

ASPECTOS JURÍDICOS DOS SMART CONTRACTS EM TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Edna Aparecida Cavalcante
Coordenadora Pedagógica da Faculdade da Alta Paulista (FAP) - Tupã

1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento do Bitcoin: um sistema ponto a ponto de dinheiro eletrônico, paper publicado por Satoshi Nakamoto, em 2008, a forma de compreensão do Direito, do mercado e da economia mudou. O Bitcoin é baseado na tecnologia Blockchain, que é uma estrutura de dados, que configura uma entrada de contabilidade financeira, ou o registro de uma transação. Atualmente, a Blockchain apresenta uma diversidade de aplicações. Dentre elas, pode-se considerar uma variedade que vai da catalogação ao rastreamento de bens de valor, certificações, internet das coisas (IoT), pagamento de direitos autorais e transação de novos ativos, no mercado financeiro.

A tecnologia Blockchain e estruturas semelhantes podem ser aplicadas no Direito Constitucional, Direito Administrativo, Direito Concorrencial e da Propriedade Intelectual, entre outros. É interessante ressaltar que a Blockchain tornou possível a prática de uma ideia que só existia no papel: os smart contracts que, devido sua capacidade de autoexecução e autoimplementação, podem modificar a atual concepção dos contratos, desafiando a teoria do Direito privado e toda a hermenêutica jurídica pós-moderna.

Outro detalhe importante é que os smart contracts são produzidos em linguagem código ou máquina sem a presença da linguagem humana, para que o dispositivo ofereça condições de executar o objeto estabelecido. Na perspectiva técnica, os smart contracts podem designar um contrato de compra de ações, que é executado automaticamente, ou determinado marco, prazo ou valor de cotização, que são identificados como arquivos com qualidade de imutabilidade ou com integridade de conteúdo, no entanto sem valor contratual, no aspecto jurídico.

Ficou evidente que a tecnologia e as inovações tecnológicas estão presentes na sociedade e desafiam juristas, legisladores a revisarem regras e normas, ou a criarem novas regulamentações. Também é evidente a necessidade de conhecimento sobre as novas tecnologias, para tornar possível uma análise acurada das questões delas oriundas, para produzir instrumentos jurídicos reguladores e as devidas aplicações sociais. Nesse sentido, foi feito um estudo bibliográfico sobre a tecnologia Blockchain e os smart contracts, para verificar suas características, as relações estabelecidas entre ambos e os aspectos jurídicos referentes a essas inovações.

Em relação às especificidades da Tecnologia Blockchain e dos smart contracts, é justificável uma análise e explicação desses objetos de estudo, para conhecer suas características e especificidades, que podem contribuir para subsidiar a regulação, a organização e a estruturação de seus usos socioeconômicos e jurídicos.

É importante informar que a pesquisa realizada fez parte das atividades do Grupo de estudos Multidisciplinar em tecnologias da informação e comunicação da Faculdade da Alta Paulista e está



vinculada à linha de pesquisa Direito e Inovação. Foram lidos e analisados oito artigos sobre o tema, pesquisados no Google acadêmico, teses de mestrado e livros. Os artigos foram publicados no período de 2018 a 2023. A pesquisa bibliográfica revelou publicação abundante de artigos, na área.

A análise priorizou as características da Tecnologia Blockchain, sua aplicação no campo jurídico e a abordagem jurídica dos smart contracts sob a luz do Direito Administrativo, contratual e normativo. O smart contract, analisado do ponto de vista jurídico, equivale a um conjunto de obrigações; visto na ótica da computação, é considerado um contrato em termos de código.

ASPECTOS DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

A tecnologia Blockchain surgiu em 2008, em meio a uma crise financeira global, nesse período, as transações eletrônicas eram realizadas pela internet e dependiam de instituições financeiras, consideradas intermediários confiáveis. A Blockchain foi apresentada por Nakamoto, em seu artigo Bitcoin. A proposta da criptomoeda pretendia: eliminar custos das transações resultantes de intermediações financeiras; evitar o gasto duplo, isto é, não permitir que determinada quantia virtual fosse gasta duas vezes; oferecer segurança às transações por meio de uma rede de transações progressivas e criptografadas por meio de prova de trabalho. (FERRO GOMES, 2020, p.18)

A criptografia estuda as técnicas matemáticas que se relacionam com a segurança da informação, que são confidencialidade, integridade dos dados, autenticação das entidades,

autenticação da origem dos dados. São técnicas fundamentais, porque, na era digital, a informação está em suporte magnético, tornando-se fácil copiar e alterar, em decorrência disso, houve o desenvolvimento da criptografia.

A tecnologia Blockchain é constituída de um livro-razão público que permite registrar, de maneira imutável, em cadeia de blocos, que armazena o registro histórico das transações pela criptografia. Essa tecnologia preserva as identidades e as chaves de segurança dos usuários. Os registros são feitos online, indicam data e hora sem possibilitar alteração. Só é possível alterar os registros pelo uso do poder computacional superior a toda a rede.

A Blockchain apresenta os seguintes atributos:

a) O relacionamento entre as partes interessadas é direto sem a presença de intermediário;

b) Inexistência de um órgão central regulador para validar as transações, tornando-se uma tecnologia descentralizada;

c) Esforço computacional mínimo para inserir novo bloco na rede;

d) A validação é realizada assertivamente pelo **hash** que combina elementos para apresentar um resultado predeterminado. Esse processo é realizado pelos mineradores;

e) A sincronização determina que o usuário temporariamente desligado, no retorno às atividades da rede, obriga-se a aceitar o maior bloco encadeado de transações;

f) O consenso entre a maioria permite a inserção das transações na corrente, se for aprovada pela maioria dos nós distribuídos pelos algoritmos de consenso.



É interessante observar que as transações realizadas pela tecnologia Blockchain, continuamente, são verificadas, compensadas e armazenadas em blocos digitais ligados aos blocos anteriores, formando uma cadeia, em que cada bloco deve se referir ao bloco anterior para ter validade. Essa estrutura também, permanentemente, faz o registro do tempo e o armazenamento das trocas de valor, tornando assim impossível qualquer pessoa alterar os registros. (FERRO GOMES, 2020, p. 19)

Aroldo Cedraz (2020, p. 10) ressalta que cada bloco da estrutura de dados da Blockchain está dividido em cabeçalho e dados. O cabeçalho possui metadados formados por um número único que indica o bloco, o horário de criação do bloco, um apontador para o **hash** do bloco anterior e o **hash** do próprio bloco. Os dados são constituídos de uma lista de transações válidas e os endereços das partes, de tal maneira que possibilita a associação de uma transação às partes envolvidas, quanto à origem e ao destino.

Cada bloco que se inclui na cadeia contém um conjunto de transações e uma identificação única, produzida a partir de um resumo criptográfico do **hash**. Há um campo no cabeçalho que armazena o resumo criptográfico de **hash** do bloco imediatamente anterior e estabelece, assim, uma sequência única entre os dois blocos. Em consequência de cada bloco referir-se ao seu antecessor, se um **bit** do bloco anterior for alterado, o **hash** do bloco muda e, por esse motivo, ocorre uma inconsistência na cadeia, facilmente perceptível. Por essa razão, é possível considerar a existência de uma cadeia de blocos interligados como

garantia da segurança e da integridade das transações armazenadas.

Denomina-se transação a abstração de uma ação de negócio que produz a alteração do estado de um livro-razão. A facilitação de uma execução segura de uma transação, no ambiente descentralizado e auditável é possível em uma plataforma blockchain.

A Distributed Ledger Technology (DLT), estrutura de dados distribuída geograficamente, é considerada pela Comissão Européia uma tecnologia facilitadora da expansão de registros transacionais inalteráveis, que são criptograficamente assinados, em uma lista cronologicamente ordenada e compartilhada por todos os participantes da rede. Essa tecnologia permite rastrear a origem de um evento transacional por participante com direito de acesso, em qualquer parte da sua história, que pertence a qualquer ator da rede.

É importante destacar o contraste entre as seguintes tecnologias:

I. Banco de dados distribuídos: ausência de um máster database central; possui um grau de tolerância a falhas, se algum nó falhar; o banco de dados tradicionais é operado, geralmente, por uma única entidade que mantém estrito controle de acesso à rede;

II. Distributed Ledger Technology (DLT) : o mecanismo de consenso está baseado em modelo de ameaças de adversários, assumindo, pois, a possibilidade de haver participantes desonestos; apesar de certo número de nós estar agindo de modo malicioso, o banco de dados deve ser capaz de sincronizar e executar; nós



individuais precisam ter capacidade de: a) verificar e validar, de maneira independente, as transações que alteram o estado dos bancos de dados , e b) de modo independente, recriar todo o histórico de transações;

III. Blockchain: utiliza o append-only, estrutura de dados especial, que é formada por transações em lotes de blocos, ligados sequencialmente de modo inviolável, determinando a ordem das transações no sistema.

APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Já mencionada anteriormente, a primeira tentativa de aplicação da tecnologia Blockchain foi realizada, em 2008, por Nakamoto, na área financeira, denominada Bitcoin. A Bitcoin ficou popular com a tecnologia subjacente e isso resultou em aplicações em outras áreas.

Seriam duas as vantagens do uso da tecnologia Blockchain pelas organizações: o aumento da agilidade e da eficiência, no processo de emissão e negociação de títulos corporativos; e possibilitar negociações diretas entre duas partes interessadas. Essas vantagens são decorrentes das características de segurança da tecnologia Blockchain, de sua transparência e impossibilidade de alterar os dados. (VIANNA et al, 2020, p. 3)

Vianna e outros autores (2020) realizaram um estudo sobre a aplicação da tecnologia Blockchain e estabeleceram treze categorias de aplicação, que são:

1. Notório Público. A tecnologia Blockchain pode ser utilizada para verificar e analisar a autenticidade de documentos a

custos reduzidos, sem necessidade de autoridade central e otimiza os processos. São exemplos de organização que fazem uso dessa tecnologia a Stampery, Viacoin, Block Notary, Crypto Public Notary, Proof of Existence. A Blockchain pode ser aplicada na gestão e identificação de reputação online, devido sua natureza dos bancos de dados que é imutável e distribuída. Um exemplo dessa possibilidade é a Finlândia, em que bancos e instituições financeiras utilizam as identidades digitais. Também utilizam identidade online: BitNation, Shrier, Wu e Pentland. É importante observar que a tecnologia Blockchain pode criar, com segurança e sem necessidade de uma autoridade confiável e central, um modelo de identidade global. Existe a possibilidade de o indivíduo usar a Blockchain e passar a fornecer seu próprio Big Data com criptografia. Dessa maneira, vai garantir a veracidade das informações e vai criar recurso enorme de crédito com propriedade pessoal.

2. Indústria da Música. A tecnologia Blockchain pode auxiliar a manter um banco de dados de propriedade de direitos autorais, abrangente e atualizado, que pode servir semelhante a uma espécie de livro público. Também podem ser utilizados smart contracts para o pagamento eficiente de royalties. O uso da tecnologia Blockchain é realizado pela plataforma Ujo Music, para estabelecer as condições de realização de downloads das músicas, para remunerar o artista, automaticamente.

3. Armazenamento Descentralizado. O armazenamento em nuvem depende da confiança em terceiro. Um exemplo de solução para essa confiança é a plataforma Storj, que é baseada em blockchain peer-to-peer. Sem controle central, ela elimina os erros recorrentes dos



dados e as interrupções no serviço, resultando em aumento considerável na segurança, privacidade de uso e controle dos dados.

4. Internet of Things (IoT) é um modelo centralizado, dependente de um intermediário para controle da interação entre os dispositivos, por isso inviabiliza as operações autônomas entre os dispositivos IOT. A aplicação da tecnologia Blockchain pode criar uma rede IOT descentralizada, que oferece segurança nas trocas de dados entre dispositivos e dá maior confiança na veracidade dos dados. Podem-se considerar exemplos as empresas IBM e Samsung que desenvolveram, em parceria, uma plataforma de IOT descentralizada, denominada ADEPT. A Startup Filament também desenvolve softwares com IOTs descentralizados. A moeda digital IOTcoin produz scripts e chaves para trocas de dados pagos ou propriedades inteligentes. Matilla et al (2016, apud Vianna et al, 2020, p. 73) ressalta a dificuldade de construção de uma plataforma de IOT em redes, por causa dos conflitos e divergências entre os participantes e provedores da plataforma, no entanto, se algumas plataformas conseguissem gerar um efeito de rede, para constituírem uma plataforma universal de IOT, as soluções centralizadas se tornariam silos verticais, ou jardins murados. Essa base permitiria a empresa controlar a plataforma e diminuiria a interoperabilidade com outras plataformas. Assim, a tecnologia Blockchain poderia constituir um território neutro, no qual todos os participantes estariam trabalhando em plataforma compartilhada e de forma igual, sem que houvesse necessidade do participante se submeter a outro ou ao provedor. O próprio participante também poderia criar uma plataforma de IOT distribuída sem necessidade de haver relação de confiança uns com os

outros. A empresa 21 inc's permite a livre transação entre dispositivos de IOT pela plataforma The 21 Bitcoins Computer. Os dispositivos, nessa plataforma, trocam dados, capacidade computacional, largura da banda, espaço de armazenamento e até eletricidade. Na plataforma AutoPay, os usuários realizam empréstimos e financiamentos por meio do smart contract. A tecnologia Blockchain permite que os dispositivos IOT efetuem transações sem necessidade de confirmação de um terceiro; os contratos podem ser feitos em códigos computacionais e executados automaticamente, de acordo com as condições assumidas pelas partes. Em seus estudos Bahga e Madisetti (2016, apud Vianna, 2020, p.74) fazem a proposta de criar uma plataforma de blockchain para a indústria denominada BPIIOT. Esse processo prevê a implantação de smart contracts que, em conjunto com os consumidores e os recursos de produção, gerariam dados que seriam armazenados na nuvem, conectada aos equipamentos das fábricas para produzir sob demanda. O BPIIOT poderia ser aplicado na manufatura sob demanda, em diagnósticos inteligentes e manutenção, em rastreabilidade, certificação de produto, transações consumidor-máquina e máquina-máquina, rastreamento da identidade do fornecedor e reputação, registro de bens e inventário.

5. Soluções Antifalsificação. A tecnologia Blockchain pode ser considerada um dos maiores aliados contra o comércio de falsificações, em consequência de sua possibilidade de implementação e de segurança descentralizada. Por exemplo, a plataforma BlockVerify utiliza a tecnologia Blockchain para produzir uma solução antifalsificação que introduz transparência na cadeia de fornecimento.



6. Aplicações relacionadas a Bitcoins. As novas aplicações de criptomoedas estão fundamentadas nos protocolos de blockchain. Constituem maneiras de oferecer segurança nas operações entre dispositivos IOT que produzem bitcoins. As maneiras de segurança e confiança podem ser:

a) utilizar criptomoeda, na modalidade de criptocorrência comunitária, utilizando fundos comunitários;

b) uma plataforma denominada zombiecoin, que roda em redes de bitcoins que oferecem dispositivos de comando e controle de ataques virtuais;

c) verificação de identidade bitcoin, ligada ao servidor de chaves blockchain, para aumentar a confiabilidade do usuário. Essas categorias são só a utilização da tecnologia aplicada na produção das criptomoedas.

7. Smart Contracts. É possível armazenar um smart contract na Blockchain, para torná-lo prova de falsificação que seria autoexecutável e aplicável automaticamente. Dessa forma, reduz a intervenção humana, fica menos arriscado e mais econômico. O uso dos smart contracts é infinito. Futuramente, uma rede de smart contracts contextualizada pode gerenciar dinamicamente cada organização distribuída, autonomamente. Pode-se definir smart contracts por contrato digital que controla ativos do usuário, formula os direitos e as obrigações do participante com um usuário, pode receber e armazenar dados e enviar dados solicitados automaticamente. O smart contract também realiza cálculos descentralizados e verificáveis completamente, na Blockchain.

Uma análise dos smart contracts indica que eles são autoexecutáveis, não precisam da atuação de humanos para ser realizado; imutáveis, porque, depois de escritos e lançados devidamente na Blockchain, operam independente e ininterruptamente sem possibilidade de ser alterado. Para possíveis mudanças, será necessário realizar outro smart contract, constando as mudanças necessárias e inseri-lo na Blockchain, novamente, assim, o contrato original permanece na mesma forma que foi criado. Os smart contracts são abertos ao público, disponível a qualquer usuário, que tenha conhecimento técnico em programação e queira consultar o código que lhe deu origem, inspecionar seus mecanismos e elementos de origem.

Outro aspecto a considerar é a possibilidade de existência de elementos do plano real, físico que possam afetar o smart contract. Por exemplo, essas variáveis do mundo real podem ser a previsão do tempo, a safra de um tipo de cultura, ou o resultado de uma partida de futebol. Para que essa influência ocorra, é preciso utilizar um protocolo, denominado Oráculo, que é desenvolvido em Blockchain.

O Oráculo coleta dados do mundo real, em tempo real, e os armazena em Blockchain, de tal forma que eles possam ser utilizados como variáveis em smart contracts.

8. Organização Autônoma Descentralizada. A organização autônoma descentralizada pode ser criada pela combinação de criptomoeda e smart contracts. Seria uma organização autoexecutável, teria uma rede com nós automatizados que operariam em conjunto com um sistema sem orientação humana externa. Para isso, haveria um protocolo incorruptível, codificado e com execução



automática da Blockchain. Um exemplo é o caso Neural, constituído de uma plataforma de inteligência artificial que faz uso da tecnologia Blockchain, para produzir uma plataforma distribuída e aberta para algoritmos de inteligência artificial.

9. Desenvolvimento de Protótipos de Aplicativos. A tecnologia Blockchain pode ser utilizada para desenvolver protótipos de aplicativos mais seguros e confiáveis em seus processos. Esses protótipos são usados, como mecanismos de contratos de propriedades inteligentes, distribuição de conteúdo digital, grupos de computadores que se conectam e se integram, denominados botnets e protocolos de transmissão P2P.

10. Gestão de atividades relacionadas a cadeias de suprimentos (SCM). A Blockchain também pode ser empregada em operações relacionadas a cadeias de Suprimentos (SCM). Nessa cadeia, fornecedores e consumidores têm acesso a todos os registros detalhados, que são imutáveis. Por exemplo, a Everledger é um banco de dados distribuído e aplicado na certificação de diamantes. Com a tecnologia Blockchain, houve um grande avanço para a SCM, principalmente, na operação de entrega de um produto não adulterado, pois o uso da Blockchain permite a verificação da fonte do produto, até do trânsito desse produto, conseqüentemente, isso aumenta a segurança e a confiança no processo.

11. Cidades Inteligentes. Os elementos das cidades inteligentes devem estar integrados horizontalmente. Essa condição tem início em um governo inteligente, passa pela mobilidade inteligente, pela vida inteligente, uso inteligente dos recursos naturais, cidadãos inteligentes e economia inteligente, todos funcionando, como

um sistema. Com a integração entre humanos, tecnologia e organizações ocorre o aumento da agilidade e eficiência nos processos.

12. Direitos de Propriedades. A segurança e descentralização da Blockchain permitem sua aplicação adequada para os direitos de propriedade. Por exemplo, a Startup Ascribe possui serviços que possibilitam o bloqueio de informações, o compartilhamento seguro e o rastreamento de bens digitais. A empresa BlockVerify desenvolve soluções que se aplicam à propriedade intelectual, por meio da verificação da origem dos bens de luxo e outros produtos físicos, a legalidade de medicamentos, diamantes e eletrônicos. Essa plataforma foi desenvolvida pela Hyperledger que é uma plataforma de código aberto, que utiliza uma plataforma digital para migrar um número muito grande de processos para o modelo de registros públicos digitais. Essa plataforma foi desenvolvida pela Linux Foundation, para dar suporte ao desenvolvimento de ledgers distribuídos e baseados em Blockchain. A Hyperledger desempenha transações comerciais globais com a finalidade de melhorar o desempenho e a confiança nas operações. Estaria incluído nesse processo uma variedade de blockchains com seus próprios modelos de consenso, armazenamento e serviços, para identificar, controlar o acesso e os tipos de contratos.

TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO CAMPO JURÍDICO

A tecnologia Blockchain pode fazer surgir um novo ramo do Direito, denominado Lex Cryptographia, que teria a finalidade de regular negócios administrativos, utilizando contratos inteligentes,



automatizados e organizações autônomas. Nesse âmbito, a teoria jurídica vai se incumbir da exploração da utilização da tecnologia que surge, avaliar o impacto futuro dela na sociedade e os possíveis riscos para os negócios jurídicos vigentes e para a atuação governamental. (PORTO, LIMA JÚNIOR, SILVA, 2019, p. 15, apud (Wright e De FILLIPPI, 2015, p. 10)

O uso da tecnologia Blockchain reduz as possibilidades de falha humana, diminui o custo dos instrumentos de controle de cumprimento e execução dos contratos. Por exemplo, os mecanismos de controle de auditoria contábil, no ambiente digital, vão precisar de menos tempo e recursos financeiros, do que as operações tradicionais, que estariam também menos propensas a equívocos de cálculo, porque as fórmulas já estariam automatizadas pelo sistema.

No Brasil, já se adota a Blockchain nos serviços de autenticação de documentos. O Cartório Azevedo Bastos, em João Pessoa (PB) é um dos pioneiros. Em parceria com a Startup OriginalMY, o cartório presta serviço de autenticação digital para pessoas jurídicas.

Existem preocupações relacionadas à aplicação da Blockchain com objetivos jurídicos, que estão relacionadas a questões de governança corporativa, de segurança e de proteção de direitos fundamentais. Apesar disso, os contratos automatizados ou “inteligentes”, ou seja, os smart contracts têm ganhado notoriedade e podem ser promissores.

A inclusão dos contratos eletrônicos, no ordenamento jurídico, nos anos 2000, foi uma inovação. Depois dessa inovação, a validade jurídica de um contrato escrito e assinado, em ambiente

digital, passou a existir, pois um acordo legal entre as partes contratantes poderia ser firmado, se as partes estivessem conectadas à internet.

A assinatura eletrônica foi prevista pela Medida Provisória n. 2200-2/2001 e sua autenticidade é verificada devidamente pela ICP-Brasil. Segundo essa Medida Provisória,

a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil, deve garantir a autenticidade, a integridade e a validade jurídica de documentos, em forma eletrônica, das aplicações de suporte e das aplicações habilitadas que utilizem certificados digitais, bem como a realização de transações eletrônicas seguras.

É interessante observar que os contratos inteligentes podem fazer surgir novas ferramentas financeiras e contratuais que podem substituir as funções sociais tradicionais. Esses contratos inteligentes possibilitam e solucionam, como Decentralized Finance (Defi), ou seja, qualquer serviço financeiro ou aplicação elaborado em uma Blockchain. Ressalta-se também que os possíveis benefícios da Blockchain extrapolam os aspectos econômicos e abrangem os campos político, humanitário, social, científico e tecnológico. Mesmo em fase inicial, essa tecnologia atrai governos, indústrias e instituições, que buscam o interesse público e a solução de problemas que ultrapassam os atuais esquemas regulatórios e estruturas hierárquicas tradicionais de poder, fundamentadas em interesses de grupos.



Uma análise da indústria possibilita verificar sua transformação constante, sua evolução e as mudanças profundas em sua estrutura, que geraram impactos na organização da sociedade.

A Blockchain estabelece novos modelos de negócios, por isso acelera as transformações trazidas pela indústria 4.0²⁹ e a tendência de uma economia colaborativa, constituída de um arcabouço tecnológico disruptivo: robótica, realidade aumentada, inteligência artificial, machine learning, Big Data, Metaverso, NFTs, Internet das coisas (IoT), entre outros. Assim promove transformações de paradigma, em decorrência de seu reflexo sistêmico na sociedade.

É interessante verificar que além de promover a inclusão financeira, na economia global, a tecnologia Blockchain produz impactos que agregam intangíveis sociais, tais como: segurança, aprimoramento da democracia, redução da corrupção, melhora da confiança e transparência dos governos, a proteção da integridade de dados, direitos, propriedades e garantias.

A tecnologia Blockchain possui potencial para auxiliar:

- a) A redução de fraudes fiscais;
- b) A proteção de infraestruturas críticas contra ciberataques;
- c) A validação de documentos e contratos;
- d) Os sistemas notariais e registros de imóveis;
- e) A transparência da gestão de gastos do governo;
- f) A rastreabilidade dos processos licitatórios;
- g) A melhora da prestação de serviços públicos;
- h) A integridade de registros governamentais e serviços;
- i) A gestão de registros médicos;

j) O rastreamento de remessas, cadeias de valor e commodities;

k) O processo de votação online;

l) A garantia de confiabilidade de práticas sustentáveis de governança ambiental e social (ESG) e a conexão dos cidadãos com o governo para compartilhar a responsabilidade do monitoramento e do desenvolvimento sustentável;

m) O viés do consumidor, ao permitir acesso ao controle de dados pessoais, possibilitando uma gestão ativa do titular protetor. (MARCHSIN, 2022, p. 18)

ASPECTOS JURÍDICOS DOS SMART CONTRACTS

Divino (2018, p. 14) ressalta que existem muitas definições de Smart Contracts. Algumas definições são técnicas e funcionam de forma programada sem possibilidade de inatividade, censura, fraude ou interferência de terceiro. Outras o definem por código de software inserido na plataforma Blockchain, dessa forma torna-se aplicável e autônomo. Algumas definições ressaltam o caráter negocial e os consideram código de uso computacional capaz de articular, verificar e executar acordos entre partes, ou composto de um conjunto de cláusulas contratuais incorporáveis em software e um hardware com o intuito de evitar sua violação, inadimplemento e ser controlado por meios digitais.

Divino observa a importância da própria essência contratual e da capacidade de produzir um acordo legalmente exigível. Em vista disso, sua caracterização como contrato evidencia o primeiro aspecto jurídico relevante. Só a automação ou possibilidade de execução



autônoma não é suficiente para tornar um contrato inteligente. É imprescindível existir uma combinação de protocolos capaz de formalizar e assegurar as relações estabelecidas, na rede computacional, de tal forma que elas sejam reguladas por objetivos e princípios legais e econômicos, registrados em protocolos de segurança.

Mediante o exposto, smart contract é considerado negócio jurídico unilateral ou bilateral, com pouquíssima probabilidade de violação, imperativo, pactuado, previamente, de forma escrita ou verbalmente. Ele é codificado em linguagem computacional apropriada, em algoritmos e apresentado em termo digital que vai representar exatamente o acordado, anteriormente, armazenado e executado por meio da tecnologia Blockchain, em uma base de banco de dados. Nessa base, o smart contracts será gerido autônoma e automaticamente, desde sua formação até sua extinção. Esse processo inclui condições, termos, encargos, eventuais cláusulas de responsabilidade civil e é auxiliado por softwares e hardwares sem interferência de terceiros. Assim reduz custos de transação e possíveis despesas jurídicas, se forem aplicados princípios jurídicos e econômicos, de acordo com a relação contratual instaurada.

Efing e Santos, 2018, p. 56, apontam as dúvidas da ciência jurídica, referentes às inovações contratuais. Essas dúvidas estão relacionadas às questões técnicas e multidisciplinares de difícil compreensão pelo operador do Direito. Nesse aspecto, os smart contracts têm provocado problemáticas jurídicas, devido sua complexidade técnica. Dentre elas, temos: a) a implementação das cláusulas contratuais por meio de códigos computacionais, de tal

forma que possibilite a compreensão delas pelos tribunais; b) A implementação da resolução dada à demanda judicial por meio de códigos; c) a Garantia da legibilidade do código por pessoas, além das máquinas e programadores.

Também surgem questões de proteção de dados, pois nas transações virtuais o contratante deixa um rastro, uma parte dele, são suas informações que podem ser utilizadas pelo outro, além da relação contratual estabelecida. Principalmente se forem Smart Contracts em Blockchain, que impossibilita apagar ou modificar os dados, depois da inserção no sistema. Se forem captados pelos Oráculos, ou espontaneamente inseridos pelas partes contraentes, os dados ficam vinculados à tecnologia Blockchain. É importante ressaltar que uma Blockchain pode retirar dados de outra, tornando possível a troca de dados pessoais. Esse procedimento pode ocorrer sem o consentimento do titular dos dados, e, nessas circunstâncias, ocorre a violação do seu direito fundamental de proteção dos seus dados pessoais.

Também pode haver erros em programação, em máquinas e erros de transmissão. O smart contracts produzido só com técnicas de programação é suscetível a problemas técnicos. O programa é um objeto manipulável pela empresa que definiu os critérios de aceitação ou recusa, previamente. É bom lembrar que atrás de máquinas e dos programas estão pessoas. Não há, pois, como evitar ocorrências de falhas, nem nos mais primordiais sistemas computacionais. Também se pode considerar tecnicamente questionável, mesmo por decisão judicial, a anulação de um contrato inteligente viciado. Isso se deve por se tratar de programas computacionais com capacidade de autoexecutabilidade e obrigatoriedade. Isso é decorrência de que, após



serem satisfeitas as condições previstas pelos contraentes, um código contratual fará os termos contratuais, tornando-o irreversível.

Os autores Efing e Santos afirmam que essas implicações jurídicas apresentadas, decorrentes dos smart contracts, não encontram amparo legal no ordenamento brasileiro, em razão da complexidade técnica que envolve a temática, porque a atividade legislativa não consegue acompanhá-las, conseqüentemente, isso agrava a insegurança jurídica, no âmbito dos negócios. Os autores consideram o direito contratual brasileiro permeado de princípios jurídicos que orientam, suprem lacunas legislativas, relacionadas à formação das avenças, o cumprimento e a resolução delas. Torna-se imprescindível, em vista disso, analisar os smart contracts sob as normativas principiológicas.

Efing e Santos propõem a aplicação do princípio da função social dos contratos aos smart contracts, estabelecido no artigo 421 do Código Civil, promulgado em 2002, que tem a atribuição de proteger os interesses sociais e o bem-estar coletivo, no âmbito privado. A função social pode estar relacionada a vários fatores, tais como: quebra do individualismo; cláusula geral de solidariedade, fundamentada na igualdade substancial; a tutela da confiança dos interesses envolvidos e do equilíbrio das parcelas do contrato.

Mediante o exposto, a função social do contrato apresenta as seguintes variantes teóricas: I- função social, considerada o limite da liberdade contratual. Nesse caso, a autonomia da vontade é orientada pela proteção dos interesses sociais e os institutos jurídicos são a lesão, o estado de perigo, a resolução por onerosidade excessiva; II função social integrada ao contrato promove uma redefinição em seu

conceito, tornando-se uma meta; III – função social mitiga a relativização dos efeitos contratuais, pois além dos efeitos entre as partes, à medida que é necessário ficar atento à repercussão externa, ou seja, aos terceiros atingidos pelo instrumento da vontade.

É interessante observar que na jurisprudência brasileira, a função social dos contratos está colocada como cláusula geral e serve para colocar limites à vontade das partes, nivelando a relação de desigualdade existente entre consumidor e fornecedor; também possibilita a revisão contratual, em caso de excessiva onerosidade, promovendo, assim, a redução de valores exorbitantes das multas contratuais.

Feita essa análise, Efig e Santos verificaram as possibilidades de aplicação do princípio da função social aos smart contracts, pois eles são autoexecutáveis, obrigatórios, irretroativos. Ressaltaram que o smart contract é contrário ao princípio da função social do contrato, pois tecnicamente, torna-se impossível estabelecer limites para os interesses privados das partes, para atender os interesses sociais. Também seria inviável modular os efeitos resultantes pelos termos da avença, porque, após serem celebrados, os contratos produzirão seus efeitos automaticamente, tornando a medida irreversível pelo mesmo contrato.

Os contratos celebrados em tecnologia Blockchain não admitem ordem judicial que o modifique ou o resolva, porque a tecnologia foi feita, exatamente, para impedir a reversibilidade dos comandos programados. Além disso, uma decisão judicial não conseguiria limitar um código computacional autoexecutável que contém o smart contracts registrado. A decisão judicial se torna



ineficaz, quando aplicada aos smart contracts, em decorrência de a tecnologia Blockchain oferecer mais confiança e segurança às partes contraentes, pois ela é programada de modo que fatores externos não possam alterar a lógica contratual estabelecida originalmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que a tecnologia Blockchain é considerada inovação do Século XXI. A Blockchain é eficiente na verificação operacional e regulatória. Erros de cobrança e fraudes podem ser resolvidos pelo uso da tecnologia Blockchain. Satoshi Nakamoto criou a tecnologia Blockchain, que propõe uma alternativa descentralizada aos sistemas de publicidade das alienações, capaz de abalar o sistema de contrato tradicional e o sistema de registro, com potencialidade de servir mais do que o dinheiro, pois abrange todo o universo dos instrumentos financeiros, e vai muito além do mundo financeiro, como demonstra a Lichtenstein Blockchain act de 1.1.2020, que faz a concepção da regulação da tokenização, que inclui todos os tópicos fundamentais de uma teoria completa da circulação jurídica.

Os smart contracts, quando realizados por meio da tecnologia Blockchain se tornam imutáveis. Eles situam-se em lugar específico da Blockchain com um único endereço. Os nós identificam o contrato, enviam criptomoeda para o endereço e, na sequência, o protocolo de consenso realiza o processo de verificação.

Os smart contracts são códigos de computador que executam instantaneamente acordos. Alguns autores os consideram uma tecnologia, um software, sem qualquer conotação jurídica, no entanto

pode vir a produzir consequências na área jurídica. A tecnologia smart contracts pode ser utilizada para produzir um testamento, por exemplo, e especificar a transferência das criptomoedas da conta do falecido para a conta eletrônica do herdeiro, com possibilidades de incluir condições.

Cantari (2022, p.1546) considera que, se os termos registrados em linguagem computacional podem ser lidos e compreendidos pelas partes interessadas e também verificados por outros (juízes e árbitros) auxiliados por experts, consequentemente, não há problema com a linguagem computacional. Outrora o Direito Contratual precisou ser adaptado aos novos textos que foram surgindo (cartas, telegramas, e-mails). Similarmente isso passa a ocorrer com o smart contracts. Parece importante ressaltar que ao submeterem suas chaves privadas, criptografadas, para firmarem um smart contracts, criado na tecnologia Blockchain, as partes contratantes provam o comprometimento e a confirmação de que não há diferença entre smart contracts e contrato tradicional. Isso se justifica, pois há necessidade de acordo entre as duas partes, fundado em regras de oferta e aceitação. A oferta fica evidente pela proposição do smart contracts, na plataforma blockchain. Após preenchido, devidamente, o smart contracts pode ser aceito, por meio de ato de chave privada criptográfica ou pela conduta. O envolvimento humano vai ser necessário sempre, pois apesar de ser automatizado, o smart contracts vai precisar de que as partes contratantes expressem seu desejo, para garantir a efetividade do smart contracts. A tecnologia ainda é criatura; e não criador. A autonomia da tecnologia é determinada pelo



querer humano, pois o homem é o sujeito, o ator, o agente promotor de todas as ações sociais, econômicas, industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTARAN, Mohsen. Blockchain Technology in healthcare: challenges and opportunities. *International Journal of Healthcare Management*. DOI: 10.1080/20479700.2020.1843887. DOI: 10.1080/20479700.2020.1843887.

BRASIL. Medida Provisória n.2.200-2, de 24 de agosto de 2021. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo*, Brasília, DF, 24 de agosto de 2021, p. 65.

Brasil. Tribunal de Contas da União. Relator Ministro Aroldo Cedraz. **Levantamento da tecnologia blockchain**. Brasília: TCU, Secretaria das Sessões (Seses), 2020.

CANTALI, Rodrigo Ustárroz. Smart Contracts e Direito Contratual: primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. **RJLB**, ano 8, n.3, 2022, p.1529-1566.

CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; NÓBREGA, Marcos. Smart Contracts ou “Contratos Inteligentes”: o mundo na era do blockchain. **Revista Científica Disruptiva.CERS**, V.II, n.1, jan-jun, 2020, p. 90-116.

DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. SMART CONTRACTS: CONCEITOS, LIMITAÇÕES, APLICABILIDADE E DESAFIOS. **RJLB**, n.6, ano 4, 2018, p.2771-2808.

EFING, Antonio Carlos; SANTOS, Adrielly Pinheiro dos. ANÁLISE DOS SMART CONTRACTS À LUZ DO PRINCÍPIO DA FUNÇÃO SOCIAL DOS CONTRATOS NO DIREITO BRASILEIRO. **Direito e Desenvolvimento**, v 9, n.2, 2018, p. 49-64.

GOMES, Vinícius José Ferro. **Blockchain: um panorama científico e tecnológico**. Maceió, 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação)

– Instituto de Química e Biotecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

HELGUERA, Carlos de Cores. Criptoativos y circulación jurídica. **Tutela Jurídica do Corpo Eletrônico: novos desafios ao direito digital**. Indaiatuba, SP: Foco, 2022. E-book.

MACHADO, José Manuel Pinho Leite Rodrigues. A Blockchain e o Direito: os Smart Contracts em especial. Porto, Portugal, 2022. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito- Escola do Porto, Portugal, 2022.

MARCHSIN, Karina Bastos K. **Blockchain e smart contracts: As inovações no âmbito do Direito**. Editora Saraiva, 2022. *E-book*. ISBN 9786555599398. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555599398/>. Acesso em: 31 jul. 2023.

MATURANA, Murilo Pichioni. Aspectos jurídicos e regulatórios da blockchain e dos ativos virtuais: como a tecnologia blockchain está transformando mercados, economias e o direito. 2022. Monografia. Curso de Direito. PUC de São Paulo, 2022.

PORTO, Antônio Maristrello; LIMA JÚNIOR, João Manuel de; e SILVA, Gabriela Borges. Tecnologia Blockchain e Direito Societário. **RIL**, Brasília a 56, n. 223, jul/set, 2019, p.1130.

VIANNA, Fernando Ressetti Pinheiro Marques; SILVA, Petterson Cristian Grendel; e PEINADO, Jurandir. O Blockchain e suas aplicações para além das criptomoedas: uma revisão sistemática de literatura. **Revista de Tecnologia Aplicada (RTA)**, Campo Limpo Paulista, SP, v.9, n.1, jan-abr, 2020, p. 67-81.