.

Esse ataque resultou em uma divisão na comunidade Ethereum sobre como lidar com as consequências. Alguns argumentaram que o código do contrato inteligente da DAO era a lei e que as transações deveriam ser imutáveis, enquanto outros defendiam a ideia de que uma intervenção para reverter as transações fraudulentas seria necessária para proteger os investidores e a integridade da Blockchain Ethereum na totalidade.

Após intensos debates e discussões, a comunidade Ethereum decidiu realizar uma bifurcação na Blockchain, conhecida como "*hard fork*", para reverter as

transações fraudulentas e recuperar os fundos desviados. Isso resultou na criação de duas Blockchains separadas: Ethereum (ETH), que optou pela bifurcação para reverter as transações, e Ethereum Classic (ETC), que permaneceu na Blockchain original, sem intervenção.

Esse incidente também serve como um indicativo da importância na segurança e revisão cuidadosa do código em contratos inteligentes, levantando questões éticas e filosóficas sobre a governança e a imutabilidade das Blockchains. Ademais, surge com o dilema prático da atuação dos códigos em detrimento do interesse dos agentes.

Porém, os códigos também podem apresentar desafios em outras formas de execução, não apenas quando explorados por *hackers*. Sua própria operação também pode ocasionar conflitos de natureza comercial. Um exemplo ilustrativo apresentado por Fairfield e Selvadurai (2022) é a compra automatizada de um ativo (*Non-fungible Token*) por um valor significativamente abaixo do seu valor de mercado.

Suponha-se que um operador humano fez a oferta de determinado bem e, no momento da oferta, incorreu em erro e anunciou em valor muito abaixo do pretendido. De outro lado, existe um algoritmo atuando como comprador que verifica a oferta. Em poucos segundos, após a oferta equivocada, o algoritmo efetua a compra, tornando-se detentor do bem.

Nesse cenário, um comprador humano poderia perceber um possível erro grosseiro no preço e questionar a postura do vendedor em relação aos deveres anexos do contrato, mesmo durante a fase negocial. No entanto, um programa automatizado não teria a mesma capacidade de discernimento e agiria rapidamente antes que um programador corrigisse o erro, resultando na efetivação da compra. Com essa situação, questiona-se se a operação é ou não válida, afinal, o código agiu em conformidade, mas a expectativa daquele que ofertou não foi alcançada, mesmo que ele pudesse ter corrigido o erro em minutos depois da oferta.

Assim, nesse e em outros contextos, surge a discussão acerca do poder do código, seja para os *smart contracts* ou mesmo em todo o ambiente virtual.

Desde o surgimento do ciberespaço, o papel do código vem sendo analisado. Em um contexto histórico, alguns defensores fervorosos da liberdade acreditavam que o espaço cibernético conseguiria gerar um ambiente livre, onde o

código poderia atuar de modo eficiente, com possibilidade de desaparecimento do próprio Estado (Lessig, 1999, p. 4).

Em 1999, o professor e constitucionalista Lawrence Lessig publicou o livro “Code and other laws of cyberspace”, onde cunhou a frase “*the code is law*”.

Tal compreensão tem base no surgimento do próprio ciberespaço, que alguns defendem ser um espaço de liberdade, verificando-se como uma oposição ao controle dos Estados ou de grandes empresas, onde há uma impossibilidade de regulamentação. Nesse mesmo sentido, existem os que compreendem que esse ambiente virtual não poderá ser controlado. O que ocorre nele está além de qualquer controle, e continuará sendo um espaço regulado, próprio de sua natureza (Lessig, 2020).

A partir dessa compreensão, surge a ideia de que o código gera a lei, posto que ele será o responsável por possibilitar tudo o que ocorre no ambiente virtual, gerando regras e impondo obrigações. As relações formuladas pelo ciberespaço se submeterão à regra do código, onde nenhum governo poderá alcançar, pois o código gera a liberdade.

Dentre essas e outras concepções, o papel do código é atuar como regulador, pois definirá os termos da vida no ciberespaço. Além disso, será o responsável por proteger a identidade de alguém ou mesmo censurar determinadas ações. E, com o avanço das ciências da computação, verifica-se o refinamento gradativo dos códigos, a exemplo da *Machine Learning* (ML) e dos algoritmos autodefinidos, demonstrando que o potencial de atuação dos códigos ainda tem espaço para desenvolvimento.

Todavia, tal compreensão deve ser considerada sob um aspecto teórico, posto que o código representa a manifestação daquele que o programou, não sendo, portanto, um ato isento de intenções ou falhas, seja num sentido objetivo (falha técnica) ou subjetivo (enviesamentos).⁴⁸

⁴⁸ Neste aspecto, inclusive, surge a ideia do próprio *Machine Learning*, o aprendizado por máquinas. Este é um campo de estudo da computação que se debruça em cima do aprendizado por meio da inteligência artificial. Todavia, mesmo em casos de aprendizados por máquinas, é possível verificar que elas poderão reproduzir falhas sociais, onde o aprendizado por dados pode reproduzir falhas sociais baseados em vieses dispostos nos próprios banco de dados, tal como o ocorrido na Google, em 2016, por conta do preconceito racial (Guarino, 2016), ou o ocorrido com a ferramenta de recrutamento da Amazon, onde os algoritmos penalizavam candidatas do gênero feminino (MIT Technology Review, 2020; Dastin, 2018). Nesse aspecto, em que pese a ML seja de grande relevância para o avanço tecnológico, demonstra que a operação dos códigos não age livremente, sendo passível de erros.

Nesse sentido, a problemática jurídica surge quando o código atua contrariamente à lei ou à vontade dos agentes humanos. Tanto o código quanto a lei são expressos em linguagem – o primeiro em linguagem formal e a segunda em linguagem natural.

É certo que a linguagem natural expressa a vontade humana. Da mesma maneira, a linguagem formal representa essa vontade por meio de programação, podendo executá-la.

A linguagem formal possibilita que o código aja independente da vontade ou expectativa humana, posto que não tem a mesma complexidade que a linguagem natural – aqui a complexidade refere-se à ideia de a linguagem humana ser passível de subjetividade e contextos. A linguagem da programação permite que o código atue em estrita observância ao programado, mesmo quando a programação seja de um algoritmo autodefinido ou mesmo por ML; ainda assim, o código irá atuar segundo os seus termos estabelecidos.

No campo contratual, quando da atuação dos *smart contracts*, a discussão sobre o comportamento do código também toma espaço considerável. Afinal, como lidar com a interpretação contratual em contratações autoexecutáveis formadas pela linguagem formal? E, nos casos de conflitos onde o código age de forma contrária ao entendimento das partes quando do momento da contratação, qual será o papel do julgador neste caso?

Tal como discutido, a ideia do "*the code is law*" ganha mais espaço no contexto das tecnologias Blockchain e dos *smart contracts*, representando um paradigma fundamental na governança desses sistemas descentralizados. Nesse contexto, a regra do código é aplicada à ideia da imutabilidade e autoexecução dos termos programados, em que essas disposições são inquestionáveis e executadas automaticamente pelo protocolo subjacente, sem necessidade de intervenção humana. Ao atuar dessa forma, alguns podem incorrer na compreensão de que o código nunca falhará; nesse sentido, a contratação será isenta de erros e deve ser considerada válida a sua execução.

Porém, a adoção irrestrita da ideia de que o código faz lei levanta considerações críticas relacionadas à segurança e à responsabilidade. Uma vez que os contratos inteligentes são imutáveis após sua implementação na Blockchain, quaisquer erros de programação ou lacunas nos contratos podem ter implicações adversas significativas, resultando em perdas financeiras ou litígios.

Joshua Fairfield e Niloufer Selvadurai, por meio do artigo “Governing the interface between natural and formal language in smart contracts” (2022), realizam um interessante estudo sobre a prevalência do código sobre o interesse humano.⁴⁹

Embora os *smart contracts* possam contribuir para reduzir ambiguidades contratuais, é importante reconhecer que a intenção humana nem sempre pode ser perfeitamente expressa em códigos. É necessário estabelecer diretrizes e normativas que compreendam a distinção entre a linguagem humana e as linguagens formais dos códigos, além de distinguir as intenções contratuais e a execução do contrato (Fairfield; Selvadurai, 2022, p. 115-117).

Quando um humano se expressa por linguagem natural, carregada de subjetividades e contextos, e uma máquina atua por meio da linguagem formal, há um risco de afirmar que o código expressa a preferência humana e ele se torna o contrato (Fairfield; Selvadurai, 2022, p. 92).

Destaca-se que um código não conseguirá interpretar os conceitos das palavras naturais, podendo somente aprender contextos das palavras utilizadas, tal como funciona o Google Tradutor, por exemplo. Porém, em um cenário jurídico, onde os costumes, a prática jurídica, a interpretação das leis e flexibilidade nas negociações são essenciais, isso torna-se um entrave para adequar ao resultado da linguagem formal.

Cumprе ressaltar que a imutabilidade da rede Blockchain, por si só, não justifica a lisura da operação e nem sempre é um mecanismo de confiança válido. Apesar de garantir a fidelidade do ato de uma determinada transação na rede, não garante que o executor da transmissão seja o proprietário legal da chave privada ou mesmo esteja imbuído da capacidade jurídica para tanto.

Fairfield e Selvadurai (2022), entendem que o caminho seja a busca de uma forma de alinhar a linguagem formal com a linguagem natural aplicada ao direito contratual.

⁴⁹ Cumprе mencionar que não é apenas no campo contratual que se discute sobre a ideia da lei pelo código. As inúmeras possibilidades ocasionadas pelo ciberespaço ainda são dificuldades de outras áreas do Direito, especialmente a regulatória e legislativa. Ainda há um vasto campo de discussão sobre a regulação da internet, por exemplo, além da compreensão social de que não haverá neutralidade por parte do código, posto que ele só surge a partir do desenvolvimento humano e seus ideais, também reflete-se sobre como a legislação e, por consequência, os tribunais irão lidar com as regras impostas pelos códigos, resultando na necessidade de financiamento e desenvolvimento estatal para uso de softwares que auxiliem os Estados a lidar com estes novos desafios, tal como o uso de ferramentas para prospecção de dados para fazer avaliações preditivas sobre potenciais ameaças à segurança nacional (Hassan; De Filippi, 2017, p. 89).

Um método para mitigar os conflitos entre linguagem natural e formal é o uso dos “*smart contract languages*” (SCLs), que, em tradução literal, corresponde a uma “linguagem de contratos inteligentes”. Trata-se de um método para traduzir os conceitos contratuais em códigos. Um exemplo simples dessa aplicação seria a inclusão de protocolos de governança e tomadas de decisão, como o uso para votação online em uma assembleia de acionistas ou uma votação de *crowdfunding*.

Outro aspecto relevante no estudo apontado por Fairfield e Selvadurai (2022) é a análise das jurisdições dos Estados Unidos e da Austrália acerca dos contratos eletrônicos sofisticados, além das diretivas de Comércio Eletrônico da União Europeia e os decretos da Comissão das Nações Unidas sobre o Direito Comercial Internacional (UNCITRAL). Tais modelos não serão abordados neste estudo, por questões de limitação de pesquisa; todavia, uma das conclusões alcançadas pelos autores é de que, em caso de conflito entre a linguagem humana e a computacional, prevalece a expectativa dos agentes contratantes (Fairfield; Selvadurai, 2022, p. 107).

Ainda para os autores mencionados, o aspecto de relevância – o qual também é a dedução alcançada nesta pesquisa – é que os *smart contracts* não podem obter validade legal senão por meio da aplicação das leis contratuais, e estas são alimentadas pelas expectativas humanas expressas em linguagem natural. Desse modo, é necessária a criação de leis contratuais que entendam a distinção entre linguagem natural e linguagem formal, além de analisar a intenção contratual e diferenciar da execução contratual.

Nesse último aspecto, há uma divergência na compreensão de Fairfield e Selvadurai (2022). Até o momento, entende-se não haver necessidade da criação de leis específicas para lidar com os *smart contracts*, mas sim de um amadurecimento doutrinário, judicial e legislativo para compreender os impactos e peculiaridades dessas contratações. Como defendido neste estudo, depreende-se que os *smart contracts* geram uma nova categoria contratual, mas estão sujeitos às normas gerais.

A sujeição desses contratos é fundamentada por meio da equivalência e não do excepcionalismo. Ou seja, esse tipo de contratação deve ser considerado com base na doutrina, mas com nova roupagem, fazendo-se as adaptações necessárias. Todavia, ainda não há uma consolidação ou especialização legal, ou doutrinária, acerca das especificidades dos *smart contracts*.

Ao trazer a questão para a realidade do direito brasileiro, especialmente quanto à interpretação da vontade das partes e aos limitativos legais para execução dos contratos, tem-se dois pontos de grande relevância: o princípio da função social do contrato e as normas relativas ao direito consumerista.

Sabe-se que o direito civil, em especial, o direito contratual, não deve ser visto como um instituto fechado em si. O peso das normas e princípios constitucionais possuem relevância quando da execução do direito contratual, prevalecendo as normas constitucionais quando houver conflito ou for necessária a complementação para o direito privado.

Os princípios constitucionais de maior impacto quando da formação dos contratos são o da boa-fé e o da função social do contrato.

Embora a segurança e a execução automática sejam características louváveis dos *smart contracts*, podem surgir desafios de compatibilidade quando consideradas sob a ótica dos princípios contratuais.

O princípio da força obrigatória dos contratos (*pacta sunt servanda*) não tem previsão expressa no Código Civil, mas se origina do princípio da autonomia privada, ao passo que “a força obrigatória dos contratos prevê que tem força de lei o estipulado pelas partes” (Tartuce, 2021, p. 109), obrigando os contratantes a honrarem seus compromissos.

Para Timm e Guarisse (2021, p. 169), tal princípio é relevante, pois, sem a coação estatal, seria improvável o cumprimento dos contratos pactuados, visto que, ao firmar um contrato, as partes possuem interesses na criação de promessas. Porém, no decurso do cumprimento da obrigação, tal cenário pode mudar e gerar comportamento inverso. Desse modo, o direito contratual tenta resguardar a cooperação entre as partes à medida que cria formas de incentivo e desincentivos para o cumprimento contratual.

A força obrigatória dos contratos é o princípio que mais se associa à capacidade de autoexecução dos *smart contracts*; todavia, tal princípio não deve ser visto isoladamente no ordenamento jurídico nacional, pois “constitui exceção à regra geral da socialidade, secundária a função social do contrato, princípio que impera na nova realidade do direito privado contemporâneo” (Tartuce, 2021, p. 111). Ainda segundo Tartuce (2021), é, portanto, um princípio mitigado ou relativizado.

Desse modo, o princípio da função social do contrato surge como criador de limite à autonomia das partes para contratar. Tem previsão nos artigos 421 e 2.035,

parágrafo único, do Código Civil⁵⁰ e, com base na influência que os princípios constitucionais possuem sobre o Código Civil, “pode-se afirmar que a real função do contrato não é a segurança jurídica ou a proteção excessiva e cega do mercado, mas sim atender os interesses da pessoa humana” (Tartuce, 2021, p. 69).

Esse princípio acaba por ter relevância consagrada no ordenamento jurídico vigente, por poder ser considerado matéria de ordem pública, sendo uma espécie do gênero função social da propriedade *lato sensu* (Tartuce, 2021, p. 74). Tal princípio também indica que o contrato deve possuir eficácia interna e externa, e sua interpretação deve estar consoante o contexto da sociedade (Tartuce, 2021, p. 82).

Tartuce destaca como a boa-fé objetiva está associada aos deveres anexos ou secundários do contrato e deve ser respeitada pelas partes, sob pena de “violação positiva do contrato” e, dentre os deveres anexos, há o dever de agir conforme a razoabilidade e a equidade (2021, p. 115-116). Todavia, ao passo que um algoritmo é programado para negociar e fechar acordos de forma autônoma, o princípio da boa-fé pode não ser aplicado do mesmo modo para uma pessoa humana.

A partir dessa complexidade, surge o debate sobre o risco de juízes e árbitros considerarem o que está disposto no contrato, por meio da linguagem computacional, prevalecendo sobre o que foi esperado ou alegado pelas partes. Afinal, em um primeiro cenário, há um critério objetivo e sólido para o julgador, o qual poderá apoiar-se no fato de que existem provas concretas e seguras sobre a execução contratual. Em outro cenário, o julgador deverá flexibilizar os termos contratuais aplicando as regras gerais do negócio jurídico e dos princípios contratuais.

Há também um caminho para mitigação dos riscos entre o executado e o esperado. Quando do desenho do *smart contract*, os profissionais podem optar por, além de programar as condições contratuais, manter um registro físico do contrato, de modo que, em caso de conflito, a versão física (*off-chain*) prevaleceria sobre a

⁵⁰ Art. 421. A liberdade contratual será exercida nos limites da função social do contrato.

[...]

Art. 2.035. A validade dos negócios e demais atos jurídicos, constituídos antes da entrada em vigor deste Código, obedece ao disposto nas leis anteriores, referidas no art. 2.045, mas os seus efeitos, produzidos após a vigência deste Código, aos preceitos dele se subordinam, salvo se houver sido prevista pelas partes determinada forma de execução.

Parágrafo único. Nenhuma convenção prevalecerá se contrariar preceitos de ordem pública, tais como os estabelecidos por este Código para assegurar a função social da propriedade e dos contratos.

versão programada. No entanto, no caso dos *smart contracts*, essa dupla segurança resultaria em uma situação diferente do esperado, pois acarretaria aumento nos custos de transação, maior tempo para o fechamento dos acordos, além de poder se tornar economicamente inviável (Stazi, 2022, p. 7).

O aspecto econômico seria relevante, por exemplo, para *smart contracts* caracterizados como contratos estandardizados, onde a quantidade necessária de contratações poderia tornar economicamente inviável manter cópias digitais ou físicas. Todavia, para contratos específicos ou complexos, mas com vigência prolongada, tais como contratos de prestação de serviços, licenciamentos e financiamentos, o recurso “*off-chain*” se mostra útil. Por fim, outro meio é a criação de contratos base, com a inclusão de cláusulas gerais que sirvam como complemento à contratação principal. Esse recurso já é amplamente utilizado por empresas que registram as condições gerais em cartórios, por exemplo, resguardando para a contratação com seus parceiros apenas os aspectos comerciais ou contratuais específicos.

Salienta-se que a aplicação dos *smart contracts* também apresenta desafios no âmbito das relações consumeristas, principalmente quando sistemas altamente sofisticados visam maximizar seus ganhos em detrimento dos consumidores, adaptando termos e condições para obter o máximo de vantagem possível (Scholz, 2017, p. 144). Embora a legislação nacional, como o Código de Defesa do Consumidor, possa fornecer certas garantias de proteção ao consumidor, a falta de compreensão das decisões dos algoritmos em casos de *Black box* limita a aplicação efetiva dessas leis.

Nesse sentido, a falta de diretrizes claras sobre os *smart contracts* e sua integração no ordenamento jurídico brasileiro levanta preocupações sobre o uso do Poder Judiciário para flexibilizar os efeitos contratuais, especialmente quando se trata de questões relacionadas ao Código de Defesa do Consumidor (Floriani, 2020, p. 63-64).

Em que pese a dificuldade na compatibilidade das condições de um *smart contract* para contratações de consumo, a maior preocupação surge no cenário de contratos mais complexos. Para uma situação mais simples, cita-se como exemplo a compra de um livro pela Amazon. Embora o código possa acarretar falhas, é possível garantir o direito do consumidor, seja pela oferta de novo serviço ou mesmo para apuração de perdas e danos. Nesse caso, a complexidade é reduzida, pois

ficará a cargo do fornecedor reavaliar os códigos aplicados e compensar o consumidor pelo erro evidenciado.

3.2.2 REVISÃO, EXTINÇÃO E INTERVENÇÃO JUDICIAL NOS *SMART CONTRACTS*

Mesmo partindo-se da compreensão de que *smart contracts* não são considerados imunes a erros, surgem desafios quanto à aplicação de revisões, extinções ou intervenções judiciais nesses contratos. Esta seção aborda alguns dos debates relacionados a essas questões.

Ainda que seja um dos seus principais atrativos, a imutabilidade dos *smart contracts* requer uma análise cuidadosa pela comunidade jurídica, pois esses contratos devem evoluir para se tornar uma ferramenta comercial viável. Além de tecnicamente seguros, eles precisam ser legalmente executáveis (Mik, 2017, p. 13).

Ao firmar um contrato, os agentes buscam formalizar os acordos estipulados na etapa negocial. As cláusulas contratuais são previsões essenciais para a manifestação do interesse das partes; além de criar direitos e obrigações, também são utilizadas para formalizar o entendimento das partes quando da ocorrência de situações imprevistas. Ao utilizar uma linguagem formal para o contrato, as partes encontram obstáculos para estabelecer soluções contratuais relacionadas a momentos atípicos, tais como as situações de caso fortuito ou de força maior, hipóteses de compensação por perdas e danos, ou mesmo a busca por medidas cautelares (Fairfield; Selvadurai, 2022, p. 106; Stazi, 2022, p. 13).

As cláusulas contratuais tradicionais, aqui mencionadas no sentido de escritas na linguagem humana, além de preverem situações de natureza contratual comum (objeto, preço, obrigações gerais etc.), permitem inserir no contrato a compreensão e cultura contratual dos agentes contratantes. Por exemplo, uma empresa com abordagem contratual mais conservadora ou pautada em uma governança irá firmar contratos com previsões sobre tratamento de dados, confidencialidade, hipóteses de auditoria, governança, anticorrupção, entre outros.

Todavia, ao pensar na formação de contratos automatizados, onde as condições programadas não poderão ser alteradas, surge o desafio de como ajustar as inúmeras previsões contidas em cláusulas escritas na linguagem humana para aquelas escritas em linguagem formal. Em uma previsão contratual, o contexto, os

destaques, os números, as vírgulas, os tópicos e subtópicos são considerados quando da interpretação do contrato. Tal liberdade não existe em um código.

Em um primeiro momento, uma conclusão válida é a seguinte: *smart contracts* não são indicados para qualquer contratação.

Como já destacado neste estudo, não se considera os *smart contracts* como uma forma de contratação superior, mais avançada ou inferior às demais formas de contratar, pois, bem verdade, trata-se de mais uma possibilidade de contratação, com capacidade de criar contratos assertivos. Portanto, essa conclusão tem seu embasamento de validade. Todavia, mesmo que haja tal compreensão válida, ainda assim surgem desafios impostos pelos *smart contracts*.

O direito contratual visa garantir a execução do acordo firmado, resguardando os direitos das partes contratantes. Contudo, segundo se compreende, ainda existem situações em que os contratos precisarão ser revistos e alterados, ou mesmo extintos antecipadamente.

A Teoria da Imprevisão⁵¹, apresenta uma atenuação do princípio da *pacta sunt servanda*, ao permitir a revisão contratual, especialmente em contratos de trato sucessivos e dependentes do futuro. Tal teoria expressa a ideia de uma cláusula implícita (*rebus sic stantibus*) que será aplicada a todos os contratos de prestações sucessivas; essa “cláusula” estipula que o contrato não permanece em vigor caso as condições tenham se alterado e não sejam as mesmas do momento da sua formação, a fim de se buscar o equilíbrio contratual.

Neste caso, a compreensão dada pela teoria da imprevisão permite a reanálise do contrato caso as condições da contratação tenham se modificado, por eventos imprevistos que acarretam a impossibilidade subjetiva, ou absoluta, ou mesmo a onerosidade excessiva da prestação (Rizzardo, 2023, p. 137). Por certo, essa teoria não se refere a questões de mero reajuste contratual, ou outras inconsistências que podem ser modificadas pelas partes ou englobam revisão

⁵¹ Não se sabe ao certo a origem desta teoria, se junto ao Direito Romano ou mais antigo, com possível presença junto ao Código de Hammurabi, mas o berço atual da materialização teoria da imprevisão remota a Idade Médica, com base na aplicação da *conditio causa data non secuta*, ao estabelecer que o contrato deve ser cumprido nas condições em que foi pactuado, mas com possibilidade de revisão ao passo que as condições precedentes tenham se modificado (Venosa, 2009, p. 457).

parcial. O art. 478 do Código Civil⁵², que trata sobre a onerosidade excessiva, tem respaldo nessa teoria.

O direito contratual também prevê outras hipóteses em que os contratos poderão ser extintos antecipadamente.

A matéria da extinção contratual é complexa e envolve discussões que permeiam não só o direito contratual, mas também as normas civis gerais, em especial aquelas relacionadas ao negócio jurídico e à capacidade dos agentes.

Quando um contrato chega ao seu fim, sendo que as obrigações foram todas cumpridas com satisfação dos interesses dos agentes, ele será considerado extinto de forma natural, em razão do cumprimento (*solutio*). Flávio Tartuce (2021, p. 286) denomina esse cenário como “extinção normal do contrato”.

Na extinção por adimplemento contratual, em linhas gerais, os *smart contracts* apresentam compatibilidade, posto que, ao se extinguir o contrato por satisfação das obrigações, resta aos agentes buscar uma comprovação do seu adimplemento, realizando distrato, termos de quitação, levantamento dos comprovantes de pagamentos, entre outros.

Pela natureza de operação de um *smart contract*, é possível inferir que ele poderá satisfazer o interesse dos agentes quando do término das obrigações contratuais. Por conta da sua capacidade de verificabilidade e observabilidade, é possível garantir a comprovação da quitação total das obrigações, com a inserção de um comando para emissão automática do comprovante de quitação que poderá ser enviado para as partes, ou com capacidade de impressão do registro para fins de comprovação fiscal, regulatória ou de governança.

Porém, os contratos não se extinguem apenas pela via natural, sendo possível sua extinção antecipadamente por meio de rescisão, resolução ou resilição⁵³.

⁵² Art. 478. Nos contratos de execução continuada ou diferida, se a prestação de uma das partes se tornar excessivamente onerosa, com extrema vantagem para a outra, em virtude de acontecimentos extraordinários e imprevisíveis, poderá o devedor pedir a resolução do contrato. Os efeitos da sentença que a decretar retroagirão à data da citação (Brasil, 2002).

⁵³ Cumpre mencionar que alguns doutrinadores, como Flávio Tartuce, consideram que a resolução e a resilição são espécies do gênero “rescisão”, indo contrário ao entendimento de Arnaldo Rizzardo de que a rescisão é sinônimo de invalidade, aplicada para contratos nulos e anuláveis (Tartuce, 2021, p. 293; Rizzardo, 2023, p. 190). Tartuce, portanto, indica que os outros modos de extinção contratual poderão ocorrer por meio de: fatos anteriores à celebração do contrato; fatos posteriores à celebração do contrato; e extinção por morte (Tartuce, 2021, p. 286). De todo modo, é de reconhecer que ambos os doutrinadores possuem notório conhecimento e, apesar da divergência de categorias, lecionam com maestria acerca do assunto de modo a se

Neste passo, menciona-se que os contratos passíveis de rescisão, pela compreensão de Rizzardo (2023, p. 190), são aqueles com formação nula, iníqua ou anulável. Tal situação obriga o contrato a ser extinto porque ele está viciado na origem, faltando elementos essenciais da sua formação, ou existem vícios que prejudicam o negócio jurídico. Para esses casos, será aplicada a Teoria das Nulidades, tal como presente na Parte Geral do Código Civil, com previsão no Capítulo V do Título referente aos negócios jurídicos.

As condições para resolução contratual ocorrem após a formação do contrato e se relacionam com sua execução. Estão atreladas às questões do inadimplemento contratual ou fatos supervenientes, tais como as hipóteses de onerosidade excessiva, caso fortuito, força maior ou quando da ocorrência de quebra da base objetiva do negócio. A resolução, portanto, poderá operar de forma voluntária – quando uma das partes descumprir deliberadamente com suas obrigações diretas ou anexas, como a manutenção de licença para operação, por exemplo – ou involuntária, onde o devedor não atua com culpa. Ou seja, ocorre a extinção por fatos posteriores à celebração.

Outro modo de extinção contratual é a resilição, pautada no desfazimento da relação contratual por acordo entre as partes ou por declaração unilateral de um dos agentes, tal como ocorre na denúncia, revogação, renúncia ou exoneração das obrigações contratuais (Rizzardo, 2023, p. 190; Tartuce, 2021, p. 317).

Ao pôr em comparativo a atuação dos *smart contracts*, em especial considerando sua inalterabilidade, verifica-se a problemática acerca da matéria da extinção contratual.

Embora o ordenamento jurídico preveja a possibilidade de revisão contratual em casos de eventos imprevistos envolvendo questões de consumo ou desequilíbrio contratual manifesto (Efing; Santos, 2018, p. 60), os códigos dos *smart contracts* que operam aquele contrato não podem ser alterados de imediato.

Ainda que um requerente busque uma decisão judicial ou arbitral para proteger um direito decorrente de um *smart contract*, as ordens judiciais não podem alterar o contrato, uma vez que a Blockchain é imutável (Efing; Santos, 2018, p. 59). Mesmo que seja determinada a elaboração de um novo instrumento ou a conversão

complementarem e abordarem a essência da temática. Para a suficiência desta pesquisa, a fim de evitar a profundidade teórica na classificação da extinção, serão destacados os pontos de relevância na compreensão e inter-relação com os *smart contracts*.

de eventuais prejuízos em perdas e danos, o contrato continuará em plena aplicação. Nesse caso, há duas possibilidades: a criação de contratos que possam ser flexibilizados e a adaptação dos tribunais para lidar com decisões envolvendo *smart contracts*.

No que diz respeito à rescisão atribuída por lei ou por vontade das partes, em contratos com execução continuada ou periódica, seja mediante rescisão, rescisão por inadimplemento ou hipótese de se optar por uma não renovação, ambas as situações exigirão uma programação prévia das hipóteses esperadas, podendo estar relacionadas a depósitos ou contrapartidas por criptomoedas (Stazi, 2022, p. 17).

Portanto, o primeiro cenário posto é que o design dos *smart contracts* deverá ser desenvolvido para suportar ou mitigar as hipóteses de extinção, ou alteração contratual, caso se esteja diante de um caso exigido pela lei. Neste ponto, será necessário o diálogo entre a ciência jurídica e a ciência da computação, visando trazer a segurança necessária para a formação dos contratos.

Para contratações de trato sucessivo, a fim de mitigar os riscos de fatos supervenientes, uma saída possível é a criação de mecanismos de renovação contratual. Assim, seria possível a inserção de campos no contrato para manifestação periódica das partes sobre seu interesse em seguir ou não com o acordo; nesses espaços, caso as partes optem pela rescisão contratual, poderão encerrar o contrato antecipadamente.

Tome-se como exemplo um determinado contrato de assinatura de serviços de *streaming* de vídeo. As partes podem escolher um prazo inicial de um ano, mas com inclusão de disposições que permitam a qualquer uma delas rescindir o contrato a cada mês, mediante aviso prévio.

Nesse caso, o *smart contract* automatiza o processo da assinatura no qual, ao final de cada mês, as partes podem se manifestar sobre seu interesse em continuar o contrato para o próximo período. Em caso de manifesto positivo ou falta de manifestação num prazo específico, o contrato continua automaticamente para o próximo período. Se uma das partes decidir rescindir, o contrato termina após o período de aviso prévio. Além disso, o contrato pode conter disposições para ajuste automático de pagamentos mensais com base na duração do contrato. Por exemplo, se uma das partes rescindir o contrato antes do término do prazo inicial, o valor da

assinatura para o mês seguinte seria ajustado proporcionalmente ao tempo restante no contrato.

Um *smart contract* também poderá ser programado para analisar e acompanhar o desempenho das partes em suas obrigações.

Utilizando-se o exemplo acima, além das condições sobre renovação, o *smart contract* também poderia avaliar se a parte contratante está adimplindo suas obrigações pontualmente. Em caso de atrasos, pode emitir aviso automático para pagamento e aplicar automaticamente a multa prevista em contrato. Transcorrido determinado período de inadimplência, previamente ajustado, o contrato pode ser extinto com o bloqueio automático do acesso. Dessa forma, a contratação “*online*” se encerra e o prestador de serviços pode buscar meios judiciais e extrajudiciais para a cobrança da dívida.

Para contratações mais complexas, como contratos de fornecimento, por exemplo, as partes também podem criar uma conta de garantia (*Escrow*). Passado determinado período de inadimplência, o contrato pode calcular automaticamente o valor da dívida, que poderá ser limitado conforme o montante depositado, e liberá-lo em favor de uma das partes. Caso sejam apurados outros valores a título de perdas e danos, a parte inocente buscará os remédios judiciais adequados.

Outra abordagem é a programação para aplicações de multas sem rescisão contratual. Por exemplo, se uma disposição do contrato não for cumprida, e seu descumprimento for constatado, uma notificação imediata será enviada para sanar a questão em um prazo predeterminado. Caso não seja cumprido, aplica-se uma multa predeterminada, ou as partes podem formalizar uma conta com débito automático ante os descumprimentos. Dessa forma, as multas poderão ser somadas até um determinado limite, acima do qual o contrato será finalizado, permitindo que a parte inocente execute a dívida em juízo, com os históricos servindo como título executivo extrajudicial.

Considerando-se que a cadeia Blockchain gera um livro-razão, as partes poderão ter acesso seguro ao histórico de inadimplementos e aos prazos, garantindo segurança para nenhuma parte sair prejudicada. Tal registro, inclusive, configura-se como uma prova para eventual litígio e serve para comprovação de mora.

Os Oráculos também se mostram como um mecanismo que pode ser utilizado para alteração nas condições contratuais. Além de possibilitarem questões

como reajuste e adequação do contrato conforme o mercado, podem ser uma porta para a intervenção judicial ou arbitral. Com essa conexão, a câmara ou o juízo emitirá uma decisão que será inserida diretamente no contrato. Desse modo, os Oráculos poderão funcionar como um mecanismo para o exercício da função jurisdicional; tal característica “traz um novo panorama para os *smart contracts*, que é a possibilidade de instauração de procedimentos para resolução de disputas, que irão interferir na execução dos contratos” (Silveira, 2022, p. 14).

Entretanto, é importante reconhecer que o diálogo entre o contrato e uma decisão judicial ou arbitral não é tarefa fácil. Todavia, ao conceber um sistema jurídico, capaz de dialogar com *smart contracts*, os tribunais poderão se adaptar a essa nova realidade, influenciando nos contratos com a própria regra do jogo destes, como, por exemplo, emanando uma decisão objetiva que possa ser inserida no código do contrato.

Um caminho de reflexão é a criação de órgãos especiais ou entidades com poder decisório, ou consultivo, capazes de emanar decisões que possam se adaptar a esse modelo. Tal ideia merece um estudo próprio, seja pelo viés econômico da sua viabilidade, seja pelo viés da própria adequação jurídica, compreendendo se o direito está maduro o suficiente para se adequar a essa nova realidade.

A princípio, uma abordagem adequada seria a criação de juízos especializados para lidar com essas contratações, com o suporte técnico necessário. Ele funcionaria para uma câmara arbitral, onde os árbitros precisam compreender a realidade da situação e se munir dos pareceres técnicos necessários, aliados à interpretação jurídica.

Apesar das especulações teóricas, a realidade atual mostra-se diferente. Os modelos de *smart contracts* ainda não possuem a maleabilidade para decisões judiciais, e não existem órgãos especializados para tanto. Portanto, o caminho atual é o uso dos recursos existentes.

Uma forma de mitigar os riscos do negócio é prever cláusulas gerais. Nesse caso, uma das partes pode se utilizar de um sistema de cláusulas gerais redigidas em linguagem comum e registradas em cartório, reservando para a linguagem formal as condições mais adequadas para a execução e registro do histórico do contrato. Tal abordagem também pode ser aproveitada na redação de contratos mistos, onde as partes podem optar por redigir questões gerais de forma escrita, firmada por meio tradicional, seja físico ou eletrônico, e programar as demais condições.

No exemplo acima, caso surja o questionamento se ainda assim haverá um *smart contract*, compreende-se que a afirmação é positiva. Não há justificativa para limitar a estrutura obrigatória de um *smart contract*, pois ele, para existir e ser executado, não precisa possuir todas as condições programadas. Esse argumento se baseia na ideia do consensualismo, pela liberdade das formas. Caso os agentes optem por uma contratação híbrida, esta deverá ser válida, salvo se houver disposição contrária em lei.

A menção aos contratos redigidos em duas línguas, com indicação do foro de solução de litígios e lei aplicável, ajuda os julgadores e as partes a negociarem de forma mais segura. Em caso de erro de programação ou durante a execução do contrato, é mais fácil para um julgador analisar o real interesse das partes. Inclusive, as partes podem deixar ajustado que, em caso de conflito entre o disposto no contrato físico e o código, prevalecerá o disposto no contrato. Tal compreensão também é adotada em contratos bilíngues, por exemplo, onde as partes indicam que, em caso de conflito, prevalecerá o disposto em alguma das duas línguas.

O arbitramento da linguagem prevalecente auxilia na interpretação do objetivo das partes, posto que se manifestam pela criação de um contrato autoexecutável, mas compreendem que erros poderão ocorrer. Nesse sentido, também devem buscar formas para que o *software* do smart contract possibilite alterações, complementações ou encerramento antecipado.

Para *smart contracts* de execução mais simples, como uma simples compra de passagem aérea, a preocupação com o arbitramento da linguagem prevalecente não é de grande relevância, pois a contratação em si não perdura no tempo, apenas seus efeitos. Para esses casos, é de fácil compreensão que a saída poderá ser a oferta de um novo produto ou a resolução por perdas e danos.

Em que pesem as discussões acima, onde se analisam possibilidades de mitigação dos riscos pela iniciativa das partes, é inegável o crescimento na virtualização das contratações, de modo que não apenas os particulares devem refletir e se adaptar sobre tal cenário, mas os Estados precisam reavaliar suas políticas para vivenciar o ambiente das contratações inteligentes.

De igual modo, o assunto se mostra complexo quando da extinção contratual pautada nas hipóteses de nulidade e anulabilidade. Nesse caso, há afetação direta no negócio jurídico, com questões que vão além do poder das partes, posto que há

a inexistência de requisitos essenciais para a contratação. Um exemplo é a compra de um NFT de uma obra de arte falsificada.

Assim, realizada a operação de compra e evidenciada a falsificação, fica configurada a formação de um contrato nulo. Todavia, o ressarcimento dos prejuízos se mostra dificultoso, em especial se as partes forem de localidades diferentes e sem identidade revelada.

A saída adequada para questões de nulidade e anulabilidade é que o *smart contract* tenha uma previsão para lidar com tais situações, podendo reverter a operação. Por exemplo, o contrato poderá possibilitar o envio de notificação para as partes acerca da nulidade, apresentando um período para negociação, a fim de sanar o vício, ou aguardar a decisão de uma autoridade para confirmar o defeito; nesse caso, o contrato automaticamente retorna a propriedade do bem ao titular.

Outro caminho é a utilização de substitutos monetários (perdas e danos), que podem ser eficazes em casos de restituição de ativos digitais quando evidenciada a realização de transferências ilegais que não poderão ser alteradas (Luesley, 2019, p. 168)⁵⁴.

3.2.3 REGULAÇÃO PARA SMART CONTRACTS

É consenso que os *smart contracts* representam uma modificação no cenário das contratações; todavia, as suas características também geram ressalvas quanto aos seus efeitos na sociedade, seja pelo viés privado, ou público, assim como de mercado e, por consequência, legislativo e regulatório.

Para contratações menos complexas, como a compra de um livro, de uma passagem aérea ou de uma reserva de hotel, os *smart contracts* se mostram como recursos vantajosos. Por outro lado, ao aumentar sua complexidade – quando analisados pela aplicação de códigos os quais geram efeitos que não poderão ser revestidos, ou ao verificar a existência de algoritmos com capacidade de decisão –,

⁵⁴ Luesley menciona como a legislação canadense está seguindo um entendimento amplo sobre a aplicação de substitutos monetários onde a restituição do ativo transferidos ilegalmente é impossível. Tal saída legislativa visa compensar a parte inocente ou punir os infratores em casos de fraude. Tem-se como jurisprudência o caso *Kupchak vs Dayson Holdings Co. et al.*, onde o réu utilizou declarações falsas para venda de ações de uma empresa em troca de alguns imóveis. Nesse caso, a Corte decidiu pela compensação financeira, considerando que o contrato é imutável, onde o patrimônio do infrator responderá pelo dano causado. Por certo, tal compreensão pode encontrar espaço do ordenamento jurídico nacional, onde a aplicação de perdas e danos poderá ser aplicada.

esses contratos podem se mostrar como um campo de risco para o direito privado e a soberania nacional.

Após a formação de um *smart contract*, por meio de Blockchain, por exemplo, ainda que haja a publicação de uma lei que vise penalizar transações julgadas como irregulares, tal ato, por si só, é insuficiente para reverter o código e a operação realizada (Filippi *et al.*, 2022, p. 7). O cenário atual leva a discussão legislativa e regulatória para um caminho que precisa se adequar aos efeitos das novas tecnologias.

No decorrer deste estudo, buscou-se analisar os *smart contracts* a fim de caracterizá-los, classificá-los e defini-los pela ótica do direito privado nacional. Sob o viés regulatório em si, as conclusões parciais desta pesquisa ainda não levam a um entendimento sobre a necessidade ou não de regular os *smart contracts*, ao serem contratos que podem ser compreendidos na lógica contratual existente; bem verdade, as tecnologias utilizadas apresentam maiores desafios jurídicos, pois elas que criam o ponto de disrupção tecnológica e possibilitam o refinamento dos *smart contracts*.

Ainda que se compreenda pela regulação dos *smart contracts*, verifica-se que tal ato apresenta uma série de desafios, considerando especialmente os contextos mencionados neste estudo. Embora se faça um recorte dos *smart contracts* no campo do direito privado brasileiro, a atuação desses contratos pode ser transfronteiriça e operar independentemente das regras contratuais específicas de cada país; nessa situação, surge o verdadeiro desafio regulatório, por ser necessário compreender a atuação dos *smart contracts*, as tecnologias envolvidas e criar mecanismos que lidem com contratações ao nível global.

Apesar de as contratações inteligentes e assertivas oferecerem benefícios em eficiência e transparência quanto ao seu andamento, sua natureza descentralizada e complexa requer uma abordagem cuidadosa dos reguladores e das partes interessadas.

A atuação transfronteiriça é uma das principais dificuldades enfrentadas na regulação dos *smart contracts*. Devido à natureza global de tecnologias como Blockchain e da própria Internet, os *smart contracts* podem ser executados em múltiplas jurisdições simultaneamente, dificultando a aplicação consistente das leis e regulamentos.

Em que pese tais aspectos, a regulação dos efeitos e formação dos *smart contracts* pode ser um instrumento necessário para garantir a proteção dos consumidores, promover a integridade do mercado e estimular a inovação responsável. Os consumidores podem estar expostos a riscos significativos, como falhas de segurança, falta de transparência e fraudes, por exemplo, necessitando de uma proteção legal adequada.

A falta de previsão legal mínima dos *smart contracts* também pode desincentivar empresas que buscam se desenvolver nessa área, por conta da insegurança jurídica existente, aumentando o risco na atuação e pode se tornar economicamente inviável. Afinal, mesmo que uma empresa invista no desenvolvimento de *smart contracts*, a falta de tratamento legal poderá motivar julgadores a adotar posturas tradicionais não condizentes com a atuação dessas contratações e penalizar as empresas, ou gerar atuações regulatórias reativas que penalizem aqueles que desenvolvem pesquisas e atuam neste segmento.

A regulamentação posterior poderá surgir para prejudicar o avanço tecnológico ou reduzir o interesse no investimento nesse setor, caso não ocorra conscientemente e dentro da compreensão dos efeitos de tecnologias ainda em desenvolvimento. Assim, não havendo parceria dos agentes reguladores para entender o novo cenário da inovação, poderá haver tensões ou criação de resposta para demandas não necessárias.

De outro lado, pensar em uma regulação prudente pode possibilitar o fomento tecnológico e a cooperação global, além de trazer maior segurança aos usuários contratantes e empresas atuantes no segmento. Isso criando-se critérios regulatórios (*frameworks* regulatórios) que possam possibilitar padrões de contratações com instruções gerais.

Ao considerar que as tecnologias continuam em crescente expansão e atuam exponencialmente, talvez a abordagem regulatória tradicional não seja suficiente. Legislar em matéria de tecnologias disruptivas é um desafio, pois as regras legais já podem nascer obsoletas ou com baixa capacidade de aplicação, considerando a transnacionalidade das operações.⁵⁵

⁵⁵ Em 2017, a China vivenciou a experiência do insucesso na regulação dos criptoativos. O Banco Central chinês proibiu as ofertas iniciais de moedas digitais, conhecidas como *Initial Coin Offering* (ICO). Considerando sua atuação limitada, a medida proibitiva atuou apenas em território chinês, todavia, as operações continuaram ocorrendo e sendo efetuadas por chineses, mas sediadas em outros países. Sua eficácia ocorreu apenas com a paralisação das atividades de lançamentos de

Assim como a forma de pensar a formação dos contratos é expandida, tornando-se cada vez mais dinâmica e interligada com outras áreas do conhecimento, a forma de se pensar como lidar com os novos desafios impostos pelos contratos inteligentes também deve ser considerada.

Porém, ao refletir estritamente sobre os aspectos dos *smart contracts*, talvez o caminho regulatório não seja o mais indicado para o caso. Bem verdade, o que se apresenta como desafio jurídico são as tecnologias que envolvem os *smart contracts*, como a Blockchain, e não o contrato em si, em uma compreensão geral.

Tal entendimento surge porque os *smart contracts* não são considerados apenas um tipo de contrato envolto por determinada tecnologia, mas são um grupo de contratos que possuem características que os diferenciam dos demais a ponto de serem considerados contratações assertivas.

Portanto, a um primeiro momento, compreende-se que os *smart contracts* em si não precisam de uma regulação própria, mas sim de recepção no modelo atual brasileiro. Ao analisar o atual cenário legislativo, verifica-se haver uma movimentação nesse sentido, e tal aspecto é positivo, ao sinalizar a atualização das normas nacionais frente às contratações inteligentes.

Dessa maneira, esta Seção finalizará o presente estudo em três aspectos. O primeiro preocupa-se em apontar o cenário legislativo específico em matéria de *smart contracts*; o segundo dedica-se a debater algumas abordagens atuais no que se refere à regulação da inovação; e, por fim, o terceiro visa fomentar o debate, destacando não haver uma necessidade de regulação dos *smart contracts*, talvez uma recepção legal. O que se necessita, bem verdade, é o desenvolvimento do debate, interdisciplinarmente, acerca dessas contratações.

3.2.3.1 O Atual Cenário Legislativo Brasileiro

Assim como em outras jurisdições, o Brasil ainda não possui previsão legal específica para os *smart contracts*. Todavia, existem legislações que podem auxiliar na compreensão e tratamento desses contratos, tais como a Constituição Federal, o Código Civil, o Código de Defesa do Consumidor e a Lei Geral de Proteção de

novas moedas ou empreendimento baseados em blockchain em território chinês. A ação dos chineses em outros países não foi considerada ilegal, pois a eficácia foi aplicada em âmbito territorial (Simeão; Varella, 2018, p. 55-56). Todavia, demonstra sobre os efeitos proporcionados por ações que envolvem tecnologias descentralizadas e do acesso ao ciberespaço.

Dados, os quais são diplomas relevantes sob os quais as contratações por *smart contract* estão sujeitas.

Originada do Projeto de Lei n.º 4.401/2021 (número anterior: Projeto de Lei n.º 2.303/2015), a Lei n.º 14.478, de 21 de dezembro de 2022, que dispõe sobre as diretrizes para a prestação de serviços de ativos virtuais⁵⁶ e regulamenta as prestadoras de serviços de ativos virtuais, mostra-se como um diploma legislativo de relevância para o cenário das contratações inteligentes. Tal lei, além de outras previsões, altera o Código Penal (Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940), ao incluir a penalidade sobre o crime de fraude com a utilização de ativos virtuais, valores mobiliários ou ativos financeiros (Brasil, 2022).

A ideia dos ativos virtuais influencia diretamente a compreensão e resultados dos *smart contracts*, em que pese esses contratos não operem apenas bens virtuais, mas o tratamento legal para os ativos virtuais implica o desenvolvimento dos *smart contracts* e das regras impostas ao código. Por exemplo, caso a lei compreenda um grau maior ou menor de segurança a esses bens, motivará a formação de contratos com diferentes graus de segurança a fim de mitigar os riscos. As condições estabelecidas em um *smart contract* que opere esses ativos já devem considerar as implicações legais incidentes sobre a contratação.

A iniciativa legislativa que evolui e torna o debate dos *smart contracts* uma realidade no Brasil é o PL n.º 954/2022, de autoria do então Deputado Luizão Goulart (SOLIDARIEDADE/PR). Esse projeto de lei aspira alterar o Código Civil nas

⁵⁶ O art. 3º da Lei n.º 14.478/2022, considera como ativo virtual a “representação digital de valor que pode ser negociada ou transferida por meios eletrônicos e utilizada para realização de pagamentos ou com propósito de investimento” (Brasil, 2022). Todavia, ainda se considera que o conceito de ativo virtual ainda é um campo de discussão. A lei traz definição de ativo virtual por exceção, ao apresentar, no artigo 3º, um rol daquilo que não é considerado ativo virtual (Costa, 2023). Tal discussão ganhou relevância a ponto de que, em setembro de 2023, a Senadora Soraya Thronicke (PODEMOS/MS), protocolou o Projeto de Lei n.º 4365, de 2023, cujo objetivo é alterar a Lei nº 14.478/2022, a fim de aperfeiçoar o conceito de ativos virtuais e especificar o ecossistema de atores do mercado destes ativos. Por certo, ainda não é possível definir o grau de relação desta lei com os *smart contracts*, mas de fato há uma implicação em todo o sistema de contratações envolvendo bens digitais. A fim de colaborar com a compreensão do significado destes ativos, em 2 de outubro de 2023, o Banco Central (BC) emitiu, por meio do seu canal de dúvidas, o seu entendimento sobre estes ativos, os quais atribuiu o conceito popular de moedas virtuais, criptomoedas ou moedas criptográficas e estabelece que tais ativos não são garantidos pelo BC. Para o BC, ativos virtuais “não têm as características de uma moeda, ou seja, de meio de troca, de reserva de valor e de unidade de conta, mas, sim, as características de ativo. Por isso a moeda virtual é chamada de ativo virtual. Seu valor decorre exclusivamente da confiança entre quem adquire e quem emite, e o risco pelas transações com moedas virtuais é exclusivo dessas pessoas” (Banco Central, 2023). Tal compreensão colabora para os estudiosos do tema, em que pese não esteja diretamente relacionado com esta pesquisa, a definição e observação apresentada pelo BC demonstra como questões que envolvem transações digitais ainda possuem um vasto campo de compreensão e análise com sua interação com entes controladores/estatais.

disposições preliminares do Título V, do Livro I, da Parte Especial, que trata sobre os contratos em geral, a fim de dispor sobre “contratos estruturados sob definições para sua execução”, de modo que sua Ementa merece o destaque:

Altera a Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), para dispor sobre contratos estruturados sob definições para sua execução, no todo ou em parte, de modo automatizado e mediante emprego de plataformas eletrônicas e soluções tecnológicas que assegurem autonomia, descentralização e dispensando autossuficiência, intermediários para a implementação do acordo entre os contratantes ou garantir a autenticidade (Brasil, 2022).

O objeto de atenção do PL é o art. 425, que versa sobre a licitude dos contratos atípicos, com a inserção de um parágrafo único, além de prever um novo dispositivo, o art. 425-A.

A inclusão do parágrafo único no art. 425 traz a previsão expressa que a licitude conferida aos contratos atípicos também se aplica aos “contratos estruturados” – aqui sinônimos de *smart contracts* –, que possuem autonomia, descentralização, autossuficiência e dispensam intermediários.

Já o art. 425-A versa sobre o tratamento de controvérsias envolvendo a execução dos *smart contracts*. Tal previsão estipula que o tratamento dos conflitos deve privilegiar a ponderação e o balanceamento, com análise das boas práticas de governança e confiabilidade dos contratos.

Essa proposta legislativa se mostra como um verdadeiro avanço (e positivo) para a comunidade jurídica. Porém, não necessariamente pela forma que foi apresentada, pois se entende que merece análise minuciosa do texto apresentado, desde a conceituação de contratos inteligentes até a forma do tratamento de conflitos.

Quanto à conceituação, a um primeiro momento, considera-se um acerto por parte dos proponentes, por destacarem as especificidades dos *smart contracts* (automatizado, existência por meio de plataforma eletrônica, autossuficientes e descentralizados). Entretanto, é preciso um debate aprofundado sobre a necessidade de previsão específica sobre esses contratos, posto que já podem ser considerados contratos atípicos sem a exigência de uma previsão própria. Inclusive, os *smart contracts* também formam contratações típicas, de forma que são contratações mistas, como já discutido neste estudo.

Outro ponto de atenção refere-se à proposta do art. 425-A. A ideia de existir um mínimo de tratamento de conflito sobre os *smart contracts* é de interesse jurídico válido. Afinal, tais contratos possuem peculiaridades próprias que os diferenciam dos demais.

Porém, esse dispositivo necessita de revisão, ao apresentar uma posição de recomendação em vez de caminhos adequados para o enfrentamento de conflitos envolvendo essas contratações, deixando de lado um aspecto essencial desses contratos, o qual é sua existência transnacional. A escolha de expressões como “práticas e governança” ou “abordagem baseada em risco” é própria do mundo corporativo e não se assemelha à linguagem utilizada pelo Código.

O uso de termos corporativos gera riscos. Além do seu viés, que pode ser subjetivo, há uma compreensão e abordagem modificada ao longo do tempo. Isso porque o que se considera “boa prática de governança” apresenta uma subjetividade arriscada. De igual modo, o uso dos termos “solidez” e “eficiência” também apresenta insegurança jurídica, pois não são critérios objetivos que definem previamente o que pode ser considerado sólido e eficaz em matéria de contratações inteligentes.

Em que pese tais discussões, o PL n.º 954/2022 merece seu reconhecimento enquanto iniciativa legislativa a fim de trazer visibilidade e segurança jurídica para os *smart contracts* e força à discussão acerca da matéria. Até o momento de finalização desta pesquisa, a última movimentação do PL foi registrada no dia 26 de abril de 2022, com despacho para a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania.

Mesmo que não tenha seu prosseguimento, o que se tornou um projeto ainda mais inovador não apenas referente aos *smart contracts*, mas com a alteração significativa do Código Civil é o seu anteprojeto que se propõe a inserir o Direito Digital e os *smart contracts* dentro do diploma civil.

3.2.3.1.1 O anteprojeto de Lei para revisão e atualização do Código Civil de 2002

Considerando que a proposta do PL n.º 954/2022 já se mostrou deveras inovadora em matéria de direito contratual, o que vem tornando o debate ainda mais aprofundado é a proposta de alteração do Código Civil de 2002 formulada pela

Comissão de Juristas responsável pela revisão e atualização do Código Civil (CJCODCIVIL).

Além de outras modificações legais, a proposta de alteração abrange desde a Parte Geral até a alteração de legislação complementar ao Código Civil. Porém, ao que se alinha ao estudo desenvolvido nesta pesquisa é a criação do Livro IV, Do Direito Civil Digital, que propõe a inclusão de normativas civis relacionadas ao ambiente digital.

Neste novo Livro, o Capítulo VII, da Celebração de Contratos por Meios Digitais, apresenta o conceito de um contrato digital⁵⁷, a sua formalidade⁵⁸ e inclui o que são considerados contratos inteligentes.

A CJCODCIVIL tem como proposta a seguinte previsão, acerca dos *smart contracts*:

Art. São considerados contratos inteligentes (*smart contracts*) aqueles nos quais alguma ou todas as obrigações contratuais são definidas ou executadas automaticamente por meio de um programa de computador, por meio da utilização de sequência de registros eletrônicos de dados e garantindo-se a integridade e a precisão de sua ordenação cronológica. (CJCODCIVIL, 2024, p. 253-254)

Em seu parágrafo único, o artigo apresenta um rol sobre os requisitos de um contrato inteligente e mostra-se comprometida com a responsabilidade daquele que desenvolve o contrato, ao apresentar um rol de requisitos para desenvolvimento contratual.

Conforme se debate na presente pesquisa, denota-se que a proposta legislativa, ao incluir disposições sobre os *smart contracts*, desenvolve o entendimento de contratos inteligentes com maior robustez tecnológica e rigidez no seu controle, assemelhando-se ao modelo de contrato proposto pelos criptógrafos.

Dentre os requisitos apresentados determinam-se que os *smart contracts* apresentem: i) robustez e controle de acesso; ii) capacidade de término seguro e interrupção; iii) auditabilidade; iv) controle de acesso; e v) consistência.

⁵⁷ A proposta legislativa, acerca dos contratos digitais, assim propõe:

Art. Entende-se por contrato digital todo acordo de vontades celebrado em ambiente digital, como os contratos eletrônicos, pactos via aplicativos, e-mail, ou qualquer outro meio tecnológico que permita a comunicação entre as partes e a criação de direitos e deveres entre elas, pela aceitação de proposta de negócio ou de oferta de produtos e serviços. (CJCODCIVIL, 2024, p. 251)

⁵⁸ Neste caso, tem-se a definição de que, em regra, os contratos digitais serão considerados informais e não solenes (CJCODCIVIL, 2024, p. 252), nos moldes definidos no artigo 107 do Código Civil, artigo este que trata sobre a declaração da vontade, que independe de forma especial, salvo por exigência legal (Brasil, 2002).

Comparando com as características apresentadas por Nick Szabo, verifica-se que os requisitos apresentados pela CJCODCIVIL estão alinhados com a preocupação em viabilizar a formação de *smart contracts*, mas com as devidas garantias que estes contratos precisam apresentar. Estas garantias, além de possibilitarem a formação e segurança dos *smart contracts*, também se preocupam com a responsabilização do desenvolvedor.

Em termos de responsabilização pelos desenvolvimentos, o artigo proposto apresenta dois tipos desenvolvedores. O primeiro é aquele que desenvolvem um contrato de forma independente, o que é possível para empresas que oferecem um serviço específico e propõem como instrumento contratual para seus parceiros um *smart contracts*. Outro caso são os desenvolvedores que ofertam seus serviços, desenvolvendo *smart contracts* e o ofertando por meio de um licenciamento, por exemplo.

Neste contexto, surge um cenário jurídico que, pressupõe-se, ser um campo de estudo ainda não realizado, sendo a responsabilidade jurídica objetiva e a aplicação do Código de Defesa do Consumidor (CDC) com relação aos desenvolvedores de *smart contracts*.

Em um momento em que as discussões sobre *smart contracts* residem sobre sua formação, validade, regulação e avanços, têm-se cenários em formação que também precisarão de estudos mais aprofundados nos ramos do direito privado. Onde havia cenários hipotéticos no estudo de *smart contracts*, a atual proposta legislativa lança novos campos de análise, pode delimitar cenários mais específicos na relação. Por exemplo, o momento em que dois contratantes possuem determinada dificuldade na execução do *smart contracts* pactuado, porém, verifica-se que o erro apresentado é de desenvolvimento. Neste caso, além de pensar em como resolver um contrato defeituoso de forma instrumental, também se aplica outras searas jurídicas, como a responsabilidade do desenvolvedor e a aplicação por meio do CDC. Desta forma, sinaliza para outras áreas de estudo, como elas devem ser analisadas na compreensão de relações formadas por meio de contratos inteligentes.

De todo modo, ainda há um caminho legislativo a ser percorrido com relação à proposta de alteração do Código Civil de 2002. É possível que alguns textos em matéria de Direito Digital e, mais propriamente, com relação aos *smart contracts*, a presente pesquisa se mostra limitada neste aspecto.

Todavia, sinaliza-se para a necessidade da continuidade nos estudos de *smart contracts* e a proposta de alteração civilista. Nestes aspectos, merece atenção a visão crítica dos termos escolhidos para o texto legislativo, além disto, há de se analisar se os requisitos na formação dos *smart contracts* são um rol necessário ou se merece complementação. É importante salientar que as divergências em termos de *smart contracts* devem ser analisadas de forma técnica, conforme as regras que regem a responsabilidade civil e, se os pressupostos forem confirmados, também deve-se aplicar as normas do Direito do Consumidor.

Por uma questão temporal, até o fechamento desta pesquisa, ainda não há uma definição da aprovação do Projeto de alteração do Código. Entende-se que é possível que alterações ocorram no texto proposto. De todo modo, espera-se que os debates da alteração legislativa motivem e evoluam a discussão acerca dos contratos automatizados, em especial, considerando suas peculiaridades, a fim de desenhar um modelo legislativo ou regulatório adequado, caso assim se compreenda. Porém, tal debate só poderá ser trabalhado adequadamente caso se considere uma abordagem interdisciplinar, envolvendo a comunidade jurídica e outras áreas do conhecimento, como a Computação.

3.2.3.2 *Regulando a inovação*

Os debates atuais sobre regulação de tecnologia que mais se aproximam e afetam os *smart contracts* são os relacionados com as criptomoedas⁵⁹ e a Blockchain.

Sobre essas tecnologias, o maior aspecto de preocupação regulatória refere-se aos seus efeitos patrimoniais e inalteráveis. Todavia, a maior dificuldade regulatória ainda repousa sobre a transnacionalidade das operações, ausência de intermediários públicos e isolamento virtual dos negócios, o que se associa aos efeitos dos *smart contracts* (Menengola, 2022, p. 109).

Não se cogita adentrar aos estudos regulatórios e iniciativas existentes sobre a Blockchain e as criptomoedas. O que se considera aqui – julgando-se

⁵⁹ No Brasil, inclusive, está em tramitação o PL nº 4.401/2021, anterior PL 2303/2015, que dispõe sobre a inclusão das moedas virtuais e programas de milhas aéreas na definição de “arranjos de pagamento”, que fica sob supervisão do Banco Central (Brasil, 2021), sendo uma iniciativa regulatória relevante, ao objetivar impedir ações como lavagem de dinheiro, visando proteger o consumidor frente a corretoras, bolsas de valores e ações de *hackers*.

relevante pela perspectiva dos *smart contracts* – são as abordagens regulatórias sobre tecnologias, pois estas impactam na formação e atuação desses contratos.

As abordagens regulatórias atuais compreendem que os aspectos descentralizados e transnacionais das novas tecnologias apresentam desafios aos entes estatais, em especial quanto a sua eficácia, sinalizando a necessidade de criação de legislações também transnacionais.

O surgimento do ciberespaço criou um ambiente virtual que se difere dos limites físicos, geográficos e políticos atualmente conhecidos. Há o surgimento de um ambiente sem as fronteiras conhecidas, que não se submete ao controle de uma nação, além do surgimento de um campo múltiplo, com influência de diversos agentes de diferentes regiões, um campo transnacional (Simeão; Varella, 2018, p. 57).

No cenário transnacional, somente uma regulação de alcance global consegue resguardar a liberdade e a igualdade dos indivíduos, preservando-os de abusos, sejam eles evitados de ilegalidade ou exploração. Nesses espaços, caso os Estados queiram operar transações econômicas, serão apenas uma parte numa cadeia de blocos; seu poderio militar ou econômico não é suficiente para impor sua vontade, tal como ocorre no espaço físico. Talvez seja esta a compreensão que dê azo aos que advogam pela formação da lei por meio do código.

O direito transnacional pauta-se na ideia de normas gerais, permitindo o máximo de liberdade para as partes, de modo a prestigiar os costumes negociais das transações. Devem servir como diretrizes para o bom negócio sem necessidade de uma regulação extensa e exaustiva, pois tal fato seria de difícil aplicação prática.

As normas internacionais também não precisam ser exaustivas, já que podem ser pautadas em regras gerais e criação de princípios, operando por meio de boas práticas e indicativos. Inclusive, podem surgir por parte de entes privados, mas com recepção ou proteção jurídica internacional.

Acerca das regras transnacionais para Blockchain, Menengola (2022) destaca que a transação comercial operada por meio de uma rede Blockchain é passível de regulação nacional. Com efeito, o que não é passível de controle nacional é a base da tecnologia, a qual é descentralizada e sem um espaço físico de operação. Nesse ponto, atuam as normas transnacionais. Uma atuação exemplificativa é a criação de uma convenção internacional para suporte a investidores e consumidores que sofram fraudes ocasionadas por falsas

declarações. Tais regras podem determinar quais regimes de proteção seriam aplicáveis às vítimas, estabelecendo o direito de buscar o ressarcimento (Menengola, 2022, p. 112).

Dessa forma, a abordagem transnacional se mostra como um mecanismo que reconhece a descentralização do ciberespaço, servindo como suporte para gerar a comunicação e colaboração global, fomentar o comércio transnacional, combater crimes e irregularidades no ciberespaço e prestando-se como suporte ao regramento geral, a fim de aumentar a segurança cibernética.

Nesse mesmo sentido, surge a ideia da regulação dinâmica, expressão adotada da economia e aplicada ao conceito da inovação, além de se relacionar ao aprendizado pela ação e às relações regulatórias continuadas (Kaal; Vermeulen, 2016, p. 23).

A regulação dinâmica é uma saída para a oposição à regulação tradicional que funciona *ex post*.

O caminho regulatório tradicional sugere que o interesse por determinada regulamentação surge quando o objeto a ser regulado se materializa, baseando-se em fatos e informações suficientes que deem subsídios à criação de regras. Todavia, essa postura linear, comumente adotada pelos órgãos competentes, não se adequa à realidade de tecnologias disruptivas onde o fator tempo é relevante.

Em um ambiente onde a inovação sugere a criação de normas, cumpre analisar o momento em que estas devem ser aplicadas. Caso sejam aplicadas muito cedo, poderão obstar o desenvolvimento e desincentivar os atores envolvidos. Por outro lado, caso seja aplicada posteriormente, poderá nascer obsoleta ou necessitar de contínuas complementações. Desse modo, a regulamentação tradicional pode se mostrar incompatível com o modelo da inovação.

Nesse cenário, surge a regulação dinâmica, que conceitua o estudo dos fenômenos regulatórios em relação a eventos anteriores e subsequentes à criação da norma reguladora. Essa regulação emprega informações descentralizadas e específicas da instituição a ser regulada para a criação de *feedbacks*, a fim de criar regras antecipatórias (Kaal; Vermeulen, 2016, p. 23).

Portanto, em oposição à regulação tradicional, que se pauta em processo de criação de regras estáveis, que se presumem como adequadas e eficientes, a regulação dinâmica se pauta em um processo proativo e não reativo, abarcando as

transformações e evoluções da tecnologia regulada durante a sua vigência (Menengola, 2022, p. 116).

A regulação dinâmica ainda possibilita uma abordagem flexível e adaptativa, que reconhece a necessidade de responder rapidamente a mudanças nas condições do mercado, avanços tecnológicos e novos desafios sociais. Caracterizada pela participação das partes interessadas e experimentação, permite ajustes ágeis nas regras e políticas regulatórias, com aprendizado contínuo e monitoramento. Ademais, realiza a avaliação de riscos e a alocação de recursos regulatórios.

Um exemplo de regulação dinâmica pode ser observado em relação à regulamentação de redes sociais. Atualmente, está em tramitação o Projeto de Lei n.º 2.630/2020, que institui a Lei Brasileira de Liberdade, Responsabilidade e Transparência na Internet. No caso, também seria possível idealizar uma regulação dinâmica para a matéria, em que os reguladores poderiam colaborar com especialistas da indústria, grupos de defesa do consumidor e outros atores relevantes para desenvolver regulamentações que abordem questões relacionadas às redes sociais, incluindo a implementação de requisitos mais rigorosos de transparência e responsabilidade das plataformas. Ao mesmo tempo, poderiam monitorar de perto o impacto dessas políticas e fazer ajustes conforme necessário para garantir que permaneçam eficazes em um ambiente digital em constante mudança.

Quando o agente regulador compreende que não possui capacidade técnica ou apresenta falta de domínio quanto ao desenvolvimento e efeitos de novas tecnologias, existe um meio capaz de auxiliar tanto as autoridades reguladoras quanto as empresas de inovação – o *sandbox* regulatório.

Com origem no setor de tecnologia, em especial o das *Fintechs*, o *sandbox* regulatório funciona como um ambiente controlado e fechado para projetar e testar produtos, projetos ou modelos de modo isolado e com segurança.

O primeiro *sandbox* regulatório ocorreu no Reino Unido, em 2014, pela Financial Conduct Authority (FCA), por meio do *Project Innovate*. Tal projeto possibilitou que as empresas *fintechs* realizassem testes em seus produtos e serviços em um ambiente real e seguro, servindo de modelo para adoção em outros países (Gromova; Ivanc, 2020; Menengola, 2022, p. 124).

Esse modelo tem como objetivo gerar um ambiente seguro para testes de tecnologia, de modo que adapte o desenvolvimento conforme as seguranças

regulatórias necessárias. Surge com a compreensão de que as abordagens regulatórias tradicionais não são suficientes para acompanhar a velocidade do desenvolvimento tecnológico, de modo a gerar uma abordagem regulatória dinâmica e colaborativa.

Assim, o *sandbox* regulatório funciona como um “facilitador da inovação”, por gerar ambientes que possibilitam o desenvolvimento consciente e com suporte, tanto para as empresas que inovam quanto para os futuros usuários e consumidores. Essa característica faz com que os *sandboxes* regulatórios também se conectem com os *hubs* de inovação⁶⁰.

Os centros de inovação são espaços necessários para o ecossistema do desenvolvimento tecnológico e de *startups*. Podem ser fornecidos por entidades reguladoras ou grupos que incentivam a inovação.

Quando conectados com o suporte de entidades reguladoras, os centros de inovação permitem a troca de informações, inclusive com a interpretação de normas legais frente ao desenvolvimento tecnológico lá vivenciado. Ademais, podem servir como um ambiente para as próprias entidades reguladoras aprenderem sobre as tecnologias e seus impactos. Sua criação é possível por meio de uma iniciativa privada ou pública, além de poderem colaborar com universidades, outros centros de inovação e empresas interessadas.

Enquanto os centros de inovação funcionam como meio para o desenvolvimento e troca de informações, o *sandbox* regulatório opera como um ambiente experimental para empresas testarem seus produtos, serviços ou modelos de negócio, que seguirão um plano de teste previamente estabelecido pela autoridade competente (Gromova; Ivanc, 2020, p. 18).

No Brasil, o *sandbox* regulatório surgiu em meados de 2019, com a publicação do Comunicado Conjunto da Secretaria Especial de Fazenda do Ministério da Economia, do Banco Central, da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e da Superintendência de Seguros Privados (Susep), momento em que manifestaram a intenção de implantar esse modelo regulatório em solo brasileiro (Banco Central, 2024b).

⁶⁰ Os “hubs de inovação”, referem-se a ambientes físicos ou virtuais, ou ambos, a fim de desenvolver soluções inovadoras de forma aberta, por meio de trocas entre seus integrantes, que podem ser desde startups, corporações ou pessoas interessadas em contribuir com aquele ambiente, de forma que geram benefícios mútuos com resultados para o ecossistema de inovação e as corporações associadas. Tem-se como exemplo a InovaBra, desenvolvida pelo Bradesco, o Cubo, pelo Itaú, e o Orbi Conecta, fundado por corporações minerárias (Sebrae, 2023).

Nesse sentido, existem iniciativas de *sandbox* regulatório para o setor financeiro, desenvolvido e incentivado por meio do Banco Central (BC), cujo propósito é estimular a inovação e a diversidade de modelos de negócios, a concorrência entre fornecedores de produtos financeiros, com atendimento às necessidades de usuários na esfera do Sistema Financeiro Nacional (SFN) e do Sistema de Pagamentos Brasileiro (SPB). Segundo o BC:

O Sandbox Regulatório é um ambiente em que entidades são autorizadas pelo Banco Central do Brasil para testar, por período determinado, projeto inovador na área financeira ou de pagamento, observando um conjunto específico de disposições regulamentares que amparam a realização controlada e delimitada de suas atividades (Banco Central, 2024b).

Com a ideia de que os centros de inovação são positivos para o desenvolvimento de *sandbox* regulatório, o BC, em parceria com a Federação Nacional de Associações dos Servidores do Banco Central (Fenasbac), possui como iniciativa o Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas (LIFT).

O LIFT opera como um ecossistema de inovação e tem por objetivo o fomento da inovação financeira em solo nacional, incentivando a criação de protótipos e soluções tecnológicas para o SFN (Banco Central, 2024a).

Em que pese não existam iniciativas de *sandbox* regulatório próprias para *smart contracts*, a existência de laboratórios como o LIFT é positiva para o fomento tecnológico do setor financeiro, onde os *smart contracts* possuem vasta atuação e, por consequência, também podem ter seu desenvolvimento envolto no ecossistema propiciado pelo LIFT.

3.2.3.3 A (des)necessidade de regular *smart contracts*

Determinar uma regra legal, com base no direito nacional, pode ser inviável quando se entende que os *smart contracts* atuam sem considerar os limites legais e territoriais. Também se configura um desafio compatibilizar a legislação local com a estrangeira, pois, assim como o Brasil, ainda existem países que não legislaram sobre esses contratos. Vale ressaltar que a própria interpretação legal se torna distinta.

Dessa forma, também é válido o raciocínio sobre quais seriam outras formas de lidar legalmente com os *smart contracts*. Além da aplicação das regras gerais e específicas já tratadas no ordenamento brasileiro, ainda é necessário compreender os desafios próprios dos *smart contracts*. Ou seja, apesar de esses contratos gerarem fatos jurídicos, que deverão ser aplicados conforme o entendimento da matéria, ainda assim se diferenciam de contratações tradicionais, de modo que será necessária uma análise em pontos específicos.

Caliendo e Duarte (2019, p. 1.661) mencionam em seus estudos como os painéis realizados pela Comissão das Nações Unidas para o Direito Comercial Internacional (UNCITRAL) e a International Institute for the Unification of Private Law (UNIDROIT), em 2019, levam a concluir que os *smart contracts* não existem fora das normas já reconhecidas, ou seja, não ocupam um lugar de vácuo normativo. No caso, esses contratos se submetem a diferentes normas contratuais existentes, sejam aquelas que tratam de comércio internacional privado, a exemplo das leis modelos da UNCITRAL, ou as próprias dos ordenamentos jurídicos dos países em que esses contratos são firmados ou geram efeitos.

Outro ponto de destaque é a modificação legal. Suponha-se que a promulgação de determinada lei modifique normas contratuais, sejam elas de natureza material ou processual. Assim, levanta-se a questão: como os contratos automatizados lidariam com essa alteração?

Raskin (2016) destaca um questionamento similar. Embora o autor entenda que os *smart contracts* contribuem para a redução da ambiguidade nas contratações, devido à sua programação por linguagem lógica, sua imutabilidade pode ser um problema. Portanto, surge um impasse quando a lei é modificada e o contrato não permite alterações (Raskin, 2016, p. 326-327), como, por exemplo, uma alteração na lei que estabelecia que o devedor seria considerado inadimplente se não efetuasse o pagamento em 30 (trinta) dias, mas, agora, é considerado inadimplente a partir de 90 (noventa) dias. O contrato, que antes estava consoante a lei, deixa de estar, e as partes enfrentam dificuldades para prosseguir com a dinâmica contratual, uma vez que passa a constar uma cláusula ilegal.

Ao questionar esse cenário, pode-se considerar que o Estado, ao modificar a lei, deve criar mecanismos para permitir que os contratos se adaptem e se autocomponham com esses dados, ou as partes terão de se esforçar para ajustar as cláusulas, o que também acarreta custos adicionais.

Mesmo que sejam estabelecidas normas específicas para esses contratos, qualquer previsão legal deve ser prudente e desenvolvida de forma multidisciplinar, a fim de não prejudicar o desenvolvimento e o avanço tecnológico competitivo (Floriani, 2020, p. 46; Ribeiro, 2020, p. 22). Para José Carlos Lopes Pereira, a recepção legal para esses contratos pode ocorrer tanto por meio de um corpo legislativo novo quanto pela adaptação do regime vigente (Pereira, 2019, p. 118), ao menos para propor ideias mínimas e previsões de responsabilização e validades (Pereira, 2019, p. 119).

Existe uma necessidade de se reconhecer a complexidade nas relações contratuais fornecidas por meio dos *smart contracts*; todavia, isso não deve causar risco à sociedade, mas é necessário compreender que demandas complexas carecem de soluções sofisticadas.

São inúmeros os desafios jurídicos e práticos que a atual realidade contratual proporciona. Nesse sentido, cumpre repensar o Direito de forma interdisciplinar com as abordagens da Computação.

Os atuais estudos acerca da matéria reconhecem a necessidade de se reavaliar a forma de trabalhar com os avanços tecnológicos ora vivenciados, tal como já discutido nesta Seção –, seja por meio da criação de marcos regulatórios específicos ou juizados especializados.

A própria forma de tratar o conflito deve ser avaliada, a fim de se utilizarem meios como a mediação ou a arbitragem, por conta de sua maior flexibilidade. Além disso, é necessário gerar o fomento à pesquisa e inovação, por meio de programas de financiamento e parcerias público-privadas, incentivos fiscais e a propagação do ensino jurídico digital, bem como repensar a legislação atual.

Juntamente à criação de abordagens regulatórias, também é possível verificar no próprio ambiente de inovação iniciativas que podem colaborar para a compreensão e evolução das tecnologias.

Iniciativas como a *Ethereum Enterprise Alliance* (EEA) contribuem nesse aspecto. Trata-se de uma organização que reúne empresas, *startups* e estudiosos para trabalhar na padronização e adoção da tecnologia *Ethereum*, incluindo o desenvolvimento de práticas e diretrizes que podem auxiliar os Estados na compreensão dos impactos que novos modelos tecnológicos podem ocasionar.

O Blockchain Research Institute (BRI), organização de pesquisa que examina os impactos da tecnologia Blockchain, também se apresenta como uma

instituição colaborativa para a compreensão das novas tecnologias. O instituto produz relatórios e fornece orientações sobre como governos e organizações podem abordar questões regulatórias sobre a matéria, possuindo uma organização brasileira (BRIBRASIL)⁶¹, que atua em parceria com a BRI de Toronto, no Canadá.

Para fomentar o ecossistema da tecnologia e subsidiar a compreensão desse cenário na ideia de aprendizado conjunto, comunidades como *Legal Hackers* vêm ganhando cada vez mais espaço.

Com início em meados de 2012, por meio do *legal hackathon*, realizado pela Brooklyn Law School para pressionar o Congresso dos Estados Unidos a rejeitar o *Stop Online Piracy Act* (SOPA) e o *Protect IP Act* (PIPA), a ideia dos *Legal Hackers* surge com o questionamento de como os juristas podem aproveitar as ferramentas e debates da comunidade tecnológica para antecipar e resolver problemas jurídicos e políticos das tecnologias (Legal Hackers, 2024; Azevedo, 2020). Junto a esses *hackers*, forma-se uma comunidade de juristas que exploram e desenvolvem estudos e eventos acerca da intersecção entre lei e tecnologia.

Isso também pode auxiliar no amadurecimento da compreensão jurídica dos *smart contracts*.

Neste sentido, ao analisar os debates acerca da regulação dos *smart contracts*, verifica-se que o foco, bem verdade, está nas tecnologias que os envolvem, por serem estas que criam os aspectos de inalterabilidade e autoexecução, por exemplo. Todavia, os *smart contracts* em si não são sua tecnologia, mas o conjunto de técnicas que tornam a contratação inteligente.

Desse modo, entende-se que a regulação não deve ser voltada aos *smart contracts*, mas às tecnologias que os envolvem. Porém, isso não indica que esses contratos não mereçam um tratamento legal.

Ao identificar que os *smart contracts* sinalizam para uma nova categoria contratual – os contratos automatizados, com características tais que os diferenciam das demais contratações –, compreende-se haver um interesse normativo. A preocupação legal está atrelada à recepção desses contratos, compreendendo-se que existem contratações diferentes das demais, com características próprias que, ao serem previstas em lei, sinalizam que a abordagem sobre esses contratos deve ser diferente das demais. Não em um sentido de diferenciação total, mas

⁶¹ Para mais informações, acessar: <https://bribrasil.com.br/>

entendendo-se que eles podem ser formados por tecnologias que necessitam de uma abordagem diferenciada quanto aos efeitos jurídicos suscitados.

O fato de que os *smart contracts* apresentam diversas peculiaridades abrem margem para a discussão de que eles não devem ser analisados pela mesma lógica das demais contratações. Em razão de sua complexidade, no caso de um litígio, por exemplo, o julgador terá um respaldo legal mínimo para compreender a necessidade de apoio técnico e pericial a fim de identificar os pontos de diferenciação ou a necessidade de outras abordagens – diferentemente, caso estivesse tratando de um mero contrato digital.

Portanto, verifica-se que caminhos como o PL nº 954/2022 são positivos nesse sentido, por haver a preocupação de uma previsão mínima dos contratos inteligentes no Código Civil, em que pese a necessidade de um melhor debate acerca da viabilidade e adequação dos termos desse PL.

Na mesma linha, iniciativas não regulatórias e institucionais, como os desenvolvidos por *hubs* de inovação, podem gerar conteúdo técnico de apoio a juristas, com a compreensão de que o Direito e os problemas jurídicos não devem ser vistos apenas na própria ciência jurídica, mas também sob uma perspectiva interdisciplinar. Vale compreender também que a complexidade na aplicação das novas tecnologias não afeta apenas o Direito, sendo um desafio para todas as áreas do conhecimento, sejam elas da Computação, da Sociologia ou da Política.

4 CONCLUSÃO

Os *smart contracts* possuem um caminho de desenvolvimento tecnológico ainda sem limites, ganhando roupagens cada vez mais complexas – e até mesmo inteligentes, no sentido literal da palavra –, quando associados a Oráculos e por meio do uso de algoritmos com capacidade de autoaprendizado.

A virtualização dos contratos quebra barreiras físicas e permite a realização de pactos entre partes localizadas em diferentes localidades. Hoje é possível visualizar e supor que alguém, por exemplo, em uma pequena cidade no interior do Brasil poderá firmar, com todas as garantias e legalidades aplicáveis, um contrato com um parceiro localizado no sul da Itália, por meio de uma plataforma intermediadora idealizada e operada por uma empresa norte-americana.

A fim de contribuir com os debates e o entendimento da matéria, assim como dos impactos dos *smart contracts*, a abordagem interdisciplinar se faz necessária. Com base nesse entendimento, a presente pesquisa analisou os *smart contracts* pela ótica do negócio jurídico e seus comparativos com os contratos tidos como tradicionais.

Um dos principais objetivos deste estudo foi desvendar o conceito dos *smart contracts*, a fim de analisar se a idealização pensada por Nick Szabo ainda é a mesma aplicada até hoje e se os *smart contracts* teorizados pelos criptógrafos ou pelas *Vending Machines* ainda possuem a mesma compreensão. Especialmente, considerando-se o avanço tecnológico das contratações e dos diferentes debates sobre o conceito e a intersecção do termo inicial com a abordagem jurídica.

A partir da leitura sobre questões históricas e conceituais de base, foi possível compreender que a expressão “*smart contract*” é ampla, não se associando a um mero sinônimo de contrato, ou a um contrato eletrônico que se utiliza de uma tecnologia específica. Ao verificar que a expressão adotada atualmente surgiu dos estudos e teorias dos criptógrafos, percebe-se que como são denominados, ou como deveriam ser concebidos, como *smart contracts*, tem um espectro mais amplo.

Nos primeiros debates acerca dos *smart contracts*, Nick Szabo apresentou as características daquilo que se concebe como contratações limitadas a um grupo e arranjos tecnológicos capazes de tornar o contrato imutável, autoexecutável, privado e observável.

Todavia, a compreensão do que hoje se denomina como *smart contract* foi ampliada. Talvez isso esteja relacionado com a popularização do termo “*smart*” e com os atuais debates envolvendo a Indústria 4.0.

Hoje são comuns as expressões “*smart TV*”, “*smart cities*”, “*smart watch*” e “*smartphones*”. Bem verdade, há uma verdadeira sociedade que busca cada vez mais o “*smart*”. Nesse sentido, outras contratações, realizadas por *smart contracts* mais simples, também são consideradas como sendo feitas por contratos inteligentes.

Ao analisar as diferentes contratações possíveis, verifica-se que os *smart contracts* podem ser de dois tipos. O primeiro possui uma descentralização, formada por meio de um protocolo criptografado, acessado por chaves, sem necessidade de identificação das partes. Esse contrato é aquele inicialmente pensado por Nick Szabo, tendo como características a imutabilidade, a verificabilidade, a autoexecução e a privacidade.

Logo, os *smart contracts*, assim definidos, são aqueles que geram contratações complexas, as quais apresentam maiores desafios em razão de serem formadas por códigos imutáveis e se autoexecutarem. Nesse caso, surgem os desafios relacionados ao uso de algoritmos inteligentes e à tecnologia Blockchain, que impossibilita a alteração da cadeia.

Por outro lado, é possível compreender como *smart contracts* as contratações com efeitos mais simples, de fácil entendimento para a comunidade jurídica, pois se assemelham às demais formas de contratação eletrônica.

Cita-se como exemplo a compra de um livro digital. Uma plataforma que realiza a venda de livros possuirá um código com definições capazes de realizar a oferta, ajustá-la à demanda e apresentar condições variáveis de preço. Essa plataforma poderá efetuar a venda do livro, fornecer o acesso após a compra, mas trazer a possibilidade de cancelar a transação em caso de demora na confirmação do pagamento. Assim, é possível compreender que o prestador desse serviço poderá alterar os protocolos do seu *software* de venda, pois não precisará de um sistema com códigos complexos e criptografados acessados por chaves privadas, e estará sujeito às penalidades e intervenções legais caso descumpra as normas de defesa do consumidor. Em que pese representem uma forma de contratação mais simples, estão englobadas na ideia de avanço tecnológico na forma de contratar. Nesse caso, há uma automação por meio de *software* que traz assertividade à

contratação realizada. Há também um grau de refinamento e atuação que permite a variação de preços, com análises de mercado, aceite de condições de pagamento e autoexecução de termos contratuais, incluindo a transmissão de propriedade com a venda do livro. Todavia, não possuem o mesmo nível de complexidade de uma contratação financeira operada por algoritmos com capacidade de autoaprendizado.

Nesse sentido, considerando-se tais cenários de contratação, os *smart contracts* podem ser caracterizados de duas formas: (i) tradicional, que gera contratos inteligentes; e (ii) aquela que possibilita contratações inteligentes. Ou seja, na segunda forma, não são os contratos que são complexos a ponto de gerar desafios no comportamento do algoritmo, ou efeitos contratuais imutáveis, mas sim o nível de automação que os classifica na ideia do que se entende hoje como *smart contract*, em um sentido mais amplo.

Os *smart contracts* complexos alinham-se às contratações com maior grau de refinamento, diferenciando-se da ideia das *Vending Machines*. Esses contratos estão pautados na complexidade dos códigos que geram a imutabilidade nos registros, tornando necessários os protocolos de consenso ou de validade para confirmar as operações realizadas. Também poderão ser algoritmos com refinamento capazes de utilizar aprendizado próprio, a ponto de dificultar a interpretação do código.

Portanto, os *smart contracts* são aqueles capazes de resultar em contratações complexas ou simples, gerando contratos inteligentes ou contratações inteligentes. As contratações complexas são aquelas advindas de *smart contracts* com capacidade de observabilidade, verificabilidade, autoexecução e privacidade. Serão contratações inteligentes aquelas advindas de *smart contracts* em uma forma mais ampla, compreendida como contratos com automação capazes de autoexecução.

Essas constatações criam bifurcações na compreensão dos *smart contracts*. A primeira maneira de compreender é aquela pensada por Szabo (1996), com maior rigor e refinamento tecnológico e pouco espaço para atuação, mas com alta capacidade de descentralização e controle interno. Já a segunda é mais ampla, por englobar o primeiro tipo, porém apresenta maior flexibilidade e adentra na esfera dos “*smarts*”.

Bem verdade, esse ponto merece melhor tratamento em pesquisa própria, porém tal compreensão possui razão e embasamento, não se opondo às discussões

até então travadas acerca do estudo dos contratos inteligentes. Ademais, esse é o ponto que também justifica a criação de uma categoria contratual própria, na Teoria Geral dos Contratos, por existir um grupo de contratos com diferentes complexidades que ganham a mesma nomeação.

Considerando-se o avanço tecnológico, assim como a base histórica e política relacionada ao surgimento do ciberespaço, atrelado aos avanços tecnológicos, também são suscitados os debates sobre o poder do código na sociedade. A ideia de que o código faz lei surgiu com o advento do ciberespaço e gera complicações até hoje, especialmente quando atrelado aos *smart contracts*.

Enquanto não existir tratamento legal próprio e suficiente, incumbe aos pesquisadores jurídicos analisarem como os *smart contracts*, e suas tecnologias aplicadas, são recebidos nas normas existentes.

A necessidade do aceite de uma classificação própria aos *smart contracts* possibilita que estes ocupem um espaço de estudo particular na Teoria Geral dos Contratos. Ao aceitar essa diferenciação, tais contratos ganham um foco necessário ao se compreender que se diferenciam das contratações anteriores e, para tanto, enquadram-se na estrutura tecnológica propiciada pela Quarta Revolução Industrial.

Em razão dessa peculiaridade, atrelada à forma com que os *smart contracts* são formados e atuam, a criação de uma categoria contratual se justifica mediante a compreensão de que a sociedade atual passa por mudanças tecnológicas com comportamentos diferentes daqueles historicamente vivenciados (tecnologias atuando de forma exponencial).

Com esse cenário, ao criar uma categoria, sinaliza-se de modo mais eficiente para a comunidade jurídica a necessidade de analisar diferencialmente os contratos que tenham essa peculiaridade, aqueles que possuem maior grau de automação, com implemento de tecnologias que merecem atenção própria.

Todavia, tal hipótese merece estudo próprio, especialmente para se aprofundar na pesquisa em relação à Teoria Geral dos Contratos e justificar a criação, ou não, de uma categoria própria. Até o momento, compreende-se que existe uma validade nesse argumento.

Ainda nessa linha, verificou-se que os *smart contracts* são recepcionados pelo ordenamento jurídico nacional como contratos atípicos mistos, pois tal classificação mostra-se como a mais adequada.

Considerando-se seu campo de atuação, um *smart contract* pode ser formado para criar contratos nominados ou inominados, com diferentes impactos na esfera jurídica privada, gerando fatos jurídicos do tipo ato jurídico em sentido estrito, negócio jurídico e ato-fato jurídico.

Ao considerar que os *smart contracts* podem gerar, dentre outros, conflitos relacionados a interpretação, execução e inalterabilidade, verifica-se que a causa está atrelada à peculiaridade das tecnologias empregadas e não ao contrato em si. Por exemplo, os desafios de interpretação em uma contratação por algoritmos do tipo *black box* estão na atuação do próprio algoritmo e não no *smart contract*.

Os *smart contracts* são uma categoria de contratos que, por conta das diferentes tecnologias empregadas, apresentam certos desafios em comparação com as contratações tradicionais. Nesse viés, as discussões sobre sua eventual regulação voltam-se à tecnologia e não à categoria “*smart contract*”. A princípio, não há razão em regular um *smart contract*, pois, mesmo considerando-se suas peculiaridades, podem ser recepcionados pelas regras gerais do direito privado brasileiro. Porém, isso não obsta a evolução dos debates sobre a matéria.

Nesse sentido, ao se considerar juridicamente os impactos dos *smart contracts*, revela-se mais adequado adotar práticas atuais quando da regulação de tecnologias inovadoras, como regulação dinâmica e *sandbox* regulatório com auxílio de diferentes atores, sejam das ciências jurídicas ou de outras áreas, de modo que os centros de inovação auxiliem em tal cenário.

Todavia, é possível repensar a adaptação do próprio Código Civil para melhor se adequar ao atual cenário contratual. Assim, propostas como a efetuada pelo CJCODCIVIL mostram-se positivas, em que pese a necessidade de maiores reflexões e debates, o que, por certo, ocorrerá conforme a tramitação do projeto de alteração do Código Civil. Isso abre espaço para se pensar sobre a inclusão ou não dos *smart contracts* de forma tipificada no Código Civil.

Conforme defendido nesta pesquisa, o conceito teórico de *smart contract* está atrelado a dois sentidos – um próprio da Computação (como sinônimo de *software*) e outro do campo jurídico (quando sinônimo de contrato).

No campo jurídico, verifica-se que os *smart contracts* englobam diferentes contratos, não apenas os idealizados por Nick Szabo. Assim, também se relacionam a outros modelos mais simples de contratação que, por conta da amplitude da expressão, também são concebidos como *smart contracts*.

Nesse caso, verifica-se que “*smart contract*” é um conceito amplo e, ao se falar em regulação para contratos inteligentes, não há suficiente delimitação jurídica. Com efeito, os riscos ou desafios são gerados pelas tecnologias empregadas, as quais merecem regulação própria.

Por fim, tem-se que as questões discutidas nesta pesquisa ainda não são suficientes para sanar as dúvidas, enfrentar os desafios e verificar as possibilidades relacionadas aos *smart contracts*. Essa nomenclatura se confunde com diferentes formas de compreensão, além de se adaptar e modificar com o tempo. Vale registrar que outras pesquisas na área ainda têm espaço para complementações e constantes adaptações.

Considerando-se essa limitação, o presente estudo apresentou compreensões essenciais, com recorte no direito privado brasileiro. Assim, pretende-se que esta pesquisa também possa colaborar com outros trabalhos acerca da matéria, promovendo, em especial, mais debates sobre as alterações na forma de contratar e seus impactos, bem como as novas tecnologias envolvidas.

O estudo da relação entre Direito e tecnologia ainda possui um longo caminho a ser percorrido e se apresentará com novos desafios em cada etapa.

REFERÊNCIAS

ABREU FILHO, José. **O negócio jurídico e sua teoria geral**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1997.

ADDOR, Nicolas *et al.* Smart Contracts na Esfera Laboral e as Novas Perspectivas aos Operadores do Direito. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, [S.l.], v. 4, n. 5, p. 1323-1354, 2019. Anual.

ALEIXO, Gabriel. **Como o bitcoin e os smart contracts estão transformando os modelos de negócios**. E-gov, [Florianópolis], 5 nov. 2017. Disponível em: <https://egov.ufsc.br/portal/conteudo/como-o-bitcoin-e-os-smart-contracts-est%C3%A3o-transformando-os-modelos-de-neg%C3%B3cios>. Acesso em: 30 jan. 2024.

ALVES, Giovani Ribeiro Rodrigues *et. al.* Tecnologia blockchain para otimização das transações empresariais no direito societário. **International Journal Of Digital Law**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 79-98, 15 ago. 2021. International Journal of Digital Law. <http://dx.doi.org/10.47975/ijdl.alves.v.2.n.2>.

AZEVEDO, Bernardo. **O que é o Legal Hackers e como este movimento está impactando o Brasil**. 2020. Disponível em: <https://bernardodeazevedo.com/conteudos/o-que-e-o-legal-hackers-e-como-este-movimento-esta-impactando-o-brasil/>. Acesso em: 01 maio 2024.

BANCO CENTRAL. **Ativos virtuais (moedas virtuais, criptomoedas ou criptográficas)**. 2023. FAQs. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/meubc/faqs/p/moedas-virtuais-criptomoedas-ou-criptograficas>. Acesso em: 24 abr. 2024.

_____. **Laboratório de Inovações Financeiras e Tecnológicas (LIFT)**. 2024a. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/LIFT>. Acesso em: 28 abr. 2024.

_____. **Sandbox Regulatório**. 2024b. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/sandbox>. Acesso em: 28 abr. 2024.

BODDY, Max. **Plataforma de seguros baseada em blockchain e voltada para agricultores é lançada no Sri Lanka**. 2019. Disponível em: <https://br.cointelegraph.com/news/blockchain-based-insurance-platform-for-farmers-launches-in-sri-lanka>. Acesso em: 11 dez. 2023.

BRAISCOMPANY. Blockchain: quais os segredos da tecnologia mais segura do mundo? 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/especial-publicitario/braiscompany/braiscompany/noticia/2021/04/07/blockchain-quais-os-segredos-da-tecnologia-mais-segura-do-mundo.ghtml>. Acesso em: 16 fev. 2024.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 2630, de 2020. Institui a Lei Brasileira de Liberdade, Responsabilidade e Transparência na Internet. Brasília,

2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2256735>. Acesso em: 30 abr. 2024.

_____. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 4401, de 2021. Dispõe sobre a inclusão das moedas virtuais e programas de milhagem aéreas na definição de "arranjos de pagamento" sob a supervisão do Banco Central. . Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1555470>. Acesso em: 27 abr. 2024.

_____. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 954, de 2022. Altera a Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), para dispor sobre contratos estruturados sob definições para sua execução, no todo ou em parte, de modo automatizado e mediante emprego de plataformas eletrônicas e soluções tecnológicas que assegurem autonomia, descentralização e autossuficiência, dispensando intermediários para a implementação do acordo entre os contratantes ou garantir a autenticidade... Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2320041>. Acesso em: 25 abr. 2024.

_____. Lei nº 3.071, de 1 de janeiro de 1916. Código Civil dos Estados Unidos do Brasil. Rio de Janeiro, 1 jan. 1916.

_____. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, 12 set. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm. Acesso em: 12 jun. 2023.

_____. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Brasília, 10 jan. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm. Acesso em: 12 jun. 2023.

_____. Lei nº 14.286, de 29 de dezembro de 2021. Dispõe sobre o mercado de câmbio brasileiro, o capital brasileiro no exterior, o capital estrangeiro no País e a prestação de informações ao Banco Central do Brasil; [...]. Brasília, 29 dez. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2019-2022/2021/Lei/L14286.htm#art28. Acesso em: 10 abr. 2024.

_____. Senado Federal. Projeto de Lei nº 4365, de 2023. Altera a Lei nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022, para aperfeiçoar o conceito de ativos virtuais e especificar o ecossistema e atores participantes do mercado de ativos virtuais. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/159790>. Acesso em: 24 abr. 2024.

BRASIL, Cointelegraph. **Conselho autoriza uso de blockchain para registros em negociações de imóveis**. 2023. Future of Money. Disponível em: <https://exame.com/future-of-money/conselho-autoriza-uso-de-blockchain-para-registros-em-negociacoes-de-imoveis/>. Acesso em: 06 maio 2024.

BRASILEIRO, Anais Eulálio *et al.* Smart Contracts no âmbito dos Non-Fungible Tokens (NFTs): desafios e perspectivas de normatização. **Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 47-68, jan/jul. 2022. Semestral.

BUCK, Jon. **Blockchain Oracles, Explained**. 2017. Disponível em: <https://cointelegraph.com/explained/blockchain-oracles-explained>. Acesso em: 12 dez. 2023.

BUENO, Sinara. **INCOTERMS: o guia definitivo**. O Guia Definitivo. 2024. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/incoterms/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CALIENDO, Paulo; DUARTE, Victória Albertão. Smart Contracts e o Futuro da Tributação: breve análise das possibilidades e desafios para a tributação decorrente do uso de smart contracts. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, [S.l.], v. 5, n. 6, p. 1647-1673, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10923/20040>. Acesso em: 8 abr. 2023.

CAMBRIDGE DICTIONARY. **Tradução de inteligente** — Dicionário português-ínglês. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/portugues-ingles/inteligente>. Acesso em: 19 out. 2023.

_____. **Smart**. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english-portuguese/smart>. Acesso em: 19 out. 2023.

CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. **Smart contracts ou “contratos inteligentes”**: o direito na era da blockchain. *Revista Científica Disruptiva*, [S.l.], v. , n. 1, p. 91-118, jun. 2020. Semestral.

CORMEN, Thomas H. *et al.* **Introduction to Algorithms**. 3. ed. Londres: Massachusetts Institute of Technology, 2009. 1292 p.

COSTA, Isac. **Afinal, o que é um ativo virtual?** 2023. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2023-out-18/fintech-crypto-afinal-ativo-virtual/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

DASTIN, Jeffrey. **Insight** – amazon scraps secret ai recruiting tool that showed bias against women. Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. 2018. Reuters. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight/amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK08G/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. **Considerações Críticas Sobre os Smart Contracts**. *Juris Plenum: Doutrina e Jurisprudência*, Caxias do Sul, v. 87, n. XV, p. 137-158, maio 2019. Bimestral.

EEA - Ethereum Enterprise Alliance. Disponível em: <https://entethalliance.org/>. Acesso em: 28 abr. 2024.

EFING, Antônio Carlos; SANTOS, Adrielly Pinho dos. **Análise dos Smart Contracts à Luz do Princípio da Função Social dos Contratos no Direito brasileiro**. Direito & Desenvolvimento, [S. L.], v. 9, n. 2, p. 49-64, out. 2018. Semestral.

FAIRFIELD, Joshua; SELVADURAI, Niloufer. **Governing the interface between natural and formal language in smart contracts**. Special Issue: Governing The Digital Space. In: UCLA Journal of Law and Technology. 2022; v. 27, n. 2. p. 79-118.

FILIPPI, Primavera de *et. al.* **Blockchain Technology and the Rule of Code: Regulation via Governance**. 3 dez. 2022. Disponível em: <https://hal.science/hal-03883249>. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4292265>. Acesso em: 16 nov. 2023.

FLORIANI, Lara Bonemer Rocha. **Smart Contracts nos Contratos Empresariais: um estudo sobre possibilidade e viabilidade econômica de sua utilização**. 2020. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Direito, Programa de Pós- Graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2020.

GONÇALVES, Karine Coelho. **A Executividade dos Smart Contracts nas Relações Comerciais Internacionais**: as vantagens da sua possível aplicação nos contratos de compra e venda internacional de mercadorias. 2020. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito Comercial Internacional, Faculdade de Direito, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2020.

GROMOVA, E.; IVANC, T.. Regulatory Sandboxes (Experimental Legal Regimes) for Digital Innovations in BRICS. **Brics Law Journal**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 10-36, 24 maio 2020. Tyumen State University. <http://dx.doi.org/10.21684/2412-2343-2020-7-2-10-36>.

GUARINO, Ben. **Google faulted for racial bias in image search results for black teenagers**. 2016. The Washington Post. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/06/10/google-faulted-for-racial-bias-in-image-search-results-for-black-teenagers/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

HASSAN, Samer; DE FILIPPI, Primavera. The Expansion of Algorithmic Governance: From Code Is Law to Law Is Code. **Field Actions Science Reports: The Journal of Field Actions**. Special issue 17: Artificial Intelligence and Robotics in the City. Open Edition Journals. 31 de dez. de 2017. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3117630>. Acesso em: 14 de abr. 2024.

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: 24 abr. 2022.

IBM. **O que é criptografia?** Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/encryption>. Acesso em: 04 maio 2024.

INFOMONEY. **O Que é DeFi?** Entenda o protocolo que visa descentralizar serviços financeiros. 2022. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/guias/defi/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

ISO - International Organization for Standardization. **ISO/TR 23455**: Blockchain and distributed ledger technologies - Overview of and interactions between smart contracts in blockchain and distributed ledger technology systems. 1 ed. S.I: ISO, 2019. 9 p.

KAAL, Wulf A.; VERMEULEN, Erik P. M.. **How to Regulate Disruptive Innovation** - From Facts to Data. SSRN Electronic Journal, [S.L.], v. 57, n. 2, p. 1-43, 11 jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2808044>.

KUN, Eyüp. **Is Insisting no Specific Performance Under Smart Contracts Desirable Under English Contract Law?** inflexibilities of smart contracts and potential solutions. Bilişim Hukuku Dergisi, [s. l], v. 1, n., p. 139-175. 2021. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3933662. Acesso em: 17 jun. 2023.

LEGAL HACKERS. **Our Story**. Disponível em: <https://legalthackers.org/our-story/>. Acesso em: 01 maio 2024.

LESSIG, Lawrence. **Code**: and other laws of cyberspace. S.I: Basic Books, 1999. 321 p.

_____. **Code Is Law**: on liberty in cyberspace. 2020. Harvard Magazine. Disponível em: <https://www.harvardmagazine.com/2000/01/code-is-law-html>. Acesso em: 15 abr. 2024.

LUESLEY, A. **Unravelling Smart Contracts**: Smart Contracts and the Law of Rescission in Canada. Asper Review of International Business and Trade Law, Winnipeg, n. 19, p. 155-174, 2019.

MACHADO, José Manuel Pinho Leite Rodrigues. **A Blockchain e o Direito**: os smart contracts em especial. 2022. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Faculdade de Direito, Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2022.

MAFFINI, Maylin. **As Tendências Regulatórias das Criptomoedas Rumo à Desmaterialização da Moeda**. 2020. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Programa de Pós-Graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2020.

MAFFINI, Pedro Spiry. **Smartcontracts como instrumento de mitigação de risco em contratos empresariais**. 2022. 24 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Direito Contratual, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2022.

MAGALHÃES, Fernanda de Araujo Meirelles. **Smart Contracts**: o jurista como programador. Tese de Mestrado em Ciências Jurídico-Civilísticas. 2019. Porto, Reitoria Universidade do Porto.

MARIANI, Orontes Pedro Antunes. **O uso de Smart Contracts entre Empresas**: uma abordagem de direito e economia. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso

de Direito, Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, Porto Alegre, 2019.

MATIAS, Kruk. **Blockchain - About oracles**: chainlink. Chainlink. 2019. Disponível em: <https://kforce.medium.com/blockchain-about-oracles-chainlink-df6b1c1ba9da>. Acesso em: 12 dez. 2023.

MAY, Timothy. **The Crypto Anarchist Manifesto**. High Noon on the Electronic Frontier: Conceptual Issues in Cyberspace, 1992. Disponível em: <https://libinst.cz/wp-content/uploads/2020/08/havel.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2023.

MENENGOLA, Everton Jonir Fagundes. **Blockchain como Tecnologia Disruptiva**: aspectos de sua regulação e de aplicação na administração pública brasileira. 2022. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Programa de Pós-Graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2022.

MEZZAROBA, Orides; MONTEIRO, Cláudia Servilha. **Manual de Metodologia da Pesquisa no Direito**. 5. ed. S.l: Saraiva, 2009. 345 p.

MIK, Elisa. **Smart contracts**: terminology, technical limitations and real world complexity. Law, Innovation and Technology, Vol. 9. 2017.

MIT Technology Review. É assim que o preconceito da Inteligência Artificial (IA) realmente acontece: e por que é tão difícil de consertar. e por que é tão difícil de consertar. 2020. MIT Technology Review. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/e-assim-que-o-preconceito-da-inteligencia-artificial-ia-realmente-acontece-e-por-que-e-tao-dificil-de-consertar/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

MONTEIRO, Washington de Barros; PINTO, Ana Cristina de Barros Monteiro França. **Curso de direito civil 1**: parte geral. 43. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

MORENO, D. A. *et. al.* Proposta de uma carteira de vacinação digital com Blockchain. In: **ENCOINFO - Congresso de Computação e Tecnologias da Informação**, 23., 2021, Palmas - TO. Anais [...]. Palmas - TO: CEULP/ULBRA, 2021. p. 169 - 180. ISSN e-ISSN: 2447-0767 versão online. Disponível em: <https://ulbra-to.br/encoinfo/edicoes/2021/artigos/proposta-de-uma-carteira-de-vacinacao-digital-com-blockchain/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin**: A peer-to-peer electronic cash system. 2008. Disponível em: <https://www.bitcoinpaper.info/bitcoinpaper-html/>. Acesso em: 24 nov. 23.

NATIONAL SETTLEMENT DEPOSITORY. **General meeting proxy voting on distributed ledger**. [S. l.]: National Settlement Depository, 2017. Disponível em: <https://www.dcv.cl/en/news-center/news-headline/articulos/3535-csd-working-group-on-dlt-releases-product-requirements-for-general-meeting-proxy-voting-on-distributed-ledger.html>. Acesso em: 30 jan. 2024.

NGUYEN, Cong T. *et. al.* **Proof-of-stake consensus mechanisms for future blockchain networks**: fundamentals, applications and opportunities. IEEE Access,

v. 7, p. 85727-85745, 2019. Disponível em:
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8746079>. Acesso em: 24 nov. 23.

OLIVEIRA, Henrique Júnior de Souza; LAZARIN, Nilson Mori. Gestão de Direitos Digitais através de Contratos Inteligentes. In: WORKSHOP DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DE GRADUAÇÃO - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), 38., 2020, Rio de Janeiro. **Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC Estendido 2020)**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 225-232. ISSN 2177-9384. DOI:
https://doi.org/10.5753/sbrc_estendido.2020.12423.

PATI, Raphael. **Lehman Brothers: a grande crise de 2008, 15 anos depois.** a grande crise de 2008, 15 anos depois. 2023. Disponível em:
<https://www.correiobraziliense.com.br/economia/2023/09/5128062-lehman-brothers-a-grande-crise-de-2008-15-anos-depois.html>. Acesso em: 4 dez. 2023.

PEREIRA, José Carlos Lopes. **Smart Legal Contracts: a gênese da revolução digital no direito dos contratos.** 2019. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Direito dos Contratos e da Empresa, Escola de Direito, Universidade do Minho, Braga, 2019.

POLROT, Simon. **Les Oracles, lien entre la blockchain et le monde.** 2016. Disponível em: <https://www.ethereum-france.com/blog/les-oracles-lien-entre-la-blockchain-et-le-monde/>. Acesso em: 06 dez. 2023.

POPPER, N. **Decoding the Enigma of Satoshi Nakamoto and the Birth of Bitcoin.** The New York Times, 2015. Disponível em:
<https://www.nytimes.com/2015/05/17/business/decoding-the-enigma-of-satoshi-nakamoto-and-the-birth-of-bitcoin.html>. Acesso em: 21 set. 2023.

PORTO, Antônio Maristrello *et. al.* Tecnologia Blockchain e direito societário: aplicações práticas e desafios para a regulação. **Revista de Informação Legislativa** – RIL, Brasília, DF, v. 56, n. 223, jul./set. 2019, p. 20. Disponível em:
https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/56/223/ril_v56_n223_p11. Acesso em: 30 jan. 2024

PRATES, Marcelo M. **Money in the Twenty-First Century: From Rusty Coins to Digital Currencies.** Ohio St. Bus. LJ, v. 15, p. 164, 2021. Disponível em:
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3781269. Acesso em: 24 nov. 23.

RASKIN, Max. **The Law of Smart Contracts.** Georgetown Law Technology Review, [S.L.], v. 305, n. , p. 305-341, 2016. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2842258>.

REBOUÇAS, Rodrigo Fernando. **Contratos Eletrônicos: Formação e validade – aplicações práticas.** São Paulo: Almedina, 2015.

REUTERS. **BlackRock Is Cutting Jobs and Banking on Robots to Beat the Stock Market**. 2017. Disponível em: <https://fortune.com/2017/03/29/blackrock-robots-stock-picking/>. Acesso em: 19 dez. 2023.

RIBEIRO, Rodrigo Marcial Ledra. **Smart Contracts no Ordenamento de Direito Privado Brasileiro à Luz da Teoria do Fato Jurídico**: estudo de *lawtech* curitibana. 2020. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia e Sociedade, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

RIZZARDO, Arnaldo. **Contratos**. 21. ed. – Rio de Janeiro: Forense, 2023.

SAE - Society of Automotive Engineers. **Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles J3016_201806**. 2018. Disponível em: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/. Acesso em: 08 nov. 2023.

SCHOLZ, Lauren Henry. **Algorithmic Contracts**. Stanford Technology Law Review, Stanford, v. 20, n. 1, p. 128-169, nov. 2017. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2747701>. Acesso em: 24 abr. 2022.

SCHÜLER, Erik *et. al.* Sobre o uso de smart contracts instanciados em blockchain para o gerenciamento de contratos de franquia - parte 1. **Revista Inovação Projetos e Tecnologias**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 274-293, 15 dez. 2022. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/iptec.v10i2.23170>.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SEBRAE. **Entenda o que é um Hub de Inovação e como funciona**. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-o-que-e-um-hub-de-inovacao-e-como-funciona.32b22cb3509c4810VqnVCM10000d701210aRCRD>. Acesso em: 17 abr. 2024.

SHEN, Lucinda. **Robots Are Replacing Humans at All These Wall Street Firms**. 2017. Disponível em: <https://fortune.com/2017/03/30/blackrock-robots-layoffs-artificial-intelligence-ai-hedge-fund/>. Acesso em: 19 dez. 2023.

SILVA NETO, Orlando Celso da. Contratos algorítmicos autodefinidos: introdução e alguns desafios. **Revista de Direito e as Novas Tecnologias** [Recurso Eletrônico]. São Paulo, n.9, out./dez. 2020. Disponível em: <https://dspace.almq.gov.br/handle/11037/39036>.

SILVEIRA, Jan Felipe. **O oráculo como elo entre a jurisdição e os smart contracts**. J2 - Jornal Jurídico, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 05-18, 30 abr. 2022. Ponteditora. <http://dx.doi.org/10.29073/j2.v5i1.620>.

SIMEÃO, Álvaro Osório do Valle; VARELLA, Marcelo Dias. A Impossibilidade de Regulação Jurídica Nacional do Blockchain: rumo à um direito criptográfico? **Revista**

Direitos Culturais, [S.L.], v. 13, n. 31, p. 43, 10 dez. 2018. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. <http://dx.doi.org/10.20912/rdc.v13i31.2725>.

STAZI, Andrea. **Smart Contracts**: elements, pathologies and remedies. SSRN Electronic Journal, [S.L.], v., n., p. 1-23, 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4266063>.

SZABO, Nick. **Cypherpunk trends & visions**. Venona Cypherpunks Archives, 15 agosto 1993. Disponível em: <https://cypherpunks.venona.com/date/1993/08/msg00426.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

_____. **Formalizing and Securing Relationships on Public Networks**. First Monday, v. 2, n. 9, setembro 1997. Disponível em: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.

_____. **Smart Contracts**. Smart Contracts, 1994. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>. Acesso em: 20 set. 2023.

_____. **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: 24 abr. 22.

_____. **Smart Contracts Glossary**. 1995. Disponível em: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_glossary.html. Acesso em: 26 nov. 2023.

_____. **The Phases of Contracting**. 1998. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/phases.html>. Acesso em: 26 nov. 2023.

_____. **Video Contracts**. 1998. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/video.html>. Acesso em: 26 nov. 2023.

TARTUCE, Flávio. **Direito Civil**: teoria geral dos contratos e contratos em espécie. 16. Ed. – Rio de Janeiro: Forense, 2021.

TEIDER, Josélio Jorge. **A Regulamentação no Brasil dos Contratos Inteligentes Implementados pela Tecnologia Blockchain**. 2019. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Programa de Pós-Graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2019.

TIMM, Luciano Benetti; GUARISSE, João Francisco Menegol. Análise Econômica dos Contratos. In: CATEB, Alexandre Bueno *et. al.* **Direito e Economia no Brasil**:

estudos sobre a análise econômica do direito. 4. ed. Indaiatuba: Foco, 2021. p. 157-177.

TOMASEVICIUS FILHO, Eduardo. **O princípio da boa-fé no direito civil**. São Paulo: Almedina, 2020.

VENOSA, Sílvio de Salvo. **Direito Civil**: parte geral. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

VENOSA, Sílvio de Salvo. **Direito Civil**: teoria geral das obrigações e teoria geral dos contratos. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

WILKINSON, Susannah; GIUFFRÉ, Jacques. **Six Levels of Contract Automation**: the evolution to smart legal contracts -further Analysis. SSRN Electronic Journal, [S.L.], v., n., p. 1-24, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3748266>.

ANEXO I - Relação entre os níveis contratuais e suas características básicas.

NÍVEIS CONCEITUAIS DE AUTOMAÇÃO DE CONTRATOS						
CONTRATOS TRADICIONAIS			SMART CONTRACTS			
	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Descrição dos recursos do contrato	Papel/cópia impressa/digitalizada (sem OCR) – o texto não é acessível digitalmente.	Texto acessível digitalmente, mas não pode ser processado semanticamente por um computador.	Acessível digitalmente e parte do texto pode ser semanticamente lida e processada por um computador. Cada parte possui uma versão separada acessível digitalmente.	Acessível digitalmente e armazenado em uma plataforma digital especializada que fornece uma visualização compartilhada síncrona “somente leitura”.	Igual ao Nível 3, com mais acesso compartilhado de “leitura e gravação” ao contrato e execução automatizada de ações especificadas e acordadas no âmbito do contrato (pós-assinatura legal).	Igual ao Nível 4, mas sem qualquer intervenção humana (assinatura pós-legal).
Grau de Envolvimento humano na execução do contrato (pós-execução legal)	Ser humano obrigado a monitorar e cumprir obrigações e exercer direitos sob o contrato manualmente ou por meio do envolvimento com sistemas de <i>software</i> .			As contrapartes humanas utilizam uma instância digital partilhada do contrato (assinatura pós-legal) para monitorizar e executar direitos e deveres.	As máquinas monitoram e executam ações contratuais automatizadas nos parâmetros acordados. A interação com fontes externas e as escolhas feitas pelas partes são registradas de forma imutável no contrato. Exigir confirmação ou escolhas humanas pode afetar o desempenho específico em circunstâncias pré-acordadas.	Nenhum humano em ações necessárias para monitoramento ou desempenho. As ações contratuais são “realizadas” por máquinas.

<p>O que esses recursos fazem?</p>	<p>Fornece um registro estático de evidências do contrato, em formato de papel. Uma cópia digitalizada resulta em uma versão digital que pode ser compartilhada, armazenada e replicada digitalmente – mas continua incapaz de ser processado por um computador em qualquer nível que não sejam imagens de uma página.</p>	<p>Fornece um registro digital de evidências do contrato que podem ser facilmente pesquisadas e analisadas por computador, bem como compartilhadas, armazenadas, impressas e replicadas.</p>	<p>Igual ao Nível 1, com mais determinados dados do contrato são classificados para legibilidade por máquina (por meios manuais ou automatizados) por uma parte para sistemas internos. Esses dados podem então ser integrados aos sistemas digitais dessa parte e processados sem intervenção humana. No entanto, ao contrário do Nível 4, este processamento é realizado por uma única parte e não afeta os direitos e obrigações contratuais (uma vez que o registro contratual separado de cada parte permanece apenas para leitura). Pode ser facilitado na fase de criação por processos de automação de documentos para identificar e criar dados estruturados.</p>	<p>A instância digital do contrato está hospedada numa plataforma mutuamente acessível (por exemplo, uma plataforma de tecnologia de contabilidade distribuída). A instância digital do contrato é acordada entre as contrapartes como o único registro verdadeiro de prova do contrato, em formato digital e é um ativo digital partilhado. As partes têm acesso “somente leitura” ao registro compartilhado, que pode ser integrado aos sistemas e processos digitais internos de uma parte.</p>	<p>Igual ao Nível 3, com mais automação acordada do desempenho de partes do contrato e integração do desempenho com sistemas externos e fontes de dados. As partes e fontes de dados externas podem interagir com o contrato em modo de “leitura-escrita”, registrando o desempenho e alterando o estado do contrato na forma pré-acordada na formação do contrato/execução legal. Integração do ativo digital compartilhado e atualizado com sistemas de negócios internos (por exemplo, <i>Software ERP</i>). Fornece geração e captura de dados para análise de dados. Fonte única de verdade. Trilha de auditoria dos dados gerados pela execução do contrato.</p>	<p>Igual ao Nível 4, mas todo o desempenho contratual é automatizado e realizado sem intervenção humana, realizada apenas em casos específicos.</p>
------------------------------------	--	--	--	--	--	---