

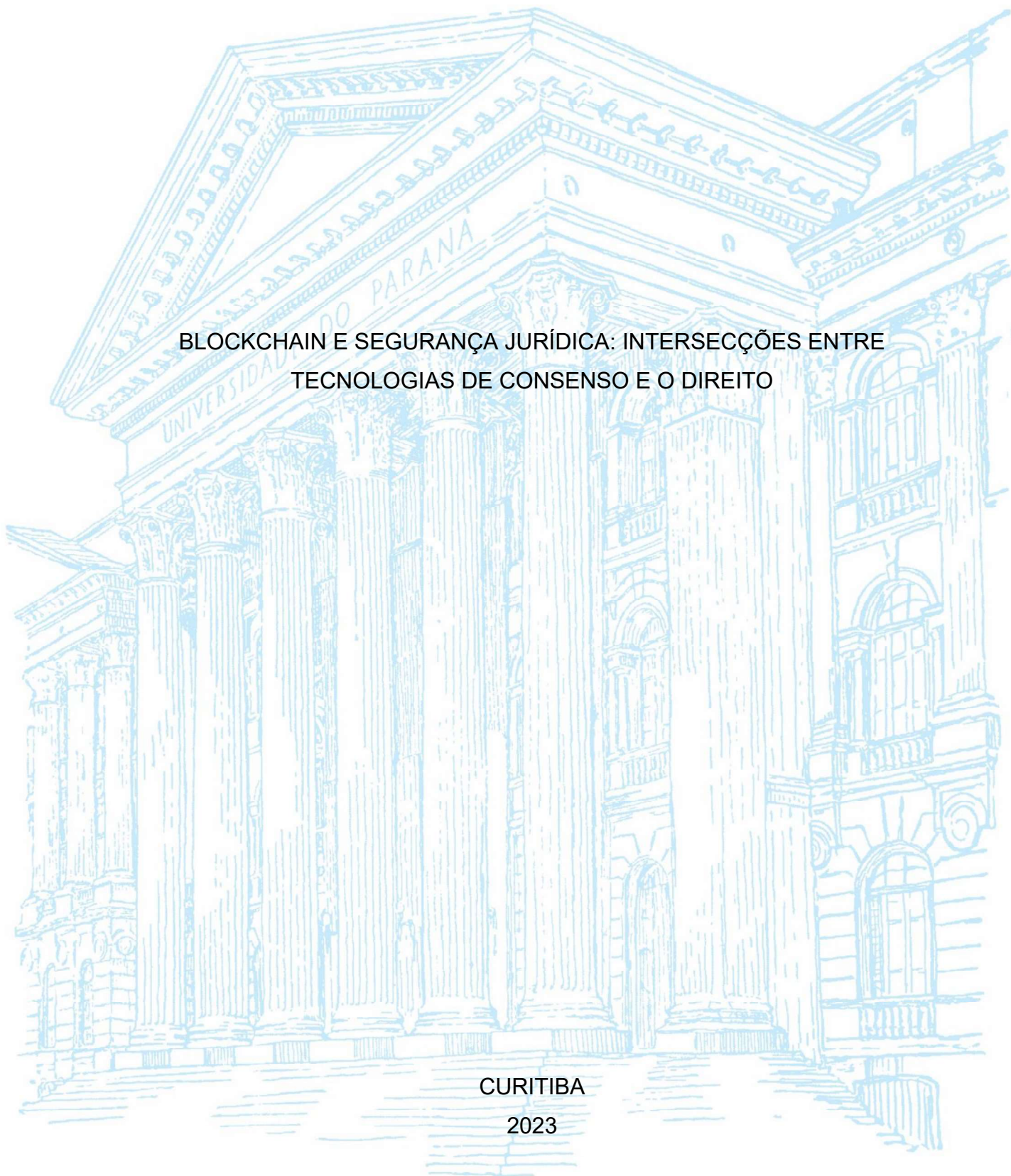
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIUSEPPE DURIGAN

BLOCKCHAIN E SEGURANÇA JURÍDICA: INTERSECÇÕES ENTRE
TECNOLOGIAS DE CONSENSO E O DIREITO

CURITIBA

2023



GIUSEPPE DURIGAN

BLOCKCHAIN E SEGURANÇA JURÍDICA: INTERSECÇÕES ENTRE
TECNOLOGIAS DE CONSENSO E O DIREITO

Artigo apresentado ao curso de Direito, Setor de Ciências Jurídicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Direito.

Orientador: Prof. Dr. Ilton Norberto Robl Filho

CURITIBA

2023

TERMO DE APROVAÇÃO

BLOCKCHAIN E SEGURANÇA JURÍDICA: INTERSECÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS DE CONSENSO E O DIREITO

GIUSEPPE DURIGAN

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção de Graduação no Curso de Direito, da Faculdade de Direito, Setor de Ciências jurídicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Ilton Norberto Robl Filho
Orientador

Coorientador



Rodrigo Kanayama
1º Membro

G. Tocchetto

Gabriel Zanatta Tocchetto
2º Membro

À rocha estruturante, sem a qual nada seria possível. Minha família.

RESUMO

A presente pesquisa desdobra-se da hipótese de que o estudo acerca das novas tecnologias de consenso e confiança sugerem incontornáveis implicações jurídicas. O desenvolvimento de protocolos descentralizados e distribuídos, tais como o blockchain, contrasta diretamente com as acepções tradicionais de legalidade, estabilidade, confiança e a própria segurança jurídica. Em contraste, as atuais concepções de consenso e confiança estão profundamente conectadas à necessidade por instituições centralizadas (governos e corporações) capazes de estabilizar e ordenar as relações sociais. Neste sentido as próprias concepções de Estado e confiança estariam intimamente conectadas a institutos concebidos para solucionar demandas sociais e econômicas de um dado tempo e espaço. Defende-se neste estudo que a realidade, assim como as dinâmicas sociais e econômicas correntes, são invariavelmente diversas daquele tempo, assim como as ferramentas a disposição da sociedade moderna. Destas considerações, verifica-se que a concepção de um método de registro através consenso distribuído em redes descentralizadas possui o poder alterar a dinâmica social e econômica, impactando o cerne do que se compreende por instituições de confiança. Esta alteração paradigmática de sentido poderia ser catalizadora de novas formas organizacionais que invariavelmente deverão ser analisados pelo Direito. Neste sentido a delimitação dos contornos da matéria, a partir de um enfoque jurídico, seria essencial a futuros estudos que versem acerca destas tecnologias. Realizadas estas considerações, a problemática da pesquisa irrompe das inevitáveis tensões que já surgem e invariavelmente virão a surgir a partir das novas aplicações práticas que poderão ser impressas às tecnologias de consenso e confiança em um âmbito jurídico.

Palavras-chave: segurança. jurídica. blockchain. confiança. consenso.

ABSTRACT

This research unfolds from the hypothesis that the study of new technologies of consensus and trust imply unavoidable legal implications. The development of decentralized and distributed protocols, such as the blockchain, is in direct contrast with the traditional understandings of legality, stability, trust and legal security itself. In contrast, the current conceptions of consensus and trust are deeply connected to the necessity for centralized institutions (such as governments and corporations) capable of stabilizing and ordering social relations. In this sense, the very meanings of State and trust would be intimately connected to institutes designed to solve social and economic demands of a given time and space. This study argues that reality, as well as the current social and economic dynamics, are invariably different from that time, as well as the tools available in the modern society. From these considerations, it appears that the conception of a registration method through distributed consensus in decentralized networks has the power to change the social and economic dynamics, impacting the core of what is understood by institutions of trust. This paradigmatic change of meaning could be a catalyst for new organizational forms that will invariably have to be analyzed by the law. In this sense, the delimitation of the contours of the matter, from a legal point of view, would be essential for future studies that deal with these technologies. With these considerations in mind, the research problem arises from the inevitable tensions that already arise and will invariably arise from the new practical applications that may be applied to technologies of consensus and trust in a legal context.

Keywords: legal. security. blockchain. trust. consensus.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Rede Blockchain.....	16
---------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 BITCOIN E BLOCKCHAIN	13
2.1 BLOCKCHAIN E SUAS IMPLICAÇÕES A OUTRAS ÁREAS DA CIÊNCIA.....	16
2.2 SMART CONTRACTS.....	19
3 SEGURANÇA JURÍDICA	21
4 INTERSECÇÃO ENTRE SEGURANÇA JURÍDICA E AS TECNOLOGIAS DE CONSENSO E CONFIANÇA	26
CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Ao discorrer acerca do Contrato Social, Thomas Hobbes ponderou que “os pactos sem a espada são apenas palavras e não têm a força para defender ninguém.”¹ A frase do célebre contratualista, no entanto, não pode ser desconectada de seu tempo. Hobbes defendia que os pactos, aqui compreendidos como contratos bilaterais ou multilaterais, não possuiriam efetividade alguma sem que existisse uma força coercitiva capaz de lhes dar efetividade. Isto derivaria do estado de natureza do homem, responsável pela sua inclinação natural para o mal.² A solução para este perpétuo estado de guerra se daria através do contrato social, caso em que os homens renunciariam a sua liberdade a fim de obter a paz social. A consequência direta, para o filósofo, seria a necessidade de um Estado alicerçado sobre uma monarquia absolutista, dotado de todo o império da força em prol da convivência pacífica³.

A problemática levantada por Hobbes pode ser resumida em um ponto nevrálgico: a confiança. Na ausência de confiança entre dois entes que almejam pactuar acerca de algo, seria imperativo que um terceiro detivesse o poder de assegurar, através do império da força, o negócio celebrado.

A despeito do decurso de cinco séculos da teoria elaborada, a problemática da confiança permanece, em seu cerne, inalterada. Em comum, as soluções exigem que entidades terceiras (podemos dizer centralizadas) detenham o poder de dizer válido ou não aquilo celebrado. É o caso, a dizer, de boa parte do maquinário público que delimita através das leis o que pode ser contratado, regula, através do judiciário, seus efeitos e garante, através do poder executivo, sua consagração. Neste mesmo sentido, entidades privadas, quase sempre regulamentadas pelo Estado, também buscam satisfazer a necessidade por confiança de uma sociedade cada vez mais interconectada. É o caso, a título de exemplo, das instituições financeiras, tais como bancos, que operam como entidades intermediárias na realização de transações comerciais.

¹ HOBBS, Thomas. **Leviatã**. Ed. Martins Fontes, São Paulo, 2003. p 143.

² MIRANDA, Thiago Alves. Thomas Hobbes versus o surgimento do Estado. **Revista Âmbito Jurídico**. Março/2012. São Paulo. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/edicoes/revista-98/thomas-hobbes-versus-surgimento-do-estado/#_ftn4>. Acesso em 02/02/2022.

³ HOBBS, Thomas. **Leviatã**. Ed. Martins Fontes, São Paulo, 2003

A confiança, bem como a garantia da certeza e coerência, representam os instrumentos primordiais na concretização das liberdades fundamentais em um Estado de Direito. Para Ávila a criação de instrumentos que garantam a estabilidade, acessibilidade e a abrangência dos institutos legais e jurídicos de uma nação, assim como sua calculabilidade e a confiabilidade, seriam a base da norma-princípio da segurança jurídica⁴.

A evolução dos instrumentos normativos e das expectativas por previsibilidade amoldou-se à formação do próprio Estado Democrático de Direito. Da mesma forma, as inovações tecnológicas, principalmente a partir do século XX e início do XXI, trouxeram relevantes alterações nas formas como sociedade contrata e transaciona, alterando e criando contornos inéditos à necessidade por confiança segurança.

Neste contexto, a ascensão da internet foi responsável pelo surgimento de diversas instituições disruptivas, quase sempre responsáveis por ampliar a autonomia do usuário através da plena difusão de informações e da facilitação das relações econômicas por ele celebradas. Estas modificações foram, e continuam sendo, alvo de inevitáveis conformações legais.

O aumento computacional propiciou celeridade nos cálculos, a digitalização das informações, o armazenamento de registros praticamente ilimitado, além de troca de informações imediata. Em suma, os procedimentos se tornaram mais céleres e eficientes. A estrutura jurídica por trás destes instrumentos, entretanto, permaneceu em sua essência, a mesma.

Nesta esteira inovativa, o final da primeira década do século XXI viu a proposição de um novo sistema de transações econômicas descentralizadas e distribuídas. A inovação veio a partir de um *whitepaper* de autoria de Satoshi Nakamoto⁵. Trata-se do artigo "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*"⁶, responsável pela implementação de uma moeda digital baseada em protocolos criptográficos. A disrupção possibilitada pelo bitcoin, entretanto, somente foi

⁴ ÁVILA, Humberto. **Sistema constitucional tributário**. São Paulo: Saraiva, 5. ed., 2012

⁵ Pseudônimo adotado pelo responsável, ou grupo de responsáveis, pela concepção da tecnologia Bitcoin. Ainda hoje sua verdadeira identidade é desconhecida. In: POPPER, Nathaniel. **Decoding the Enigma of Satoshi Nakamoto and the Birth of Bitcoin**. 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 15 abr. 2022.

⁶ NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. 2008. Disponível em <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>, acesso em 22/03/2022.

possibilitada pela sua tecnologia subjacente, a blockchain. Trata-se de um conceito tecnológico que possibilita o registro e validação de transações através do registro descentralizado das informações. A integridade dos dados estaria probabilisticamente assegurada pelos avançados algoritmos criptográficos utilizados, que impossibilitariam a alteração daquilo registrado.

Tendo em vista as considerações levantadas torna-se inevitável indagar-se acerca das incontornáveis intersecções jurídicas decorrentes da adoção destes protocolos em larga escala. Neste sentido, o presente estudo busca analisar a base das tecnologias de consenso e confiança, com especial ênfase à blockchain, bem como suas implicações à realidade jurídica pátria. Em um segundo momento, será analisado o princípio da segurança jurídica na legislação nacional, com especial ênfase à teoria geral dos contratos. Por fim, ambos os institutos serão correlacionados ao presente contexto de rápidas inovações tecnológicas e de suas inevitáveis conformações aos instrumentos normativos que os regulam.

O trabalho em tela será orientado pela pesquisa bibliográfica através do método dedutivo. Para tanto serão analisados autores que versem sobre o tema de Direito e Tecnologia com ênfase em consenso e confiança, assim como também à legislação pertinente ao tema. A metodologia busca validar a hipótese acima exposta de que as tecnologias baseadas em consenso distribuído através de redes descentralizadas possuem potencial para impactar profundamente as dinâmicas sociais e econômicas correntes. Deste modo, torna-se essencial analisar as repercussões jurídicas da matéria de modo a delimitar os contornos da disciplina.

Realizadas estas considerações, a problemática da pesquisa irrompe das inevitáveis tensões que surgem e invariavelmente virão a surgir a partir das novas aplicações práticas que poderão ser impressas às tecnologias de consenso e confiança em um âmbito jurídico.

2 BITCOIN E BLOCKCHAIN

O bitcoin, conforme extrai-se da obra de Nakamoto, seria uma moeda digital fundamentada em protocolos criptográficos, cujo valor seria administrado apenas pela oferta e demanda, não havendo entidade centralizada para sua administração. Neste sentido não haveria bancos centrais ou nações responsáveis pela sua emissão ou regulação, mas apenas algoritmos capazes de determinar a dificuldade computacional para a geração de novos blocos. A tecnologia subjacente da criptomoeda, a blockchain, é uma concepção que torna possível atingir o consenso sem a necessidade de confiança entre os pares daquela rede. Desta forma, é possível validar a ocorrência de determinado evento na rede de forma incontestável. Isto ocorre em virtude do registro das transações em blocos encadeados através de uma sequência cronológica. Este banco de dados também pode ser compreendido como um livro-razão distribuído e descentralizado.

A blockchain, portanto, solucionaria a necessidade de uma entidade centralizada capaz de validar transações realizadas ao mesmo tempo, o que resolveria a problemática computacional referente ao gasto duplo (*double-spending*). Isto permite a realização de transações entre indivíduos que não necessariamente confiam um no outro (*trustless*), mas que carecem de um consenso para validar a operação sem que isso seja mediado por uma autoridade central. O bitcoin, por sua vez, atua como tecnologia disruptiva do ponto de vista financeiro ao substituir a necessidade das instituições bancárias para intermediação das operações. Além disto, por ser uma moeda descentralizada, sua emissão ocorre sem a regulação de bancos centrais.

Destas considerações, verifica-se que as tecnologias de consenso e confiança possuem uma variedade de aplicações não restritas à informática, capazes de contornar questões até então insuperáveis, tais como a inerente necessidade de autoridades centrais confiáveis (*trusted third parties*, nas palavras de Nakamoto).

A criação da bitcoin somente foi possibilitada pelos avanços da tecnologia criptográfica. Os primeiros sistemas de encriptação giravam em torno da utilização de uma chave única para cifrar uma determinada informação, bem como também para decifrá-la. A este tipo de ferramenta cunhou-se o nome de criptografia simétrica. Após a Segunda Guerra Mundial e a ascensão da guerra fria, novas

formas de resguardar dados sigilosos foram pensados. Dentre as inovações deste período está a criptografia assimétrica, que se baseia na concepção de duas chaves para cifrar um documento, uma privada e outra pública, ambas vinculadas. Nesta tecnologia a chave pública é utilizada para encriptar um determinado dado, porém a revelação de seu conteúdo original somente pode ser realizada através de uma chave privada. Sua utilização tem sido realizada em grande escala no sentido de garantir a autenticidade do conteúdo, autoria e data de documentos assinados digitalmente. A criptografia assimétrica foi um dos marcos tecnológicos que permitiram a concepção das criptomoedas⁷.

O whitepaper responsável pela propositura da tecnologia bitcoin⁸, de autoria do pseudônimo Satoshi Nakamoto, é o ponto primordial da tecnologia blockchain. A criação do bitcoin, bem como de outras criptomoedas que utilizam-se dos mesmos conceitos postulados por Nakamoto, foi inovadora no sentido de que possibilitou a criação de um bem digital, cujo valor não é definido pelo lastro fiduciário com outros ativos, mas apenas pelo interesse mercadológico em sua adoção. Sua emissão ou adoção não depende da regulação estatal, pois seus algoritmos são distribuídos e descentralizados. Moedas eletrônicas projetadas antes da solução técnica desenvolvida por Nakamoto⁹ demonstraram-se incompletas, principalmente por não serem eficientes em evitar que um mesmo ativo fosse transacionado mais de uma vez pelo mesmo proprietário (*double-spending*).

Verifica-se, por outro lado, que a tecnologia blockchain, subjacente ao bitcoin, apresenta inúmeras outras aplicações para além da substituição de moedas fiduciárias. Deste entendimento, pesquisadores argumentam que a principal contribuição de Nakamoto para a disrupção tecnológica seria através da concepção da blockchain¹⁰. A tecnologia solucionou problemáticas de complexa dificuldade, tais como o risco do gasto duplo¹¹ e o dilema dos generais bizantinos¹².

⁷ TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A, **Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World**, Ed. Penguin, 2016.p 73.

⁸ NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: **A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. 2008. Disponível em <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>, acesso em 22/03/2022.

⁹ Idem.

¹⁰ DAVIDSON, S et al. **Blockchains and the economic institutions of capitalism**. Journal of Institutional Economics, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>> Acesso em: 11 set. 2022

¹¹ A rede blockchain opera de tal forma que uma vez realizada a transação com uma criptomoeda, os gastos posteriores realizados pelo proprietário originário serão recusados pelos demais nodes. In:

A rede blockchain consiste em um conjunto de blocos encadeados responsáveis por armazenar informações, tais como as transações e seus dados afetos, semelhante a um livro-razão contábil. Estes blocos são armazenados de forma distribuída e descentralizada de modo que a qualquer pessoa é possibilitada a manutenção de uma cópia deste livro-razão, tornando-se assim mais um nó da rede. Isto garante que os dados ali expressos possam ser auditados. Os blocos são agrupados de maneira cronológica de tal forma que cada qual possui uma referência criptográfica ao bloco diretamente anterior. A integridade do blockchain é assegurada pela descentralização e distribuição da rede, que trabalha a partir do consenso das informações entre os milhares de nós que replicam este livro-razão. Assim, o comprometimento de um dos nós não representa risco ao registro dos dados, vez que a rede predominantemente (e mais segura) será sempre aquela cujo consenso de validade é superior à metade dos nodes¹³.

Cada entrada de dado neste livro-razão encadeado (*Distributed Ledger Technology - DLT*) é realizada através da geração de novos blocos que, no caso do bitcoin, somente podem ser constituídos mediante esforço computacional (*proof-of-work*) para determinação de seu código criptográfico (*hash*). Este esforço é matematicamente calculado para variar de acordo com a capacidade computacional da rede, de modo que seja impossível encontrar o *hash* de um bloco sem a realização de determinado trabalho. Uma vez encontrado o código, um novo bloco é gerado e a rede entra em consenso acerca desta nova entrada¹⁴.

O encadeamento destes blocos, como depreende-se na Figura 1, é um dos aspectos mais relevantes para a segurança da tecnologia proposta, uma vez que, caso uma entrada passada seja alterada, todos os blocos posteriores deverão ser recalculados, exigindo um esforço computacional probabilisticamente inexecutável. Isto garante a imutabilidade dos dados ali armazenados, implicando em grandes

TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A, **Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World**, Ed. Penguin, 2016.

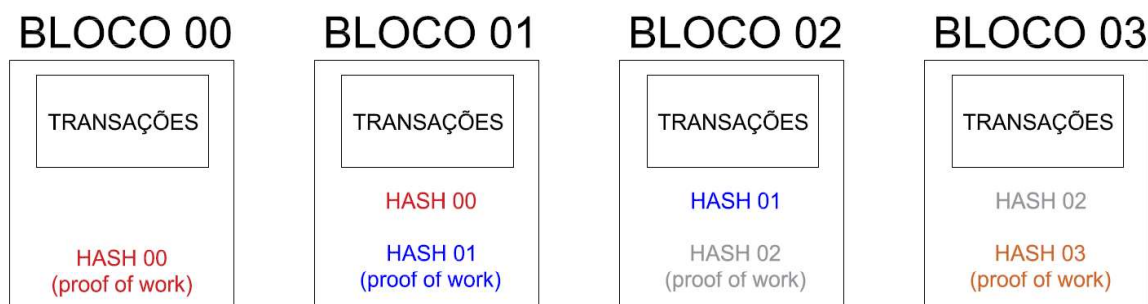
¹²O dilema dos generais bizantinos gira em torno da dificuldade de adotar consenso de informações verdadeiras entre várias partes na eventual presença de entidades mal-intencionadas. O dilema foi proposto por Leslie Lamport, Robert Shostak e Marshall Pease, em 1982. In: LAMPORT, Leslie; SHOSTAK, Robert; PEASE, Marshall. **The Byzantine Generals Problem**. 1982. Disponível em: <<https://lamport.azurewebsites.net/pubs/byz.pdf>> Acesso em: 14 out. 2022

¹³ ISSLER, Pedro Augusto Lamana; ISSLER, Paulo Vinícius Lamana. Discussões sobre o uso da Tecnologia Blockchain alia-da ao registro público brasileiro. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/congressodirei-to/anais/2017/6-8.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2022, p. 7.

¹⁴TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A, **Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World**, Ed. Penguin, 2016. p. 63

avanços a vastas áreas da computação. Cada um destes blocos possui, para além do código criptográfico do esforço computacional (*hash*), a anotação da data e hora (*timestamp*) em que foi emitido¹⁵.

FIGURA 1 – Rede Blockchain



FONTE: O autor (2022).

LEGENDA: Esquema de uma rede blockchain

Por fim, resta esclarecer que os dados registrados na blockchain são de domínio público, facilitando a transparência e eventual auditoria das transações ali inscritas. Além disto, a tecnologia criptográfica assimétrica utilizada pela ferramenta possibilita que a propriedade de uma carteira (*ledger*), bem como dos criptoativos registrados nela, seja única e exclusiva do possuidor de sua chave privada, que deve ser mantida em segredo.

2.1 BLOCKCHAIN E SUAS IMPLICAÇÕES A OUTRAS ÁREAS DA CIÊNCIA

Os estudos acerca das aplicações da tecnologia blockchain estendem-se a diversos ramos da ciência. Neste contexto os estudos realizados por Tapscott trazem reflexões e paralelos pertinentes acerca da natureza social da tecnologia. O autor pontua que, em uma relação contratual, a confiança advém de quatro pilares

¹⁵ CAMPOS, Emília Mal-gueiro. Criptomoedas e blockchain: o direito no mundo digital. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2018, p. 479.

essenciais: a transparência, consideração, responsabilidade e honestidade¹⁶. Na medida em que estes pilares não apresentassem a solidez necessária, buscar-se-iam intermediários capazes de supri-la. Seriam os casos, mas não limitado a: indivíduos terceiros, instituições, órgãos governamentais e suas demais organizações. Neste sentido a rede blockchain agiria a suprir estes entes, de maneira que a confiança adviria da própria estrutura da rede como um todo.

Por sua vez, Davidson, De Filippi e Potts, na obra *Economics of Blockchain*¹⁷ traçam um paralelo interessante a respeito das alterações paradigmáticas decorrentes das tecnologias de consenso e confiança, defendendo que o conceito proposto por Nakamoto permitiria a construção de novos modelos de coordenação institucional e econômica. Esta concepção parte do pressuposto de que o blockchain não pode ser compreendido como uma tecnologia de otimização de mercado, mas como uma nova tecnologia institucional. Deste modo, tratar-se-ia não de novo instrumento, mas sim, de um novo tipo de ferramenta¹⁸, cujas aplicações ainda estão por ser descobertas.

Neste sentido, Nick Szabo defende que tecnologias baseadas em consenso distribuído, como o blockchain, seriam capazes de prover coordenação em larga escala (*social scalability*). Isto seria possível principalmente pela implementação e evolução dos *smartcontracts* e das *Distributed Autonomous Organizations* (DAOs)¹⁹.

A intersecção da matéria a partir de uma análise filosófica é tema de pesquisas realizada por De Filippi²⁰ e Nick Land²¹. De Filippi defende que a adoção em larga escala da tecnologia possibilitaria o registro coletivo universal de fatos e informações, resultando em uma memória social, incorrendo em implicações à própria percepção de realidade.

¹⁶TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A. **Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World**, Ed. Penguin, 2016.

¹⁷DAVIDSON, Sinclair; DE FILIPPI, Primavera; POTTS, Jason. **Economics of Blockchain** (March 8, 2016). Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2744751>> Acesso em 02/02/2022

¹⁸ARAUJO, Fernanda. **Possibilidades Críticas em Bitcoin e Blockchain: Tecnologias Constitutivas Em Consenso E Confiança**. 2018. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2018/relatorios_pdf/ccs/DIR/DIR-Fernanda%20Araujo.pdf>. Acesso em 02/02/2022.

¹⁹SZABO, Nick. **Money, Blockchains and social scalability**. Disponível em: <<http://unenumerated.blogspot.com/2017/02/money-blockchains-and-social-scalability.html>> Acesso em 04/03/2022.

²⁰SWAN, M; DE FILIPPI, P. **Towards a Philosophy of Blockchain. Metaphilosophy**, Wiley, 2017. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01676883>> Acesso em 04/03/2022

²¹LAND, N. **Bitcoin and Philosophy**. The New Centre for Research & Practice. 2015. Disponível em: <<http://thenewcentre.org/archive/bitcoin-philosophy/>> Acesso em 04/03/2022.

Land, por sua vez, propõe que a concepção de Nakamoto, ao remover a necessidade de um terceiro confiável (*trusted third party*) das relações econômicas, opera no sentido de subverter uma ordem social até então imanente. Verificar-se-ia, deste entendimento, uma nova concepção do elemento de ordem e dominação enquanto inerentes à estrutura social. Em outro sentido, a utilização de blocos permanentemente conectados enquanto meios de armazenamento de informações criaria uma concepção artificial de tempo cronológico, tornando-se (em virtude da verdade matemática neles imbuída) um critério válido de realidade.

As inovações propiciadas pelas tecnologias de consenso e confiança, a dizer, o blockchain, são responsáveis por inegáveis avanços do ponto de vista de segurança, transparência e velocidade. Isto porque a tecnologia de registro distribuído (*Distributed Ledger Technology - DLT*) é responsável pelo empoderamento dos indivíduos na medida em que possibilita a livre circulação de dados sem a necessária intervenção de intermediários de confiança. Por outro lado, apesar de proporcionarem ganhos de eficiência em sistemas já existentes, as aplicações mais disruptivas da tecnologia ainda são incipientes.

Tendo em vista o caráter descentralizado da tecnologia, aliado aos avanços dramáticos da criptografia, a tecnologia blockchain possui o potencial de alterar fundamentalmente o modo como a sociedade opera²², sendo catalizadora de formas organizacionais ainda desconhecidas.

O argumento intrínseco da metodologia proposta por Nakamoto seria de que é possível renunciar à necessidade de confiança entre indivíduos ou instituições, dando lugar à validação matemática da verdade. Neste sentido, as tradicionais dinâmicas de mercado e governo podem sofrer profundas modificações através da utilização destes novos conceitos de sociabilidade e coordenação econômica.

Estas mudanças não decorrem tão somente do avanço tecnológico, mas do fato de que boa parte das dinâmicas governamentais advém da imprescindibilidade de entidades responsáveis por prover um consenso de confiança. A centralização da confiança é responsável por custos elevados, vez que necessita de sistemas robustos de segurança, treinamento, regulação e governança. A consequência, em maior ou menor grau é incontestável: acréscimo da burocracia, falta de transparência,

²²DE FILIPPI, P., WRIGHT, A., **Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia**. 2015. Disponível em <<https://bit.ly/1JXbOxe>>. Acesso em 14/04/2022.

susceptibilidade à corrupção e à falha humana²³. Disto, verifica-se um interesse econômico que invariavelmente atrairá instituições privadas e públicas a implantarem, em diferentes níveis, os preceitos das tecnologias de registro distribuído.

2.2 SMART CONTRACTS

O conceito de *smart contract* foi elaborado por Nick Szabo em 1996 ao observar que revolução digital em curso alterava radicalmente as relações contratuais. O autor passou a questionar as intersecções jurídicas decorrentes destas inovações²⁴. Sua ideia gira em torno da convergência entre os momentos de celebração do contrato e de sua execução, libertando-se da necessidade de entidades coercitivas capazes de darem efetividade ao cumprimento dos termos pactuados.

O surgimento de tecnologias disruptivas possibilitou que novas formas de contratação fossem pensadas, trazendo avanços do ponto de vista de segurança, transparência e velocidade. A grande inovação dos *smart contracts*, no entanto, seria no sentido de garantir a autoexecutabilidade do pacto celebrado. Isto seria possível através de algoritmos computacionais capazes de assegurar, autonomamente, o cumprimento dos termos pactuados e executar o contrato na medida de suas cláusulas. Isto ocorreria independentemente de um vínculo de confiança entre os polos da relação jurídica avençada, mas tão somente na ferramenta tecnológica escolhida. A consequência seria um considerável ganho em celeridade, eficiência e redução de custos transacionais²⁵.

É desta ampliação de sentido que, através do avanço de sua compreensão, percebeu-se que a tecnologia blockchain poderia ser utilizada para a arquitetura de contratos inteligentes (*smart contracts*) em seus *nodes*. Esta evolução natural da

²³ ARAUJO, Fernanda. **Possibilidades Críticas Em Bitcoin E Blockchain: Tecnologias Constitutivas Em Consenso E Confiança**. 2018. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2018/relatorios_pdf/ccs/DIR/DIR-Fernanda%20Araujo.pdf>. Acesso em 02/02/2022.

²⁴ SZABO, Nick. **Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets**. <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 19 out. 2022.

²⁵ MEIRELES, Edilton. A natureza jurídica do bitcoin no sistema legal brasileiro. Revista dos Tribunais, v. 1004, p. 147-167, jun. 2019, p. 152.

blockchain deriva de dois entendimentos. Primeiro, as transações realizadas entre dois indivíduos (no caso, dois *nodes* da rede) são, em si, contratos de execução imediata. Segundo, em virtude do caráter programático da tecnologia, seria possível inserir algoritmos na rede de blocos que poderiam ser auto executados assim que os termos e condições dos contratos ali registrados fossem satisfeitos. Isto abriria espaço para a implementação de aplicações descentralizadas como as Organizações Autônomas Distribuídas (DAO). A primeira rede a permitir esta escalabilidade do blockchain foi a rede *Ethereum*²⁶.

Desta forma, o *smart contract* seria a transcrição em códigos computacionais dos acordos tradicionais. Estes algoritmos seriam capazes de autoadministração, sem a necessidade de intervenção de terceiros. Sua execução não dependeria da confiança ou do vínculo jurídico coercitivo entre ambas as partes, mas tão somente da ocorrência dos eventos avençados. Além disto, uma vez executado o contrato, seu registro estaria permanentemente consolidado na blockchain, facilitando auditabilidade e ampliando a transparência da relação.

A validação acerca do cumprimento dos termos acordados ocorre através de “oráculos”, isto é, ferramentas que coletam informações externas à rede blockchain. Através destes mecanismos é possível verificar o acontecimento de determinado evento fático, o que dará suporte à execução ou não do contrato, na medida de seus termos.

O conceito de *smart contract*, portanto, atua no sentido de ampliar a previsibilidade dos atos negociais, preservando a estabilidade dos pactos e ampliando a segurança entre as partes. A liberdade de formas proporcionada pela tecnologia, nesta perspectiva, possuiria o condão de incentivar a inovação e o empreendedorismo. A validade jurídica deste instrumento, no entanto, ainda carece de regulação normativa e suas implicações face ao direito pátrio serão discutidas nos capítulos posteriores do presente estudo.

²⁶BUTERIN, Vitalik. **Ethereum Whitepaper**. 2014. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/whitepaper/>> Acesso em 08 set. 2022.

3 SEGURANÇA JURÍDICA

Segundo Gustav Radbruch, a segurança seria um subprincípio da própria justiça.²⁷ Le Fur pontua que a segurança jurídica, assim como a justiça, são as duas faces do bem comum e da ordem pública:

Je crois et j'espère pouvoir montrer que la justice et la sécurité, loin d'être vraiment antinomiques, sont bien plutôt les deux éléments, les deux faces du bien commun ou de l'ordre public qui, bien compris, ont le même sens, un peu comme on appelle indifféremment libertés individuelles ou droits publics, suivant qu'on se place au point de vue de l'individu ou de la société, ce que d'autres ont encore appelé libertés nécessaires ou droits fondamentaux.²⁸

O princípio da segurança jurídica, neste sentido, decorreria da perspectiva de confiança acerca das normas que regulam as relações de determinada sociedade. Esta expectativa seria, portanto, comum no decorrer da história das nações. A previsibilidade das normas seria responsável por semear nas populações a estabilidade necessária para o desenvolvimento de empreendimentos e planejamentos de ações conforme a ordem jurídica vigente²⁹.

Em princípio, ao tempo da ascensão dos primeiros estados constitucionais, a normatização de uma mínima legalidade, ou então de processos administrativos, definiram uma segurança jurídica incipiente. Posteriormente a positivação da estabilidade dos arranjos jurídicos e dos direitos subjetivos deu maior relevância ao sentido do princípio. A garantia de isonomia, a clareza dos textos normativos e a proteção às expectativas de confiança legítima firmaram o sentido de segurança jurídica típico do Estado Democrático de Direito corrente. A crescente preocupação em afirmar o respeito à dignidade da pessoa humana como princípio basilar da

²⁷RADBRUCH, Gustav. Le but du droit. In: L'Institut International de Philosophie du Droit et de Sociologie Juridique. **Le but du droit: bien commun, justice, sécurité**. Paris: Sirey, 1938. t. 3. p. 48.

²⁸Em tradução livre: "Acredito e espero poder mostrar que a justiça e a segurança, longe de serem realmente contraditórias, são antes os dois elementos, as duas faces do bem comum ou da ordem pública que, bem compreendidos, têm o mesmo significado, um pouco como chamamos indistintamente liberdades individuais ou direitos públicos, conforme nos coloquemos do ponto de vista do indivíduo ou da sociedade, o que outros também chamaram de liberdades necessárias ou direitos fundamentais." (LE FUR, Louis. **Le But Du Droit: Bien Commun, Justice, Sécurité**. Les Cahiers Portalis. 2015. Disponível em: < <https://www.cairn.info/revue-les-cahiers-portalis-2015-1-page-61.htm>> Acesso em 30 ago. 2022. p. 61)

²⁹CARVALHO, Paulo de Barros. **Curso de direito tributário**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. p. 146). Ver ainda: COELHO, Sacha Calmon Navarro. **Curso de direito tributário brasileiro**. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2009. p. 612 e ss.

Constituição deu, por fim, os contornos atuais à segurança jurídica. Neste sentido a proteção da confiança, a vedação ao excesso, e a proporcionalidade passaram a fazer parte do escopo do princípio-matriz da segurança jurídica³⁰.

A Constituição, enquanto texto matriz das garantias fundamentais do Estado brasileiro, preceitua a segurança diretamente em diversos de seus artigos, tais como seu preâmbulo, seu art. 5º, caput, e o art. 6º³¹. No que tange à segurança jurídica especificamente esta pode ser verificada no art. 5º, inciso XXXVI³², além das demais normas que preceituam acerca da prescrição, decadência, e da súmula vinculante³³.

Apesar do esforço do constituinte em elencar o direito à segurança em diversos dispositivos da Carta Originária, a magnitude de seu conteúdo não estaria abarcado tão somente nestes elementos enunciados, mas representaria uma condição de direito fundamental à ordem jurídica segura³⁴. José Souto Maior Borges, nesta linha de pensamento, leciona que a segurança jurídica seria um valor transcendente ao próprio ordenamento, de tal modo que seu conteúdo não se restringe ao texto positivado, servindo de base para diversas outras normas³⁵. Destarte, a segurança jurídica seria um princípio-garantia que se revela na condição de direito fundamental à ordem jurídica segura, como também garantia material aos direitos e liberdades protegidos pelo documento originário³⁶. A certeza, a

³⁰TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p. 5.

³¹BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil, 5 de outubro de 1988.

³²Idem.

³³DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **O STJ e o princípio da segurança jurídica**. Disponível em: <<https://www.migalhas.com.br/depeso/302189/o-stj-e-o-principio-da-seguranca-juridica>>. Acesso em 22 out. 2022.

³⁴TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p. 18.

³⁵BORGES, José Souto Maior. **O princípio da segurança jurídica na criação e na aplicação do tributo**. Revista Diálogo Jurídico. Salvador, n. 11, p. 01-06, fev. 2002.

³⁶TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p. 18.

acessibilidade, a coerência, a confiabilidade e a concretização revelam a face da segurança jurídica em um Estado Democrático de Direito³⁷.

A segurança jurídica estaria representada, portanto, também nos direitos fundamentais do art. 5º da Constituição³⁸, ao instituir um Estado fundado na igualdade, liberdade, segurança e propriedade³⁹.

A estabilidade, enquanto um dos fins precípuos da segurança jurídica, engloba, dentre suas acepções, a proibição ao retrocesso, a preservação do direito adquirido, da coisa julgada e do ato jurídico perfeito. A estabilidade temporal, por sua vez, pode ser verificada nas garantias à irretroatividade, à anterioridade, no respeito à coisa julgada e na normatização de prazos. A lei regula, desta forma as relações do direito para com o passado e o futuro⁴⁰. Neste mesmo sentido a garantia à razoabilidade seria instrumento tipicamente ligado à segurança jurídica no sentido de proteger o cidadão contra arbítrios.

Para Ilton Norberto Robl Filho e Marco Aurélio Marrafon, o conhecimento anterior de condutas proibidas, bem como de suas consequências seria um dos fundamentos da legalidade e da segurança jurídica moderna. Isso permitiria aos cidadãos o cumprimento, ou não, do disposto na lei, assim como sua eventual sanção, caso necessária⁴¹.

Do ponto de vista do direito tributário o legislador envidou esforços expressivos na normatização dos enunciados constitucionais da matéria de modo a assegurar um efetivo garantismo⁴². Isto se verifica precipuamente no art. 150⁴³ da

³⁷Ibidem. p. 21.

³⁸BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, 5 de outubro de 1988.

³⁹ABREU, Anselmo Zilet. **Segurança jurídica e consequencialismo econômico no direito tributário**. Revista da Faculdade de Direito – Universidade São Judas Tadeu. 2021. Disponível em: < <https://revistadireito.emnuvens.com.br/revistadireito/article/view/117>>. Acesso em 19 ago. 2022. p. 3.

⁴⁰TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p. 23.

⁴¹ROBL FILHO, Ilton Norberto; MARRAFON, Marco Aurélio. **A segurança jurídica na Constituição Federal**. 2020. Disponível em: < https://www.conjur.com.br/2020-nov-21/observatorio-constitucional-seguranca-juridica-constituicao-federal#_ftn4>. Acesso em 22 out. 2022.

⁴²TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p. 17.

⁴³BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, 5 de outubro de 1988.

Constituição Federal no que trata das limitações do Estado em seu poder de tributar. O dispositivo resguarda os direitos do contribuinte ao limitar o poder de criar tributos dentro da estrita legalidade. A garantia da anterioridade, da mesma forma, representaria estabilidade temporal e certeza quanto à vigência das leis, assegurando o respeito ao princípio da não surpresa⁴⁴.

Neste contexto a segurança jurídica possuiria antes uma dimensão formal no sentido de garantir a proteção à legítima confiança sobre os sistemas legislativo, executivo e jurídico do país.

Quanto aos atos normativos, a segurança jurídica trata da proibição de normas retroativas ou restritivas de direitos protegidos. Do ponto de vista jurídico, almeja-se a inalterabilidade da coisa julgada. Já por um viés administrativo, busca-se a estabilidade dos atos da administração.⁴⁵

É tendo em vista a relevância do princípio e sua forte influência sobre todo sistema normativo que sua construção funcional requer critérios de aplicação⁴⁶. Isto porque o entendimento da segurança jurídica enquanto garantia constitucional torna sua efetividade necessária⁴⁷. Assim, os princípios seriam normas lato sensu que prescrevem valores objetivos que vinculam o sistema jurídico, obrigando, desta forma, sua máxima observância⁴⁸. Neste sentido, as teorias de racionalização do processo decisório seriam imperativas para justa racionalização principiológica. Para Robert Alexy, princípios seriam mandamentos de otimização que obrigam sua aplicação na maior medida do possível. Para Alexy, em outro sentido, regras seriam normas que devem ser sempre aplicadas em sua totalidade e, caso isto não seja possível, sua utilização deve ser descartada. No caso de conflito de princípios aplicar-se-ia o sopesamento, caso em que se deve avaliar qual dentre aqueles pode

⁴⁴TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p. 23

⁴⁵CANOTILHO, Joaquim José Gomes. **Direito constitucional e teoria da constituição**. Coimbra: Almedina, 2002, p. 255

⁴⁶TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022. p.1

⁴⁷Ibidem. p. 7

⁴⁸Ibidem. p. 10

ser aplicado em sua maior medida possível. Já as regras, por outro lado, não poderiam ser submetidas ao sopesamento ⁴⁹.

Desta compreensão apreende-se que a segurança jurídica representa princípio essencial ao desenvolvimento das instituições democráticas e elemento vital ao desenvolvimento econômico de uma nação. O desenvolvimento do próprio capitalismo depende de uma ordem jurídica e administrativa previsível. Assim, conforme defende Eros Roberto Grau, a calculabilidade representa característica fundamental ao desenvolvimento das relações negociais⁵⁰.

Em sentido similar, o desenvolvimento tecnológico representa pilar estruturante do progresso econômico. A concepção de inovações tecnológicas objetiva, dentre outros, automatizar processos, aumentar a eficiência e acelerar a produção. Tais evoluções, entretanto, perpassam pela adaptação dos institutos jurídicos correntes às novas formas de se relacionar que diurnamente são concebidas. Deste ponto de vista, a adoção de novas tecnologias esbarra no desafio de adaptar as vantagens destas inovações aos institutos jurídicos correntes, de modo que a estabilidade das relações seja preservada.

Realizadas estas considerações, o capítulo posterior envidará esforço em analisar as inevitáveis intersecções entre a segurança jurídica, enquanto princípio estruturante do Estado Democrático de Direito, e a crescente adoção das tecnologias de consenso em um âmbito geral.

⁴⁹ALEXY, Robert. **Teoria dos direitos fundamentais**. Tradução de Virgílio Afonso da Silva. São Paulo: Malheiros, 2008. p. 90.

⁵⁰GRAU, Eros Roberto. **Princípios, a [in]segurança jurídica e o magistrado**. Revista Amagis Jurídica, [S.l.], n. 7, p. 1-6, ago. 2019. ISSN 2674-8908. Disponível em: <<https://revista.amagis.com.br/index.php/amagis-juridica/article/view/154>>. Acesso em: 24 set. 2022.

4 SEGURANÇA JURÍDICA E AS TECNOLOGIAS DE CONSENSO E CONFIANÇA

4.1 SMARTCONTRACTS À LUZ DA TEORIA GERAL DOS CONTRATOS

Do exposto, verifica-se que a estabilidade das relações e a manutenção da confiança legítima são elementos estruturantes do Estado de Direito, além de sub-princípios diretamente afetos à segurança jurídica. Neste contexto, face à evolução digital e o surgimento de tecnologias de consenso e confiança, tais como o blockchain, faz-se necessário indagar-se acerca das intersecções entre os institutos jurídicos correntes e os novos instrumentos tecnológicos desenvolvidos. Isto posto, a primeira grande confluência entre o instituto da segurança jurídica e as ferramentas de consenso e confiança ocorre no sentido da validade de negócios jurídicos celebrados através dos *smartcontracts*.

O contrato, enquanto instrumento precípua das relações humanas, anterior ao próprio conceito de Estado, está intimamente conectado à ideia de legítima confiança e estabilidades das relações.

Neste sentido, a legislação, ao disciplinar o contrato e lhe atribuir requisitos intrínsecos e extrínsecos, lhe torna obrigável do ponto de vista jurídico, tornando-o sancionável. A possibilidade do uso de força coercitiva decorrente da lei dá segurança à sociedade, gerando estabilidade às relações.⁵¹ Afora esta possibilidade, o direito não seria mais do que mera ficção⁵².

Dentre os elementos de validade de um contrato, pode-se citar, conforme art. 104 do Código Civil: a capacidade do agente, objeto determinado ou determinável, sua licitude e possibilidade e, por fim, a forma prescrita ou não defesa em lei⁵³. Pode-se citar ainda: e legitimidade do agente, a autonomia das partes e o consentimento. São princípios afetos à teoria geral dos contratos: a boa-fé, a obrigatoriedade, a equidade das prestações e a função social. A função social objetiva a vedação a práticas abusivas, garantindo prestações equitativas e a

⁵¹DAIBERT, Jefferson. **Dos Contratos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1980.

⁵²RODAS, João Grandino. **Preservação do contrato, segurança jurídica e integridade do ambiente negocial**. Conjur. 2021. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2021-jul-01/olhar-economico-preservacao-contrato-seguranca-juridica-integridade>> Acesso em 14 nov. 2022.

⁵³BRASIL. **Lei n. 10.406, 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil**. Art. 104. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406compilada.htm>. Acesso em: 30 set. 2022.

manutenção do contrato durante sua vigência⁵⁴. Já a boa fé contratual perpassa pelo dever das partes em agir com lealdade e retidão em suas condutas durante a relação celebrada. Já a obrigatoriedade deriva da autonomia da vontade, conceito que postula a liberdade contratual. Daí decorre a máxima de que o contrato faz lei entre as partes (*pacta sunt servanda*), cujo conteúdo demanda que a autonomia das partes deve ser incólume às intempéries unilaterais de apenas um dos polos.

Há de observar-se, entretanto, que a irretroatividade não é, nem deve ser considerada uma condição absoluta. O próprio ordenamento traz luz a diversas possibilidades de revisão contratual, seja pela onerosidade excessiva ou pela superveniência de fatos imprevisíveis⁵⁵. Haverá ainda, a qualquer das partes, a possibilidade de recurso ao judiciário sempre que sentir que seus direitos foram lesionados ou ameaçados⁵⁶. Neste aspecto os instrumentos de *smart contracts* demonstram fragilidade, de modo que, uma vez cumpridos os termos, o contrato auto aplicar-se-á, consolidando-se no tempo. Não haveria, em princípio, como duas partes acordarem acerca de meios alternativos de resolução de contratos⁵⁷ ao fazerem uso da tecnologia. A eventual anulação judicial de um contrato é um evento diametralmente oposto à realidade da blockchain, de tal modo que soluções de governança deverão ser estudadas para que estes acordos digitais operem de pleno direito na realidade pátria.

A forma de contratação no direito pátrio, conforme o código civil, é em geral, de livre estipulação entre as partes.⁵⁸ A obrigatoriedade de forma solene é imposta para negócios jurídicos específicos, a fim de que sua autenticidade seja assegurada e para que seus atos se tornem oponíveis a terceiros. De qualquer forma, é lícito às partes estipularem cláusula contratual obrigando a celebração de instrumento público para validade do ato⁵⁹. A autenticidade de um documento, nos termos do art.

⁵⁴ BRASIL. Conselho da Justiça Federal. **Enunciado n. 22 da I Jornada de Direito Civil**. Disponível em: <<https://www.cjf.jus.br/enunciados/enunciado/668>>. Acesso em: 15 ago. 2022

⁵⁵ BRASIL. **Lei n. 10.406, 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil**. Art. 478. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406compilada.htm>. Acesso em: 30 set. 2022.

⁵⁶ BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, 5 de outubro de 1988. art. 5, inc. XXXV

⁵⁷ BRASIL. **Lei n. 10.406, 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil**. Art. 479 e 480. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406compilada.htm>. Acesso em: 30 set. 2022.

⁵⁸ Ibidem. Art. 107

⁵⁹ Ibidem. Art. 109

411 do Código Civil, poderá ser confirmada quando a autoria estiver identificada por qualquer meio legal, inclusive eletrônicos, nos termos da lei⁶⁰.

Ademais, tendo em vista o caráter descentralizado do blockchain, o *smart-contract* possibilitaria a entes localizados em diferentes jurisdições transacionar de forma rápida e eficiente. A funcionalidade, entretanto, dar-se-ia de encontro com conflitos de competência, vez que a própria validação da transação poderia envolver usuários de diferentes países. Deste modo, a relação contratual avençada poderia vir a ser regulada por jurisdições mais interventivas, o que mitigaria as vantagens da tecnologia selecionada.⁶¹

Isto posto, a utilização de *smart contracts*, enquanto meios de celebração de negócios jurídicos válidos, deve ser realizada a partir da rígida observância aos princípios e normas do direito pátrio. À vista disso, também deverão ser pensados mecanismos de tornar estas cláusulas digitais, expressas em códigos computacionais, legíveis e compreensíveis aos operadores do direito. Ferramentas de governança, tais como *smartcontracts* regidos por múltiplas assinaturas⁶², são algumas das soluções que vem sendo pensadas como meios de conciliar a irretratabilidade da blockchain com os institutos normativos correntes.

4.2 APLICAÇÕES DO BLOCKCHAIN SOB A PERSPECTIVA DA SEGURANÇA JURÍDICA

Em outro sentido, imperativo também analisar também a validade jurídica de documentos armazenados em redes blockchain. O Código de Processo Civil afirma em seu art. 369⁶³ que as partes podem empregar todos os meios legais, ainda que não especificados no código, para provar a verdade dos fatos. Nesta mesma linha o art. 411⁶⁴ pontua que um documento reputar-se-á autêntico quando a autoria estiver identificada por qualquer meio legal de certificação, conforme preceituado em

⁶⁰Ibidem. Art. 411

⁶¹ALVAREZ, Felipe Olivei-ra de Castro Rodriguez. Novas tecnologias: o direito e o diálogo com o blockchain – perspecti-vas jurídicas sob o pris-ma do direito civil. Re-vista de Direito e as Novas Tecnologias, v. 2, p. 4, jan./mar. 2019.

⁶²BRONKEMA, Wietze. **Introduction to Multisig Contracts**. Medium. 2020. Disponível em: <<https://medium.com/mycrypto/introduction-to-multisig-contracts-33d5b25134b2>>. Acesso em: 05. Set. 2022.

⁶³BRASIL, **Código de Processo Civil**, Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015. Art. 369.

⁶⁴ Ibidem. Art. 411.

legislação. Além disto, a Medida Provisória 2.200-2/2001, que institui a infraestrutura de chaves públicas, prevê a validade de outras formas de comprovação de autoria e integridade de documentos eletrônicos para além de certificados digitais, desde que estas sejam admitidas pelas partes⁶⁵.

Alexandre Morais da Rosa e Felipe Navas Próspero consideram que o emprego da rede blockchain como meio de registro de provas documentais é válido uma vez que suas características estão de acordo com àquelas da legislação infraconstitucional. Isto porque, além de convergir com o elenco normativo pátrio, a tecnologia ofereceria auditabilidade, criptografia, integridade e transparência. Como resultado os dados ali inseridos tornar-se-iam imutáveis, possuindo valor semelhante àquele do documento certificado por tabelião.⁶⁶

Ademais, há de considerar-se que o incentivo à tecnologia, ao desenvolvimento científico e à inovação são valores abarcados pela Constituição, como se vê no art. 218 da Carta Magna⁶⁷. A lei do Marco Civil da Internet, por sua vez, dispõe que é dever do Estado promover o desenvolvimento científico, a difusão de novas tecnologias, assim como a adesão a padrões tecnológicos abertos de comunicação, a acessibilidade e interoperabilidade entre aplicações e base de dados⁶⁸.

Em outro sentido, a garantia da estabilidade jurisdicional perpassa pela segurança dos processos judiciais. A centralização dos servidores das cortes judiciais, apesar de objetivar melhor resguardo dos dados sensíveis, está sujeita a ataques. São recorrentes os ataques a servidores de tribunais que comprometeram a tão necessária celeridade processual e colocaram em risco a própria integridade dos documentos sob guarda da justiça. Em 30 de março de 2022 os servidores do TRF-3 foram alvos de ataques, deixando os sistemas do Tribunal fora do ar por

⁶⁵BRASIL, **Medida Provisória No 2.200-2, De 24 De Agosto De 2001**. Art. 10. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas_2001/2200-2.htm>.

⁶⁶ROSA, Alexandre Moraes da; PRÓSPERO, Felipe Navas. **Qual a validade jurídica dos documentos pela rede blockchain?** Conjur. 2019. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2019-jan-11/limite-penal-qual-validade-juridica-documentos-rede-blockchain>>. Acesso em 10 out. 2022.

⁶⁷BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, 5 de outubro de 1988.

⁶⁸BRASIL, **Marco Civil da Internet**, Lei nº 12.965, de 4 de abril de 2014.art. 4º, inc. III e IV.

aproximadamente 7 dias⁶⁹. Em 6 de abril do mesmo ano os servidores da Justiça Federal de Pernambuco foram alvos de ataques hackers, suspendendo os prazos processuais e atendimentos⁷⁰. Em agosto do mesmo ano o tribunal de justiça do Distrito Federal sofreu tentativa de ataque que, entretanto, não comprometeu sua base de dados dos sistemas judiciais⁷¹. A questão é de amplo interesse público, uma vez que em 18 meses, um sistema de tribunal foi violado a cada 41 dias no Brasil⁷². Neste aspecto, o blockchain possuiria o condão de fortalecer a coisa julgada e o ato jurídico perfeito, bem como de preservar o direito adquirido.

A tecnologia blockchain, neste aspecto, pode ser útil ao aliar privacidade e transparência inerentes ao andamento processual, garantindo a integridade dos autos mesmo em casos de ataques ou falhas localizadas. Isto porque a tecnologia, apesar de não armazenar documentos completos⁷³, é capaz de garantir, através de códigos criptográficos, a autenticidade de um dado arquivo em determinado tempo. Deste modo a autenticidade das informações de autos, bem como de suas peças, sentenças e despachos, poderia ser garantida através dos livros-razões descentralizados, suportados por entidades reguladas. Assegurar-se-ia, assim, a devida transparência processual sem abrir mão da privacidade que lhe é devida.

Outrossim, imprescindível destacar as amplas aplicações possibilitadas pela tecnologia em tese, principalmente no que tange aos valores preceituados pela Constituição, tais como a anterioridade e a garantia à irretroatividade. Isto porque, ao ser utilizada como meio de registro de informações, a blockchain teria o potencial de tornar-se critério válido de tempo cronológico⁷⁴. Destarte, a tecnologia possui o

⁶⁹ **Ataque hacker deixa sistemas da Justiça Federal em PE fora do ar.** 2022. Conjur. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2022-abr-06/ataque-hacker-deixa-sistemas-justica-federal-pe-fora-ar>>. Acesso em: 08 out. 2022.

⁷⁰ **7 dias após ataque hacker, sistemas do TRF-3 continuam fora do ar.** Conjur. 2022. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2022-abr-06/ataque-hacker-sistemas-trf-continuem-fora-ar>>. Acesso em: 08 out. 2022.

⁷¹ COELHO, Gabriela; HIRABAHASI, Gabriel. **Tribunal de Justiça do DF sofre suposto ataque hacker; polícia investiga.** CNN Brasil. 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/politica/tribunal-de-justica-do-df-sofre-suposto-ataque-hacker-policia-investiga/>>. Acesso em 08 out. 2022.

⁷² REINA, Eduardo. **Em 18 meses, hackers violaram sistemas de tribunais no Brasil a cada 41 dias.** Conjur. 2022. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2022-abr-15/onda-invasoes-hackers-estruturas-tecnologicas-tribunais>>. Acesso em 08 out. 2022.

⁷³ A tecnologia armazena não somente os dados essenciais do documento, isto é: seu código *hash*, a assinatura e o *timestamp*. Desta forma a privacidade de dados sensíveis está assegurada sem que seja necessário renunciar à integridade do arquivo.

⁷⁴ LAND, N. **Bitcoin and Philosophy.** The New Centre for Research & Practice. 2015. Disponível em: <<http://thenewcentre.org/archive/bitcoin-philosophy/>> Acesso em 04/03/2022.

viés de promover a materialização dos princípios afetos à segurança jurídica, principalmente no que tange à proteção da estabilidade das relações no tempo.

4.3 LIMITAÇÕES DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Cabe também ressaltar as diversas limitações da tecnologia blockchain que ainda não foram superadas a despeito do entusiasmo acadêmico para com sua adoção. Tão logo, há de pontuar-se, por exemplo, que a escalabilidade das redes blockchains é ainda inferior às demais redes centralizadas de pagamento, tais como os sistemas tradicionais de pagamento por cartão de crédito. Enquanto a rede bitcoin é capaz de processar aproximadamente 7 transações por segundo (TPS), a rede Visa (responsável por processar transações por cartão de crédito) de pagamentos é capaz de realizar um total 24.000 transações por segundo. Existem algumas redes blockchains designadas para mitigar as limitações do bitcoin, bem como soluções técnicas que poderiam tornar o protocolo capaz de suportar um maior número de transações, porém ainda distantes daquelas projetadas por companhias privadas e centralizadas⁷⁵.

Depreende-se da análise da tecnologia que apesar das múltiplas vantagens do conceito tecnológico, sua aplicabilidade não é irrestrita. O blockchain é inovativo no sentido de empoderar o usuário e lhe conferir autonomia na realização de negociações. Suas possibilidades possuem o condão de inspirar novas formas de produção e governança, sendo capaz de alterar profundamente a forma como as relações sociais são desenvolvidas. Entretanto, há de pontuar-se que a descentralização e distribuição não é um conceito aplicável ilimitadamente. Existem diversas áreas que se beneficiam da centralização, principalmente aquelas que exigem segurança e privacidade. A utilização incondicional do blockchain deve ser realizada tão somente após análise profunda das vantagens e desvantagens de caso a caso.

Deve-se citar, ainda, o risco de quebra da criptografia SHA-256⁷⁶, utilizada pela vasta maioria redes blockchains. O aumento da capacidade computacional e o

⁷⁵O'NEAL, Stephen. **Who Scales It Best? Inside Blockchains' Ongoing Transactions-Per-Second Race.** **Cointelegraph.** Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/who-scales-it-best-inside-blockchains-ongoing-transactions-per-second-race>>. Acesso 07 out. 2022.

⁷⁶ Função algorítmica utilizada pela rede bitcoin para criptografar seus dados.

avanço da computação quântica (equipamentos arquitetados para operarem milhares de vezes mais rápido que os tradicionais) eventualmente poderá tornar o algoritmo criptográfico da rede arcaico. Pesquisas estimam que em poucos anos a função *hash* utilizada pelo blockchain poderá ser quebrada pelos computadores quânticos hoje em desenvolvimento. Isto tornaria a rede bitcoin obsoleta, vez que a integridade do livro razão poderia ser comprometida. Neste cenário as redes blockchains futuras deveriam migrar para algoritmos criptográficos mais avançados que, entretanto, inevitavelmente estariam sob o risco do irrefreável avanço tecnológico⁷⁷.

Por fim, as redes de consenso e confiança não estão imunes ao risco humano, inerentes também a outras tecnologias. Isto porque o mútuo consenso acerca do objeto contratual deve ser inequívoco. Por conseguinte, a manifestação exterior da vontade deve ser suficiente para evidenciar o consentimento⁷⁸. A utilização da tecnologia blockchain para assinatura de documentos não foge, desta forma, ao risco de roubo ou furto da chave privada, caso este em que o consentimento e a manifestação de vontade estariam flagrantemente comprometidos. Evento semelhante ocorreu no Tribunal Regional do Rio de Janeiro, quando um certificado digital de magistrado foi roubado e usado para fraudar a emissão de alvarás. O golpe resultou no desvio de R\$ 4 milhões do Tribunal⁷⁹. Nesta mesma situação, a utilização da tecnologia blockchain para validação da assinatura poderia trazer consequências mais gravosas e irreversíveis, vez que a transação estaria registrada de forma permanente na rede de blocos.

⁷⁷JOBIM, Caio. **Computação quântica será capaz de decifrar algoritmo do Bitcoin em alguns anos, revela estudo.** 2022. Cointelegraph. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/study-reveals-how-long-quantum-computers-will-be-able-to-crack-bitcoin>>. Acesso em 10 out. 2022.

⁷⁸RIZZARDO, Arnaldo. **Contratos.** 18. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019, p. 17.

⁷⁹ALECRIM, Emerson. **Certificado digital é usado para desviar R\$ 4 milhões da Justiça do Trabalho.** 2022. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/noticias/2022/11/14/certificado-digital-e-usado-para-desviar-r-4-milhoes-da-justica-do-trabalho/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de inovações tecnológicas e das soluções baseadas em consenso e confiança caminha a passos largos. A conformação destas tecnologias ao mundo jurídico, por outro lado, não comunga da mesma celeridade. E não poderia ser de outra forma. A evolução dos institutos jurídicos não deve adiantar-se à consolidação das novas ferramentas que diurnamente surgem. Não se trata, entretanto, do Estado negar seu papel como promotor do desenvolvimento tecnológico, mas de sopesar as consequências de suas reformas com o comedimento que lhe é devido. É esta temperança que define o princípio da segurança jurídica como estruturante do Estado de Direito. A manutenção da estabilidade e da confiança legítima exigem uma determinada rigidez normativa e jurídica. Cabe, tão logo, aos cientistas jurídicos e aos legisladores analisar os impactos imediatos e mediatos, positivos e negativos, consequentes da adoção de novos protocolos tecnológicos.

No campo contratual, por sua vez, não há como olvidar dos imensos desafios de adaptação. As diversas questões acerca da validade jurídica de *smartcontracts* já se encontram em debate nas arenas processuais e doutrinárias. Eventualmente o direito deverá conformar e limitar os campos de aplicação da tecnologia, na exata medida dos seus riscos e vantagens.

Decorre, deste entendimento, que as premissas levantadas por Hobbes não seriam, neste contexto, necessariamente mais incontornáveis. A centralização da confiança em instituições, sejam estas corporações, bancos ou órgãos estatais, poderia deixar de ser uma tônica indissociável da sociedade, alterando assim profundamente a relação de indivíduos entre si, bem como com as entidades que compõem a sociedade contemporânea. Alteram-se, neste contexto, os postulados primordiais que alicerçaram o entendimento contemporâneo de autonomia individual, contrato social, estado e sua inerente necessidade por segurança.

Destas considerações resta asseverar que a discussão não se encontra esgotada. A própria natureza disruptiva da tecnologia blockchain aponta que muitas de suas utilizações ainda estão por serem desveladas, de modo que ponderar acerca de todas as conformações jurídicas e normativas pertinentes à ferramenta seria precipitado. De toda forma, os princípios constitucionais que ensejarão a regulação destes marcos tecnológicos já são conhecidos. O respeito à estabilidade

das relações sociais, à preservação do direito adquirido, à coisa julgada e ao ato jurídico perfeito permanecerá como preocupação precípua do direito. As tecnologias de consenso e confiança, neste sentido, agregarão à experiência jurídica, oferecendo novas oportunidades de consolidação da segurança jurídica como um dos corolários do Estado de Direito.

REFERÊNCIAS

7 dias após ataque hacker, sistemas do TRF-3 continuam fora do ar. Conjur. 2022. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2022-abr-06/ataque-hacker-sistemas-trf-continuem-fora-ar>>. Acesso em: 08 out. 2022.

ALECRIM, Emerson. **Certificado digital é usado para desviar R\$ 4 milhões da Justiça do Trabalho.** 2022. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/noticias/2022/11/14/certificado-digital-e-usado-para-desviar-r-4-milhoes-da-justica-do-trabalho/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

ALEXY, Robert. **Teoria dos Direitos Fundamentais.** Tradução de Virgílio Afonso da Silva. São Paulo: Malheiros, 2008.

_____. **Teoria da argumentação jurídica.** 3a ed. Rio de Janeiro: Forense, 2013.

ALVAREZ, Felipe Oliveira de Castro Rodriguez. **Novas tecnologias: o direito e o diálogo com o blockchain – perspectivas jurídicas sob o prisma do direito civil.** Re-vista de Direito e as Novas Tecnologias, v. 2, p. 4, jan./mar. 2019.

ARAÚJO, Davi Antônio. **Blockchain, confiança e direito: um pouco além do alarde.** Orientador: Alexandre Kehrig Veronese Aguiar. 2019. Monografia (graduação). Faculdade de Direito. Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24989/1/2019_DaviAntonioAraujoSilva_tcc.pdf> , acesso em 01/02/2022.

ARAUJO, Fernanda. **Possibilidades Críticas Em Bitcoin E Blockchain: Tecnologias Constitutivas Em Consenso E Confiança.** 2018. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/pibic/relatorio_resumo2018/relatorios_pdf/ccs/DIR/DIR-Fernanda%20Araujo.pdf>. Acesso em 02/02/2022.

ARAÚJO, V. S. **O princípio da proteção da confiança: uma nova forma de tutela do cidadão diante do Estado,** Ed. Impetus, 2009.

Ataque hacker deixa sistemas da Justiça Federal em PE fora do ar. 2022. Conjur. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2022-abr-06/ataque-hacker-deixa-sistemas-justica-federal-pe-fora-ar>>. Acesso em: 08 out. 2022.

ÁVILA, Humberto. **Sistema constitucional tributário.** São Paulo: Saraiva, 5. ed., 2012.

AZEVEDO Álvaro V. **Curso de Direito Civil: Teoria Geral dos Contratos.** 4. ed. São Paulo/SP: Saraiva Educação, 2019.

BALKIN, Jack. **The path of robotics law.** California Law Review Circuit, Berkeley, v. 06, p. 45-60, jun. 2015

BOBBIO, Norberto., **Teoria da Norma Jurídica**, 1ª ed., Bauru, Edipro, 2001, p. 45-62.

_____. **Estado, Governo e Sociedade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

BORGES, José Souto Maior. **O princípio da segurança jurídica na criação e na aplicação do tributo**. Revista Diálogo Jurídico. Salvador, 2002.

BRAGA, B. C. M., **Os princípios da segurança jurídica, confiança legítima e boa-fé: breves notas distintivas**, 2014, disponível em <<https://bit.ly/2loewwu>>, acesso em 15/08/2022.

BUTERIN, Vitalik. **Ethereum Whitepaper**. 2014. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/whitepaper/>> Acesso em 08 set. 2022.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, 5 de outubro de 1988.

BRASIL. **Lei n. 10.406, 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10406compilada.htm>. Acesso em: 30 set. 2022.

_____, **Código de Processo Civil**, Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015.

_____, **Marco Civil da Internet**, Lei nº 12.965, de 4 de abril de 2014.

_____, **Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)**, Lei nº 13.709 de 14 de agosto 2018.

_____, Conselho da Justiça Federal. **Enunciado n. 22 da I Jornada de Direito Civil**. Disponível em: <<https://www.cjf.jus.br/enunciados/enunciado/668>>. Acesso em: 15 ago. 2022

_____, **Medida Provisória No 2.200-2, De 24 De Agosto De 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas_2001/2200-2.htm>.

BRONKEMA, Wietze. **Introduction to Multisig Contracts**. Medium. 2020. Disponível em: <<https://medium.com/mycrypto/introduction-to-multisig-contracts-33d5b25134b2>>. Acesso em: 05. Set. 2022.

CARVALHO, Paulo de Barros. **Curso de direito tributário**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. p. 146). Ver ainda: COELHO, Sacha Calmon Navarro. **Curso de direito tributário brasileiro**. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2009.

CANOTILHO, Joaquim José Gomes. **Direito constitucional e teoria da constituição**. Coimbra: Almedina, 2002.

CASTELLS, Manuel. **A era da Informação : economia, sociedade e cultura. Vol. I, Sociedade em rede.** São Paulo : Paz e Terra, 1999.

COELHO, Gabriela; HIRABAHASI, Gabriel. **Tribunal de Justiça do DF sofre suposto ataque hacker; polícia investiga.** CNN Brasil. 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/politica/tribunal-de-justica-do-df-sofre-suposto-ataque-hacker-policia-investiga/>>. Acesso em 08 out. 2022.

DAIBERT, Jefferson. **Dos Contratos.** 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1980.

DE FILIPPI, P., WRIGHT, A., **Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia,** 2015, disponível em <https://www.intgovforum.org/cms/wks2015/uploads/proposal_background_paper/SSRN-id2580664.pdf>, acesso em 24/10/2022.

DAVIDSON, S et al. **Blockchains and the economic institutions of capitalism. Journal of Institutional Economics,** 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1744137417000200>>, acesso em 01/02/2022.

DAVIDSON, S et al. **Economics of Blockchain,** 2016. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2744751>>, acesso em 01/02/2022.

DEUTSCHE WELLE, **Blockchain: Paying with bits and bytes,** 05/09/2022, disponível em <<https://bit.ly/2mdu2VQ>>, acesso em 25/08/2021.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. **O STJ e o princípio da segurança jurídica.** Disponível em: <<https://www.migalhas.com.br/depeso/302189/o-stj-e-o-principio-da-seguranca-juridica>>. Acesso em 22 out. 2022.

DIDIER JR., F., **Curso de direito processual civil: introdução ao direito processual civil, parte geral e processo de conhecimento,** vol. I, 17a ed., Salvador: Ed. Jus Podivm, 2015.

FINCK, M., **Blockchains and Data Protection in the European Union,** European Data Protection Law Review, Volume 4, Issue 1, 2018.

GOLDMAN SACHS, **Blockchain - The new technology of trust,** [S.l: s.n.], disponível em <<https://www.goldmansachs.com/insights/pages/blockchain/>>, acesso em 23/02/2022.

GRAU, Eros Roberto. **Princípios, a [in]segurança jurídica e o magistrado.** Revista Amagis Jurídica, [S.l.], n. 7, p. 1-6, ago. 2019. ISSN 2674-8908. Disponível em: <<https://revista.amagis.com.br/index.php/amagis-juridica/article/view/154>>. Acesso em: 24 set. 2022.

HAYEK, F.A. **Denationalisation of Money: The Argument Refined.** The Institute of Economic Affairs, 1990. 144p.

HOBBS, Thomas. **Leviatã.** Ed. Martins Fontes, São Paulo, 2003.

JOBIM, Caio. **Computação quântica será capaz de decifrar algoritmo do Bitcoin em alguns anos, revela estudo.** 2022. Cointelegraph. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/study-reveals-how-long-quantum-computers-will-be-able-to-crack-bitcoin>>. Acesso em 10 out. 2022.

KELSEN, Hans. **Teoria Pura do Direito.** São Paulo: Martins Fontes, 2006, Cap. VIII.

KNIJNIK, D., **O princípio da segurança jurídica no direito administrativo e constitucional.** Revista do TCE-RS, v. 13, p. 148

LAMPORT, Leslie; SHOSTAK, Robert; PEASE, Marshall. **The Byzantine Generals Problem.** 1982. Disponível em: <<https://lamport.azurewebsites.net/pubs/byz.pdf>> Acesso em: 14 out. 2022

LAND, N. **Bitcoin and Philosophy.** 2015. The New Centre for Research & Practice. Disponível em: <<http://thenewcentre.org/archive/bitcoin-philosophy/>>, acesso em 01/02/2022.

LE FUR, Louis. **Le But Du Droit: Bien Commun, Justice, Sécurité. Les Cahiers Portalis.** 2015. Disponível em: < <https://www.cairn.info/revue-les-cahiers-portalis-2015-1-page-61.htm>> Acesso em 30 ago. 2022. p. 61

LESSIG, L., **Code and Other Laws of Cyberspace,** Ed. Basic Books, 1999.

LÉVY-BRUHL, H., **Sociologia do Direito,** Ed. Martins Pena, 1997.

LIRA, Carolina Trindade Martins. **A Tecnologia Aplicada Ao Direito: Smart Contracts Em Blockchain E O Futuro Da Advocacia Privada.** Orientador: Gustavo Guerra. 2018. Monografia (graduação). Faculdade de Direito. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/12861/1/CTML20112018.pdf>>, acesso em 02/02/2022.

MAFFINI, R., **Princípio da proteção da confiança legítima.** Enciclopédia jurídica da PUCSP. ed. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: < <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/120/edicao-1/principio-da-protECAo-da-confianca-legitima>>, acesso em 11/04/2022.

MEIRELES, Edilton. A natureza jurídica do bitcoin no sistema legal brasileiro. Revista dos Tribunais, v. 1004, p. 147-167, jun. 2019, p. 152.

MERKLE, R.C. **“Protocols for public key cryptosystems,”** In Proc. 1980 Symposium on Security and Privacy, IEEE Computer Society. 1980.

MIRANDA, Jorge. **Teoria do Estado e da Constituição.** Rio de Janeiro: Forense, 2018.

MIRANDA, Thiago Alves. **Thomas Hobbes versus o surgimento do Estado.** Disponível em: https://ambitojuridico.com.br/edicoes/revista-98/thomas-hobbes-versus-surgimento-do-estado/#_ftn4, acesso em 02/02/2022.

MUNARETTO, Taís. **A segurança jurídica dos smart contracts nas transações executadas na tecnologia blockchain**. Orientador: Luiz Fernando Castilhos Silveira. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Faculdade de Direito. Universidade De Caxias do Sul, Canela, 2019. Disponível em <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/6349/TCC%20Ta%C3%ADs%20Munaretto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>, acesso em 02/02/2022.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. 2008. Disponível em <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>, acesso em 22/03/2022.

NEW YORK TIMES. **Decoding de Enigma of Satoshi Nakamoto and the birth of Bitcoin**, 17/05/2015. Disponível em <<https://www.nytimes.com/2015/05/17/business/decoding-the-enigma-of-satoshi-nakamoto-and-the-birth-of-bitcoin.html>>, acesso em 28/04/2022.

OLIVEIRA, Cauã Vesz de. **A Regulamentação Do Bitcoin Pelo Ordenamento Jurídico Brasileiro E Pela Comunidade Internacional: Um Olhar Para A Legislação Brasileira**. Orientador: Rafael Santos de Oliveira. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Faculdade de Direito. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11493/Oliveira_Cau%c3%a3_Veszde.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, acesso em 02/02/2022.

OLIVEIRA, Guilherme Santos de. **Considerações acerca da Natureza Jurídica das criptomoedas**. 2019. Disponível em: <https://www.pucrs.br/direito/wp-content/uploads/sites/11/2019/01/guilherme_oliveira.pdf> Acesso em 05/02/2022.

O'NEAL, Stephen. **Who Scales It Best? Inside Blockchains' Ongoing Transactions-Per-Second Race**. Cointelegraph. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/who-scales-it-best-inside-blockchains-ongoing-transactions-per-second-race>>. Acesso 07 out. 2022.

PATEL, J, **Data Structure, Algorithms and Design Techniques**, 2009, disponível em: <<https://bit.ly/2IBATbk>>, acesso em 16/09/2022.

POPPER, Nathaniel. **Decoding the Enigma of Satoshi Nakamoto and the Birth of Bitcoin**. 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 15 abr. 2022.

PAZAITISA, A et al. **Blockchain and value systems in the sharing economy: The illustrative case of Backfeed. Technological Forecasting and Social Change**, Volume 125, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.025>> acesso em 01/02/2022.

RADBRUCH, Gustav. **Le but du droit**. In: L'Institut International de Philosophie du Droit et de Sociologie Juridique. **Le but du droit: bien commun, justice, sécurité**. Paris: Sirey, 1938. t. 3. p. 48.

REIDENBERG, J. R., **Lex Informatica: The Formulation of Information Policy Rules Through Tecnology**, Texas Law Review, vol. 76, n. 3, 1998, disponível em <<https://bit.ly/2lOJkjb>>, acesso em 12/04/2022.

REINA, Eduardo. **Em 18 meses, hackers violaram sistemas de tribunais no Brasil a cada 41 dias**. Conjur. 2022. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2022-abr-15/onda-invasoes-hackers-estruturas-tecnologicas-tribunais>>. Acesso em 08 out. 2022.

RIZZARDO, Arnaldo. **Contratos**. 18. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2019.

ROCHA, João Marcos Toledo. **Natureza Jurídica do Bitcoin no Brasil**. Orientador: Roberto Henrique Pôrto Nogueira. 2020. Monografia (graduação). Faculdade de Direito. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Disponível em <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2763/1/MONOGRRAFIA_NaturezaJur%c3%addicaBitcoin.pdf>, acesso em 02/02/2022.

RODAS, João Grandino. **Preservação do contrato, segurança jurídica e integridade do ambiente negocial**. Conjur. 2021. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2021-jul-01/olhar-economico-preservacao-contrato-seguranca-juridica-integridade>> Acesso em 14 nov. 2022.

ROSA, Alexandre Moraes da; PRÓSPERO, Felipe Navas. **Qual a validade jurídica dos documentos pela rede blockchain?** Conjur. 2019. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2019-jan-11/limite-penal-qual-validade-juridica-documentos-rede-blockchain>>. Acesso em 10 out. 2022.

SOUSA, Lays Sales de. **Uma Análise da Validade dos Smart Contracts no Direito Brasileiro**. Orientador: Matias Joaquim Coelho Neto. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Faculdade de Direito. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/33934/1/2018_tcc_Issousa.pdf>, acesso em 02/02/2022.

TORRES, Heleno Taveira. **Segurança Jurídica Do Sistema Constitucional Tributário**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5663919/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Jur%C3%ADdica%20do%20Sistema%20Tribut%C3%A1rio%20-%2050%20Anos%20do%20CTN.pdf> Acesso em: 24 set. 2022.

SWAN, M; DE FILIPPI, P. **Towards a Philosophy of Blockchain**. Metaphilosophy, Wiley, 2017. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01676883>>, acesso em 01/02/2022.

SUSSKIND, Jamie. **Future Politics: living together in a world transformed by tech**. Oxford: Oxford University Press, 2018.

SZABO, Nick. **A Formal Language for Analyzing Contracts**, 2002. Disponível em: <<https://nakamotoinstitute.org/contract-language/>>, acesso em 10/02/2022.

_____. **Formalizing and Securing Relationships on Public Networks**. Disponível em: <https://nakamotoinstitute.org/formalizing-securing-relationships/> , acesso em 10/02/2022.

_____. **Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets**. <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LO Twinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html>. Acesso em: 19 out. 2022.

_____. **Money, Blockchains and social scalability**. Disponível em: <<http://unenumerated.blogspot.com/2017/02/money-blockchains-and-social-scalability.html>>. Acesso em 04/03/2022

TAPSCOTT, D., TAPSCOTT, A, **Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World**, Ed. Penguin, 2016.

_____. **The Naked Corporation**. New York: Free Press, 2003.

TARTUCE, F., **Manual de Direito civil: volume único**, 7ª ed., Ed. Método, 2017.

TARUFFO, Michele. **Uma simples verdade: o juiz e a construção dos fatos**. Trad. de Vitor de Paula Ramos. São Paulo: Marcial Pons, 2016.

THE ECONOMIST, **Blockchains: The great chain of being sure about things**, 31/10/2015, disponível em <<https://econ.st/2IFp6Ds>>, acesso em 23/09/2019.

TOURAL, Carlos, CORONEL, Gabriela, FERRARI, Pollyana (org.). **Big Data e Fake News na sociedade do (des)conhecimento**. 2a Edição. Aveiro: Ria Editorial, 2020.

VOS, J., **Blockchain based land registry: panacea, illusion or something in between?**, ELRA,7th annual encounter, 2017, disponível em <<https://bit.ly/2m2IC3w>>, acesso em 17/06/2022.

WEF, **Blockchain Beyond the Hype A Practical Framework for Business Leaders**, 2018.

WEGNER, P., REILLY, E. D., **Encyclopedia of Computer Science**. UK: John Wiley and Sons, 2003.

WERBACH, K., CORNELL, N., **Contracts Ex Machina**, Duke Law Journal, 67, 2017, disponível em <<https://bit.ly/2ObVgGv>>, consultado em 17/06/2022.

WRIGHT, A; DE FILIPPI, P. **Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia**, 2015. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664> Acesso em 25/04/2022.

YAHOO FINANCE, **Blockchain Is Revolutionizing The Way We Do Business**, 25/10/2022, disponível em <<https://yhoo.it/2I7I3nN>>, consultado em 17/06/2022.