

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS - CCJE
FACULDADE NACIONAL DE DIREITO - FND

VINICIUS DE OLIVEIRA COELHO

BLOCKCHAIN, SMART CONTRACTS E ARBITRAGEM COMO MÉTODO ASSERTIVO
PARA RESOLUÇÃO DE CONFLITOS

RIO DE JANEIRO
2022

VINICIUS DE OLIVEIRA COELHO

***BLOCKCHAIN, SMART CONTRACTS E ARBITRAGEM COMO MÉTODO
ASSERTIVO PARA RESOLUÇÃO DE CONFLITOS***

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito, sob a orientação do **Professor Dr. Marilson dos Santos Santana**.

Data da Aprovação: ___/___/_____.

Branca Examinadora:

Orientador: Prof., Dr. Marilson dos Santos Santana

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Membro da Banca

Membro da Banca

RIO DE JANEIRO
2022

CIP - Catalogação na Publicação

C785b Coelho, Vinicius de Oliveira
BLOCKCHAIN, SMART CONTRACTS E ARBITRAGEM COMO
MÉTODO ASSERTIVO PARA RESOLUÇÃO DE CONFLITOS /
Vinicius de Oliveira Coelho. -- Rio de Janeiro,
2022.
72 f.

Orientador: Marilson dos Santos Santana.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade
Nacional de Direito, Bacharel em Direito, 2022.

1. Smart Contract. 2. Blockchain. 3. Arbitragem.
I. Santana, Marilson dos Santos, orient. II. Título.

À minha família, minha namorada e meus amigos, com toda a gratidão da minha existência.

“Podemos fugir da adversidade ou podemos enfrentá-la de frente e conquistá-la.” – Conor McGregor.

AGRADECIMENTOS

Assim como muitos alunos que vieram e virão, passei os piores e os melhores momentos da minha vida sendo aluno desta faculdade. Nestes momentos, tive apoio e alento de pessoas que não poderei deixar de agradecer em toda e qualquer oportunidade que eu tiver nesta vida. Portanto, não só dedico este trabalho de conclusão à essas pessoas, mas me sinto no dever de nomeá-los e eternizar meu agradecimento.

Agradeço ao meu pai, Luiz Fernando da Conceição Coelho, por caminhar diariamente o pior dos caminhos para que seus filhos jamais reivindicuem a educação. Sua disciplina é um fino código a ser seguido, e eu vou seguir seus passos até o último dos meus dias. Obrigado por ser meu ponto de apoio durante esse difícil período.

À minha mãe, Simone Cristina de Oliveira, que para sempre será minha melhor amiga. Você sempre será meu maior exemplo de amor e cuidado. Sempre me considerarei o ser humano de maior sorte por ter você como mãe. Sua leveza é, e sempre será, minha maior qualidade.

Aos meus irmãos, Douglas de Oliveira Coelho e Daniel Miranda Coelho, por serem minhas maiores referências de carinho e cuidado, vocês serão, para sempre, meu mais importante ponto de apoio, e espero que eu possa ser o irmão que vocês merecem.

Um agradecimento especial à minha namorada, Brenda Lopes, que foi meu maior pilar neste período de faculdade. Desde que te conheci fui uma pessoa feliz em essência, você transforma meu mundo em um lugar que vale a pena. Te amarei para sempre, e espero que possamos passar por todas as pequenas e grandes conquistas juntos, com a leveza e o amor de sempre.

Imenso agradecimento aos meus irmãos de livre escolha, Gabriel Spolidoro, João Victor Fonseca e Lucca Padilha, vocês me mostram dia após dia o valor da lealdade e apoio, devo muito a vocês, minha gratidão é eterna.

À minha madrasta Alinne Miranda, que, mesmo sem qualquer obrigação, me adotou como se filho fosse, me apoiando de todas as formas possíveis, sua presença na minha vida é muito importante e sempre farei de tudo para tê-la por perto.

Não poderiam faltar agradecimentos ao privilégio de ter vivido a maior parte da minha vida ao lado dos meus irmãos Raphael Fernandes e João Teotônio, vocês partiram mais cedo do que o combinado, mas levo suas essenciais em mim até o fim dos meus dias.

Por fim, agradeço ao meu orientador, o professor Marilson Santana, por ter aceitado este desafio e me auxiliado com generosa paciência e dedicação.

RESUMO

A tecnologia *Blockchain*, juntamente com a moeda digital Bitcoin, têm seu surgimento em 2008, a invenção de Satoshi Nakamoto (pseudônimo) apresentou seu potencial disruptivo de maneira rápida. Sua imutabilidade, transparência e publicidade permitiram que diversas aplicações fossem criadas com o objetivo de facilitar as relações entre pares no espaço cibernético. A partir do seu desenvolvimento, na chamada segunda geração da *blockchain*, permitiu a implementação dos contratos inteligentes idealizados por Nick Szabo em 1997. Os *smart contracts* podem ser reduzidos à programas registrados na *blockchain* que, através de instruções manifestadas através de linhas de códigos, permitem a execução de termos contratuais assim que atendidas as condições estipuladas pelos próprios códigos, baseando-se na lógica “se os termos foram atendidos, a prestação é executada”. Por conta de sua natureza descentralizada, os contratos inteligentes não contam com terceiros confiáveis que possam mediar seus conflitos e se responsabilizar por possíveis falhas de cumprimento dos termos contratados, assim, naturalmente surge a necessidade de uma resolução assertiva do conflito. A peculiaridade do contrato e sua interdisciplinaridade acabam por enfraquecer a efetividade de uma possível intervenção do judiciário, o que impõe a necessidade de utilização dos métodos assertivos de resolução de conflitos. Ao passo que a espécie de heterocomposição de conflitos que melhor se relacionaria com a natureza disruptiva e interdisciplinar dos litígios advindos das relações regidas por *smart contracts*, além de ser potencialmente impactada por sua tecnologia, é a Arbitragem. O presente trabalho monográfico busca apresentar a tecnologia *blockchain*, juntamente com a tecnologia dos contratos inteligentes e suas aplicações, sustentando a tese de que a Arbitragem é o método mais assertivo de resolução de conflito apto a resolver tais litígios de maneira otimizada.

Palavras-Chave: Smart Contract; Blockchain; Direito Digital; Arbitragem.

ABSTRACT

Blockchain technology, along with Bitcoin digital currency, has its emergence in 2008, the invention of Satoshi Nakamoto (pseudonym) quickly presented its disruptive potential. Its immutability, transparency and publicity have allowed several applications to be created with the goal of facilitating peer relationships in cyberspace. From its development, in the so-called second generation of blockchain, it allowed the implementation of smart contracts conceived by Nick Szabo in 1997. Smart contracts can be synthesized to programs registered in the blockchain that, through instructions expressed through lines of code, allow the execution of contractual terms as soon as the conditions stipulated by the codes are met, based on the logic “if the terms have been met, the service is delivered.” Due to their decentralized nature, smart contracts do not rely on trusted third parties that can mediate their conflicts and be responsible for failures to comply with the contracted terms, thus, naturally, the need for an assertive conflict resolution arises. The peculiarity of the contract and its interdisciplinarity end up weakening the effectiveness of judiciary interventions, which imposes the need to use assertive methods of conflict resolution. While the type of Alternative Dispute Resolution of conflict that would best relate to the disruptive and interdisciplinary nature of disputes arising from relationships ruled by smart contracts, in addition to being impacted by its technology, is Arbitration. The present final paper seeks to present blockchain technology and the smart contracts technology and its applications, supporting the thesis that Arbitration is the most assertive method of conflict resolution suitable for to resolve such disputes optimally

Keywords: Smart Contract; Blockchain; Digital Law; Arbitration.

LISTA DE ABREVIATURAS

WEB	Rede mundial de computadores
OAB	Ordem dos Advogados do Brasil
IOT	Internet das Coisas
BTC	<i>Bitcoin</i>
P2P	<i>Peer-to-peer</i>
POW	Proof of work
NTF	Non-Fungible Token
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
DAO	Decentralized Autonomous Organization
DeFi	Decentralized Finance
ODR	Online Dispute Resolution

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Demonstrativo de funcionalidade de uma <i>blockchain</i>	18
Figura 2: Demonstrativo de funcionalidade de <i>hash</i> nos blocos	20
Figura 3: Rede Centralizada vs Rede Descentralizada.....	24
Figura 4: Máquina de Venda e funcionamento do Smart contract.....	39
Figura 5: Casos Novos por Ano.....	58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 A TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i>	15
1.1 Origem e Funcionamento.....	15
1.2 Segurança Oferecida	18
1.3 Validação descentralizada.....	21
1.4 Funcionamentos Práticos da <i>Blockchain</i>	24
1.5 Para além das criptomoedas – Aplicações práticas existentes.....	27
1.6 Desafios enfrentados pela tecnologia.....	30
1.7 Impactos da <i>Blockchain</i> no Direito.....	34
2 <i>SMART CONTRACTS</i>	38
2.1 Origem e Funcionamento.....	38
2.2 Plataformas <i>Blockchain</i> para a Construção de <i>Smart Contracts</i>	42
2.3 Benefícios da Implementação	43
2.4 Desafios de Implementação	45
2.5 A Validade dos <i>Smart Contracts</i> à Luz do Direito brasileiro.....	46
2.6 Aplicações Práticas Atuais.....	47
2.7 Potenciais Litígios.....	50
3 METODOS ASSERTIVOS DE RESOLUÇÃO DE CONFLITOS E <i>SMART CONTRACTS</i>	53
3.1 Dificuldades no Ajuizamento de Conflitos advindos das relações regidas por <i>Smart Contracts</i> no Judiciário brasileiro	53
3.2 Arbitragem de Litígios nas Relações Regidas por <i>Smart Contracts</i>	54
3.3 A Arbitragem e os Métodos Assertivos de Resolução de Conflito na Redução do Excesso de Judicialização	57
3.4 Aplicações Práticas da Arbitragem de litígios em <i>Smart Contracts</i>	60
3.5 Possíveis Impactos da <i>Blockchain</i> e <i>Smart Contracts</i> no Instituto da Arbitragem....	63
CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

INTRODUÇÃO

O Direito, experimenta, atualmente, diversas mutações provenientes da era digital. Os novos cenários proporcionados pelos recursos tecnológicos repercutem de maneira agressiva nas mais diversas áreas jurídicas. A internet se mantém como principal fator de acesso à informação e globalização, possibilitando a construção de uma sociedade baseada na troca de informações e experiências entre indivíduos, governos e instituições privadas. Diversas possibilidades têm seu forçoso advento, o que implica a criação de um novo entendimento do Direito em uma sociedade de integração digital.

Neste interim, é notório o fato de que as relações vêm sendo diariamente afetadas pela revolução digital, marcada pelas transformações econômicas e sociais que se tornam cada vez mais complexas. O aparato jurídico como um todo vem experienciando reflexos das novas tecnologias que possuem potencial para revolucionar a maneira com a qual nos relacionamos.

Uma das principais e mais estudadas tecnologias disruptivas atualmente é o sistema de cadeia de blocos criptografados denominado de *Blockchain*. A *Blockchain* possui diversas aplicabilidades e vantagens em relação aos sistemas atualmente utilizados, o que torna a tecnologia atrativa para diversos setores, tanto da economia, quanto da sociedade como um todo.

Sua principal e mais popular utilização são as chamadas criptomoedas, que se utilizam da cadeia descentralizada de blocos para seu armazenamento e registro de transações. A tecnologia *blockchain* surpreende pela sua natureza descentralizada, transparente e imutável, além de ser facilmente auditada, o que culmina por mitigar os principais riscos transacionais vistos nos dias de hoje.

Após o advento da tecnologia *blockchain*, um conceito relativamente abandonado recebe luz e mostra seu potencial disruptivo. A tecnologia dos *smart contracts* permite a criação de um contrato que têm seus termos registrados em códigos, que, além de ditarem as prestações contratuais, é responsável por executar o contrato de maneira automática.

Ressalta-se que, ainda que de grande interesse de pesquisadores e estudiosos, os temas que envolvem a tecnologia *blockchain* e suas derivações são pouco abordados por doutrinas

tradicionais. Isso se dá pela sua recente criação, sua ainda inexpressiva utilização prática e a ausência de regulamentação no Brasil.

A inovação, ainda que não regulamentada pelo Direito brasileiro, demonstra que será um importante provedor e facilitador das relações no cyber espaço. Seu código permite a criação de contratos dos mais variados e revolucionários, que se beneficiam da natureza imutável, transparente e de baixo custo para promover uma maior acessibilidade.

Neste mar de inovações, notam-se potenciais litígios advindos da utilização ampla dos contratos inteligentes, que, como qualquer outro contrato, embarca riscos inerentes as relações que regula, sendo, portanto, uma das preocupações do presente estudo.

No primeiro capítulo, a tecnologia *blockchain* entra em foco com o objetivo de demonstrar seu surgimento, funcionamento e potencial disruptivo, neste capítulo serão abordadas utilizações práticas e teóricas da ferramenta, assim como os horizontes abertos por seu advento, buscando a demonstração dos motivos da *blockchain* ser entendida como tecnologia segura e provedora de consenso.

A tecnologia *blockchain* permitiu a implementação de sistemas antes planejados, por meio de sua criptografia e modelo de funcionamento, tornando possível a implementação dos contratos inteligentes pensados no século passado. No segundo capítulo, objetiva-se a introdução ao conceito de tais contratos inteligentes, seu funcionamento, as possíveis aplicações práticas, os desafios e, por fim, os possíveis conflitos advindos da utilização da tecnologia.

No tocante aos possíveis litígios inerentes as relações regidas pelos contratos inteligentes, o terceiro capítulo traça um panorama entre a necessidade de resolução de tais conflitos de forma descentralizadas e um modelo de arbitragem como meio apto para dar resoluções práticas a tais conflitos.

Finalizando, a conclusão do presente estudo apresta amarração das tecnologias expostas, suas utilizações, seus potenciais disruptivos individuais, os conflitos inerentes às relações que se utilizam destas e o meio apto a resolvê-los.

1 A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

1.1 Origem e Funcionamento

A tecnologia *blockchain*, juntamente com a moeda digital Bitcoin, têm seu surgimento em 2008, com a publicação do artigo “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” de Satoshi Nakamoto¹, no qual os dois termos foram originalmente apresentados.

A *blockchain*, traduzida para o português, cadeia de blocos, trata-se, em síntese, de uma sequência de blocos criptografados que carregam informações. Essa técnica de registro foi originalmente descrita no ano de 1991 por Stuart Haber e W. Scott Stornetta em artigo publicado no *journal of cryptology*² e buscava como propósito inicial o registro de data e hora em documentos digitais, o que era uma grande preocupação com o surgimento da internet, haja vista a facilidade de alteração de informações básicas dos documentos por meio de códigos simples.

De toda forma, este primeiro modelo teórico seguiu relativamente inutilizado até sua adaptação por Satoshi Nakamoto em 2009, que assim o fez como objetivo de criar a celebrada criptomoeda que hoje é conhecida como *bitcoin*.

A tecnologia funciona como um livro-razão distribuído para todos os usuários que possuem acesso à cadeia de blocos. Sua propriedade mais atrativa é encontrada na impossibilidade de alteração de dados após seu registro na cadeia.

A *Blockchain* é a tecnologia central para a existência e funcionamento da moeda digital *Bitcoin*. A invenção disruptiva tem seu recente aquecimento devido a apresentação de uma ampla gama de aplicações que ultrapassa de forma surpreendente os limites imaginários de seu propósito inicial. Apresentando, conforme citado, uma segurança e imutabilidade de registros

¹ Satoshi Nakamoto é o pseudônimo utilizado pela pessoa, ou pessoas que inventaram a moeda digital Bitcoin e desenvolveram o primeiro banco de dados em Blockchain. SATOSHI NAKAMOTO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Satoshi_Nakamoto&oldid=62295468>. Acesso em: 02 de mar. de 2022

² Haber, Stuart; Stornetta, W. Scott. «How to time-stamp a digital document». *Journal of Cryptology*. . 1 de janeiro de 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00196791>. Acesso em: 03 de mar. de 2022.

que atrai diversas áreas profissionais na sociedade moderna, que passa por sua quarta revolução industrial³.

Sobre a quarta revolução mundial, leciona Valeria Perasso:

Agora, a quarta mudança traz consigo uma tendência à automatização total das fábricas - seu nome vem, na verdade, de um projeto de estratégia de alta tecnologia do governo da Alemanha, trabalhado desde 2013 para levar sua produção a uma total independência da obra humana. A automatização acontece através de sistemas ciberfísicos, que foram possíveis graças à internet das coisas e à computação na nuvem. Os sistemas ciberfísicos, que combinam máquinas com processos digitais, são capazes de tomar decisões descentralizadas e de cooperar - entre eles e com humanos - mediante a internet das coisas.⁴

Com o advento da quarta revolução industrial, a sociedade dá suas boas-vindas à chamada *web 3.0* que traz como inovação experiências mais integradas com a rede mundial de computadores, onde as informações atuam de maneira ainda mais eficazes aos seus propósitos e os usuários possuirão métodos realistas de imersão no conteúdo, além de uma relação cada vez mais íntima com outros usuários em ambiente cibernético.

Para além de tais inovações, a integração da vida cotidiana com uma rede de informações e automações trazem cada vez maiores facilidades para o dia a dia do indivíduo que possui acesso à tais tecnologias. Essa integração é comumente denominada de ‘internet das coisas’ que, por mais que não tenha um conceito único, pode ser entendido como um ambiente de integração entre objetos físicos presentes na sociedade em geral, com a internet, seja por meio de sensores ou de registros reconhecidos. Neste último panorama, temos forte crescimento da utilização da tecnologia *blockchain*

A tecnologia traz informações criptografadas em forma de cadeia de blocos, onde cada bloco é conectado ao último por um algoritmo que mapeia esses dados de comprimento variado para dados de comprimento fixo, chamado de “*Hash*”⁵

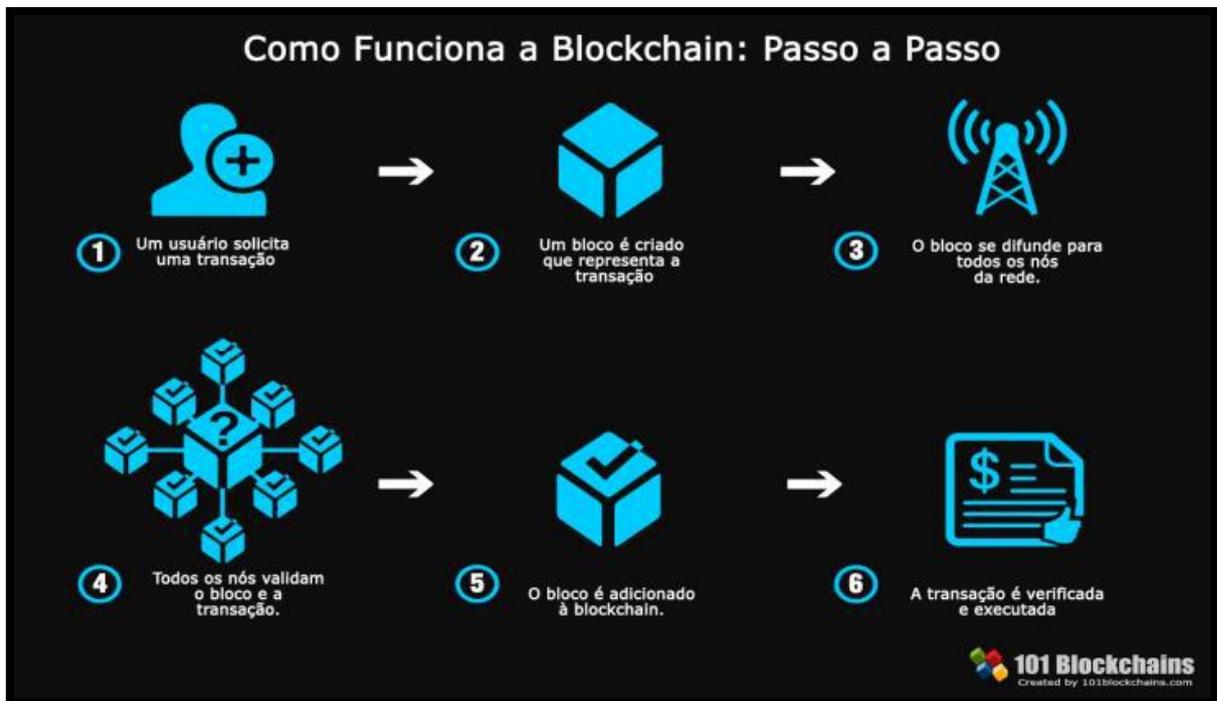
³ KLAUS, SCHWAB. Começou a 4ª revolução industrial, 2017 Disponível em: <http://www.revistahsm.com.br/inoacao/comecou-4a-revolucao-industrial/> Acesso em 03 de junho de 2021.

⁴ PERASSO, Valéria. O que é a 4ª revolução industrial – e como ela deve afetar nossas vidas. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309/> Acesso em 10 de junho de 2022.

⁵ Um *hash* é uma sequência de bits geradas por um algoritmo de dispersão, em geral representada em base hexadecimal, que permite a visualização em letras e números (0 a 9 e A a F), representando um *nibble* cada. Em termos não técnicos, *Hash* é a transformação de dados volumosos em informação simples.

A cadeia de blocos pode ser explicada pela figura abaixo:

Figura 1: Demonstrativo de funcionalidade de uma *Blockchain*



Fonte: 101blockchain.com

Há diversos tipos de *blockchains*, dentre as mais relevantes estão:

- *Blockchain* pública: São amplas redes difundidas, que não apresentam, portanto, restrições de entrada, descentralizada e com participação potencialmente igualitária entre os membros dessas redes. O grande exemplo de utilização de *Blockchain* público é a criptomoeda *Bitcoin*.

- *Blockchain* privada: Estas seguem o caminho reverso da anterior. Neste o controle é mais centralizado no tocante ao ingresso na rede, para qual, se faz necessário o consentimento de um indivíduo ou organização. Sistemas de troca de dados relacionados a sistemas de saúde são exemplos de utilização deste modelo.

- *Blockchain* de federada: Modelo que surge para suprir a necessidade de manter transparência, descentralização e facilidade do modelo público, porém, com manter certo controle. Neste modelo, alguns usuários podem ter mais acesso do que os outros, o que se

mostra um atrativo para empresas no geral, permitindo o acesso à informação dependendo da hierarquia de certos funcionários.

- *Blockchain* semiprivada: Este modelo mescla características do modelo público e do modelo privado. Assim, este modelo permite que uma única organização administre a entrada de membros, porém, o faz por meio de critérios estabelecidos previamente, permitindo a entrada de qualquer membro que atenda aos critérios. Este modelo é o modelo preferível pelos governos e nas transações *business to business*.

A *Blockchain* se apresenta para muitos como uma grande rede de confiança. Sua estrutura, conforme citado, é totalmente distribuída aos participantes que possuem as chaves criptografadas, o que destrói a ideia de uma central de informações que possa ser atacada e alterada. Além de não trazer a necessidade de um terceiro nas relações que opera, dado a sua natureza descentralizada.

Tal natureza descentralizada permitiu a criação de moedas digitais como a moeda *bitcoin*⁶ que funcionam, assim como diversas outras funcionalidades possibilitadas pela tecnologia, por meio de um consenso alcançado pela distribuição das informações operacionais das trocas financeiras que ocorrem na *Blockchain* pública na qual são registradas as operações, sendo estas validadas pelo registro na cadeia de blocos de acesso público para todos os participantes, tornando impossível sua invasão e mutação.

1.2 Segurança Oferecida

A busca pela segurança de dados e transações se torna cada dia mais importante na sociedade, com o surgimento de diversas novas camadas de invasões cibernéticas e utilizações criminosas de dados fornecidos por terceiros ou pelos próprios donos é imprescindível que a sociedade alcance métodos que contem com segurança sólida, imutabilidade e registro claro, com a finalidade de controlar más utilizações e responsabilizar maus utilizadores.

⁶ ULRICH, Fernando. O Bitcoin é uma forma de dinheiro, assim como o real, o dólar ou o euro, com a diferença de ser puramente digital e não ser emitido por nenhum governo. O seu valor é determinado livremente pelos indivíduos no mercado. Para transações online, é a forma ideal de pagamento, pois é rápido, barato e seguro. **Bitcoin – A moeda na era digital**. 2014. Disponível em: <https://www.letracapital.com.br/produto/bitcoin-a-moeda-na-era-digital/#:~:text=O%20Bitcoin%20%C3%A9%20uma%20forma%20de%20pagamento%20que%20é%20rápido,%20barato%20e%20seguro.> Acesso em 03 de mar. de 2022.

A tecnologia *blockchain* embarca os desenvolvimentos tecnológicos da razão distribuída e a criptografia dos dados inseridos, permitindo uma sólida imutabilidade, transparência e descentralização dos dados inseridos nos blocos que formarão a cadeia.

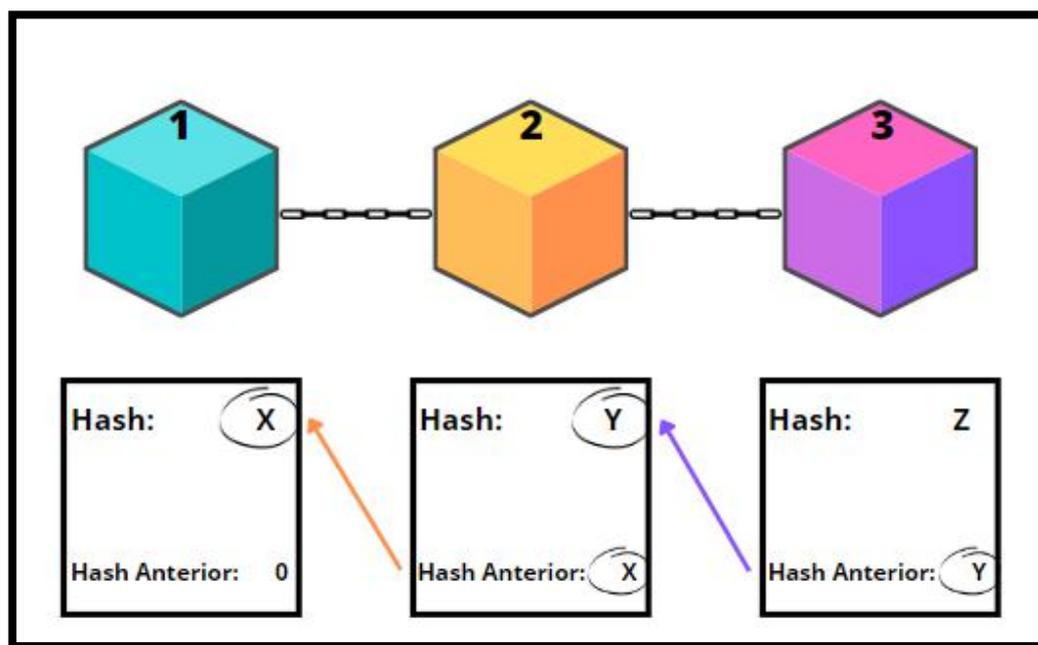
Sua imutabilidade deve-se ao fato de que todo bloco que formará a cadeia possui um *hash*, que age como uma identidade, ou uma espécie de biometria para cada bloco, este *hash* é responsável por identificar um bloco e todo seu conteúdo, sendo sempre único para cada bloco, assim como uma digital é para um ser humano.

Quando um bloco é criado, seu *hash* está sendo calculado, o que pressupõe que qualquer alteração de conteúdo do bloco desencadeará uma mudança no *hash*, em outras palavras, o *hash* de um bloco é muito útil quando se precisa detectar qualquer alteração no bloco em análise. Se o *hash*, ou seja, a biometria de um bloco, muda, então aquele não se trata do mesmo bloco.

Outro fator de segurança que garante a imutabilidade dos blocos de uma cadeia é a necessidade de um bloco conter o *hash* do bloco passado. Isso cria de maneira efetiva uma corrente de blocos, e é essa técnica que faz a tecnologia ser tão segura. Todos os blocos trazem consigo o seu próprio *hash* e, também, o *hash* do último bloco.

Este modelo é representado pela figura abaixo:

Figura 2: Demonstrativo de funcionalidade de *hash* nos blocos



Fonte: Próprio autor.

Desta maneira, na ocorrência de qualquer alteração indevida nos blocos, seu *hash* será alterado, haja vista que este não será o mesmo bloco a partir de sua alteração, e, em consequência, todos os blocos subsequentes serão inválidos, pois estes não possuirão mais um registro de *hash* anterior válido, portanto, alterar um dos blocos transforma todos os outros blocos em blocos inválidos.

Porém, usar um *hash* por bloco não é o suficiente para efetivamente impedir alterações indevidas, por isso, a cadeia de blocos é descentralizada, o que significa que a tecnologia se utiliza de uma rede *peer to peer*(P2P)⁷ onde todos possuem permissão para fazer parte, desde que se trate de uma *blockchain* pública, como a que se utiliza a criptomoeda *bitcoin*.

⁷ *Peer-to-peer*, na tradução para o português, significa ponto a ponto. Na informática, o termo se refere a um tipo de arquitetura de rede de computadores em que cada participante (ponto) é também um servidor, e ajuda a manter o sistema funcionando. Esse tipo de organização é diferente daquela vista em uma rede de computadores convencional, chamada de cliente/servidor. Nesse modelo tradicional, há apenas um servidor central, pertencente a alguma entidade, provendo determinado serviço aos clientes (nome usado para identificar aqueles que requisitam o serviço do servidor). (Sem autor: O que é Peer-to-Peer (P2P)? Entenda a relação dessa tecnologia com criptos. InfoMoney. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/guias/peer-to-peer-p2p/>).

Os participantes são inseridos na *blockchain* elucidada por meio de uma chave pública, o que significa dizer que a *blockchain* é de livre acesso a qualquer indivíduo que tiver interesse em fazer parte.

A partir de sua entrada, toda a cadeia de blocos estará disponível na rede do participante. Esta cadeia é imutável e não possui restrições de visualização, ou seja, para a alteração maliciosa, seria necessário alterar toda a cadeia de blocos na rede de mais da metade dos participantes da *blockchain*, transformando os participantes em um sistema ativo de consenso na verificação dos blocos, passando a funcionar como uma espécie de confirmação de veracidade das informações registradas e criptografadas pelos *hashes*.

Assim, sempre que um bloco for registrado, todos os blocos serão distribuídos para os participantes da rede, tornando impossível uma alteração indesejada, pois esta alteração teria de ser realizada na rede de todos os membros daquela *blockchain*, ao invés de somente precisar alterar o registro em um sistema centralizado como comumente é utilizado pelos serviços de registro.

Tanto a inviolabilidade dos registros em blocos, quanto a descentralização de validação das operações realizadas nos blocos, sejam registros ou mesmo trocas, mitigam os riscos de operações fraudulentas e ataques *hakers* à cadeia de bloco, transformando a tecnologia em algo muito atrativo, a justificar o grande interesse e investimento em suas possíveis aplicabilidades.

1.3 Validação descentralizada

Ainda que existam *blockchain* centralizadas, A descentralização é tida como uma das principais características do design da tecnologia, sendo o fator principal para sua caracterização como tecnologia *peer-to-peer*, sendo, também, o principal fator para a existência de um sistema de validação por consenso nas *blockchains*.

No contexto de uma *blockchain* descentralizada, quando um novo bloco é criado e enviado para sua validação, cada usuário/participante daquela rede tem a escolha de adicionar aquele bloco à sua cópia da cadeia de blocos ou simplesmente ignorá-lo. O consenso, neste

caso, existe para assegurar a ampliação da cadeia de blocos e prevenir tentativas fraudulentas e ataques à rede.

Considerando que a *blockchain* pública é absolutamente titânica e amplamente compartilhada com pessoas ao redor do mundo, qualquer indivíduo pode realizar a atualização da cadeia. Quando um participante resolve adulterar um bloco de maneira desleal, aquele bloco restará divergente da cadeia possuída pelo resto dos participantes que atualizaram a rede.

Essa validação descentralizada é denominada como consenso⁸ e é absolutamente necessário para que as *blockchains* funcionem em escala global com a segurança e imutabilidade garantidas. O algoritmo de consenso deve, em todo caso, assegurar que todos os usuários tenham, simultaneamente, uma cópia idêntica da cadeia de blocos e deve sempre desconsiderar uma central responsável por averiguar adulterações na cadeia, permanecendo sempre descentralizado.

Dessa feita, toda mensagem transmitida pela cadeia de blocos deverá ser aprovada pela maioria dos usuários que possuem acesso àquela *blockchain*, sendo essa aprovação realizada por um algoritmo de consenso da *blockchain*, promovendo resistência a falhas e tentativas de ataques à cadeia de blocos para alterá-los ou corrompê-los.

Nos sistemas de transação convencionais, é possível observar com unanimidade a figura de uma autoridade ou centro autorizativo responsável pela deliberação das transações realizadas, ou pelo tratamento e armazenamento dos dados e informações depositadas ou coletadas. Isso se dá pela necessidade de confiança nas transações realizadas, implicando na responsabilização desta figura centralizada em caso de fraudes, registros falsos, ataques ou falsificações.

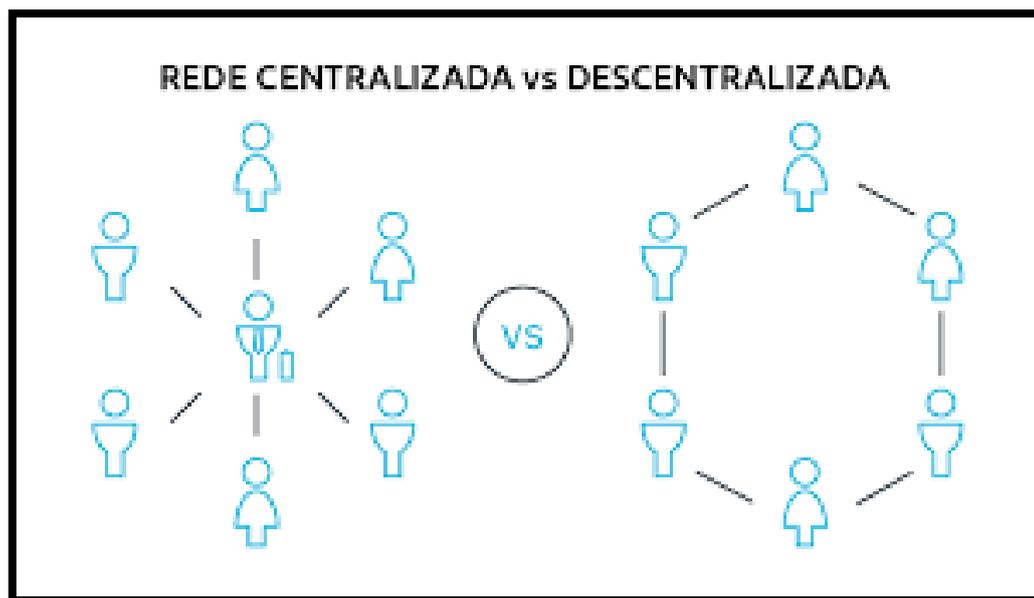
⁸ MANTELI, Fábio Mathes. “O consenso é definido como a verificação completa da exatidão de uma transação que compreende um bloco no ledger. É alcançado quando a ordem e os resultados das transações atendem às políticas definidas pelos participantes e ocorre durante o ciclo de vida da transação. As políticas definidas são imprescindíveis, pois definem quais membros específicos devem endossar uma transação. Ademais, o chaincode garantem que as políticas adotadas sejam aplicadas e mantidas.” *Blockchain E Smart Contracts: Transações Peer-To-peer Para Comercialização De Energia Elétrica De Microrredes* p. 216. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1151/Fabio%20Mantelli%20TCC%20Blockchain%20e%20Smart%20Contracts.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de mar. de 2022.

Ainda que seja esse o motivo principal, a falta de confiança em um sistema sem esta figura interventiva se mostra como um fator crucial para a manutenção desses modelos, onde este terceiro pode acabar com o controle de todas as transações em determinada área de atuação, ou até mesmo cobrando valores ou percentuais descabidos como forma de remuneração pelos serviços e riscos que corre.

Retirando a centralização do contexto de transações monetária e seus registros transacionais, é possível verificar que a figura da autoridade responsável é encontrada na maioria das relações e serviços da sociedade, tanto no âmbito das compras e serviços, como nas relações institucionais. Essas relações centralizadas possuem um custo para todos os participantes, custo esse que acaba por remunerar etapas de um processo que poderiam ser facilmente erradicadas por meio de uma transação descentralizada realizada de maneira segura e confiável.

A centralização das relações pode ser traduzida de maneira básica pela imagem:

Figura 3: Rede Centralizada vs Rede Descentralizada



Fonte: criptofy.com

Neste panorama descentralizado encontra-se a tecnologia *blockchain*, que por trazer uma segurança de imutabilidade e um método confiável de validação dessas transações acaba por mitigar a função de uma autoridade centralizadora, que eleva o custo dessas operações justamente pelo risco inerente à função.

Uma significativa analogia a ser feita no objetivo de aclarar ainda mais o significado de descentralização reside na análise funcional dos árbitros de partidas esportivas. Em uma partida de tênis, por exemplo, conta-se com um arbitro ao centro da quadra e dois auxiliares nas extremidades da quadra, o arbitro é responsável por observar a partida e contabilizar pontos e sets a favor dos jogadores, assim como faltas e controle do tempo de partida. O arbitro exerce essa função de maneira centralizada, não havendo interferência de qualquer outra pessoa no seu juízo.

Ocorre que, neste sistema, o arbitro, uma única pessoa, está altamente sujeito a erros e más decisões que podem acarretar resultados injustos, sendo estes os riscos da sua função. Porém, em um modelo descentralizado de contagem de pontos, set, faltas e controle de tempo a solução seria entregar à cada expectador a responsabilidade um caderno de registro para que insiram sua contagem os pontos, e o placar mostrado seria o placar validado pela maioria dos espectadores. A *blockchain* e seu algoritmo de consenso funcionam de maneira similar, com o, porém, ao invés de registrar pontos de uma partida de tênis, podem ser registrados um universo de transações e informações.

Para além de um sistema aparentemente mais democrático, a *blockchain* oferece uma possibilidade de integração maior entre plataformas. No contexto em que não são necessárias as figuras centralizadas de autoridade e responsabilidade por conta de um método mais confiável e descentralizado, a possibilidade de integração de plataformas torna-se maior justamente pela ausência de controle centralizado que visa a permanência exclusiva do usuário para fins lucrativos.

1.4 Funcionamentos Práticos da *Blockchain*

A *blockchain*, como visto, pode ser considerada como a tecnologia que permitirá uma expressiva expansão do conceito de ‘internet das coisas’. Todos os mercados abriram seus olhos para o potencial da tecnologia disruptiva, de todos os setores, o mercado financeiro demonstra ser o que mais utiliza e se preocupa com as aplicabilidades da tecnologia.

A moeda digital *bitcoin* é, sem sombra de dúvidas, a aplicação prática de maior aquecimento desde a criação do seu conceito. Com sua imensa relevância no mercado de capitais, as moedas digitais em geral demonstram grande potencial como alternativa econômica a dirimir os efeitos da inflação, além de retirar da equação os grandes bancos e administradores que levam percentuais elevados em forma de lucro por transações, que na *blockchain* teriam custos irrelevantes se comparados ao sistema comum.

A *blockchain* funciona como uma base de dados distribuída e segura que registra transações e informações. Em uma rede de *bitcoin*, se um indivíduo deseja transferir um montante da moeda digital para outro indivíduo, ele criará uma transação de bitcoin a ser minerada. A mineração consiste na realização de cálculos de validação da transação, assim que a transação – registro do bloco – é minerada, a operação é validada e registrada para que todos os outros pares possam validar pelo método descentralizado de validação. Como forma de remuneração pela mineração, um percentual mínimo daquela transação é entregue ao minerador.

Esta mineração, no caso das criptomoedas é conhecida como *proof of work* (Prova de Trabalho, ou POW na sigla em inglês), e é o mecanismo responsável pelo conceito de consenso dentro das redes de criptomoedas, pois este mecanismo resolve cálculos matemáticos de processamento altamente complexos, responsáveis por encontrar o *hash* do bloco anterior ao que está sendo registrado, além de confirmar a transação por validação dos membros daquela rede, alcançando assim, o consenso de que aquele bloco é válido.

Como demonstrado, a *blockchain* permite que a comunidade valide as transações realizadas pela própria comunidade, mantendo e sincronizando o conteúdo das transações no ‘livro-razão’ descentralizado e distribuído⁹, que é replicado para todos os usuários da rede, tronando-se assim, imutável.

⁹CHICARINO, Vanessa “Satoshi Nakamoto 2008 (pseudônimo dos desenvolvedores iniciais do Bitcoin) introduziu o Blockchain como mecanismo para garantir irretratabilidade, auditabilidade, e imutabilidade a fim de prover segurança a transações eletrônicas, servindo como um grande livro razão distribuído” **Uso de blockchain para privacidade e segurança em internet das coisas**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321966650_Uso_de_Blockchain_para_Privacidade_e_Seguranca_em_Internet_das_Coisas. Acesso em 06 de mar. de 2022.

Apesar da moeda *bitcoin* ser a aplicação mais famosa da tecnologia, a *blockchain* pode ser aplicada em diversos outros campos para além das criptomoedas. Sua descentralização significa dizer que as transações feitas por *blockchain* podem ser materializadas sem a anuência de qualquer terceiro intermediário como os bancos ou administradores.

Por isso, a *blockchain* pode ser usada em diversos serviços financeiros, assim como em serviços de registro e até mesmo pagamentos realizados de maneira on-line. Porém, seu potencial se expande para muito além de serviços financeiros transacionais ou de registro. Devido seu sistema completamente descentralizado, a tecnologia é constantemente estudada por diversos campos.

Atualmente, a grande maioria das transações realizadas entre indivíduos ocorre de maneira centralizada, como por exemplo as transações financeiras, educacionais, médicas ou de saúde etc. Essa centralização ocorre por meio de uma organização terceira àquela transação. Um grande exemplo é o método utilizado pela Ordem dos Advogados (OAB) na criação do registro do advogado, que consiste na solicitação, não só da comprovação de aprovação no exame aplicado pela própria organização, como em uma prova oficial de que o indivíduo a ser registrado completou em sua integralidade os requisitos para a finalização dos estudos.

Este comprovante se apresenta na forma de um certificado de conclusão do curso de direito por uma universidade credenciada a fornecer tal documento. Esta universidade age como um intermediário confiável entre o estudante que conclui o curso e foi aprovado na prova prático-profissional e a Ordem dos Advogados que o registrará como efetivo advogado ou advogada.

A pergunta que se faz, é porque a universidade é responsável pela entrega desta documentação comprobatória? E a rápida resposta é que ela foi devidamente outorgada pelo Ministério da Educação, ente ainda mais eivado de confiança pública, para confeccionar o documento de maneira que sua autenticidade seja confiável, de modo a reduzir as chances de modificação do certificado de conclusão.

Este exemplo serve para demonstrar a centralização do processo de registro de formandos aptos ao quadro de advogados e advogadas da OAB, assim como o processo de certificação de formação de alunos no curso de Direito e como ambos se conectam.

Em um contexto de mesma finalidade, mas de utilização da *blockchain* para chegar na finalidade de certificação de conclusão do curso de direito e registro no quadro de advogados e advogadas da OAB, poderíamos observar a retirada dos terceiros de confiança. Isso se daria justamente pelo fato do método seguro de registro e transação utilizado pela cadeia de blocos.

Neste exemplo, a partir da conclusão dos requisitos para conclusão do curso de Direito – todos registrados na cadeia de blocos – um bloco seria criado com a informação de que aquele indivíduo cumpriu todos os requisitos e concluiu o curso. O mesmo ocorreria com a aprovação do indivíduo na prova prático-profissional da OAB, sendo certo de que assim que o grau mínimo para aprovação fosse alcançado, um bloco seria registrado com a informação de que o indivíduo foi aprovado.

Desta forma, com um simples código, poderia ser estabelecido que, a partir do somatório dos dois registros na cadeia de blocos, que são imutável e facilmente auditáveis, o indivíduo, se assim desejasse, seria automaticamente inscrito no quadro de advogados da OAB.

De fato, as utilizações práticas mais comuns nos dias de hoje são as *blockchains* de criptomoedas, em especial as moedas denominadas de *bitcoin* – moeda propósito pelo qual a tecnologia foi inicialmente desenvolvida em 2008 – e a moeda *Ether* - moeda própria da plataforma *Ethereum*, conhecida atualmente como a maior rede de desenvolvimento de contratos inteligentes, além de possuir a segunda moeda mais valorizada no mercado de criptomoedas.

1.5 Para além das criptomoedas – Aplicações práticas existentes

Conforme demonstrado, a principal utilização atual da tecnologia *blockchain* é a criação de criptomoedas como as expressivas moedas digitais *bitcoin* e *Ether*. Porém, existem uma infinidade de oportunidades de implementação da tecnologia que se estendem para muito além do setor financeiro.

Isso se dá pelo fato de que a distribuição em bloco imutáveis, transparentes e auditáveis servir para quase qualquer indústria que possua uma base de dados que necessite destes atributos. Sua natureza distribuída tem potencial a transformar qualquer base de dados em algo seguro e transparente devido seu mecanismo de consenso entre os usuários.

Observando estes atributos, diversas empresas iniciaram a utilização da tecnologia *blockchain* para diversos processos, que visam a economia de tempo, maximização de lucros, maior transparência, maior segurança de registros etc.

Uma aplicação que muito se ouve falar nos dias de hoje são os NFTs – Non-Fungible Tokens (tokens não fungíveis), que trazem a aplicação da tecnologia *blockchain* para o registro e validação de bens digitais, garantindo a originalidade, procedência e singularidade do bem registrado.

Os NFTs transformam os bens digitais em bens únicos, por meio de uma espécie assinatura digital que define a propriedade daquele bem, permitindo a compra e venda do bem, seja por moeda real ou criptomoedas. Os NFTs utilizam a tecnologia *blockchain* para registrar não só sua singularidade e autenticidade, mas as suas transações, registrando vendedores e compradores que constituem um histórico de transações do bem.

Sua popularidade se dá pela constante aderência de celebridades e influenciadores de diversos mercado. Somente o mercado de obras somou o valor de US\$ 650 milhões até julho de 2021¹⁰, demonstrando a expressão e aderência do mercado.

Assim como o mercado de NFTs, as demais aplicações atuais da tecnologia *blockchain* movimentam um mercado expressivo no Brasil, que registrou 181 *startups* dedicadas a serviços que utilizam a *blockchain*¹¹. Já no contexto mundial, pesquisa da Rapid Innovation¹², 94% das

¹⁰ NERY, Carmen. **Mercado de Obras NFT já soma US\$ 650 milhões**. Disponível em: <https://www.digitalmoneyinforme.com.br/mercado-de-obras-nft-ja-soma-us-650milhoes/#:~:text=Mercado%20de%20obras%20NFT%20j%C3%A1,650%20milh%C3%B5es%20%2D%20Digital%20Money%20Informe> acesso em: 05 de jun. de 2022.

¹¹ GREGORIO, Raphael. **Brasil já tem 181 startups dedicadas a serviços de blockchain e criptomoedas**. Disponível em: < <https://valorinveste.globo.com/mercados/cripto/noticia/2020/11/24/brasil-ja-tem-181-startups-dedicadas-a-servicos-de-blockchain-e-criptomoedas.ghtml> > acesso em: 05 de jun. 2022.

¹² ANACLETO, Maria. **Pesquisa mostra que 94% das empresas dos EUA têm interesse em blockchain**. Disponível em: < <https://moneycrunch.com.br/empresas-dos-eua-tem-interesse-em-blockchain/> >. Acesso em: 05 de jun. de 2022.

empresas da *fortune* 500 estão interessadas em trabalhar com *blockchain*, o que demonstra forte aderência num futuro próximo.

A *blockchain* vem sendo utilizada redor do mundo em diversos casos práticos, dentre esses, destacam-se:

- Gerenciamento de dados médicos

Nesta utilização prática, os usuários da *blockchain* assinam permissões de acesso aos seus dados médicos, que ficam registrados em uma *blockchain* privada. A cadeia cria um endereço pseudônimo para cada paciente e registra as permissões dadas pelos pacientes, os pesquisadores, na necessidade de acesso a esses dados, verificam as permissões e registram o acesso na *blockchain* que envia uma compensação ao paciente.

- Sistema de voto

A criação de um sistema de voto pela *blockchain* funciona pelo registro do voto na cadeia de blocos, que ocorre depois de uma verificação de usuário. Este modelo foi testado pelo Estado da Virgínia Ocidental para possibilitar que membros do exército em missões fora do Estado votassem¹³.

- Registro de imóveis e terras

A plataforma *Exonum* permite o registro de terras em uma *blockchain* pública, mitigando o papel dos registros de notas, que armazenam as informações em uma base de dados centralizada e emitem certificados de papel para serem utilizados como prova de propriedade da terra ou imóvel. Nesta plataforma, o registro do imóvel é depositado na cadeia e, portanto, imutável, e o certificado emitido é eletrônico, podendo ser auditado por qualquer membro da cadeia, facilitando a certificação de propriedade do imóvel/terra.

¹³ MILLER, Ben. **West Virginia Becomes First State to Test Mobile Voting by Blockchain in a Federal Election.** Disponível em: <https://www.govtech.com/biz/west-virginia-becomes-first-state-to-test-mobile-voting-by-blockchain-in-a-federal-election.html>. Acesso em 05 de jun. de 2022.

Essas são apenas algumas das aplicações em prática nos dias de hoje, Dia após dia novas aplicações da *blockchain* são postas em prática, e, ainda que seja cedo para determinar o sucesso da utilização da tecnologia, é clarividente a longevidade da utilização.

1.6 Desafios enfrentados pela tecnologia

Como toda nova tecnologia, seu conceito faz nascerem promessas que só o tempo confirmará suas possibilidades no campo prático. A *blockchain* não poderia ser diferente, Marc Andreessen descreveu a tecnologia *blockchain* como a invenção mais importante desde a internet¹⁴, e Johann Palychata sustentou em sua obra denominada “*A Risk Based View of Why Banks Are Experimenting with Bitcoin and the Blockchain.*”¹⁵ que “o *software* que permite o funcionamento da moeda digital *bitcoin* deveria ser considerado como uma invenção comparável ao vapor ou motor de combustão, com potencial para transformar o mundo das finanças e além”¹⁶.

Porém, ainda que, no campo teórico, a tecnologia possua potencial disruptivo suficiente para, segundo estudiosos, revolucionar diversos setores econômicos e sociais, esta tem sua implementação prática e investimento não muito aquecidos. Isso se dá pela existência de diversos desafios e dúvidas na sua implementação que geram um justificado ceticismo dos potenciais investidores, ainda mais por se tratar de uma tecnologia descentralizada com margens de lucro naturalmente reduzidas por sua natureza.

¹⁴ ___ Finance Train: “The leading venture capitalist Marc Andreessen described blockchain as the most important invention since the internet itself. If internet changed the way we transfer information, blockchain is changing the way we transfer value.” - Tradução livre: O Capitalista líder de empreendimentos Marc Andreessen descreveu a *blockchain* como a invenção mais importante desde a criação da própria internet. Se a internet transformou a maneira que transferimos informações, a *blockchain* está transformando a maneira que transferimos valores”. **How Blockchain Technology Works**. Disponível: <https://financetrain.com/blockchain-technology-works>. Acesso em: 06 de jun. de 2022.

¹⁵ BORENSTEIN, Joram. “**A RiskBased View of Why Banks Are Experimenting with Bitcoin and the Blockchain.**” **Spotlight on Risk Technology**. 2016. Disponível em: <http://risktech-forum.com/opinion/a-risk-based-view-of-why-banks-are-experimenting-with-bitcoin-and-the-block> Acesso em 05 de junho de 2022

¹⁶ Tradução livre de: “Johann Palychata from BNP Paribas wrote in the Quintessence magazine that bitcoin’s blockchain, the software that allows the digital currency to function should be considered as an invention like the steam or combustion engine that has the potential to transform the world of finance and beyond.” CROSBY, Michael et al. **Blockchain technology: Beyond bitcoin**. Applied Innovation, v. 2, n. 6-10, p. 8, 2016. Disponível em: <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/AIR-2016-Blockchain.pdf>. Acesso em 03 de mai. de 2022.

Os principais desafios aparentes até o momento se mostram justificados pela pouca idade da tecnologia. Porém, algumas de suas características intrínsecas alarmam a comunidade que se atenta às possibilidades trazidas pela tecnologia.

O autor William Mougayar, em sua obra de título traduzido para “Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicações da nova tecnologia da internet.”¹⁷ define o que para ele são os desafios para a prosperidade da tecnologia, os separando por campos. As divisões consistem em: Desafios técnicos; desafios de mercado; desafios comportamentais/educacionais e; desafios legais/regulatórios que serão explicadas.

Desafios técnicos destacados pelo autor¹⁸:

- Infraestrutura de ecossistemas subdesenvolvida
- Falta de aplicações amadurecidas
- Escassez de desenvolvedores
- Escalabilidade
- Prós e contras em comparação aos bancos de dados
- Privacidade
- Segurança
- Falta de padrões claros

Dos desafios técnicos listados, merecem destaque a escalabilidade, a privacidade e a segurança. De acordo com o Autor, o desafio da **escalabilidade** se consubstancia da exigência de carga computacional elevada no armazenamento e na validação dos dados, já o desafio da **privacidade** vai de encontro com a transparência intrínseca à própria tecnologia, que, no caso de uma *blockchain* pública, registra de forma transparente e disponível todas as transações incluindo endereço e valor, o que gera preocupação nos usuários e grandes investidores. Por fim, o desafio da **segurança** consiste nas dúvidas comumente geradas pelo método de validação por consenso, que permanece preocupando grandes empresas, sendo estes, portanto, os principais desafios técnicos a desacelerar o investimento expressivo na utilização da tecnologia.

¹⁷ MOUGAYAR, William. **Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicações da nova tecnologia da internet**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017 p.79.

¹⁸ Idem.

Desafios de mercado destacados pelo autor¹⁹:

- Qualidade dos projetos idealizados
- Capital de Risco
- Massa crítica dos usuários
- Inclusão de novos usuários
- Insuficiência de *players* qualificados
- Problemas de custo

Dos desafios de mercado, cabe o destaque dos problemas de custo, capital de risco e qualidade dos projetos idealizados. O **problema de custo** reside, principalmente, no fato de que, ainda que se trata de uma tecnologia gratuita na maioria dos casos, por conta da chave pública, o desenvolvimento de aplicações e de interfaces destas aplicações terá custos adicionais para que sejam atrativas para os usuários, e, se tratando de uma tecnologia relativamente nova e muito específica, a mão de obra para tal desenvolvimento seria, necessariamente, especializada na tecnologia, o que aumentaria ainda mais o custo de desenvolvimento.

Já os desafios do **capital de risco e qualidade dos projetos idealizados**, podem ser reduzidos à uma única problemática, que seria a dificuldade de encontrar projetos que visem grandes lucros com a tecnologia, o que acaba por desincentivar novos projetos e os aportes de capital dos grandes investidores do mercado.

Desafios educacionais destacados pelo Autor:

- Falta de compreensão do valor em potencial
- Visão executiva limitada
- Confiança na rede
- Fator de baixa usabilidade

Destes, cabe destacar os desafios de confiança na rede e a visão executiva limitada. O desafio de **confiança na rede** demonstra-se motivado pela confiança enraizada na autoridade

¹⁹ Idem.

centralizada, onde há o empenho e investimento na construção de uma imagem confiável, que se responsabilizará por qualquer imprevisto que vier a acontecer em transações e registros.

Já a visão executiva limitada pode ser atribuída, assim como diversos outros desafios, ao fato de que a tecnologia é extremamente nova, o que implica dizer que não é testada extensivamente, o que acaba por transformar em arriscado o investimento na utilização da tecnologia. Desta forma, haja visto o alto risco atribuído a negócios que envolvam tecnologias de criação recente, grande parte do mercado permanece cético quanto ao investimento em massa na utilização da tecnologia para facilitar seus processos.

Desafios Legais/Regulatórios destacados pelo autor²⁰:

- Regulamentações pouco claras
- Interferências Governamentais
- Excitação momentânea

O desafio das **regulamentações pouco claras** reside no potencial apresentado pela tecnologia em contraponto com a necessárias regulações para o atingimento do seu potencial. O impacto disruptivo da tecnologia possui o potencial de alterar a dinâmica das áreas que a utilizarão, o que altera uma visão de controle há muito presente na sociedade, além de alterar a maneira como enxergamos o funcionamento dos setores que à utilizarão. Por isso, a devida regulamentação, não só da tecnologia em geral, mas de suas aplicações, se mostra de extrema necessidade para o desabrochar da tecnologia como um todo.

A **excitação momentânea** pode ser caracterizada como um desafio legal/regulatório por conta da alta popularidade da tecnologia, que culminou na vontade de aplicá-la em diversos campos sem devidas as avaliações de riscos jurídicos. A alta fama da tecnologia e seu potencial disruptivo tem também o potencial de demandar regulações desnecessárias, prejudicando a utilização geral da tecnologia.

As **interferências governamentais** se mostram como um desafio por ir de encontro com sua natureza descentralizada e de difícil taxação. Com a utilização da tecnologia, a promessa é que a segurança das transações e informação ali contidas seja certificada pela própria tecnologia

²⁰ Idem.

pelo consenso de maioria conforme demonstrado anteriormente, desta feita, não haveria espaço definido para a interferência governamental propriamente dita, que iria de encontro com os mecanismos da própria tecnologia.

Porém, ultrapassado tal ponto, é importante ressaltar que a tecnologia traz diversas possibilidades em um panorama governamental. Seu potencial de integrar os usuários e garantir segurança em suas operações traz um mundo de aplicabilidades políticas, como a participação direta da população nas decisões políticas por meio da *blockchain*, que por garantir a imutabilidade das informações inseridas, garante um processo ainda mais democrático de participação popular.

Em síntese, os desafios apresentados à aplicação da tecnologia estão intrinsecamente relacionados com a pouca idade da sua utilização prática, ainda que seu potencial disruptivo tenha sido repetitivamente comprovado. Por se tratar de tecnologia nova, receios e dúvidas surgem diariamente, e os investimentos em aplicações que utilizam a tecnologia acabam por não seguirem o seu potencial disruptivo.

1.7 Impactos da *Blockchain* no Direito

O Direito encontra-se em constante mutação desde o advento da chamada era digital, isso se dá pela rápida mutação dinâmica das relações humanas neste período, que se otimizam a cada dia por conta da velocidade das informações e meios facilitadores.

Os principais indicadores dos últimos anos podem ser reduzidos ao Marco Civil da Internet²¹ (lei nº 12.965 de 23 de abril de 2014) e a Lei Geral de Proteção de Dados, a LGPD²² (lei nº 13.709 de 14 de agosto de 2018). Ambas as leis trouxeram novas regulamentações nos âmbitos das relações digitais, assim como a tratativa de dados. Isso demonstra o quanto o advento de novas tecnologias afeta o Direito como um todo no Brasil.

²¹ BRASIL. Congresso Nacional. Lei 12.965/14 - **Marco Civil da Internet**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/112965.htm> Acesso em: 05 de jun. de 2022

²² BRASIL. Congresso Nacional. Lei 13.709/18 – **Lei Geral de Proteção de Dados**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm> Acesso em: 05 de jun. de 2022

Outrossim, é de comum entendimento que a tecnologias que surgiram nesse período causaram, e continuam causando impactos positivos nas relações jurídicas como um todo. A *blockchain* não pode ser vista como algo diferente, haja vista que para muitos especialistas esta se trata de uma das maiores invenções desde a internet.

Desde seu surgimento, a tecnologia é relacionada ao Direito de diversas formas. Conforme demonstrado, sua invenção permitiu a criação de diversas possibilidades nunca vistas e reguladas como:

- Moedas digitais;
- Contratos inteligentes;
- Organizações autônomas descentralizadas;
- Propriedade inteligente;
- Novas formas de governança
- ...

As aplicações trazidas, para além das citadas acima, criam modelos de governança; novas espécies de propriedade; novos métodos de registro e certificação, novos meios transacionais; assim como novas relações contratuais, que devem ser regulados e estudados por diversas áreas do Direito para que a regulação da tecnologia seja feita de maneira a trazer segurança jurídica nas relações regidas por meio dela.

O Direito brasileiro precisa estar de olhos abertos para as inovações já apresentadas pela *blockchain*, assim como as inovações que a tecnologia poderá trazer nos próximos anos. Esta atenção se dá pela necessidade de regulação eficiente para que a tecnologia e suas novas aplicações possam produzir seus efeitos positivos de maneira integral, sempre garantindo a segurança jurídica.

Um dos fatores que demonstra a necessidade de atenção com a tecnologia *blockchain* reside nas diretrizes para a transformação de serviços digitais, a unificação de canais digitais e o desenvolvimento da interoperabilidade entre sistemas estabelecidos pelo decreto nº 10332 de

28 de abril de 2020²³, que aponta o uso da *blockchain* como um dos seus objetivos para alcançar a expansão dos serviços governamentais digitais no Brasil (Revoredo, T. 2020)

Sobre a estratégia Tatiana Revoredo aponta²⁴ que os objetivos principais da estratégia do governo digital do Brasil podem são resumidas nos seguintes pontos:

- Oferecer serviços digitais públicos intuitivos e diretos, consolidados em uma única plataforma;
- Promoção da integração e interoperabilidade de bancos de dados governamentais.
- Implementar a lei de dados gerais;
- Disponibilizar a identificação digital do cidadão;
- Otimizar infraestruturas de tecnologia da informação;

Conforme aponta a autora, as metas se encaixam perfeitamente em um contexto de estruturas de *blockchain*. Assim, é possível reparar preocupação governamental com o uso da tecnologia, que facilitaria diversos processo de participação e identificação digital dos cidadãos.

Por óbvio, o Direito deve seguir com preocupação ainda superior para mitigar riscos inerentes à utilização da tecnologia, sendo essa preocupação motivada pelo potencial disruptivo da tecnologia, que acaba por demandar aplicações, que, por sua vez, surgem de forma diluvial.

Sua regulação se apresenta como um importante capítulo para a ampliação de sua utilização assim como a sua utilização seguro. Neste caso, é importante a preocupação com a regulação da utilização da tecnologia, e não da tecnologia em si, o que garante uma utilização mais segura sem limitar o potencial disruptivo e facilitador que a tecnologia vem apresentando.

Isso porque, a tecnologia *blockchain*, como foi demonstrado, traz consigo potencial para alterar relações entre indivíduos, governos e instituições, justamente pela sua imutabilidade,

²³ BRASIL. Congresso Nacional. Lei 12.965/14 – Decreto nº 10.332 de 28 de abril de 2020. institui a Estratégia de Governo Digital para o período de 2020 a 2022, no âmbito dos órgãos e das entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10332.htm. Acesso em: 05 de jun. de 2022

²⁴ REVOREDO, Tatiana. **Blockchain como um dos objetivos da estratégia do governo digital no Brasil**. Disponível em: <https://cointelegraph.com.br/news/blockchain-as-one-of-the-goals-of-digital-government-strategy-in-brazil> acesso em 05 de jun. de 2022

transparência e natureza descentralizada, que permitiu que modelos anteriores a sua criação fossem implementados por meio do uso da cadeia de blocos.

O exato exemplo acima ocorreu no caso dos *smart contracts*, que foram idealizados anos antes da criação da tecnologia *blockchain* por Satoshi Nakamoto, mas que hoje possui vasta aplicação prática justamente por se utilizar da tecnologia *blockchain* para garantir a segurança e aplicabilidade necessária para seu funcionamento.

2 SMART CONTRACTS

2.1 Origem e Funcionamento

A tecnologia *blockchain* tem seu surgimento como objetivo de criação da criptomoeda *bitcoin*. Em sua primeira geração, a tecnologia permitiu a criação das notórias criptomoedas, que, conforme visto, são moedas baseadas em técnicas de criptografia em uma rede P2P.

Com o advento de uma segunda geração de *blockchains* trouxe a criação da *blockchain Ethereum*, que permite a criação de aplicações distribuídas mais complexas, para além de criptomoedas, ainda que também possua sua própria criptomoeda. A rede *Ethereum*, por permitir aplicações mais complexas, se tornou a *blockchain* preferida de desenvolvedores focados na elevação da utilização da tecnologia *blockchain* como uma ferramenta revolucionária em diversas áreas para além das criptomoedas.

Entretanto, para a compreensão do funcionamento dos *smart contracts*, ou contratos inteligentes, é preciso ressaltar eventos anteriores à criação da própria *blockchain*.

Em 1996, o cientista da computação, criptógrafo e jurista Nick Szabo publicou o artigo denominado ‘Formalizing and Securing Relationships on Public Networks’²⁵ no qual cunhou o termo e demonstrou o funcionamento do método que chamou de *Smart Contract*. Ao momento de sua publicação, a internet já tinha alcançado certa popularidade, mas não chegava perto de sua amplitude atual.

Em seu artigo, ‘Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets’²⁶, Szabo explica que a revolução digital altera de maneira radical os tipos de relações que podemos ter, implicando os questionamentos: Qual parte das tradições legais ainda vão ser valiosas na era

²⁵ SZABO, Nick. Formalizing and securing relationships on public networks. First monday, 1997. Disponível em: < <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548>>. Acesso em 05 de jun. de 2022.

²⁶ SZABO, NICK **Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets**. Disponível em: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html > acesso em 05 de jun. de 2022.

do cyber espaço? Qual seria a melhor maneira de aplicar os princípios do Direito costumeiro nas nossas relações *online*?²⁷

A ideia do contrato inteligente é apresentada por Szabo pela explicação de que diversos tipos de cláusulas contratuais podem ser incorporadas em *hardwares* e *softwares*. Como exemplo clássico de funcionamento de um *smart contract*, aquela que Szabo entende como ancestral do método, a máquina de vendas automática, onde se impõe a inserção de cédulas para a disponibilização de produtos ao consumidor (contratante).

A lógica reduzida a frase ‘se os termos foram atendidos, a prestação é executada’ explica com eficiência a estrutura do *smart contract* que Szabo traz em seu exemplo. Para a elucidação da relação entre a máquina de venda automática e o contrato inteligente de Szabo, observa-se a figura:

Figura 4: Máquina de Venda e funcionamento do Smart contract

Smart contracts funcionam como máquinas de venda automática.

Você providencia a entrada (dinheiro e o produto de escolha) e a máquina irá automaticamente conceder o item e calcular qualquer troco.



Porque o smart contract funciona em uma rede descentralizada, não há risco de interferência de terceiros no contrato.

Ao invés disso, ele será executado automaticamente como está programado a fazer. Justamente por não precisar confiar em alguém, não há necessidade de se pagar um homem do meio ou assumir qualquer risco.

Fonte: learningspot.altervista.org (tradução deste autor)

²⁷ Tradução de: “What parts of our hard-won legal tradition will still be valuable in the cyberspace era? What is the best way to apply these common law principles to the design of our on-line relationships?”

O contrato inteligente, em sua idealização é exatamente igual a um contrato costumeiro, a diferença que se destaca é que ele é completamente digital, sendo, na verdade, um programa de computador registrado na *blockchain*.

Em síntese, o programa é responsável por executar o contrato nos termos do código utilizado para sua construção, que traduzirá os termos do contrato que irá executar, validando a prestação necessária para que a contraprestação seja entregue, o que o programa faz de maneira automática.

Os contratos inteligentes, ao contrário dos convencionais, prometem taxas transacionais baixas comparadas aos sistemas que dependem de uma figura confiável como executor e impositor dos termos contratados.

Muitas definições de contratos inteligentes foram cunhadas, José Humberto Fasano Filho define os *smart contracts* nas seguintes palavras:

o contrato inteligente é o código computacional capaz de administrar e executar um acordo usando a tecnologia blockchain. Todo o processo é automatizado e pode atuar como complemento ou substituto para contratos legais, onde os termos do contrato inteligente são registrados em linguagem computacional como um conjunto de instruções.²⁸

Já a autora Primavera De Filippi endente os contratos inteligentes pela definição:

Um contrato inteligente é um código implantado em um ambiente blockchain ou o código-fonte a partir do qual esse código foi compilado.²⁹³⁰

De todo modo, pode-se considerar como contratos inteligentes os acordos de vontade acertados entre as partes que tenham suas cláusulas e aplicação integral registradas, operadas e

²⁸ FAZANO FILHO, Jose Humberto. **Perspectivas para a tecnologia blockchain**. Revista de Direito Bancário e do Mercado de Capitais, v. 81, p. 141-158, jul./set. 2018, p.143.

²⁹ Tradução livre do texto: “A smart contract is code deployed in a blockchain environment, or the source code from which such code was compiled.”

³⁰ DE FILIPPI, Primavera; WRAY, Chris; SILENO, Giovanni. **Smart contracts**. *Internet Policy Review*, v. 10, n. 2, 2021.

impostas por códigos, que representam as vontades das partes assim como as cláusulas em um contrato convencional.

Ultrapassado tal ponto, A ideia elaborada por Szabo só veria sua aplicação plena quando do advento da tecnologia *blockchain*. Isso porque a tecnologia ocupa a função de garantir maior segurança a contratação por conta do seu livro-razão distribuído e inalterável que garante uma segurança maior, facilitando as transações sem a necessidade de um terceiro a quem se confie.

Comumente, em contratos convencionais, a confiança da prestação contratual é depositada em uma autoridade terceira, que se torna responsável pela imposição das cláusulas acertadas em caso de não cumprimento do acordo de vontades³¹.

Já nos contratos inteligentes, a tecnologia *blockchain* exerce o papel de garantir, por meio de sua criptografia e imutabilidade, a validade do contrato, além de diminuir os custos das transações e garantir maior autonomia aos participantes do contrato. O sistema de consenso da *blockchain* permite a confiança no sistema, abandonando a confiança em uma autoridade intermediária.

O funcionamento do *smart contract*, como visto, acontece por meio de linhas de códigos que executam a programação daquele contrato, que envolvem os termos acertados, a prestação necessária para que a contraprestação ocorra e sua execução automática que ocorre quando os termos do contrato forem alcançados.

Em hipótese dos termos definidos para que aquela contraprestação seja executada não serem alcançados, seja por erro, má-fé ou impossibilidade, o contrato não é executado, havendo a devolução de quaisquer valores pagos e dissolução da pretensão, que poderá ser programada para ocorrer de imediato ou não.

O código que irá reger determinado contrato transmite todos os termos acordados para o funcionamento e atingimento do propósito do acordo de vontades, assim como em contratos

³¹ De acordo com os ensinamentos de Maria Helena Diniz “o contrato é o acordo de duas ou mais vontades, na conformidade da ordem jurídica, destinado a estabelecer uma regulamentação de interesses entre as partes, com o escopo de adquirir, modificar ou extinguir relações jurídicas de natureza patrimonial” (Curso..., 2003, p. 25).

convencionais as cláusulas podem ser alteradas pelas partes atingindo assim um contrato de alta segurança e impossibilidade de prejuízos por ausência de contraprestação da parte contrária.

Os acordos de vontade nos contratos inteligentes são introduzidos na programação daquele contrato que ficará armazenado na *blockchain* da rede escolhida, e, a partir do registro do programa, não há possibilidade de alterar os termos do contrato, sendo imutáveis devida a própria natureza da tecnologia *blockchain*.

2.2 Plataformas *Blockchain* para a Construção de *Smart Contracts*

Os contratos inteligentes podem ser desenvolvidos para o registro em diversas plataformas que utilizam a *blockchain*. As plataformas de maior expressão na comunidade *blockchain* são as plataformas *Ethereum*, *Bitcoin* e *NXT*. Cada plataforma oferecerá recursos diferentes ao desenvolvedor do contrato. O nível de programação suportado por cada plataforma é uma variação encontrada.

A plataforma *bitcoin* é pública e pode ser usada para processar as transações de sua própria moeda, apresentando uma capacidade de processamento limitada, o que implica dizer que contratos inteligentes registrados na plataforma não podem apresentar alta complexidade.

A plataforma *NXT* também é uma plataforma *blockchain* pública que traz modelos de contratos inteligentes já embutidos, estes modelos são os únicos modelos que podem ser utilizados, limitando o desenvolvedor a criar contratos inteligentes utilizando somente estes modelos.

Já a plataforma *Ethereum* se mostra como a mais avançada de todas as plataformas. Pensada em 2013 e aplicada em 2014 pelo programador Russo-Canadense Vitalik Buterin, a plataforma *Ethereum* teve seus conceitos e objetivos publicados no chamado “Ethereum White Paper”³² onde Vitalik ressalta as limitações da plataforma *bitcoin* e propõe uma nova plataforma

³² BUTERIN, Vitalik. Etehreum whitepaper. GitHub repository, New York, v. 121, p. 12-18, jun. 2013. Disponível em: <<https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>> Acesso em: 14 de jun. de 2022.

de propósito generalizado que poderia ser utilizada como uma plataforma de aplicações descentralizadas.

A plataforma foi planejada para realizar todas as funções tudo que a plataforma *bitcoin* realiza, como envio de transações entre contas e diversas outras ferramentas. Para Vitalik, o real problema da plataforma era a ausência de programação de propósitos diversos das transações da criptomoeda.

Por isso, a plataforma *Ethereum* conta com uma linguagem e programação mais complexa, com o objetivo de expandir o limite de suas aplicações utilizando contratos inteligentes, sendo considerada a melhor plataforma para o desenvolvimento de aplicações que utilizam contratos inteligentes.

Por oportunizar o desenvolvimento de contratos de maior complexidade, as principais aplicações da que utilizam *smart contracts* na *blockchain* são desenvolvidas na linguagem de programação *Solidity*, que é a linguagem principal para desenvolvimento de contratos inteligentes na plataforma *Ethereum*.

2.3 Benefícios da Implementação

Conforme citado, a utilização dos smart contracts traz benefícios intrínsecos à natureza da tecnologia que utiliza para seu registro, a *blockchain*. O autor Diego Geroni destaca seguintes benefícios dos *Smart contracts*³³:

- Autonomia
- Segurança
- Livre de interrupções
- Sistema livre de confiança
- Custo-benefício
- Performance rápida
- Precisão e livre de erros

³³ GERONI, Diego. Top 12 Smart Contract Use Cases. Disponível em: <<https://101blockchains.com/smart-contract-use-cases/>> acesso em 05 de jun. de 2022.

O Sistema Legal brasileiro não conta com uma democratização contratual por assim denominar. Contratos convencionais não estão no alcance de todos e, por falta de entendimento de matéria contratual, grande parte da população acaba por realizar contrato verbais ou até mesmo os chamados ‘contratos de gaveta’³⁴, que por diversas vezes acabam em promessas não cumpridas e litígios de complexa resolução judicial.

Esse acesso dificultado aos contratos que trazem mais segurança às partes se dá pela necessidade de um especialista que realize o devido aconselhamento entre as partes, ou mesmo da necessidade de uma figura de autoridade para que as partes depositem sua confiança e que se responsabilize por qualquer imprevisto ocorrido no processo. Essas necessidades acabam transformando o contrato em algo custoso e de difícil acesso para boa parte da população.

A consequência da onerosidade exacerbada no acesso a contrações seguras e bem aconselhadas é a constante utilização de contratos de baixa segurança e difícil execução.

Desta forma, a difusão dos contratos inteligentes poderia representar o barateamento dos meios de contração que, por sua onerosidade, culminam em relações contratuais inseguras por falta de confiança e devido aconselhamento.

Por sua vez, o barateamento dos custos inerentes ao contrato pode permitir, para além de um maior acesso a contratos seguros, mas também pode representar maiores possibilidades de aquisição de produtos e serviços.

Em uma breve elucidação desta possibilidade, pode-se imaginar uma seguradora, que, para viabilizar o contrato de seguro ofertado, inclui no prêmio mensal pago pelo segurado, o valor de administração daquele contrato, que inclui honorários advocatícios, administração documental, valores relacionados ao curso de atualização anual, entre outros valores. Se este contrato pudesse ter seu valor reduzido, eliminando as taxas e pagamentos citados, o valor do prêmio se tornaria menos oneroso para o segurado e, conseqüentemente, um maior número de pessoas poderiam custear o prêmio do seguro, assim ampliando o acesso da população à seguros.

³⁴ O contrato de gaveta é instrumento informal de aquisição de bens. O recurso é utilizado para pular etapas burocráticas do processo de compra e venda, representado uma modalidade de alta insegurança.

2.4 Desafios de Implementação

Os *smart contracts*, assim como toda e qualquer tecnologia de recente desenvolvimento, possui seus pontos de vulnerabilidade. Desde sua idealização, foram identificados diversos casos de exploração de brechas nos códigos dos contratos inteligentes que muito preocuparam a comunidade *blockchain*, merecendo o destaque a dois deles.

No ano de 2017, uma brecha nas linhas de código permitiu o roubo de \$ 150 milhões de *Ether* foram roubados da organização *Parity Technologies* devido a vulnerabilidade no desenvolvimento do contrato inteligente. O segundo caso preocupante ocorreu em agosto de 2021, quando foram roubados \$613 milhões da rede Poly em um ataque aos seus contratos que apresentam uma falha

A segurança do contrato inteligente reside em seu planejamento, processo de desenvolvimento e escrita do código que formará os termos do contrato. No campo dos contratos convencionais, não é incomum a procura de brechas que favoreçam uma ou mais partes, devendo o instrumento do contrato se cada vez mais a prova de falhas. O mesmo acontece com o contrato inteligente, somado ao fato de que sua tecnologia tem pouca idade e não fora posta a prova extensivamente,

O contrato inteligente deve ser estudado e desenvolvido de forma que não existam brechas como as que permitiram o roubo dos valores citados acima.

Um desafio relevante do campo dos contratos inteligentes é o estudo dos códigos unido ao conhecimento jurídico, para que não seja possível ocorrer novamente o que ocorreu nos dois casos vistos.

Ainda que os *smart contracts* precisam se desenvolver antes de serem adotados de maneira expressiva, sendo utilizados em relações comerciais de alta complexidade e de alto valor envolvido, Estes possuem potencial disruptivo para revolucionar a maneira como partes se relacionamento contratualmente no futuro. Para alcançar esse objetivo é importante que os estudos não estejam focados apenas em como os conceitos e estruturas já existentes podem ser

migrados para o método dos contratos inteligente, mas sim na criação e percepção de paradigmas inteiramente novos.

Neste interim, salienta-se que diversas ferramentas e estudos são postos a prática para mitigar as chances de novos acontecimentos como os roubos aqui citados, alguns procedimentos falharam e novos roubos, ainda que em menos escala, ocorreram desde as ocorrências descritas.

De acordo com o autor Felipe Benghi:

Segundo a estratégia mais seguida atualmente, o mínimo que se espera é que os desenvolvedores criem um conjunto de testes que cubra 100% do código. Pode parecer que isso seja suficiente, mas não é nem o começo. Testar 100% do código não é nem de perto garantir 100% das combinações possíveis, o que é provavelmente impossível. Por isso, quando os desenvolvedores acreditam ter alcançado uma versão segura, ainda ocorre uma auditoria externa e uma nova rodada de verificações acontece.

Com o aval da auditoria externa, a nova aplicação é então liberada em uma rede de testes. Essa rede é equivalente a “oficial” em termos de funcionamento, mas ainda não existe dinheiro de verdade circulando. Cabe agora a caçadores de recompensa tentar encontrar vulnerabilidades.

O valor da recompensa depende, mas normalmente vai de USD 1.000,00 a USD 10.000,00 dependendo da criticidade do problema identificado. Há casos mais extremos. Por exemplo, em fevereiro deste ano, foi pago USD 700.000.00 como premiação a um programador pela localização de um erro grave.

Na última etapa do desenvolvimento, o smart-contract é liberado na rede oficial, mas ainda com restrições nos valores que pode processar. Após normalmente 3 meses sem incidentes, as limitações são removidas e a aplicação pode enfim funcionar como foi idealizada.

A exploração de vulnerabilidade nesses casos possui seu lado desestimulante e seu lado desafiador. Com o acontecimento dos roubos citados, os métodos de verificação de falhas passaram por necessária alteração nos processos, tornando-os mais robustos e revisados. Porém, a verificação ainda não se mostra necessária para impedir por completo os roubos que ocorrem por exploração de falhar no contrato, haja vista que as brechas exploradas podem ser desconhecidas devida a pouca idade do método.

2.5 A Validade dos *Smart Contracts* à Luz do Direito brasileiro

Para o reconhecimento de sua validade os contratos inteligentes devem se submeter aos ditames gerais aplicados aos contratos convencionais, tendo em vista a ausência de regulamentação própria no ordenamento jurídico. Em um contexto de normas e princípios, é de suma importância que o contrato inteligente supra as exigências de elementos essenciais para a validade do contrato.

No Direito brasileiro os pressupostos contratuais são: a capacidade das partes; licitude do objeto; legitimação para sua realização. Já os elementos intrínsecos para sua validação são: o consentimento; a causa; o objeto e a forma.

Sobre a validade dos contratos inteligentes à luz do ordenamento jurídico brasileiro:

“Em que pese os aspectos tecnológicos envolvidos, os *smart contracts* nada mais são do que uma espécie de contratação e, desse modo, deverão atender às condições de legalidade dos contratos em geral, nos termos do Código Civil, já que não existe legislação específica que os regulamente no ordenamento jurídico brasileiro. Nesse prisma, como qualquer outro negócio jurídico, os contratos inteligentes precisam se adequar a determinados parâmetros e possuir certas características para que sua existência e validade sejam reconhecidas perante a lei e, caso não cumpram, deixarão de produzir seus efeitos jurídicos, se considerados nulos ou anuláveis”³⁵

Dessa feita, tendo em vista que os pressupostos necessários para a constituição da relação jurídica válida são devidamente suprimidos pelos contratos inteligente, ainda que não devidamente regulamentados no ordenamento jurídico brasileiro há de serem considerados válidos.

2.6 Aplicações Práticas Atuais

Das aplicações práticas dos contratos inteligentes, cabe o destaque de três aplicações que aqueceram o mercado e atraíram o interesse massificado, sendo elas as DAOs, os NFTs e a DeFi e os chamados *crowdfundings*.

³⁵ CELLA, José Renato Gaziero; FERREIRA, Natasha Alves; SANTOS JÚNIOR, Paulo Guterres dos. **(Des)necessidade de regulação dos contratos inteligentes e sua validade jurídica no Brasil**. In: DONEDA, Danilo; MACHADO, Diego. *A Criptografia no Direito brasileiro*. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020. e-book.

Iniciando pelas DAOs – *Decentralized Autonomous Organizations* (Organizações autônomas descentralizadas). Estas são organizações geridas por códigos acordados pelas pessoas que iniciaram a organização. Sua autonomia se dá pela utilização de *smart contracts* para a tomada de decisões e aplicação das decisões.

Em uma empresa comum, a tomada de decisão geralmente segue uma linha de reuniões com acionistas e membros do quadro corporativo para, somente após a ponderação dessas opiniões, ocorrer a entrega de uma decisão formal e sua aplicação.

Nas DAOs, o processo de participação nas decisões e evolução da organização funciona de maneira descentralizada, onde cada participante tem um voto cujo peso reflete na quantidade de *tokens* que cada participante possui.

Os benefícios das DAOs, assim como as outras aplicações da tecnologia residem na desnecessidade de confiança em agentes centralizados, nas DAOs, concentrando o poder de decisão nos membros da organização, outro benefício é a chamada *Open Source* ou Código Aberto, o que significa dizer que é muito mais confiável por conta do consenso, além de permitir a evolução do código, pelo simples fato de que qualquer desenvolvedor é capaz de ter acesso ao código e verificar se, de fato, apresenta a segurança desejada, propondo alterações que achar necessárias.

Outra aplicação que merece destaque é a DeFi – *Decentralized Finance* (finança descentralizada). Esta apresenta uma alternativa aos serviços tradicionais de finança. Assim como as DAOs, a DeFi ganha popularidade por conta de sua natureza imutável, transparente, e a desnecessidade de confiança em uma entidade centralizadora.

Os aplicativos de finança descentralizada oferecem serviços financeiros paralelos aos oferecidos por bancos ou empresas do setor de serviços financeiros, dentre os serviços estão empréstimos, transações dentre diversos outros serviços, para além de novos tipos de produtos e modelos de negócios descentralizados de grande utilidade para usuários.

Por operarem por meio de *smart contracts*, os aplicativos de finança descentralizadas reduzem seus custos operacionais, permitindo maior acessibilidade aos serviços. Nas operações

financeiras convencionais, aplicam-se, na maioria das vezes, juros altos, taxas de performasse e taxações automáticas, Nas DAOs, por serem coordenadas por linhas de códigos, não possuem altos custos e nem entidades centralizadas que visam lucro nas operações, portanto, se apresentam como uma alternativa mais viável para aqueles que desejam escapar de condutas abusivas de bancos e empresas de serviços financeiros.

Outro exemplo que demonstra o funcionamento destes contratos, são os chamados “Crowdfundings” ou “financiamentos coletivos”, que por meio de uma prestação (pagamento ou doação) uma ação é financiada ou não dependendo de sua meta/custo.

Um financiamento coletivo ocorre quando uma parte possui uma ideia ou projeto, mas não têm os meios financeiros para aplicá-la, assim, o financiamento coletivo busca viabilizar a ideia. Se houver qualquer contraprestação para a parte ou as partes que financiam, o entrega se dá por meio de pagamento, e se não houver qualquer contraprestação, a entrega se dá por meio de doação.

Essa prática pode ser explicada por fases:

Fase 1) Determinado indivíduo tem uma ideia de projeto que poderia trazer benefícios a um determinado grupo. Portanto, solicita, por meio de uma plataforma devidamente destinada a tal fim, estipulando um valor necessário para o desenvolvimento do projeto.

Fase 2) A plataforma divulga a ideia e apresenta ao público o meio de pagamento desse financiamento. Assim, os interessados começam a depositar os valores, ficando registrados nessa plataforma.

Fase 3) O valor é depositado ao idealizador do projeto se os valores forem alcançados pelos financiadores, ou estornados aos financiadores caso o valor não seja atingido.

A plataforma que gerencia toda a operação normalmente irá reter uma pequena porcentagem do valor de cada transação, levantando um valor de custeio da própria, essa cobrança, na maioria dos casos, se dá pela confiança nestas plataformas, o financiador precisa ter confiança na plataforma para depositar seu dinheiro em troca de ver aquele projeto ser executado.

Quando a exata mesma operação é realizada por meio de um *smart contract*, a plataforma terceira à dinâmica é excluída do financiamento coletivo e os termos são determinados por algoritmos e registrados em uma *blockchain*, assegurando a segurança e imutabilidade dos termos, e eliminando os custos da plataforma que se responsabiliza pela execução dos termos.

2.7 Potenciais Litígios

Os contratos inteligentes, ainda que se tratando de um modelo desenvolvido de forma minuciosa e impecável, eliminando a possibilidade de falhas em suas aplicações e execução, não está imune a falhas de prestação de serviços, ou até mesmo erros humanos.

O objetivo dos contratos inteligentes é, dentre muitos, facilitar relações no cyber espaço, relações essas que seriam impossibilitadas pela distância ou pelo seu alto custo, consequência de uma centralização dos serviços enraizada no modelo convencional. Em sua forma ideal, os *smart contracts* permitem a existência de relações sem a intervenção de um terceiro centralizador, o que os transforma em ferramentas de amplo acesso.

Utilizando-nos do anterior exemplo dos financiamentos coletivos, temos um contrato inteligente programado para receber as transações e, alcançado sua meta, liberar as transações para atingir seu objetivo, que na maioria dos casos se trata de utilizar os recursos para a aplicação prática de uma ideia.

Ocorre que, até em contratos extremamente bem escritos e fechados em todas as pontas ainda poderá haver falhas de prestação, que destruiriam o propósito de facilitar as relações. Isso se dá por conta da execução automática dos contratos quando da correta prestação dos termos acordados.

Outro exemplo hipotético que pode ser utilizado para elucidar possíveis litígios nas relações regidas pelos *smart contracts*: O cliente A precisa da confecção de um website para sua marca de roupas em cinco dias, para isso, ele cria um *smart contract* e aguarda algum

prestador de serviços aceitar sua oferta. A oferta é aceita e o website começa a ser confeccionado. No *smart contract* criado pelo cliente **A**, existia a seguinte determinação:

Se o website for entregue em cinco dias ou menos, então o pagamento é liberado para quem aceitou o pedido.

Os cinco dias se passaram e o cliente **A** recebeu seu website pronto, porém, no momento do recebimento do website, o contrato inteligente, previamente programado para liberar o pagamento assim que o website logo após a entrega do website pronto no período estipulado, liberou o pagamento para o prestador de serviços que confeccionou o website, que rapidamente adicionou o valor à sua carteira digital, liquidando a transação.

Ocorre que, após a verificação do site, o cliente **A** percebeu que o trabalho do prestador de serviços não atingia qualquer padrão esperado, que entendeu que o serviço não valeu o montante pago.

Neste momento, o *smart contract* não possui qualquer ferramenta de resolução de disputa para aplicação, onde o cliente **A** pudesse solicitar o estorno do valor pago pelo serviço que não atingiu qualquer patamar esperado.

No campo dos contratos convencionais, para além das cláusulas que permitem avaliações do resultado, assim como rodadas de aperfeiçoamentos, existem diversos meios de resolução do conflito após o suposto fim do vínculo contratual. Já nos contratos inteligentes, isso demandaria códigos muito mais complexos, que elevariam a dificuldade do desenvolvimento à níveis insustentáveis.

Dessa feita, é possível concluir que a própria natureza dos contratos inteligente faz surgir potenciais litígios dentro das relações regidas por eles. Estes litígios, por sua vez, são de difícil resolução, tendo em vista a execução automática do contrato, o que limita seu potencial e consequentemente os potenciais relações que os contratos inteligentes poderiam reger.

Para além disso, o judiciário brasileiro não conta, conforme aduzido anteriormente, com jurisprudência consolidada, restando o entendimento, meramente teórico e não consolidado, de

que, se tratando de uma relação que mantém a essência de negócio jurídico bilateral, não haveria qualquer necessidade de uma nova regulação robusta ou mesmo jurisprudência consolidada, devendo estes serem regulados pelos códigos Civil e Processual Civil, assim como os contratos convencionais.

3 METODOS ASSERTIVOS DE RESOLUÇÃO DE CONFLITOS E *SMART CONTRACTS*

3.1 Dificuldades no Ajuizamento de Conflitos advindos das relações regidas por *Smart Contracts* no Judiciário brasileiro

Conforme visto, os *smart contracts* devem ser aceitos, à luz do direito brasileiro, assim como contratos convencionais, cumprindo os requisitos de admissibilidade objetivos, subjetivos e formais devendo ser reconhecidos e ter seus efeitos produzidos de maneira integral no ordenamento jurídico.

Porém, suas peculiaridades em nada se assemelham aos contratos convencionais. De início destaca-se que o contrato inteligente é desenvolvido, apresentado, registrado e executado em âmbito cibernético, o que por si só dificulta o papel do judiciário, não acostumado com litígios de natureza integralmente eletrônica.

Urge destacar, que o judiciário brasileiro, tanto no tocante a tecnologia *blockchain* quanto a tecnologia dos *smart contract* não conta com qualquer jurisprudência relevante quando se trata de litígios entre parte de uma relação regida pelas tecnologias, dificultando ainda mais o ajuizamento de demandas originadas das relações regidas pelas tecnologias pela insegurança jurídica.

Ambas são tecnologias de pouca idade, devendo haver ainda suas regulamentações para que seja garantido mínima segurança jurídica nesses casos. Ocorre que, na ausência de regulamentação, não há segurança jurídica, o que se torna um fato de risco para os usuários.

O crescimento da tecnologia e suas aplicações vêm demonstrando seu potencial desde a criação da *blockchain*, que foi responsável por impulsionar o conceito de *smart contracts*, porém, vivemos um momento em que as aplicações e suas expansões falam mais alto do que os litígios em potencial que a tecnologia pode apresentar nos próximos anos.

Somado a isso, temos um judiciário extremamente moroso e custoso por motivação de diversos fatores, dentre eles o claro abarrotamento do judiciário que acumula números estratosféricos de demandas tramitando. Nesse sentido:

Estima-se que cerca de 80 milhões de processos estejam em tramitação no Judiciário brasileiro hoje, segundo dados da versão 2018 do relatório *Justiça em Números*, elaborado pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ). O documento, que todos os anos mede os índices de litigância no Brasil, demonstrou ainda que esse número é maior que o levantamento do ano anterior.

Para se ter uma noção do tamanho do problema, se o Judiciário não recebesse mais nenhum processo a partir de agora, seriam necessários cerca de dois anos e meio para zerar o total acumulado.³⁶

Além da inexistência de jurisprudência em uma situação em que exista um conflito entre as partes e não de matéria relacionada a direito probatório, somos confrontados com a multidisciplinaridade dos contratos, que são escritos em linguagem de programação de alto desempenho, que dificulta ainda mais possíveis decisões do judiciário nestes casos.

A cultura do excesso de judicialização prejudica o juízo determinativo necessários às demandas disruptivas como as que se apresentam em relações regidas pelos *smart contracts*.

A utilização da tecnologia é cada dia mais referenciada, o que atrai cada vez mais usuários, que por sua vez demandam segurança jurídica para as plataformas, sem a segurança jurídica, a utilização que poderia ser encorajada torna-se um risco, e litígios que fariam o judiciário se movimentar no sentido de produzir julgados sobre a matéria, acabam nem mesmo existindo para serem ajuizados, e, nos casos existentes, estes acabam não sendo ajuizado ante a falta de regulação das tecnologias que regem as relações em comento.

3.2 Arbitragem de Litígios nas Relações Regidas por *Smart Contracts*

³⁶ Morosidade processual: os motivos que ajudam a travar o Judiciário. Disponível em: <<https://blog.sajadv.com.br/morosidade-processual/>> Acesso em 13 de jun. de 2022.

Como visto, os contratos inteligentes trouxeram uma gama extensa de aplicações que, anteriormente ao advento da *blockchain* não eram imaginadas. Juntamente com aplicações reconhecidas pelo Direito contratual, surgem possíveis litígios que poderão surgir das relações regidas pelos contratos inteligentes, afinal, ainda que de execução automática por algoritmo, não desaparece a possibilidade de as pretensões não serem devidamente alcançadas, deixando espaço para possíveis litígios nestas relações.

A utilização da tecnologia não apresenta limites teóricos expressivos, e novas aplicações teóricas nascem todos os dias, o que alimenta ainda mais o risco de possíveis litígios. Dessa feita, torna-se necessário o estudo de métodos assertivos para a resolução dos possíveis litígios que virão a surgir com a aplicação da tecnologia de forma massificada.

Quanto a natureza dos litígios aponta os autores Benjamim Amorin e Alessandro Jacomini:

Os litígios advindos de tal tecnologia possuem característica peculiares, devendo-se considerar alguns pontos controvertidos, como por exemplo, de que maneira tais disputas merecem ser gerenciadas quando não, ao certo, um sistema que corresponde às mesmas. De fato, não existe certeza de como se dará a resolução de conflitos oriundas da tecnologia *blockchain* nas suas variadas aplicações, em especial com os *smart contracts* – um modo diferente de se realizar contratos.³⁷

Neste contexto, é introduzida a arbitragem como ferramenta apta a solucionar estes litígios. A arbitragem é a forma de resolução de disputa onde às alegações são decididas por indivíduos privados, denominados árbitros, diversamente das varas comuns. O processo é regido por regras determinadas pelas partes.

A arbitragem traz diversos benefícios na resolução de disputas que nascem das relações regidas pelos *smart contracts* e a *blockchain*. O método prevê certeza quanto a jurisdição, o foro e sentenças amplamente exequíveis.

³⁷ AMORIM, B. e JACOMINI, A. **Arbitragem como meio de solução de conflitos envolvendo a tecnologia blockchain e smart contracts**. disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/direito/article/view/6535/15306>> acesso em 08 de jun. de 2022.

Sobre a arbitragem, o autor Clifford Chance anota:

Geralmente é um processo confidencial, o que o torna um caminho atraente para disputas envolvendo informações comercialmente sensíveis. Em disputas altamente técnicas, como aquelas relacionadas a codificação errônea, árbitros com conhecimento especializado podem ser nomeados para decidir a disputa e criar uma solução adequada. Esse é particularmente o caso se a arbitragem “em cadeia” for empregada.

A convenção de arbitragem entre as partes relevantes, que fornece a base da competência do tribunal arbitral e impede as partes de submeter litígios aos tribunais nacionais, é em si um contrato e deve cumprir as regras normais para a formação de um contrato vinculativo. O uso de acordos de arbitragem, portanto, cria desafios particulares quando se trata de ativos digitais, onde é improvável que exista um contrato tradicional de “tinta úmida” entre as partes.³⁸

Alex Lima define o método arbitragem como:

“um meio célere de solução de controvérsias, realizada fora do Poder Judiciário e detentora de força executiva. A princípio, pode ser utilizada em qualquer questão que envolva direito patrimonial disponível, como os contratos em geral (cíveis ou comerciais), tanto no Brasil como em qualquer país.”³⁹.

A arbitragem, como método que respeita a vontade das partes, muito se relaciona com o ideal da tecnologia por trás dos contratos inteligentes. Somado ao fato, tem-se que, para a resolução de um conflito que aconteça em uma rede descentralizada de relações, a escolha ideal seria por um método descentralizado de resolução do conflito, tendo em vista a dificultosa tarefa de trazer o conflito para um contexto centralizado.

³⁸ Tradução livre de: “It is generally a confidential process, which makes it an attractive route for disputes involving commercially sensitive information. In highly technical disputes, such as those relating to erroneous coding, arbitrators with specialist knowledge can be appointed to both decide the dispute and craft an appropriate remedy. That is particularly the case if “on chain” arbitration is employed.

The arbitration agreement between the relevant parties, which provides the basis of the arbitral tribunal’s jurisdiction and prevents the parties from referring disputes to domestic courts, is itself a contract and must fulfil the normal rules for the formation of a binding contract. The use of arbitration agreements therefore creates particular challenges when it comes to digital assets where a traditional “wet ink” contract is unlikely to exist between parties. “

³⁹ LIMA, Alex Oliveira Rodrigues de, - Arbitragem: um novo campo de trabalho. 2.a ed. rev. e ampl. -São Paulo: Ilgu, 1998. p. 10.

Ainda que a arbitragem seja um método de resolução de conflito moderadamente centralizado, tendo em vista o fato de que são escolhidos árbitros específicos que ficarão responsáveis pelo resultado das alegações, diferente de um método totalmente descentralizado onde haveria um consenso da maioria dos usuários da plataforma em que o litígio ocorreu, a arbitragem se apresenta como método mais adequado na resolução desses conflitos justamente pelo caráter interdisciplinar dos contratos, podendo se tratar de contratos de transações de criptomoedas, até contratos de prestação de serviços diversos.

A oportunidade de escolha de árbitros destrói por completo o problema da necessidade de conhecimento especializado para casos complexos, pois seu método permite a indicação de um árbitro, podendo ser escolhido árbitro de preferência.

A necessária escolha da arbitragem em contraponto à justiça comum se dá exatamente pela necessidade de árbitros que entendam da complexidade a matéria em litígios de alta complexidade ou valor elevado, e, no caso de litígios de baixa complexidade e/ou baixo valor, é necessário que o aparato judicial não seja movimentado quando da possibilidade de criação de ferramentas de arbitragem descentralizadas que são realizadas pelos próprios membros da plataforma.

3.3 A Arbitragem e os Métodos Assertivos de Resolução de Conflito na Redução do Excesso de Judicialização

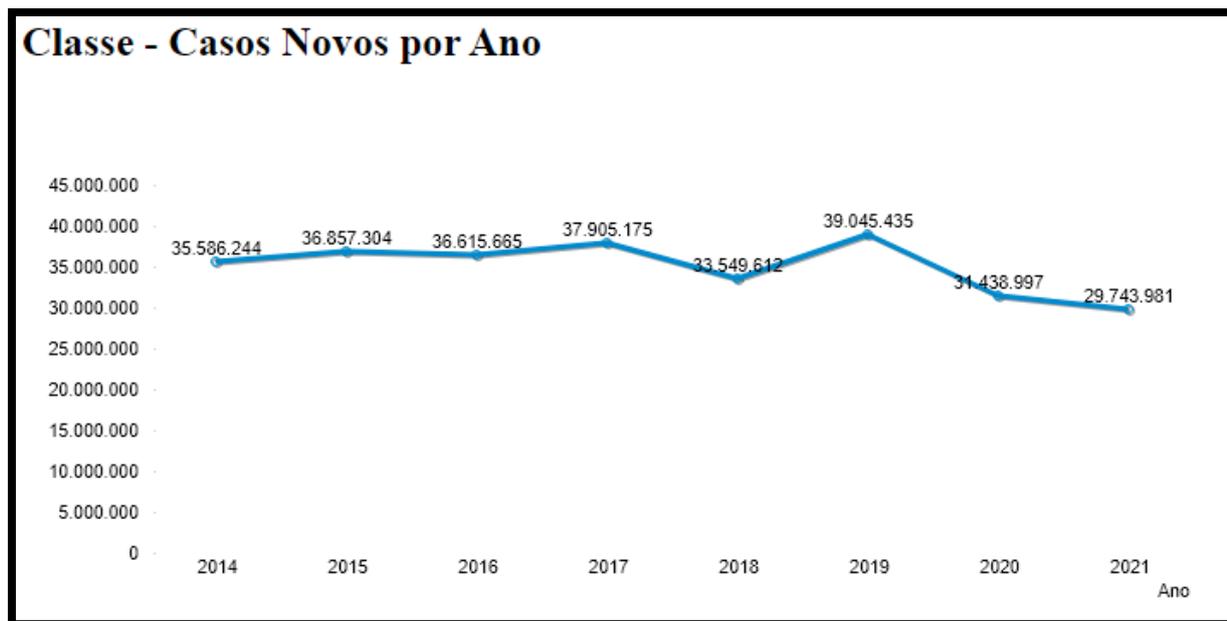
O Brasil é país recordista em litigância, acumulando, no ano de 2020, o total de 75,4 milhões de processos em tramitação⁴⁰. Com o advento de novas formas de acesso à justiça, como os juizados especiais cíveis e criminais, inspirados na lei dos juizados de pequenas causas, o Brasil se tornou um país ainda mais litigante.

Com uma média de aproximadamente 34.5 mil processos por ano, desde 2014⁴¹ o CNJ

⁴⁰ JANONE, L. Em 2021, trâmite de processos na Justiça do Brasil teve recorde de tempo de espera. Disponível em: < cnnbrasil.com.br/política/em-2021-tramite-de-processos-na-justica-durou-2-anos-e-7-meses-em-media/> Acesso em 06 de junho de 2022

⁴¹ CNJ. Justiça em números. Disponível em: <https://paineis.cnj.jus.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=qvw_1%2FPainelCNJ.qvw&host=QVS%40neo%20dimio03&anonymous=true&sheet=shResumoDespFT> Acesso em 06 de jun. de 2022.

Figura 5: Casos Novos por Ano



Fonte: painéis.cnj.jus.br

A judicialização em excesso no Brasil causou uma verdadeira enchente de processos, que culmina na morosidade exacerbada do judiciário, que por sua vez, não consegue lidar com o volume de processos que entram anualmente. A cultura da litigância se tornou algo enraizado e hoje reparar diversos processos que movimentam o aparato judicial sem a devida fundamentação para tal.

A insustentável situação trouxe a necessidade de exploração de novos métodos e resolução, sendo estes, métodos mais adequados com a realidade da lide e das partes. Os métodos se dividem em Autocomposição e Heterocomposição. Por autocomposição entende-se o acordo entre as partes em observância ao princípio da autonomia da vontade, onde não existe a necessidade de encerramento da lide, porém ocorre como um ato de vontade das partes são elas a conciliação e a mediação.

Já no campo da Heterocomposição, residem a jurisdição tradicional e a arbitragem. De acordo com o art. 2º da Lei n. 9.307/96, as espécies de arbitragem são divididas em duas: de direito ou de equidade, a critério das partes.

Na modalidade de A arbitragem de direito obriga os árbitros a decidirem de acordo com as normas que integram o ordenamento jurídico. Para que a sentença arbitral seja válida, o

árbitro deve fundamentá-la de acordo com as normas legais vigentes no local da arbitragem, ou no local escolhido. O § 1º do art. 2º prevê que “poderão as partes escolher, livremente, as regras de direito que serão aplicadas na arbitragem, desde que não haja violação aos bons costumes e à ordem pública”, e o § 2º autoriza que a arbitragem se realize com base nos princípios gerais do direito, nos usos e costumes e nas regras internacionais de comércio.

A arbitragem de equidade é aquela que autoriza o árbitro a dar à controvérsia a solução que lhe pareça mais justa, mais razoável, ainda que sem amparo no ordenamento jurídico. Isso só é possível porque os direitos em disputa são patrimoniais e disponíveis. A arbitragem que envolva a administração pública direta ou indireta será sempre de direito, não havendo a possibilidade de os interessados optarem pela de equidade. Além disso, deverão ser observados os princípios da publicidade (GONÇALVES, 2016, págs. 808-809).

Neste contexto de Métodos assertivos, o surgimento das ODRs - *Online Dispute Resolution* (resolução de disputas on-line), que se trata de um método completamente online de resolução dos conflitos criados de forma a ser rápida e desburocratizada, voltada para conflitos no meio digital. Em relação a tecnologia, ensinam os autores Brenda Arantes Miranda Pereira e Marcell Fernando Alves Madeira:

O Conselho Nacional de Justiça (CNJ) brasileiro já vinha prestigiando a implementação das ODRs no cenário judicial no país desde 2017, pois na IX edição do prêmio “Conciliar é legal” promovido pelo CNJ, uma empresa de startup denominada MOL – Mediação on line foi premiada na categoria de Mediação e Conciliação extrajudicial (MADEIRA, 2019). Atualmente surgiram pela Resolução nº 345, de 9 de Outubro de 2020 do próprio CNJ, as disposições para a implementação do “Juízo 100% Digital” pelo Judiciário Nacional, o que demonstra que as ODRs são a nova realidade, em especial devido às restrições e desafios impostos pela pandemia da SARS-COVID2 neste ano de 2020. Porém os autores Gabriela Lima Vasconcelos e Gustavo Raposo Pereira Feitosa alertam sobre esta implementação da tecnologia e virtualização do Poder Judiciário.

A resolução de conflitos em rede concretiza o conceito de virtualização do Poder Judiciário, uma vez que viabiliza que todo o procedimento ocorra de forma virtual e mesmo que em determinadas situações as partes acabem optando por dar continuidade ao procedimento de forma presencial. Não se pode considerar virtualização a simples utilização de instrumentos da tecnologia da informação nas salas de audiência tradicionais e fóruns, tais como videoconferências e computadores, ou mesmo a

digitalização dos processos. O avanço na matéria da solução de conflitos online se dá não só no aprimoramento do processo eletrônico para que este passe a se desenvolver de forma cada vez mais virtualizada, mas, e principalmente, na elaboração de todo um novo procedimento para a solução online dos conflitos (VASCONCELOS LIMA & FEITOSA, 2016, p. 62).⁴²

As ODRs, naturalmente se assemelham a arbitragem, porém realizada de uma forma 100% digitalizada, visando os conflitos em meio digital. O método pode até se aplicar à resolução de conflitos nos *smart contracts*, mas seu conceito ainda é amplo, e, por isso, a arbitragem, ainda que realizada em ambiente completamente on-line, é o melhor método de resolução dos conflitos advindos das relações regidas por contratos inteligentes.

3.4 Aplicações Práticas da Arbitragem de litígios em *Smart Contracts*

Conflitos advindos de relações regidas por ferramentas descentralizadas, seja a *blockchain* ou os *smart contracts*, chamam para si a necessidade de serem resolvidos por métodos descentralizados. Isso ocorre porque se a relação da qual nasceu o conflito é uma relação descentralizada, isso significa que aquele o negócio jurídico objeto da ação se beneficia do seu modelo descentralizado de alguma forma, seja na redução de custos, ou até mesmo para obter maior praticidade.

Isso implica dizer que, para além das dificuldades do judiciário brasileiro em lidar com demandas que envolvam novas tecnologias sem um afadigoso e extenso estudo da tecnologia em questão, o envolvimento da figura centralizadora como um juiz, em uma relação descentralizada como a contratação de prestação de serviços por *smart contract* representaria uma ruptura na dinâmica da relação, que poderia acarretar a impossibilidade de resolução do conflito.

Conforme visto, a Arbitragem, até hoje, se apresentou como o método mais assertivo para a construção de plataformas descentralizadas que operam na resolução de conflitos, aplicando

⁴² MIRANDA. B, e MADEIRA. M. MEIOS ALTERNATIVOS DE RESOLUÇÃO DE CONFLITOS. disponível em: < <http://direitodofuturo.uff.br/2020/11/17/meios-alternativos-de-resolucao-de-conflitos/>>. Acesso em: 06 de jun. de 2022.

seus métodos sólidos em um ambiente que segue o padrão descentralizado da relação que construiu o conflito que se busca solucionar.

Assim, surgiu a possibilidade de criação de plataformas descentralizadas de resolução de conflitos que se utilizam dos métodos da arbitragem para solucionar conflitos em ambiente seguro e descentralizado.

A principal plataforma, que aplica métodos da arbitragem como meio de resolução de conflitos nas relações regidas por meio da *blockchain* ou *smart contracts*, é a empresa *Kleros*. Fundada em 2019, a plataforma é um aplicativo descentralizado, construído na *blockchain Ethereum* que funciona como um terceiro desinteressado com a função de arbitrar disputas e todos os tipos de contrato, desde o mais simples até o mais complexo. A plataforma se utiliza do sistema de incentivos da teoria dos jogos para garantir que os árbitros julguem os casos de forma correta. O resultado, é um sistema de resolução de disputas que renderiza julgados de uma forma rápida, barata, confiável e descentralizada.⁴³

Kleros é uma organização descentralizada (DAO), que funciona seguindo uma série de regras definidas por códigos na *blockchain*, a organização se apresenta como uma plataforma de resolução de disputas que se utiliza da tecnologia *blockchain* em todas as etapas de sua operação, seja na definição das regras da organização, na seleção de árbitros, na demonstração das evidências para a solução do conflito, no registro e execução das decisões, ou até mesmo como meio para o pagamento dos árbitros e das cláusulas de arbitragem.

A plataforma atua como uma espécie de ODR, porém, por se diferenciar das outras plataformas de resolução de disputa online e por se utilizar dos princípios básicos da arbitragem, tais quais o consenso; a neutralidade; o procedimento confidencial; a escolha justa de árbitros e a imposição da decisão arbitral, a plataforma *Kleros* se autointitula como uma plataforma de arbitragem descentralizada.

⁴³ Tradução livre de: “Kleros is a decentralized application built on top of Ethereum that works as a decentralized third party to arbitrate disputes in every kind of contract, from very simple to highly complex ones. It relies on game theoretic incentives to have jurors rule cases correctly. The result is a dispute resolution system that renders ultimate judgments in a fast, inexpensive, reliable and decentralized way”. LESAEGE, AST, GEORGE. **Kleros Short Paper v.1.0.7** Disponível em: <https://kleros.io/whitepaper.pdf> Acesso em: 06 de jun. de 2022.

Na plataforma, qualquer usuário pode aplicar-se a posição de árbitro/jurado que resolverá conflitos sob demanda, e, em contraprestação receberá pequenos valores por conflito arbitrado, tendo seu desempenho julgado.

O sistema tem como pressuposto uma cláusula de arbitragem incluída no código do *smart contract* antes mesmo da formação da relação contratual. A cláusula retém valor específico para cobrir os baixos custos da resolução de um possível conflito, e, se o conflito, de fato, vier a ocorrer, árbitros credenciados são chamados a julgar a demanda como entenderem. O valor retido é fracionado e distribuído aos árbitros que atuaram na resolução do conflito e o veredito final, representado pelo consenso dos árbitros escolhidos pela plataforma, será automaticamente executado pelo contrato inteligente.

A plataforma vem ganhando espaço no mercado, por unir o interesse de indivíduos em realizar trabalhos que garantam renda extra na internet, com o interesse das partes de ver seu conflito resolvido de maneira célere, consensual e por um baixo custo, o que muito diverge do judiciário brasileiro.

A plataforma, busca mitigar decisões incoerente por meio de um sistema de incentivos, onde o árbitro que julga a demanda de maneira coerente com o grupo de árbitros escolhido recebe o valor sua fração do valor pago à título da cláusula de arbitragem do *smart contract*, por outro lado, o árbitro que for contra o grupo, tem sua decisão entendida como incoerente, e não recebe a fração correspondente pela sua decisão.

A plataforma conta com diversos mecanismos para garantir a segurança de todo o processo de resolução dos conflitos apresentados, tendo desenvolvidos mecanismos de resistência de ataques maliciosos; resistência a suborno; resistência a vazamentos de informações sigilosas confiadas aos árbitros; mecanismos de penalização de árbitros que não seguem as diretrizes da plataforma etc.

Dessa forma, por ter montado um modelo teoricamente confiável de resolução de disputas por meio de arbitragem em plataforma descentralizada, que promete reduzir custos e tempo perdido com demandas que tramitariam no judiciário, a plataforma se torna um importante caso a ser estudado.

3.5 Possíveis Impactos da *Blockchain* e *Smart Contracts* no Instituto da Arbitragem

A arbitragem, diferentemente das tecnologias estudadas aqui, não teve seu surgimento recentemente. Existente no Brasil desde a colonização lusitana, a arbitragem já foi compulsória no direito brasileiro.⁴⁴, sendo, portanto, um mecanismo de resolução de conflitos fora do judiciário há muito consolidado.

Ocorre que, o fato de um método assertivo de resolução de conflitos que, na teoria, se apresenta como uma alternativa ao moroso e custoso procedimento judicial, não garante sua ampla difusão. Isso ocorre por diversos fatores, os dois principais fatores são a ausência de poder de polícia dos árbitros que não podem impor coercitivamente suas decisões, criando a necessidade de ingresso no judiciário para que sejam forçadas as decisões, e o elevado custo da arbitragem, que por muitas vezes se torna inviável para as partes.

O elevado custo, na maioria das vezes, se dá pelos elevados honorários dos árbitros e os altos custos de administração da câmara arbitral, sendo o fator custo o principal motivador para a ausência de maior difusão da arbitragem.

Neste sentido, a descentralização visa benefícios não só na praticidade e segurança das plataformas, mas também no barateamento dos custos. A possibilidade de realização de um procedimento de arbitragem, garantidas as seguranças necessárias para o procedimento, e ofertado um valor de custo consideravelmente menor do que o que se espera da arbitragem convencional, o modelo de resolução de conflitos de forma descentralizada por meio dos métodos da arbitragem pode apresentar impactos no que se refere ao ampliamto da utilização do método assertivo de resolução de conflitos.

Essa difusão da utilização da arbitragem, por meios menos custosos, ainda mais céleres, e teoricamente tão seguros quanto o método tradicional, não só traria benefícios para o desafogamento das demandas judiciais, mas também alavancaria o instituto da arbitragem à ser uma ferramenta de democratização da justiça.

⁴⁴ LIMA, Alex Oliveira Rodrigues de, - **Arbitragem: um novo campo de trabalho**. 2.a ed. rev. e ampl. -São Paulo: Ilgu, 1998. P. 89.

Dessa forma, é de extrema relevância o estudo das ferramentas e a aplicação da arbitragem por meio de suas utilizações, haja vista que implementação de uma arbitragem que garante resolução de conflitos dos mais diversos, com menores custos e maior celeridade traria não só benefícios para o acesso à justiça, mas também no instituto da arbitragem como método de resolução de conflitos.

CONCLUSÃO

O presente trabalho, objetivou a demonstração inicial de que, com o advento de novas tecnologias que afetam de forma expressiva as relações entre indivíduos, empresas, governos e diversas outras instituições. Neste cenário, foi possível avaliar a necessidade das mais diversas áreas do direito se integrarem ao advento de novas tecnologias que, ao alterar as relações, consequentemente alteram o Direito.

Neste contexto de adventos de tecnologias disruptivas, o trabalho seguiu o objetivo de demonstrar a relevância da tecnologia *blockchain*, criada por Satoshi Nakamoto que surgiu como método responsável pelo registro de transações da criptomoeda *bitcoin*, mas aos poucos foi ganhando relevância pelas suas características valiosas na contemporânea sociedade de informações.

A tecnologia de registro de blocos imutáveis, transparentes e criptografados tomou espaço entre investidores e estudiosos, justamente pelas possíveis aplicações práticas em diversas áreas, o que iria potencialmente resolver um número destoante de dificuldades que existem nas relações.

Ocorre que, conforme visto a tecnologia blockchain, para além da “abertura de espaço para formas alternativas de coordenação de agentes, administração pública e governança corporativa mais condizente com a velocidade e horizontalidade próprias dos ecossistemas digitais de hoje”⁴⁵ teve o condão de permitir a implementação de um modelo contratual pensado no ano de 1997, por Nick Szabo.

Em relação ao modelo de *smart contract* que teve sua implementação permitida pelo advento da blockchain Ethereum, em 2014, foi demonstrado que o modelo de contrato que funciona em respeito a máxima “se a contraprestação está cumprida, os termos do contrato serão automaticamente cumpridos” trazendo inúmeras vantagens para diversos tipos de relações,

⁴⁵ TALARICO, Thamilla. **Blockchain, Transparência e o Direito Societário**. Disponível em: https://bsbcadvogados.com.br/publicacoes/blockchain-transparencia-e-o-direito-societario/#_ftn53. Acesso em: 08 de jun. de 2022.

permitindo ainda, a criação de instituições sólidas como as De-Fi's e as DAOs de popularidade crescente.

Restou demonstrado no segundo capítulo, os potenciais mudanças que a utilização dos *smart contracts* podem trazer para as relações, com sua transparência, descentralização, confiança e menores custos, por conta da descentralização da tecnologia.

Porém, como antes visto ao final do capítulo segundo e início do capítulo terceiro, a utilização dos contratos inteligentes trará inevitáveis conflitos que necessitarão de resolução. A resolução desses conflitos não poderá se dar no judiciário, por conta da sua ineficácia na resolução de demandas que envolvam novas tecnologias, assim como a natureza descentralizada da fermenta traria notável resistência à intervenção do judiciário.

Desta forma, foi necessária a busca pelo estudo de uma alternativa viável para a resolução dos possíveis conflitos das relações regidas tanto pelos *smart contracts*, como na *blockchain* em sí. A conclusão deste ponto se deu por meio do estudo da plataforma *Kleros* que se apresenta como plataforma que utiliza os princípios da arbitragem para resolver conflitos advindos destas relações de forma célere e assertiva.

Por meio da demonstração do potencial disruptivo de ambas as tecnologias, sendo os *smart contracts* operados pela *blockchain*, foi possível traçar um panorama da escala de dissipação de sua utilização, assim como prever os riscos inerentes às relações, estabelecendo a falha do judiciário em demandas como estas. Ressalta-se aqui, que não existe jurisprudência consolidada quanto a regulação dos contratos inteligente, restando a teoria, também não consolidada, de que o contrato inteligente se equipararia ao contrato convencional, impondo-se o que estabelece os códigos Civil e de Processo Cível.

Dito isso, o trabalho finalizou o que se propôs a demonstrar com a apresentação do modelo criado pela plataforma *Kleros*, que põe a arbitragem como método assertivo de resolução de conflitos apto à ser utilizado para os conflitos descentralizados, provando não só que é um modelo a ser observado por trazer vantagens não vistas no campo da resolução assertiva de conflitos, mas também pelo potencial de impacto no instituto da arbitragem, podendo elevar disseminação, ampliando o acesso à justiça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACLETO, Maria. **Pesquisa mostra que 94% das empresas dos EUA têm interesse em blockchain.** Disponível em: < <https://moneycrunch.com.br/empresas-dos-eua-tem-interesse-em-blockchain/>>. Acesso em: 05 de jun. de 2022.

BORENSTEIN, JORAM. **“A Risk Based View of Why Banks Are Experimenting with Bitcoin and the Blockchain.”** Spotlight on Risk Technology. N.p., 18 Sept. 2015. Web. 03 Mai. de 2022.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei 12.965/14 - **Marco Civil da Internet.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/112965.htm. Acesso em: 05 de jun. de 2022

BRENDA, H. **Inside Arbitration: Smart Contracts Versus Smart (And) Legal Contracts: Understanding The Distinction And The Impact Of Smart Legal Contracts On Dispute Resolution.** 2020. Disponível em: <https://www.herbertsmithfreehills.com/insight/inside-arbitration-smart-legal-contracts-vs-smart-contracts-%E2%80%93-two-very-different-animals>. Acesso em: 06 de jun. de 2022.

BUTERIN, Vitalik. **Etehreum whitepaper.** GitHub repository, New York, v. 121, p. 12-18, jun. 2013. Disponível em: <<https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>> Acesso em: 14 de jun. de 2022.

CAMARGO, C; GONÇALVES, R. **Blockchain, Smart contratcs e ‘Judge as a service’** no Direito brasileiro. São Paulo. IRIS. Pág. 207.

CARVALHO, LEONARDO RODRIGUES. **Tecnologia Blockchain e as suas possíveis aplicações no processo de comunicação científica** / Leonardo Rodrigues Carvalho. -- Brasília, 2018.

CARDOSO, Bruno. **Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam.** Jusbrasil, 2018. Disponível em: <https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>. Acesso em 13 maio 2022.

CAVALCANTI, M. O. M.; NÓBREGA M. **Smart contracts ou “contratos inteligentes”: o Direito na era da blockchain.** Recife. CERS. 22 de jun. 2020.

CELLA, J. R. G.; FERREIRA, N. A.; SANTOS JÚNIOR, P. G. D. A **(des)necessidade de regulação dos contratos inteligentes e sua validade jurídica no Brasil.** In: MARINONI, L. G. **A Criptografia no direito brasileiro** [livro eletrônico]. 1. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019.

CHICARINO, Vanessa RL et al. **Uso de blockchain para privacidade e segurança em internet das coisas.** Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

CNJ. **Justiça em números.** Disponível em: <https://painéis.cnj.jus.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=qvw_1%2FPainelCNJ.qvw&host=QVS%40neodimio03&anonymous=true&set=shResumoDespFT> Acesso em 06 de jun. de 2022.

CROSBY, Michael et al. **Blockchain technology: Beyond bitcoin.** *Applied Innovation*, v. 2, n. 6-10, p. 71, 2016. Disponível em: <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/AIR-2016-Blockchain.pdf>. Acesso em 03 de mai. de 2022.

DE FILIPPI, Primavera; WRAY, Chris; SILENO, Giovanni. **Smart contracts.** *Internet Policy Review*, v. 10, n. 2, 2021.

DIB, Gabriela Regner. **Blockchain na proteção do direito autoral: consequências na indústria fonográfica.** 2019. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) - Faculdade Nacional de Direito, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

DINIZ, Maria Helena. **Código Civil anotado.** 11. ed. São Paulo: Saraiva, 2005

EFING, A.; PINHO DOS SANTOS, A. **Análise dos smart contracts à luz do princípio da função social dos contratos no direito brasileiro.** *Direito e Desenvolvimento*, v. 9, n. 2, p.49-

64, 3 dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoedesenvolvimento/article/view/755>. Acesso em: 12 de junho de 2022.

FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; SANTOS, S. C. **Estudo De Mapeamento Sistemático Sobre As Tendências E Desafios Do Blockchain**. 2019.

GATES, M. **Blockchain: Ultimate Guide to Understanding Blockchain, Bitcoin, Cryptocurrencies, Smart Contracts and the Future of Money**. Breinigsville: Createspace Independent Publishing Platform. 2017.

GONÇALVES C. K. **Executividade Dos Smart Contracts Nas Relações Comerciais Internacionais As Vantagens Da Sua Possível Utilização Nos Contratos De Compra E Venda Internacional De Mercadorias**. Universidade de Lisboa LAMAS, A. N.

GREGORIO, Raphael. **Brasil já tem 181 startups dedicadas a serviços de blockchain e criptomoedas**. Disponível em: <<https://valorinveste.globo.com/mercados/cripto/noticia/2020/11/24/brasil-ja-tem-181-startups-dedicadas-a-servicos-de-blockchain-e-criptomoedas.ghtml>> acesso em: 05 de jun. 2022.

GREVE, F. et al. **Blockchain e a revolução do consenso sob Demanda**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324808918_Blockchain_e_a_Revolucao_do_Consenso_sob_Demanda. Acesso em: 10 jun. de 2022.

HABER, STUART; STORNETTA, W. SCOTT (1 de janeiro de 1991). «**How to time-stamp a digital document**». *Journal of Cryptology* (em inglês) (2): 99–111. ISSN 1432-1378. doi:10.1007/BF00196791. Acesso em 4 de março de 2022

LAMAS, Natália de Araújo. **A aplicabilidade da tecnologia Blockchain na proteção de dados das escriturações societárias no Brasil**. 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) – Faculdade Nacional de Direito, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

LEXOLOGY. **Arbitration of digital disputes in smart contracts and the release of the digital dispute resolution rules from the UK jurisdiction taskforce**. Inglaterra. 23 de abril de 2021.

LESAEGE, AST, GEORGE. **Kleros Short Paper v.1.0.7** Disponível em: <https://kleros.io/whitepaper.pdf>. Acesso em: 06 de jun. de 2022.

LIMA, Alex Oliveira Rodrigues de, - **Arbitragem: um novo campo de trabalho**. 2.a ed. rev. e ampl. -São Paulo: Ilgu, 1998

LIRA, M. T. C. **Atecnologia aplicada ao Direito: Smart contracts em blockchain e o Futuro da Advocacia Privada**. Paraiba. UFPB. 2018.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Editora FGV, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf>. Acesso em 06 de jun. de 2022.

MANTELLI, FÁBIO MATHEUS. **Blockchain e smart contracts: transações peer-to-peer para comercialização de energia elétrica de microrredes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1151/Fabio%20Mantelli%20TCC%20Blockchain%20e%20Smart%20Contracts.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de mar. de 2022.

MARTINELLI, T.; PINTO, G. S. **BLOCKCHAIN: comparação evolutiva utilizando Bitcoin e Ethereum**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 146–157, 2019. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/570>. Acesso em: 13 jun. 2022.

MOUGAYAR, William. **Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicações da nova tecnologia da internet**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

MIRANDA, B, e MADEIRA, M. **MEIOS ALTERNATIVOS DE RESOLUÇÃO DE CONFLITOS**. disponível em: < <http://direitodofuturo.uff.br/2020/11/17/meios-alternativos-de-resolucao-de-conflitos/>>. Acesso em: 06 de jun. de 2022.

NERY, Carmen. **Mercado de Obras NFT já soma US\$ 650 milhões**. Disponível em: <https://www.digitalmoneyinforme.com.br/mercado-de-obras-nft-ja-soma-us-650-milhoes/#:~:text=Mercado%20de%20obras%20NFT%20j%C3%A1,650%20milh%C3%B5es%20%2D%20Digital%20Money%20Informe> acesso em: 05 de jun. de 2022.

ORTOLANI, P. **The impact of blockchain technologies and smart contracts on dispute resolution: arbitration and court litigation at the crossroads**. UNKN. 3 de abril de 2021. Disponível em: <https://academic.oup.com/ulr/article/24/2/430/5490658>. Acesso: 3 de jun de 2022.

PORTO, Antônio Maristrello; LIMA JUNIOR, João Manoel de; SILVA, Gabriela Borges. **Tecnologia Blockchain e Direito Societário: aplicações práticas e desafios para a regulação**. Revista de Informação Legislativa: RIL, Brasília, DF, v. 56, n. 223, p. 11-30, jul./set. 2019. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/56/223/ril_v56_n223_p11. Acesso em 06 de jun. de 2022.

PINHEIRO, P. P.; TOMAZI, S. P.; OLIVEIRA NETO, A. A. **Fundamentos dos negócios e contratos Digitais**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019

RUDMAN, Riaan; BRUWER, Rikus. **Defining Web 3.0: opportunities and challenges**. The Electronic Library, 2016.

SZABO, N. **Formalizing and Securing Relationships on Public Networks**. *First Monday*, v. 2, n. 9. 1997. Disponível em: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548> Acesso em: 05 jun. 2022.

SZABO, NICK Smart Contracts: **Building Blocks for Digital Markets**. Disponível em: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html. Acesso em 4 de junho de 2021.

SZABO, Nick. **The Idea of Smart Contracts**. Disponível em: <https://nakamoinstitute.org/the-idea-of-smart-contracts/>. Acesso em: 03 de jun. de 2022.

TALARICO, Thamilla. **Blockchain, Transparência e o Direito Societário**. Disponível em: https://bsbcadvogados.com.br/publicacoes/blockchain-transparencia-e-o-direito-societario/#_ftn53. Acesso em: 10 de jun. de 2022

TAUHATA, Sérgio. **Kria faz oferta pública baseada em 'blockchain'**. Valor invest, 5 dez. 2018. Disponível em: <https://valor.globo.com/financas/noticia/2018/12/05/kria-faz-oferta-publica-baseada-em-blockchain.ghtml> Acesso em: 05 de mar. de 2022.

_____. **The trust machines**. The Economist, 31 set. 2015. Disponível em: <https://www.economist.com/leaders/2015/10/31/the-trust-machine>. Acesso em: 03 de mar. de 2022.

ULRICH, Fernando: **Bitcoin: a moeda na era digital** – São Paulo: Instituto Ludwig Von Mises Brasil, 2014. Disponível em: <https://www.letracapital.com.br/produto/bitcoin-a-moeda-naeradigital/#:~:text=O%20Bitcoin%20%C3%A9%20uma%20formae%2dmail%20revolucao naram%20a%20comunica%C3%A7%C3%A3o%3F>. Acesso em 03 de mar. de 2022.

UNDERWOOD, S. **Blockchain beyond bitcoin**. Communications of the ACM, v. 59, n. 11, p. 15–17, 2016. WITTE, JAN HENDRIK *The Blockchain: A Gentle Introduction*, 2016.

WANG, Qin et al. **Non-fungible token (NFT): Overview, evaluation, opportunities and challenges**. arXiv preprint arXiv:2105.07447, 2021.

WRIGHT, AARON / FILIPPI, PRIMAVERA DE. **Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia**, 2015. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664. Acesso em: 03 de mar. de 2022.