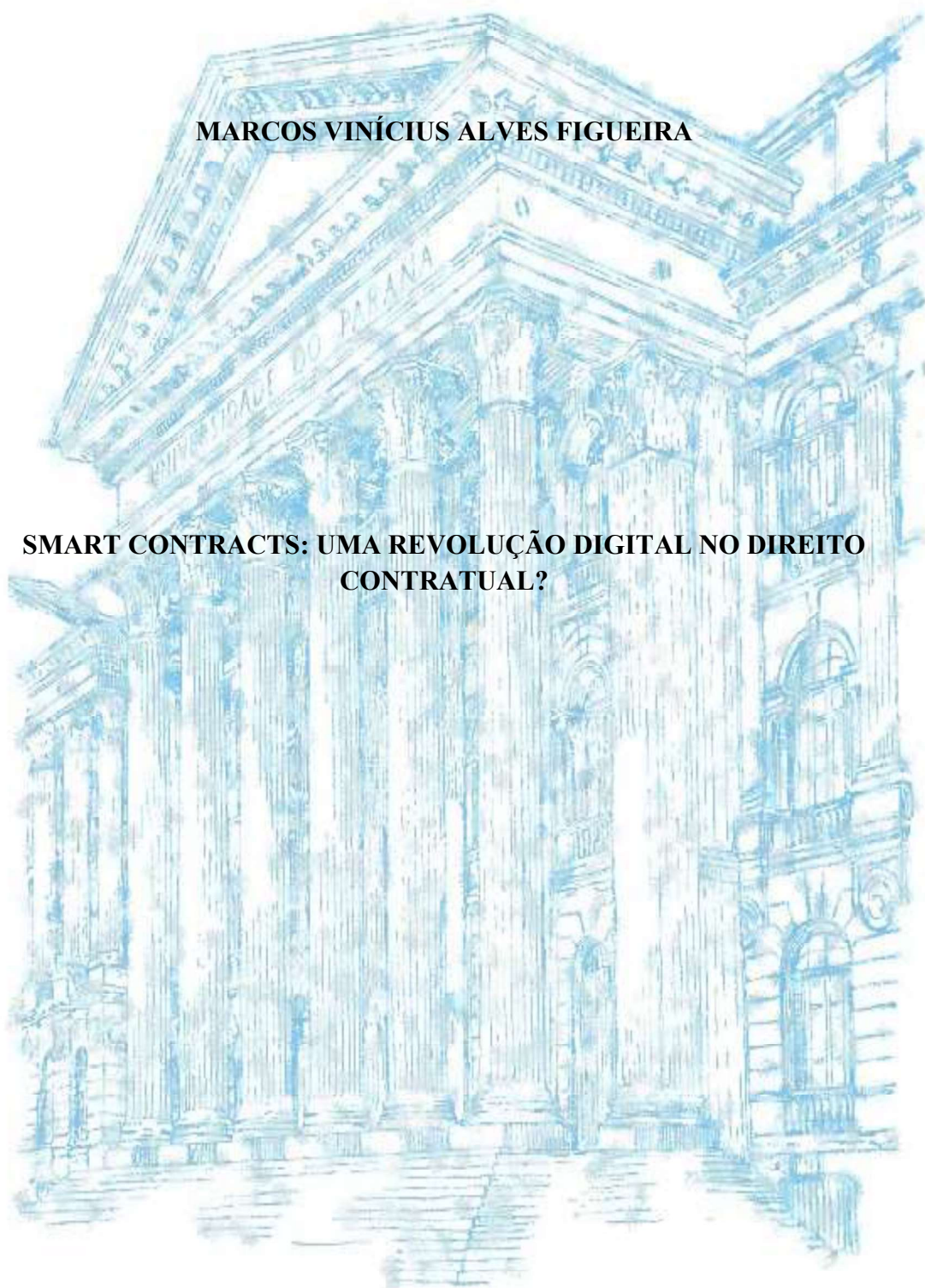


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE HABILITAÇÃO EM DIREITO EM RELAÇÕES INTERPRIVADAS

MARCOS VINÍCIUS ALVES FIGUEIRA

**SMART CONTRACTS: UMA REVOLUÇÃO DIGITAL NO DIREITO
CONTRATUAL?**



CURITIBA

2023

**SMART CONTRACTS: UMA REVOLUÇÃO DIGITAL NO DIREITO
CONTRATUAL?**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel no Curso de Graduação em Direito – Habilitação em Relações Interprivadas, Setor de Ciências Jurídicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rosalice Fidalgo Pinheiro

CURITIBA

2023

TERMO DE APROVAÇÃO

SMART CONTRACTS: UMA REVOLUÇÃO DIGITAL NO DIREITO CONTRATUAL?

MARCOS VINICIUS ALVES FIGUEIRA

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:



Documento assinado digitalmente

ROSALICE FIDALGO PINHEIRO

Data: 25/02/2023 17:39:00-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Rosalice Fidalgo Pinheiro

Orientador

Coorientador

Documento assinado digitalmente



MARIA CANDIDA PIRES VIEIRA DO AMARAL I

Data: 25/02/2023 20:52:28-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Maria Cândida Pires Vieira Do Amaral Kroetz

1º Membro



Documento assinado digitalmente

PEDRO HENRIQUE CARVALHO DA COSTA

Data: 27/02/2023 11:54:39-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Pedro Henrique Carvalho da Costa

2º Membro

*“There are two types of pain you will go through in
life, the pain of discipline and the pain of regret.
Discipline weighs ounces while regret weighs tonnes.”*

— JIM ROHN.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. O ADVENTO DA SOCIEDADE DISRUPTIVA E SEUS IMPACTOS NO DIREITO DOS CONTRATOS	1
2.1. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN: CONSENSO E DESCENTRALIZAÇÃO	4
2.2 OS SMART CONTRACTS E SEU POTENCIAL PARA O GERENCIAMENTO DE CADEIAS CONTRATUAIS DE ALTA COMPLEXIDADE	10
3. A DISCUSSÃO SOBRE A NATUREZA JURÍDICA DOS SMART CONTRACTS.....	14
3.1. A (IN)COMPATIBILIDADE DA CATEGORIA DO NEGÓCIO JURÍDICO PARA QUALIFICAÇÃO DOS SMART CONTRACTS	17
3.2 EXECUÇÃO DO SMART CONTRACTS E SUA CORRETA QUALIFICAÇÃO COMO ATO-FATO JURÍDICO.....	18
4. SMART CONTRACTS: UMA MUDANÇA PARADIGMÁTICA NO CONCEITO MODERNO DE CONTRATO?	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

A rápida evolução tecnológica vivida nos últimos anos tem impactado profundamente diversos aspectos da sociedade, incluindo a forma como os contratos são gerenciados e executados. O surgimento de uma sociedade disruptiva tem desafiado as estruturas tradicionais do direito dos contratos, o que exige uma reflexão sobre como as novas tecnologias e formas de contratação podem ser adequadamente reguladas pelo ordenamento jurídico. Nesse contexto, este artigo aborda a tecnologia blockchain e os smart contracts, explorando seu potencial para gerenciar cadeias contratuais complexas. Além disso, discute-se a natureza jurídica dos smart contracts e sua (in)compatibilidade com a categoria do negócio jurídico, bem como a possibilidade de representar uma mudança paradigmática no conceito moderno de contrato. O objetivo deste trabalho é contribuir para a compreensão dos desafios impostos pela sociedade disruptiva ao direito dos contratos e para a reflexão sobre possíveis caminhos para sua adequada regulação.

Palavras chave: direito civil; blockchain; smart contracts.

ABSTRACT

The rapid technological evolution experienced in recent years has profoundly impacted various aspects of society, including the way contracts are managed and executed. The emergence of a disruptive society has challenged traditional contract law structures, which require reflection on how new technologies and forms of contracting can be adequately regulated by the legal system. In this context, this article addresses blockchain technology and smart contracts, exploring their potential to manage complex contractual chains. Additionally, the legal nature of smart contracts and their (in)compatibility with the category of legal business, as well as the possibility of representing a paradigm shift in the modern concept of a contract, are discussed. The objective of this work is to contribute to the understanding of the challenges posed by the disruptive society to contract law and to reflect on possible paths for its adequate regulation.

Key words: civil law; blockchain; smart contracts

1. INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem avançado rapidamente nas últimas décadas, impactando diversos aspectos da sociedade. Em particular, essa sociedade disruptiva tem desafiado as estruturas tradicionais do direito dos contratos, tornando necessária uma reflexão sobre como as novas tecnologias e formas de contratação podem ser adequadamente reguladas pelo ordenamento jurídico.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo principal discutir o impacto da tecnologia blockchain e seus smart contracts no direito dos contratos. A tecnologia blockchain, responsável pela criação das criptomoedas, tem se mostrado uma ferramenta eficaz para a realização de transações de forma descentralizada, autônoma e segura.

Os smart contracts, por sua vez, são programas de computador que utilizam a tecnologia blockchain para realizar e gerenciar contratos de forma automática, sem a necessidade de intermediários ou intervenção humana. Essa inovação pode ser especialmente útil para gerenciar cadeias contratuais complexas e oferecer maior segurança e eficiência ao processo de contratação.

No entanto, as aplicações e a natureza jurídica dos smart contracts ainda é objeto de debate e discussão no meio acadêmico e jurídico. Esse debate envolve questões como a compatibilidade dos smart contracts com a categoria do negócio jurídico e a possibilidade de representar uma mudança paradigmática no conceito moderno de contrato.

Dessa forma, este trabalho busca contribuir para a compreensão dos desafios impostos pela sociedade disruptiva ao direito dos contratos e para a reflexão sobre possíveis caminhos para sua adequada regulação, considerando as inovações trazidas pela tecnologia blockchain e pelos smart contracts.

2. O ADVENTO DA SOCIEDADE DISRUPTIVA E SEUS IMPACTOS NO DIREITO DOS CONTRATOS

A sociedade contemporânea é marcada pela constante inovação tecnológica e pela rápida evolução dos mercados, impulsionando o surgimento de novos modelos de negócios e alterando a forma como as pessoas e empresas se relacionam no âmbito

contratual. Nesse contexto, a sociedade disruptiva é caracterizada pela ruptura de modelos tradicionais de negócios e pela introdução de soluções inovadoras ao mercado.

Neste sentido, as primeiras quatro décadas da internet tiveram um impacto significativo na ordem econômica mundial. A internet permitiu a criação de novos modelos de negócios, como o comércio eletrônico e as plataformas de compartilhamento de economia, que têm transformado setores inteiros da economia. A internet tem sido um importante catalisador para a inovação, permitindo que as empresas criem novos produtos e serviços baseados em dados e tecnologias digitais.

Em geral, a internet trouxe diversos benefícios à sociedade, contudo, tradicionalmente ela ainda possui algumas limitações para negócios e atividades econômicas, em especial porque no ambiente online não se pode estabelecer com absoluta certeza a identidade das pessoas por trás da tela do computador ou realizar transações financeiras seguras sem a validação de uma terceira parte alheia ao negócio, papel esse exercido normalmente por bancos ou pelo Estado.

Neste ínterim, ainda nos primeiros passos da Internet, a grande discussão seria como resolver os problemas relacionados a privacidade, segurança dos usuários e das informações transmitidas na economia digital, com a inclusão de protocolos para a criptografia de informações confidenciais, como dados financeiros e informações pessoais.

Contudo, esse método ainda se mostra pouco eficiente, uma vez que tais informações confidenciais foram frequentemente vazadas em razão de terceiros estarem invariavelmente envolvidos nas transações. Nas palavras de Tapscott (2016, p. 21, tradução nossa), ao discorrer sobre a busca por um protocolo seguro de transações virtuais, menciona que “*pagamento com cartões de crédito pela Internet não era seguro, pois os usuários precisavam divulgar diversos dados pessoais*”¹ aos patentes *third parties* ou intermediadores.

Nesta conjuntura, Nick Szabo (1997), escreveu um curto artigo intitulado "O Protocolo de Deus", uma variação da frase do Prêmio Nobel Leon Lederman "A Partícula

¹ “Paying with credit cards over the Internet was insecure because users had to divulge too much personal data”

de Deus". Szabo refletiu sobre a criação de um protocolo singular que designasse "Deus" como o terceiro confiável no meio de todas as transações.

Todas as partes enviariam dados (como uma transferência financeira, por exemplo) para Deus, que determinaria se o resultado dos dados informados são confiáveis e os retornaria ao seu destino final – substituindo inteiramente os *thirds parties* da equação. "Deus" sendo, em última análise, o terceiro imparcial e intermediador de todas as transações. Nenhuma parte envolvida aprenderia mais sobre as informações das outras partes do que poderia aprender com suas próprias entradas e saídas de informação (SZABO, 1997).

Seu ponto era poderoso: fazer negócios na era digital requer uma dose de fé. Porque a infraestrutura falta a segurança necessária, muitas vezes temos pouca escolha a não ser tratar os intermediadores como se fossem verdadeiras divindades.

Neste ínterim, com o advento da crise econômica de 2008, causada por uma combinação de fatores, incluindo a especulação imobiliária, a alavancagem excessiva e a falta de regulamentação adequada, as criptomoedas surgiram como uma resposta à falta de confiança nas instituições financeiras tradicionais e na capacidade do sistema financeiro de proteger seus usuários. Como resultado, muitas pessoas perderam suas economias e ficaram descrentes da capacidade do sistema financeiro de proteger seus ativos.

Muitas instituições financeiras tradicionais faliram ou precisaram ser salvas com dinheiro público. O efeito em cascata foi inevitável, já que muitas pessoas perderam suas economias devido à falência dessas instituições. O colapso do sistema financeiro revelou a falta de transparência e a falta de regulamentação adequada, o que aumentou ainda mais a desconfiança nas instituições financeiras tradicionais. Em outras palavras, a crise de 2008 mostrou como os bancos estavam vulneráveis a riscos sistêmicos e como eles podiam causar danos significativos à economia global, causando uma grande desconfiança nas instituições financeiras tradicionais e levando muitas pessoas a procurar alternativas.

Assim, o Bitcoin foi criado como uma solução para esses problemas, como uma forma de garantir a segurança e a privacidade dos seus usuários. Ele foi projetado como

uma moeda digital descentralizada, sem a necessidade de intermediários, como bancos ou governos, para garantir a segurança das transações (NAKAMOTO, 2008). Isso permite que os usuários tenham controle total sobre seus ativos e possam realizar transações sem a necessidade de confiar em terceiros para protegê-los.

Para além da criação de uma nova (cripto)moeda, a proposta é clara: potencialização da transparência e segurança no *modus operandi* das relações econômicas sem prejuízo da privacidade das partes envolvidas (TAPSCOTT, 2016). Embora possa parecer complexo e a etimologia da palavra *blockchain* não ser exatamente dedutível de primeira análise, a ideia principal é relativamente simples: a tecnologia *blockchain* permite o envio de ativos ou informações de maneira direta e segura, sem passar por qualquer intermediador (*third partie*).

O desenvolvimento de um protocolo que utiliza códigos inteligentes para possibilitar que pessoas comuns realizem transações seguras e confiáveis pode ser considerado um dos principais avanços tecnológicos do século. Esse tipo de transação, autenticada por meio de ampla colaboração entre as partes envolvidas e impulsionada por objetivos comuns, representa uma novidade inédita no campo da segurança nas transações, que outrora era dominado por grandes empresas guiadas pelo lucro.

O surgimento da Bitcoin baseada em uma tecnologia blockchain, contudo, pode ser visto como apenas o início de um universo de criptomoedas, descentralização e operações validadas através de protocolos baseados em consenso de rede (GOMES; CONRADO, 2022), que está em constante evolução e crescimento, promovendo novas formas de transações financeiras, governança, e até mesmo de organização social e política.

2.1. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN: CONSENSO E DESCENTRALIZAÇÃO

Há mais de uma década, a blockchain é estabelecida como uma tecnologia em que uma base de dados descentralizada registra todas as transações que ocorreram em uma rede *peer-to-peer* (P2P)². Da mesma forma que sistemas de comunicação

² Rede *Peer-to-Peer* (P2P) é um tipo de rede em que os nós ou “*peers*” são igualmente responsáveis por compartilhar recursos e informações sem a necessidade de um servidor central. Em vez disso, as informações são compartilhadas diretamente entre os pares na rede. Este modelo de rede foi descrito pela primeira vez por Ian Clarke em seu artigo “*A distributed file system*” em 1999. A utilização de redes P2P é

descentralizados resultaram na criação da Internet³, atualmente o blockchain tem a capacidade de descentralizar a maneira como armazenamos e gerenciamos dados, possivelmente resultando em um papel menor para um dos principais atores reguladores em nossa sociedade: os intermediadores (“*middleman*”).

O surgimento da tecnologia blockchain está diretamente atrelada ao desenvolvimento da criptomoeda Bitcoin. De acordo com a publicação "*Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies*" (BÖHME; CHRISTIN; EDELMAN; MOORE, 2015), o Bitcoin foi criado em 2008 por um indivíduo ou grupo de indivíduos que utilizaram o pseudônimo Satoshi Nakamoto. A criptomoeda foi projetada como uma solução para os problemas de confiança enfrentados pelas moedas digitais existentes, que dependiam de intermediários confiáveis para garantir a integridade das transações. Neste contexto, o blockchain foi utilizado como uma tecnologia subjacente à Bitcoin para resolver esse problema de confiança. Contudo, suas utilidades vão muito além da transação com criptomoedas.

Ou seja, apesar de ter sido popularizado pelo Bitcoin, é essencial destacar que o Blockchain e o Bitcoin são conceitos diferentes. Enquanto o Bitcoin foi capaz de crescer e se estabelecer devido à utilização do Blockchain, essa tecnologia pode ser empregada em diversas áreas além do mercado de criptomoedas.

Em 2014, Marc Andreessen, um dos grandes empreendedores do Vale do Silício e fundador da Andreessen Horowitz, uma das principais empresas de capital de risco de tecnologia, listou a introdução à tecnologia de blockchain, com modelos de operação

comum em aplicações de compartilhamento de arquivos, comunicação instantânea e outras aplicações que necessitam de uma infraestrutura descentralizada.

³ A criação da Internet foi impulsionada pelos sistemas de comunicação descentralizados, que permitem a transmissão de informações entre diferentes pontos sem a necessidade de um intermediário centralizado. Essa descentralização foi fundamental para a evolução da comunicação e para o surgimento da Internet como conhecemos hoje. De acordo com o livro "*A História da Internet*" (Abbate, 1999), a ideia de uma rede descentralizada de comunicação surgiu na década de 1960, com o projeto *ARPANET*, financiado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. O objetivo era criar uma rede capaz de resistir a uma possível guerra nuclear, mantendo a comunicação ativa mesmo em caso de danos em partes da rede. A partir desse projeto, a Internet evoluiu para a rede global de computadores que conhecemos hoje, permitindo a troca de informações em tempo real entre pessoas em todo o mundo. Em suma, a descentralização dos sistemas de comunicação foi uma das principais forças motrizes para a criação da Internet e continua sendo um fator fundamental para a sua evolução. (ABBATE, Janet. **A história da Internet**. MIT Press, 1999.)

baseados em consenso e descentralização, como a mais importante invenção desde a própria Internet⁴.

Através da possibilidade de transferência segura, descentralizada e imutável⁵ de valor, propriedade ou dados digitais entre pessoas, a tecnologia blockchain tem o potencial de criar (i) moedas digitais que não são respaldadas por nenhum órgão governamental, (ii) contratos digitais autoexecutáveis, os já mencionados *smart contracts*, que não necessitam de intervenção humana para sua execução, (iii) mercados descentralizados que buscam operar sem regulação, (iv) plataformas de comunicação descentralizadas que se tornam cada vez mais difíceis de serem interceptadas, (v) ativos especialmente criados para a internet que podem ser controlados como propriedade digital (conhecidos como propriedade inteligente), e (vi) outras finalidades ainda inexploradas ou em fases iniciais, como a utilização para um sistema seguro de votação online, afora outras.

Segundo Leonardo Nascimento (2021, p. 36), em sua obra “*Criptomoedas e Blockchain*”:

A tecnologia blockchain pode ser traduzida como um “livro-razão” imutável e compartilhado entre os peers (pares) de sua rede, no qual se busca otimizar o processo de registro de transações, sendo possível fazer o rastreamento dos ativos em uma rede peer-to-peer (P2P)

⁴ Sobre o tema, ver: Marc Andreessen, *Why Bitcoin Matters*, N.Y. TIMES DEALBOOK (Jan. 21, 2014), <http://dealbook.nytimes.com/2014/01/21/why-bitcoin-matters/>

⁵ Conforme afirma Silva (2018, p. 91), *in verbis*: “A título de exemplo, imagine o leitor a existência do bloco ‘A’ contendo dados ‘X’. O bloco ‘A’ contém espécie de assinatura eletrônica – o chamado hash, que é único e dependente de cálculos matemáticos que foram feitos quando de sua criação. Quando um novo bloco (o bloco ‘B’) está pronto para ser gravado na blockchain, os computadores conectados à rede vão utilizar o hash do bloco ‘A’ para verificar se ele é válido. Uma vez que os computadores conectados à rede realizem os mesmos cálculos matemáticos e comprovem que o hash é válido, o bloco ‘B’ é gravado no banco de dados, vinculando-se, por um lado, ao bloco ‘A’ e, por outro, criando seu próprio hash, que poderá ser utilizado futuramente quando da gravação de um novo bloco ‘C’ em sequência. A partir do momento em que número suficiente de computadores – geralmente 51% – aceita a gravação do bloco ‘B’ no banco de dados, tal bloco passa a ser imutável dentro da blockchain – é o que se chama de confirmação. **A imutabilidade é decorrente não apenas do número crescente de confirmações, mas também – e principalmente – pelo fato de que, como cada bloco tem seu próprio hash (que depende do conteúdo ali armazenado), eventuais tentativas de alteração do conteúdo do bloco gerariam novo hash, conflitante com o original.** Verifica-se, portanto, que a decisão de gravar ou não um novo bloco na blockchain depende do consenso entre os usuários e não apenas da ‘vontade’ da entidade controladora da rede”.

Em resumo, um blockchain é uma estrutura de dados que torna possível criar um livro-razão de dados digital e compartilhá-lo em uma rede de grupos independentes. É importante entender o blockchain como um grande banco de dados descentralizado que possibilita, no caso específico do Bitcoin, a gravação de transações em blocos acessíveis a diferentes servidores.

Por sua natureza descentralizada, o Blockchain não é controlado por um nó (“peer”) central, o que é benéfico para o Bitcoin, já que seu objetivo é evitar a necessidade de uma instituição financeira intermediando os pagamentos (NASCIMENTO, 2016). Com o uso da criptomoeda, o pagamento pode ser feito diretamente entre o comprador e o vendedor, sem intermediários como bancos ou operadoras de cartão de crédito. Para iniciar uma transação, o usuário utiliza sua assinatura digital e transmite a transação para outros nós (“peers”), que a validam. Após a validação, a transação é registrada em um bloco que é encadeado com outros blocos existentes, seguindo o protocolo do Blockchain e sendo constantemente compartilhados pela rede.

Sobre o funcionamento da Bitcoin através do blockchain, Tapscott (2016, p. 23) explica:

A cada dez minutos, como o batimento cardíaco da rede bitcoin, todas as transações realizadas são verificadas, autorizadas e armazenadas em um bloco que é vinculado ao bloco anterior, criando assim uma cadeia. Cada bloco deve se referir ao bloco anterior para ser válido. Essa estrutura carimba temporalmente e armazena permanentemente as trocas de valor, impedindo que alguém altere o registro. Se alguém quisesse roubar um bitcoin, teria que reescrever toda a história da moeda na blockchain à luz do dia. Isso é praticamente impossível. Portanto, a blockchain é um registro distribuído que representa um consenso de rede de todas as transações que já ocorreram. Como a World Wide Web de informações, é o Registro Mundial de Valor - um registro distribuído que todos podem baixar e executar em seu computador pessoal⁶.

⁶ *Every ten minutes, like the heartbeat of the bitcoin network, all the transactions conducted are verified, cleared, and stored in a block which is linked to the preceding block, thereby creating a chain. Each block must refer to the preceding block to be valid. This structure permanently time-stamps and stores exchanges of value, preventing anyone from altering the ledger. If you wanted to steal a bitcoin, you'd have to rewrite the coin's entire history on the blockchain in broad daylight. That's practically impossible. So the blockchain is a distributed ledger representing a network consensus of every transaction that has ever occurred. Like the World Wide Web of information, it's the World Wide Ledger of value—a distributed ledger that everyone can download and run on their personal computer.*

Existem três tipos de blockchains: públicos, permissionados e privados. Todos os três tipos utilizam criptografia para permitir que os participantes gerenciem o livro-razão de maneira segura sem a necessidade de uma autoridade central. Blockchains geram registros permanentes e históricos de transações, de modo que a inclusão de novas transações em um blockchain é validada pelos próprios usuários na rede, que têm controle de validação, mas cada tipo de blockchain tem uma interpretação diferente de como isso deve funcionar e quem pode validar as transações.

Percebe-se, portanto, que a tecnologia blockchain pode adquirir diversas formas e modelos, de modo a melhor se adequar ao seu propósito final – seja ele como rede de transações de criptomoedas, troca de informações, sistema de votação online, afora outros. Sobre o funcionamento da blockchain na transação de criptomoedas como a Bitcoin, para Daniel Paiva Gomes (2022, p. 6.4):

A rede Bitcoin é: (i) pública, no sentido de que as transações são verificáveis publicamente por quaisquer pessoas; (ii) aberta, uma vez que qualquer um pode ingressar ou sair da rede e validar transações; (iii) distribuída, pois uma rede de participantes não identificados realiza o armazenamento dos logs informacionais e a validação das transações; (iv) peer-to-peer, haja vista a inexistência e desnecessidade de uma autoridade central intermediadora; (v) segura, desde que mais do que 50% dos nós permaneçam honestos e seguindo as regras do protocolo; (vi) imutável, já que não é possível reescrever ou apagar os registros da Blockchain; (vii) não permissionada (permissionless), haja vista a desnecessidade de autorizações ou credenciais para acesso à rede; (viii) global e aterritorial; (ix) resistente à censura; (x) neutra; (xi) privada, no sentido de não envolver qualquer órgão governamental; (xii) digital, em sua integralidade; (xiii) à prova de falsificação; (xiv) repositório de logs informacionais que indicam a propriedade de ativos digitais (BTC); (xv) dotada de fornecimento (supply) fixo em 21 milhões de unidades de BTC e sujeita a halvings a cada quatro anos (que diminuem o subsidy block reward pela metade); (xvi) transparente, sob a perspectiva de sua política monetária; (xvii) possuidora de um código aberto (open-source code); (xviii) dirigida e governada por um algoritmo de consenso proof-of-work; (xix) dotada de unidades de medida (BTC) duráveis, portáteis, potencialmente fungíveis, resistentes à deterioração e divisíveis.

Ou seja, podemos concluir que a rede blockchain subjacente ao Bitcoin não é somente uma rede de transações digitais, global, descentralizada e segura, mas que as transações são verificáveis publicamente e realizadas em uma rede de participantes anônimos, sem a necessidade de uma autoridade central intermediadora. A rede é à prova de falsificação, imutável e transparente em relação à sua política monetária limitada. O

algoritmo de consenso *proof-of-work*⁷ garante a segurança da rede e o fornecimento de Bitcoin é fixo em 21 milhões de unidades. As unidades de medida (BTC) são duráveis, portáteis, potencialmente fungíveis, resistentes à deterioração e divisíveis.

Conforme enunciado, a tecnologia blockchain está intimamente ligada ao Bitcoin, que é amplamente reconhecido como o exemplo mais notório de utilização de uma rede blockchain. No entanto, é também um assunto altamente controverso, já que possibilita um mercado global de transações anônimas avaliado em bilhões de dólares, sem a necessidade de intervenção governamental. Como resultado, o Bitcoin está enfrentando um número de desafios regulatórios, com governos nacionais e instituições financeiras buscando regulamentar a sua utilização.

No entanto, a tecnologia blockchain *per se* não é controversa e tem funcionado perfeitamente ao longo dos anos, sendo aplicada com sucesso tanto em aplicações financeiras como não financeiras.

Assim, o paradigma tecnológico para o qual caminhamos é caracterizado pelo consenso e descentralização, impulsionado pelas criptotecnologias, em especial pela blockchain. O consenso principiológico desta tecnologia elimina a necessidade de intermediadores nas relações, o que leva à própria ideia de descentralização. Posições consensuais e conectadas entre si dispensam a chancela de terceiros, o que reduz custos e valoriza a linguagem produzida pelos atores envolvidos.

De acordo com um relatório publicado pela consultoria Accenture⁸, cada vez mais os grandes bancos e alguns governos estão implementando blockchains como registros

⁷ O *proof-of-work* (PoW) é um algoritmo de consenso utilizado em blockchains para validar transações e adicionar novos blocos à rede. Ele envolve a resolução de um problema computacional complexo e que requer grande poder de processamento, a fim de provar que trabalho foi feito na validação de uma transação ou na criação de um novo bloco. Esse processo é importante para garantir a segurança da rede, pois torna mais difícil para um atacante fraudar a blockchain. O conceito de *proof-of-work* (PoW) foi implementado por NAKAMOTO (2008) na Bitcoin como uma solução ao problema de que os custos de energia para manter a blockchain da bitcoin seriam maiores do que os benefícios financeiros de tê-la ativa. Assim surgiu o método PoW, que exige que os usuários da rede compartilhem parte da sua energia computacional (hardware) para manter a rede funcionando, sendo remunerados pelo próprio sistema a partir de cada bloco verificado - daí surge o conceito de mineração de bitcoin, por exemplo.

⁸ ACCENTURE. **Blockchain and Distributed Ledger Technology: Blueprint for Successful Deployment.** 2019. Disponível em: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-96/Accenture-Blockchain-POV-Feb2019.pdf. Acesso em: 19 fev. 2023.

descentralizados para revolucionar a maneira como informações são armazenadas e transações ocorrem, de modo a melhorar a segurança e a eficiência das operações financeiras, além de reduzir custos operacionais.

À medida que a utilização da tecnologia blockchain cresce, também aumenta a capacidade de utilizar contratos inteligentes, graças ao aumento gradual na utilização das tecnologias digitais. Isso pode levar a uma grande transformação nos processos e gerenciamentos de contratos e negócios, onde as transações são executadas automaticamente, sem a necessidade de intermediários e com redução de custos. Como resultado, a tecnologia blockchain e os contratos inteligentes têm o potencial de transformar profundamente a maneira como as pessoas, empresas e governos realizam transações e gerenciam contratos.

2.2 OS SMART CONTRACTS E SEU POTENCIAL PARA O GERENCIAMENTO DE CADEIAS CONTRATUAIS DE ALTA COMPLEXIDADE

Os contratos inteligentes são programas de computador que garantem e executam acordos registrados entre as partes envolvidas, minimizando riscos de inexecuções maliciosas e acidentais e reduzindo custos de transação (SZABO, 1994)⁹. A ideia dos contratos inteligentes foi concebida em ainda 1994, mas só pôde ser implantada efetivamente com o advento do bitcoin e do blockchain. Atualmente, as partes podem fazer acordos e trocar bitcoins automaticamente quando os termos do acordo são cumpridos.

⁹ Nesse sentido, SZABO (1994): “*A smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract. The general objectives of smart contract design are to satisfy common contractual conditions (such as payment terms, liens, confidentiality, and even enforcement), minimize exceptions both malicious and accidental, and minimize the need for trusted intermediaries. Related economic goals include lowering fraud loss, arbitration and enforcement costs, and other transaction costs.*”

Em tradução livre : Um contrato inteligente é um protocolo de transação informatizado que executa os termos de um contrato. Os objetivos gerais do design de contratos inteligentes são satisfazer condições contratuais comuns (como termos de pagamento, penhor, confidencialidade e até mesmo execução), minimizar exceções maliciosas e acidentais, e minimizar a necessidade de intermediários confiáveis. Objetivos econômicos relacionados incluem reduzir perdas por fraude, custos de arbitragem e execução, e outros custos de transação. Disponível em: <http://szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>. Acesso em 10.02.2023)

Os contratos inteligentes possuem propriedades diferentes dos contratos convencionais¹⁰, podendo capturar uma ampla gama de informações e executar decisões de forma automatizada. Contudo, para os fins do presente estudo¹¹, podemos definir o contrato inteligente como um acordo de execução automatizada (WERBACH; CORNELL, 2017). Essa execução automática geralmente é feita por meio de um código de computador que traduziu o comando convencionado entre as partes em um programa executável.

Esse programa tem a capacidade de controlar objetos físicos ou digitais necessários para a execução do contrato, como um carro que possui um programa que impede a ignição se os termos de um contrato de compra e venda não forem satisfeitos, ou um software bancário que transfere dinheiro automaticamente se determinadas condições forem adimplidas. Ou seja, um contrato inteligente não precisa do Estado para ser aplicado (ainda que haja o inadimplemento contratual), é uma forma de reafirmar a garantia de cumprimento do acordo firmado entre as partes.

Os smart contracts aparentam ser especialmente benéficos em cadeias contratuais de alta complexidade. Conforme apresentou Romulo Benites de Souza Luciano (2018), no artigo intitulado “*Aplicação da Smart Contract nos Contratos de Gás Natural: Uma Análise Exploratória*”, a proposta de uso da tecnologia dos *smart contracts* para a automação da gestão de contratos coligados¹² é promissora e demonstra como essas tecnologias podem ser utilizadas nos mais altos graus de complexidade.

Conforme explica Luciano (2018), a Petrobras tem o monopólio do fornecimento de gás natural no Brasil, sendo proprietária de grande parte dos gasodutos, tendo participação na maioria das empresas de distribuição e controlando o fluxo de gás entre produtores e consumidores. Todos os produtores vendem para a Petrobras, que se

¹¹ Existem definições alternativas e mais amplas de contratos inteligentes que podem ser melhores para fins de ciência da computação, mas para fins da ciência do direito, o ponto de relevância é a exclusão do controle humano após a fixação da regra automatizada.

¹² Sobre o conceito de contratos coligados, segundo Fábio Coelho (2022, p. 27.17): “Para que dois contratos se conectem como coligados, um deles deve ser a causa do outro. Quer dizer, pelo menos um dos negócios contratuais celebrados entre duas ou mais partes deve sua existência exclusivamente ao acordo alcançado no outro. Se não há interesse autônomo em cada um dos contratos celebrados ou em pelo menos um deles, opera-se a coligação. (...) A coligação pode conectar contrato principal e acessório ou dois contratos até então independentes.”

encarrega do tratamento, transporte e comercialização do gás para as distribuidoras. Além disso, a empresa é responsável por toda a importação de gás, via gasodutos, principalmente da Bolívia, ou GNL. Ou seja, toda a cadeia contratual está interligada.

Resumidamente, o autor do aludido artigo explica que o mercado de gás natural no Brasil era dividido entre contratos Firmes e Flexíveis, com a Petrobras detendo o monopólio no segmento de midstream. A partir de 2007, a Petrobras flexibilizou seus contratos para atender às necessidades do mercado, criando modelos Firme Flexível e Preferencial, entre outros. A aplicação da tecnologia de *smart contracts*, baseada em blockchain, apresentou o potencial de automatizar as obrigações estabelecidas nos contratos de gás natural, tornando o processo mais eficiente, rápido e menos burocrático. Os códigos de auto-execução poderiam ser escritos em várias linguagens de programação e já existem empresas que desenvolvem plataformas exclusivas e privadas com enfoque em *smart contracts*.

Sobre a questão, nas palavras de LUCIANO (2018, p. 909):

A proposta é automatizar, sincronizar e registrar todas as ações presentes no modelo apresentado na Figura através da smart contracts, graças à tecnologia Blockchain. **Seria a automação da gestão do contrato.** A linguagem de programação pode ser escrita e desenvolvida de forma customizada para atender a todos os interesses, sem esquecer a parte jurídica. Isso resultaria em um novo modelo de negócio. (g.n.)

A referida pesquisa identificou os principais grupos de atributos do *smart contracts* que podem ser automatizados, como arredondamentos de números para pagamentos e emissão de documentos padronizados, bem como na automatização do modelo de termos e condições gerais de serviço, acompanhando efetivamente o cumprimento do contrato que deu base ao código. Segundo LUCIANO (2018, p. 918), “*assim, todo o fluxo é automatizado e sincronizado, tornando-o mais previsível e menos passível ao erro de origem humana*”

Portanto, com as relações sociais (e, conseqüentemente, as relações contratuais) ficando cada vez mais complexas, a tecnologia blockchain e os smart contracts são uma solução possível para automatizar a gestão de contratos, como aconteceu no mencionado caso da comercialização do gás natural. No entanto, é importante mapeamento de todas as obrigações constantes na cadeia contratual e transformando-as em linguagem de programação. O contrato inteligente pode agrupar os interesses de várias partes

envolvidas, bem como evitar conflitos desnecessários entre as partes, tornando o processo mais transparente e seguro. De acordo com o estudo ora tratado, constatou-se que é possível e recomendável utilizar o sistema de *smart contracts* para conferir agilidade, segurança e transparência aos procedimentos comuns identificados.

Para além da aplicação ora apresentada, pode-se pensar na utilidade de smart contracts não somente em complexas cadeias contratuais coligadas¹³ mas também em *tipos contratuais gerais* que podem abranger uma pluralidade de contratos “*estruturalmente distintos e funcionalmente dirigidos para uma mesma operação econômica*” (LEONARDO, 2018, p. 125). Nesse sentido, por exemplo, podemos enquadrar os contratos plurilaterais, os contratos por adesão, afora outros.

Ou seja, os smart contracts podem ser aplicados em diversas outras categorias contratuais além daquelas já mencionadas. Por exemplo, os contratos de seguro podem se beneficiar da tecnologia de smart contracts para automatizar o processo de registro de eventos, verificação de sinistros e pagamento de indenizações. Da mesma forma, em contratos de propriedade intelectual, os smart contracts podem ser usados para garantir o cumprimento de acordos de licenciamento, verificando automaticamente o uso correto da propriedade intelectual e, em caso de violação, acionando medidas de proteção e aplicação de penalidades.

Além disso, em contratos de compra e venda, a tecnologia de smart contracts pode ser usada para gerenciar todo o processo de transação, incluindo a transferência de dinheiro e o envio de ordens para entrega de mercadorias, sem a necessidade de intermediários.

Os smart contracts também podem ser utilizados para automatizar a distribuição de bens e ativos do testador após sua morte¹⁴, conforme os termos definidos em seu

¹³ “Por “coligação contratual” compreendemos uma pluralidade de contratos e de relações jurídicas contratuais estruturalmente distintos, porém vinculados, ligados, que compõem uma única e mesma operação econômica, com potenciais consequências no plano da validade (mediante a eventual contaminação de invalidades) e no plano da eficácia (em temas como o inadimplemento, o poder de resolução, a oposição da exceção do contrato não cumprido, a abrangência da cláusula compromissória, entre outros)” (LEONARDO, Rodrigo Xavier. Os contratos coligados, os contratos conexos e as redes contratuais. In: CARVALHOSA, Modesto (Org.). Tratado de direito empresarial. São Paulo: Ed. RT. t. IV, 2016.)

¹⁴ Existem pesquisas como a realizada no artigo “*A Traceable Online Will System Based on Blockchain and Smart Contract Technology*” que propõe um sistema de testamento online rastreável baseado em blockchain

testamento. O smart contract poderia ser programado para verificar automaticamente as informações de identificação de herdeiros, eliminando a necessidade de um executor do testamento para realizar essa tarefa manualmente, bem como realizar a distribuição automática dos bens, eis que poderia ser programado para distribuir automaticamente os bens do testador de acordo com as disposições do testamento.

Enfim, as possibilidades de uso de smart contracts são amplas e a tecnologia tem o potencial de revolucionar a maneira como os contratos são gerenciados e executados, trazendo mais eficiência, transparência e segurança para as diversas modalidades contratuais.

3. A DISCUSSÃO SOBRE A NATUREZA JURÍDICA DOS SMART CONTRACTS

Os smart contracts são um tema cada vez mais relevante no mundo jurídico e tecnológico, e a discussão sobre sua natureza jurídica tem sido objeto de debates. Sobre o tema, conforme observou Gabriela Ramires de Sá (2020), os smart contracts podem funcionar como uma espécie conta-garantia (*escrow account*), mas sem a figura do *escrow agent*, o que reduz os custos e permite o uso em operações de menor valor.

Ou seja, em vez de se exigir um acordo entre as partes para contratar um terceiro em que ambas confiem, criando assim uma relação triangular de confiança, o diálogo é mantido somente entre as partes, com a confiança sendo depositada diretamente na plataforma que forma o negócio jurídico.

Os smart contracts também podem ser vistos como um mecanismo de autotutela, dispensando a busca por tutela jurisdicional ou arbitral (RAMIRES DE SÁ, 2020). Ou seja, apesar de serem definidos como manifestações digitais de um contrato, eles não seriam uma nova espécie contratual, mas sim uma nova etapa de padronização contratual. Nesta linha, os smart contracts seriam uma evolução das condições gerais contratuais e

e smart contracts. Os autores argumentam que o uso dessas tecnologias pode aumentar a segurança e a transparência na criação e distribuição de testamentos, garantindo a autenticidade dos mesmos e permitindo que os beneficiários acompanhem a distribuição de ativos. O sistema inclui a criação de um registro público de testamentos, com a verificação da autenticidade dos mesmos feita por meio de um sistema de identificação digital e a execução dos termos dos testamentos por meio de smart contracts. (CHEN, 2021)

possibilitam a autoexecução de diversos tipos de contratos graças à utilização de protocolos informáticos (MELO, 2020).

No entanto, alguns especialistas argumentam que a verdadeira essência dos smart contracts não é a execução automática ou a autotutela, mas sim a infalibilidade da execução, o que altera a própria essência do contrato (SAVELYEV, 2016). Após a conclusão de um smart contract, a sua execução não está mais sujeita à vontade das partes ou de terceiros, nem requer aprovações ou ações adicionais por parte delas. O computador verifica todas as condições, transfere ativos e registra essas transferências no banco de dados da blockchain. Dessa forma, o smart contract é vinculante tecnicamente para todas as partes envolvidas (SAVAELYEV, op. cit.), eliminando a necessidade de um intermediário humano, que poderia estar sujeito a erros e tomadas de decisão subjetivas.

Trata-se, portanto, para além de uma execução automática dos contratos, mas essencialmente uma execução forçada dos termos do negócio jurídico, traduzidos em códigos inteligentes que navegam em uma rede blockchain. Como resultado, não há necessidade de instrumentos legais específicos para garantir uma obrigação, e a execução do contrato não precisa recorrer a terceiros, como o judiciário.

Neste ínterim, importante mencionar o paralelo entre o conceito de obrigação como processo e a noção jurídica de smart contracts. De acordo com a teoria da obrigação como processo, as obrigações surgem a partir de um processo dinâmico de criação, modificação e extinção, que é guiado pela autonomia privada dos sujeitos envolvidos. Isso significa que as partes têm a capacidade de negociar os termos do contrato de acordo com seus interesses e necessidades, e que esses termos podem ser modificados ou extintos à medida que a relação entre as partes evolui (COUTO E SILVA, 2018).

Como os smart contracts são executados automaticamente e sem intervenção humana, eles podem ser vistos como uma forma de automatizar o processo de cumprimento de obrigações contratuais. Dessa forma, os smart contracts podem ser vistos como uma aplicação prática da teoria da obrigação como processo, pois permitem que as partes definam seus termos contratuais de forma autônoma e automatizem a execução desses termos. Além disso, como os smart contracts são armazenados em uma blockchain,

eles oferecem um alto grau de segurança e transparência, garantindo que as obrigações contratuais sejam cumpridas de forma justa e confiável.

No entanto, embora os contratos inteligentes registrados em blockchain ofereçam segurança às partes, há riscos envolvidos devido à engenharia do programa e à interação entre softwares. A execução automatizada depende do programador, que está sujeito a erros, e as informações equivocadas captadas pelos softwares podem levar a uma execução que podem causar danos de difícil recuperação.

A possibilidade de o código ser vulnerável pode resultar em sua exploração por partes interessadas ou terceiros. Nem todos os contratos que são escritos em linguagem de programação são considerados contratos inteligentes, somente aqueles que usam a tecnologia blockchain, que garante sua autoexecução (SAVAELYEV, op. cit.). Embora alguns contratos eletrônicos possam ser automatizados com o uso de algum tipo de código de computador, eles não são classificados como smart contracts, uma vez que ainda requerem um nível de discricionariedade das partes envolvidas e não utilizam da tecnologia blockchain.

Dessarte, se a segurança na execução dos *smart contracts* é baseada na sua imutabilidade após serem inseridos na blockchain¹⁵, essa imutabilidade pode resultar na impossibilidade de revisão do contrato por mudanças de legislação ou rescisão bilateral ou unilateral. Para fazer alterações em um *smart contract*, seria necessário criar um novo instrumento que desfizesse o acordo original e implementasse o novo pacto. Isso pode gerar complicações e aumentar os custos de desenvolvimento.

Ou seja, a execução automática dos smart contracts pode limitar a atuação jurisdicional ou arbitral, uma vez que o controle de legalidade dos negócios pode não ser realizado após a sua execução. Isso pode levar a litígios sobre reparação civil (Art. 927, CC/2002) em vez de ações pelo inadimplemento (cuja pretensão seria a execução de título judicial ou extrajudicial) e tornar os smart contracts menos compatíveis com o ordenamento jurídico atual. Portanto, para que incompatibilidades não ocorram, é preciso definir com precisão a natureza jurídica dos smart contracts.

¹⁵ Vide: nota de rodapé nº 5.

3.1. A (IN)COMPATIBILIDADE DA CATEGORIA DO NEGÓCIO JURÍDICO PARA QUALIFICAÇÃO DOS SMART CONTRACTS

A primeira falácia que merece ser desconstituída é a aparente dedução de que smart contracts são, de fato, contratos. Apesar do nome contraintuitivo, não são. De acordo com a teoria clássica, o contrato é um acordo entre duas ou mais partes que cria, modifica ou extingue direitos e obrigações patrimoniais (PEREIRA, 2005). Para existir, é necessário o consentimento mútuo (PEREIRA, op. cit.). Conforme adiantamos, os contratos inteligentes embora possam ter similitudes aos contratos tradicionais, são definidos por códigos e executados automaticamente uma vez preenchidas as condições, eliminando a necessidade de intermediários.

Ou seja, significa dizer que não se confunde *smart contracts* com um negócio jurídico¹⁶. A primeiro, por uma questão de forma. Poderíamos entender um código inteligente como plena manifestação de vontade? E mais: o código inteligente também não suplantaria o requisito da forma prescrita ou não defesa em lei, uma vez que se trata de meros comandos programados que têm como objetivo executar uma ação de forma autônoma. A segundo, por uma questão puramente lógica: para a criação de um *smart contract* pressupõe-se que houve um acordo de vontades, ou seja, o negócio jurídico é pretérito a configuração do código inteligente autoexecutável.

Utilizando como exemplo os contratos coligados mencionados no tópico anterior, não haveria conteúdo para programação do smart contract sem um negócio jurídico anterior. Ou seja, em um primeiro momento, surge o contrato (quando a proposta encontra a aceitação), que oferece o conteúdo necessário para a tradução e programação do seu conteúdo jurídico em um código autoexecutável. Sobre o momento em que surge o contrato, nas palavras de Orlando Gomes (2022, p. 89) “*o contrato consensual torna-se perfeito e acabado no momento em que nasce o vínculo entre as partes (...) o vínculo contratual nasce quando a proposta e a aceitação se integram.*”.

¹⁶ Conforme é cediço, todo contrato é negócio jurídico, mas nem todo negócio jurídico é contrato, a exemplo do testamento, e as declarações unilaterais de vontade (doações), que são negócios jurídicos, mas não são contratos. Contudo, não podemos limitar a presente discussão sobre a natureza jurídica dos smart contracts para somente o campo contratual, uma vez que smart contracts também poderiam ser aplicados aos negócios jurídicos ora mencionados, apesar de extrapolarem a ceara de estudos do direito contratual.

Frise-se: não se pode entender um *smart contract* (leia-se: um código autoexecutável com condições pré-programadas) como um negócio jurídico independente. Surge então uma discussão sobre como qualificar esse fenômeno dentro da teoria dos fatos jurídicos. É o que se passa a tratar.

3.2 EXECUÇÃO DO SMART CONTRACTS E SUA CORRETA QUALIFICAÇÃO COMO ATO-FATO JURÍDICO

Segundo a teoria de Pontes de Miranda (2012), os fatos jurídicos *lato sensu* são classificados em fato jurídico *stricto sensu*, ato-fato jurídico, ato jurídico *stricto sensu* e, por fim, negócios jurídicos, sendo este último classificado como espécie de fato jurídico em que a exteriorização de vontade de negócio constitui o elemento cerne de seu suporte fático (MIRANDA, 2012, tomo I, p. 145).

Ou seja, o negócio jurídico é aquele ato humano dotado de *negotium* (a escolha de uma categoria jurídica) e manifestação de vontade, então criando, modificando ou extinguindo direitos, pretensões, ações ou exceções (MIRANDA, 2012, tomo III, p. 55). Contudo, no caso dos smart contracts a categoria jurídica já fora estabelecida no próprio negócio jurídico que deu origem a necessidade de se programar um contrato inteligente. Significa dizer que, por si só, o smart contract não é um negócio jurídico. Sobre o tema, cumpre destacar os ensinamentos de Pontes de Miranda (2012, tomo III, p. 55):

CONCEITO DE ATO JURÍDICO (ATO JURÍDICO “STRICTO SENSU” E NEGÓCIO JURÍDICO). – A prestante função do conceito de negócio jurídico está a servir a distinção entre negócio jurídico e ato jurídico não-negocial ou *stricto sensu*, naqueles casos em que o suporte fático do ato jurídico *stricto sensu* consiste em *manifestação de vontade*. Frisemo-lo bem: manifestação de vontade; para que não incorramos no erro de definirmos como coextensivos, superponíveis de modo completo, a manifestação de vontade (suporte fático) e o negócio jurídico, que é apenas uma das classes dos atos jurídicos em que há, como elemento fático, manifestação de vontade. O conceito surgiu exatamente para abranger os casos em que a vontade humana pode criar, modificar ou extinguir direitos, pretensões, ações, ou exceções, tendo por fito esse acontecimento do mundo jurídico.

Assim, poderiam argumentar que a classificação mais adequada para descrever esse fenômeno dentre as classificações dos fatos jurídicos seja como ato jurídico *stricto sensu*¹⁷, uma vez que uma vontade é exteriorizada (manifestada ou declarada)

¹⁷ Revela-se como ato humano, que exterioriza fatos psíquicos, sem o objetivo de criar um negócio jurídico, *in verbis*: “Ato humano como fato jurídico. – O suporte fático, em que há o elemento humano é *negotium* (= escolha de uma categoria jurídica: vender, trocar, casar-se, alugar) ou como ato jurídico não-negocial

conscientemente, com um objetivo determinado (execução do contrato), sem que haja escolha de categoria jurídica no momento em que é desencadeada, pois os efeitos jurídicos que serão conteúdo do ato foram preestabelecidos no negócio jurídico que antecedeu a programação do *smart contract*.

Contudo, esse posicionamento ainda careceria de um elemento essencial: os atos jurídicos *stricto sensu* são notadamente reconhecidos pela sua origem resultante fundamentalmente de uma regra jurídica. Ou seja, não se admite como um ato jurídico *stricto sensu* fatos que, ainda que resultados essencialmente pela vontade de quem traz à existência o ato, se detêm aos efeitos jurídicos do conteúdo normativo da vontade (*in casu*, do negócio jurídico que antecede o *smart contract*), e não decorrente da lei. Existem autores do direito civil trazem a noção de que alguns atos jurídicos poderiam ser qualificados como “quase-negócio jurídico”¹⁸, contudo, ainda que considerássemos tal conceituação, não se supera a óbice pela ausência de lastro ou origem fundante legal para os *smart contracts*, que possuem como sua origem fundamental a vontade anteriormente emanada por uma ou mais partes.

Assim, ainda que em pretensão não exauriente sobre o tema, parece mais adequado tratar *smart contracts* a partir da noção de ato-fato-jurídico, dada sua natureza residual às demais classificações. Sobre o tema, segundo Pontes de Miranda (2012, tomo II, p. 457):

Os atos-fatos jurídicos são os fatos jurídicos que escapam às classes dos negócios jurídicos, dos atos jurídicos *stricto sensu*, dos atos ilícitos, inclusive dos atos de infração culposa das obrigações, da posição de réu e de exceptuado (ilicitude infringente contratual), das caducidades por culpa, e dos fatos jurídicos *stricto sensu*.

Contudo, no ato-fato jurídico, de acordo com a teoria do eminente Pontes de Miranda (2012), não há uma manifestação de vontade, mas sim uma situação fática que

(*ato jurídico stricto sensu*), ou como ato-fato jurídico, ou como fato jurídico *stricto sensu* ou como ato ilícito.” (MIRANDA, 2012, tomo I, p. 146)

¹⁸ Sobre o tema, segundo Nelson Nery Junior e Rosa Maria de Andrade Nery (2022, p. 5.3): “Entre os atos jurídicos lícitos, pode-se antever duas outras espécies que a doutrina qualifica como: (a) os quase negócios jurídicos (interpelação, gestão de negócios, notificações); (b) as operações jurídicas (a composição de uma música, a elaboração de uma escultura, pintura; a escrita de um livro); Os quase-negócio jurídicos provocam resultados operados em parte (em grau mínimo) pela vontade de quem traz à existência o ato. Os efeitos dos quase-negócios jurídicos decorrem em parte da lei, em parte de conteúdo normativo da vontade”

acaba por gerar consequências jurídicas. Ou seja, um ato-fato jurídico é um fato que produz efeitos jurídicos, mas não decorre diretamente da vontade humana. Neste sentido, seria necessário infirmar que contratos inteligentes emanam em seu cerne de qualquer tipo vontade humana. Portanto, se faz necessária a distinção da classificação em dois momentos: (i) o momento de criação do smart contract, no qual há participação da vontade das partes; e (ii) o momento de sua execução, em que o prevalece a autoexecutoriedade do contrato.

Nesse último, os smart contracts podem ser considerados como uma espécie de ato-fato, já que, embora possam ser criados e programados por humanos, sua execução não depende necessariamente da vontade humana, mas sim da ocorrência de eventos previamente definidos em seu código.

Essa posição tem ganhado força, principalmente diante do potencial de autonomia e autoexecução dos smart contracts. Afinal, mesmo que os desenvolvedores dos contratos estabeleçam as condições de sua execução, é o próprio código que assegura a sua realização, independentemente da intervenção humana. Dessa forma, os smart contracts podem ser vistos como atos-fato que têm por base uma programação humana, mas que não dependem de uma vontade concreta para serem executados.

Frise-se o posicionamento de Rodrigo Marcial Ledra Ribeiro (2020, p. 107):

Verifica-se, em seguida, a hipótese de que os códigos computacionais que dão forma e executam os smart contracts possam dar azo a atos-fatos jurídicos. Exemplifica-se esta conjectura com o caso de um smart contract que seja formado com o objeto de envio periódico de valores de uma conta de criptomoedas para outra em determinado blockchain. Estas operações de remessa de numerários podem ser consideradas como atos-fatos jurídicos, pois envolvem ato humano, mas não há relevância de sua volição.

Além disso, em se tratando dos smart contracts, é possível argumentar que as instruções de computação que realizam automaticamente a transferência de valores quando certos critérios são cumpridos também podem ser consideradas atos-fatos jurídicos (RIBEIRO, *op. cit.*).

No entanto, conforme destacado pelo aludido autor, o ato-fato jurídico nesses casos é a transferência real dos recursos e não o código que descreve o negócio jurídico

inteligente, ou seja, não se deve confundir a forma como o ato-fato é executado com a transferência efetiva dos recursos.

Admite-se, portanto, a pertinência desta classificação, para além do seu caráter residual, considerando que a execução do smart contract – ou seja, o preenchimento de determinadas condições pré-estabelecidas em seu código e o desencadeamento da respectiva contraprestação via blockchain – não se tratar de um ato voluntário da pessoa, ou seja, é alheio a vontade da parte e não raramente gerará consequências jurídicas no mundo do direito.

Frise-se, inclusive, a pertinência da presente classificação em relação ao aspecto autoexecutável do smart contract dada as possíveis subclassificações dos atos-fatos jurídicos em atos-fatos indenizatórios e atos-fatos caducificantes (KUMMEL, 2003). Isso porque uma vez que a ocorrência de certa condição predeterminada poderá resultar em atos-fatos indenizatórios, qual seja a hipótese de quando a sua execução automática resulta em prejuízos para uma das partes envolvidas.

Pensemos que um contrato inteligente foi programado para pagar automaticamente uma determinada quantia para um vendedor, assim que um comprador confirmar a entrega de um produto. Se, por acidente, o comprador confirmar a entrega antes de receber o produto, o contrato será executado automaticamente e o vendedor receberá o pagamento, mesmo sem ter cumprido sua obrigação de entregar o produto. Nesse caso, na hipótese de o vendedor não cumprir efetivamente a contraprestação para entrega do produto, o comprador teria direito a uma indenização por perdas e danos decorrentes da execução automática do contrato, que o gerou prejuízo.

Além disso, os smart contracts também podem gerar atos-fatos caducificantes ao estabelecerem critérios temporais ou condições específicas que determinam a sua própria extinção. Ou seja, quando um smart contract estabelece uma cláusula de término após um determinado prazo ou condição, a sua própria execução pode levar à caducidade do contrato.

Por exemplo, um contrato inteligente que estabeleça o pagamento de determinada quantia após a conclusão de um projeto específico pode ter uma cláusula de término após uma data limite (decadência convencional, cf. art. 211, do CC). Se essa data limite for

atingida e o projeto não tiver sido concluído, o contrato inteligente pode se tornar caducado, encerrando-se automaticamente. Nesse caso, o ato-fato caducificante seria a própria extinção do contrato, que ocorre de forma automática e autônoma em relação aos envolvidos no negócio jurídico.

4. SMART CONTRACTS: UMA MUDANÇA PARADIGMÁTICA NO CONCEITO MODERNO DE CONTRATO?

Embora a execução do smart contract possa ser mais visivelmente enquadrada na classificação de ato-fato jurídico, a questão da natureza jurídica da própria confecção do smart contracts e sua relação com o negócio jurídico ainda é questão controvertida na doutrina. Há autores que defendem que smart contracts são “*espécies do gênero negócio jurídico eletrônico, pois a manifestação de vontade das partes se dá pela forma eletrônica, necessariamente, nos smart contract*” (RIBEIRO, 2020, p. 108).

Entende-se, nesta linha, que assim como os contratos eletrônicos têm um elemento categorial específico para existir como categoria própria - ou seja, precisam ser realizados por meio de manifestação de vontade expressada de forma eletrônica - os smart contracts também apresentam elementos categoriais distintos que os tornam uma forma separada de negócio jurídico (RIBEIRO, op. cit.).

Por outro lado, embora se reconheça que os contratos inteligentes possuem características semelhantes às espécies de contratos convencionais, como a presença de elementos constitutivos essenciais, tais como agente capaz, consentimento e objeto lícito e possível, a arquitetura dos códigos e o anonimato possibilitam que um smart contract produza efeitos mesmo sendo inexistente ou inválido, o que pode tornar difícil aplicar o Direito em casos de conflito. Portanto, devido às características únicas dos smart contracts, não seria possível afirmar categoricamente que são realmente contratos. (MACIEL FILHO, 2021).

Qualquer das posições que se adote, não se rejeita os impactos que essa tecnologia tem no direito contratual. Percebe-se que com o advento dos smart contracts há um distanciamento ainda maior com a noção clássica de contrato, fundado na ampla liberdade contratual. De acordo com Antunes Varela (1991), contrato seria um acordo celebrado por duas ou mais partes, em conformidade com a legislação vigente, com o objetivo de

estabelecer uma relação de interesse que envolve questões patrimoniais, podendo gerar aquisições, modificações ou extinções de relações jurídicas.

Considerando tal classificação, ainda que se entenda pelo distanciamento dos smart contracts da noção clássica de contratos, sua implementação possui além de um impacto no quesito formal, de como as obrigações são efetivamente cumpridas, os smart contracts possuem também um impacto material nos negócios jurídicos celebrados, especialmente em função do enrijecimento das obrigações traduzidas em código após a inserção na blockchain.

Não somente isso, como também representam um avanço na noção de contratos desumanizados, oriundo da doutrina italiana, conforme trazido por Claudia Lima Marques (2003, p. 67), em similitude aos contratos eletrônicos:

Os contratos "eletrônicos" também são contratos típicos dos atuais tempos pós-modernos. Inspira-me a buscar sua originalidade no regime a abundante doutrina sobre o tema. A doutrina italiana está convencida que estes contratos são "contratos desumanizados" (Oppo) e "sem acordo" (Irti) (...) Os contratos à distância no comércio eletrônico seriam apenas um subtipo dos contratos "automatizados", contratos realizados diretamente com "computadores" (como os contratos de Home-banking) ou com máquinas de respostas (como os contratos por telefone com respondedores automáticos), contratos "em silêncio" ou "sem diálogo" (expressão de Irti), conduzidos mais pela imagem, pela conduta de apertar um botão, do que pela linguagem

No entanto, a despeito dessas semelhanças, é importante diferenciá-los dos contratos inteligentes, que possuem estruturas programáticas complexas e características únicas quando em conjunto com a blockchain. Contratos eletrônicos existem há mais tempo e são similares aos contratos físicos, pois são mais simples e não possuem execução automática. Eles dependem principalmente ou exclusivamente das partes para executar as cláusulas e geralmente são de adesão.

Por não estarem associados à blockchain, os contratos digitais não possuem a imutabilidade das cláusulas contratuais, o que significa que cláusulas abusivas podem ser anuladas. Já nos smart contracts, se uma cláusula abusiva não for detectada antes da assinatura e programação do código, o dano ocorrerá e seus efeitos serão irreversíveis, cabendo apenas reparação posterior acionando ou não o tribunal competente.

Esse é um dos aspectos mais importantes dos smart contracts: sua capacidade de serem autoexecutáveis. Ou seja, uma vez que as condições pré-determinadas são

cumpridas, o contrato é executado automaticamente sem a necessidade de intervenção humana. Nesse sentido, conforme observou Ribeiro (2020, p. 139):

“Quanto ao princípio da autonomia da vontade, destaca-se o fato de que as dimensões da liberdade de estipular o contrato e de determinar o seu conteúdo podem ser restringidas em face à incapacidade do oblato em compreender ou alterar as cláusulas contratuais escritas em linguagem de computação. Isso, contudo, já ocorre em outros contratos de adesão, podendo ser aplicado o disposto acerca destes fatos jurídicos aos smart contracts, quando as circunstâncias negociais assim exigirem”

Embora isso não signifique uma incompatibilidade com o princípio da autonomia da vontade, o papel da vontade humana é significativamente reduzido após a inserção dos termos do código na rede descentralizada, uma vez que a execução do contrato ocorre de maneira autônoma e independente, de maneira análoga à outras formas de garantia contratual ou em contratos de adesão.

Em resumo, a questão da natureza jurídica dos smart contracts é debatida na doutrina, com algumas posições defendendo que são uma espécie de negócio jurídico eletrônico e outras argumentando que suas características únicas impedem sua classificação como contratos. Independentemente da posição adotada, é reconhecido o impacto dessa tecnologia no direito contratual, principalmente devido ao enrijecimento das obrigações traduzidas em código após a inserção na blockchain.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das primeiras lições que se aprende no campo do Direito é que ele é um conceito fluido e sujeito a mudanças em resposta às transformações na sociedade. Essa necessidade constante de mudança é evidente a cada mudança nos padrões sociais, bem como nas inovações tecnológicas que se tornam cada vez mais comuns no dia a dia das pessoas.

Em meio a essa sociedade disruptiva, os smart contracts já são realidade e a tendência é que se popularizem cada vez mais, dadas sua natureza versátil em relação ao seu fim e aplicável aos mais diversos campos do direito, impulsionadas por uma base em rede blockchain, norteadas pelos princípios de consenso e descentralização.

Conforme exposto, os smart contracts já vem sendo utilizados como meio de revolucionar a gestão de processos em cadeias contratuais de alta complexidade. Não

obstante, também foi exemplificado a sua aplicabilidade e pertinência aos contratos coligados, contratos de seguro, de compra e venda, afora outros. Assim, a inevitabilidade da chegada de um futuro disruptivo em que contratos inteligentes terão um papel significativo no cenário contratual traz consigo não apenas vantagens inegáveis, mas também diversos desafios e riscos.

Dentre as vantagens, destacam-se que: (i) os smart contracts eliminam intermediários e diminuem os custos de transação, tornando o processo mais eficiente e econômico; (ii) os smart contracts são autoexecutáveis, o que significa que, uma vez que as condições pré-determinadas são cumpridas, o contrato é executado automaticamente sem a necessidade de intervenção humana; (iii) como os smart contracts são baseados em código, eles são precisos e eliminam a possibilidade de erro humano ou de interpretação subjetiva; (iv) os smart contracts são armazenados em uma rede descentralizada, tornando-os praticamente imutáveis e resistentes a fraudes; (v) a tecnologia blockchain em que os smart contracts são executados é transparente, permitindo que todas as partes envolvidas na transação tenham acesso às informações relevantes.

Por outro lado, conforme exposto: (i) falta de flexibilidade devido ao fato que os smart contracts são baseados em código, não permitem muita flexibilidade para mudanças ou adaptações durante a execução, em detrimento ao voluntarismo jurídico; (ii) em caso de falha na execução do smart contract, pode ser difícil determinar a responsabilidade das partes envolvidas, pois a programação pode ser difícil de interpretar; (iii) a questão da natureza jurídica dos smart contracts ainda é controversa na doutrina, questão essa que ainda parece estar longe dos tribunais.

Por fim, cabe destacar que os smart contracts não são uma panaceia para todos os problemas relacionados a confiabilidade e execução do mundo dos contratos, mas sim uma ferramenta que, se bem utilizada e regulamentada, pode trazer benefícios significativos para a sociedade como um todo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 10.406, de 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/L10406.htm

ABBATE, Janet. **A história da Internet.** MIT Press, 1999

ACCENTURE. **Blockchain and Distributed Ledger Technology: Blueprint for Successful Deployment.** 2019. Disponível em: https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-96/Accenture-Blockchain-POV-Feb2019.pdf. Acesso em: 19 fev. 2023.

CHEUNG, Alan. **Can You Write Your Will onto a Blockchain? Smart Contracts Explained.** Rocket Lawyer, 2018. Disponível em: <https://www.rocketlawyer.com/gb/en/blog/can-you-write-your-will-onto-a-blockchain-smart-contracts/>. Acesso em: 18 jan. 2023

COELHO, Fábio Ulhoa. **Direito civil.** 1. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022. RB 27.17

COUTO E SILVA, Clóvis. **A obrigação como processo.** 1. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011.

GOMES PAIVA, Daniel. **Bitcoin: a tributação de criptomoedas.** 2ª. Ed. 2022. Ed. Thomson Reuters

GOMES, Daniel de Paiva et al. **Criptoativos, Tokenização, Blockchain e Metaverso: aspectos filosóficos, tecnológicos, jurídicos e econômicos.** Coordenação de Eduardo de Paiva Gomes e Paulo Cesar Conrado. 1. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022. E-book

GOMES, Eduardo de Paiva; BOSSA, Gisele Barra. 7.1. **Blockchain: tecnologia a serviço da troca de informações fiscais ou instrumento de ameaça à privacidade dos contribuintes?** In: PISCITELLI, Tathiane; LARA, Daniela Silveira. Tributação da economia digital. 2ª ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, pp. 423-426

GOMES, Orlando. **Contratos.** [São Paulo]: Grupo GEN, 2022. E-book. p. 89 ISBN 9786559645640. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559645640/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

KÜMMEL, Marcelo Barroso. A classificação dos fatos jurídicos. *Direito em Debate.* p. 191-197. ano XI, nº 18, jul./dez. 2002 — nº 19, jan./jun. 2003.

CHEN, Peizhi et al. **A Traceable Online Will System Based on Blockchain and Smart Contract Technology**. Journal of Information Processing Systems, v. 17, n. 1, p. 105-117, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350065401_A_Traceable_Online_Will_System_Based_on_Blockchain_and_Smart_Contract_Technology. Acesso em: 18 jan. 2023

LEONARDO, Rodrigo Xavier. **O pensamento tipológico no direito civil e os tipos contratuais gerais**. Revista de Direito Civil Contemporâneo, v. 16, p. 121-135, jul./set. 2018

LEONARDO, Rodrigo Xavier. Os contratos coligados, os contratos conexos e as redes contratuais. In: CARVALHOSA, Modesto (Org.). Tratado de direito empresarial. São Paulo: Ed. RT. t. IV, 2016

LUCIANO, Romulo Benites de Souza. **Aplicação da Smart Contract nos Contratos de Gás Natural: Uma Análise Exploratória**. RAC: Revista de Administração Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, pp. 903-921, novembro/dezembro, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rac/a/PRYrwJtnXYsPTHKxKhz4kfJ/?lang=pt>. Acesso em: 24 fev. 2023.

MACIEL FILHO, Pedro Alberto Alves. Smart contracts: breve análise jurídica. (Re)pensando o Direito Digital, [S.l.], v. 3, dez. 2021. Disponível em: <https://magis.agej.com.br/smart-contracts-breve-analise-juridica/>. Acesso em: 24 fev. 2023.

MARCHSIN, Karina Bastos K. **Blockchain e smart contracts: As inovações no âmbito do Direito**. Editora Saraiva, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555599398/>. Acesso em: 17 fev. 2023

MARQUES, Claudia Lima. Proteção do consumidor no âmbito do comércio eletrônico. Revista da Faculdade de Direito da UFRGS, nº 23, 2003, p. 67.

MELO, Gustavo. **Smart contract: contrato ou meio de execução inovador?** Revista Consultor Jurídico. Publicado 14 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-out-14/gustavo-melo-smart-contract-contrato-ou-meio-execucao-inovador>>. Acesso em: 29/01/2023.

MIRANDA, Francisco Cavalcante Pontes de. **Tratado de Direito Privado: parte geral**, tomo I, Introdução. Pessoa físicas e jurídicas. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012.

MIRANDA, Francisco Cavalcante Pontes de. **Tratado de Direito Privado: parte geral**, tomo III, Negócios Jurídicos. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012.

MIRANDA, Francisco Cavalcante Pontes de. **Tratado de Direito Privado: parte geral**, tomo II, Bens e Fatos Jurídicos. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2012

NAKAMOTO INSTITUTE. The God Protocols. Disponível em: <http://nakamotoinstitute.org/the-god-protocols/>. Acesso em: 08 fev. 2023.

NAKAMOTO, S. (2008). **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. Consultado em 16 de fevereiro de 2023, em <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Consultado em 09 de fevereiro de 2023, em <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

NASCIMENTO, Leonardo B G. et al. **Criptomoedas e Blockchain**. [S.l.]: Grupo A, 2022. E-book. p. 36. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900094/>. Acesso em: 02 jan. 2023.

NERY, Rosa Maria de Andrade; NERY JUNIOR, Nelson. **Instituições de direito civil: volume I: parte geral do código civil e direitos da personalidade**. 3. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022. RB-5.3

PEREIRA, Caio Mário da Silva. **Instituições de Direito Civil. Vol. III**. 14 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2005, p. 18.

RAMIRES DE SÁ, Gabriela. **Smart Contracts: Uma Nova Era do Direito Obrigacional?** Revista de Direito e as Novas Tecnologias, v. 7, p. 123-144, 2020. DTR\2020\7814

SAVELYEV, Alexander. **Contract law 2.0: “smart” contracts as the beginning of the end of classic contract law**. 2016. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2885241>. Acesso em: 24. fev. 2023.

SILVA, Matheus Passos. **A segurança da democracia e a blockchain**. Estudos Eleitorais, Brasília, v. 13, n. 3 (set./dez. 2018), p. 91

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. **Blockchain Revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business and the world**. 1. ed. São Paulo: Negócio, 2016.

WERBACH, Kevin D.; CORNELL, Nicolas, **Contracts Ex Machina** (March 18, 2017). 67 Duke Law Journal, Forthcoming. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2936294>. Acesso em: 24 jan. 2023

VARELA, João de Matos Antunes. Das Obrigações em Geral. 7ª. ed., Coimbra: Almedina, v. I, 1991.