

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO
NÍVEL MESTRADO**

FRANCINE SCHMITT

**A DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION SOB O PRISMA DA
ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO
Os efeitos da estrutura da DAO sobre as falhas de mercado**

Porto Alegre

2022

FRANCINE SCHMITT

**A DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION SOB O PRISMA DA
ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO
Os efeitos da estrutura da DAO sobre as falhas de mercado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Direito, pelo Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Gustavo Neubarth Trindade

Porto Alegre

2022

S355d Schmitt, Francine.
A Decentralized Autonomous Organization sob o prisma da análise econômica do Direito: os efeitos da estrutura da DAO sobre as falhas de mercado / por Francine Schmitt. -- Porto Alegre, 2022.

104 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Direito, Porto Alegre, RS, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Manoel Gustavo Neubarth Trindade, Escola de Direito.

1.Direito empresarial. 2.Direito comercial. 3.Direito e economia. 4.Contratos eletrônicos. 5.Blockchains (Base de dados). 6.Assimetria de informações. I.Trindade, Manoel Gustavo Neubarth. II.Título.

CDU 347.7
347.74:004.738.5

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO DA EMPRESA E DOS
NEGÓCIOS NÍVEL MESTRADO PROFISSIONAL

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: “**A DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION SOB O PRISMA DA ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO Os efeitos da estrutura da DAO sobre as falhas de mercado**”, elaborado pela mestranda **Francine Schmitt**, foi julgado adequado e aprovado por todos os membros da Banca Examinadora para a obtenção do título de MESTRE EM DIREITO DA EMPRESA E DOS NEGÓCIOS - Profissional.

Porto Alegre, 25 de agosto de 2022



Prof. Dr. **Fabiano Koff Coulon**

Coordenador do Programa de Mestrado Profissional em Direito da
Empresa e dos Negócios

Apresentada à Banca integrada pelos seguintes professores:

Presidente: Dr. Manoel Gustavo Neubarth Trindade _____



Membro: Dr. Fabiano Koff Coulon (Participação por webconferência)

Membro: Dr. Cristiano Colombo (Participação por webconferência)

Membro externo: Dr. Alexandre Ayub Dargel (Participação por webconferência)

AGRADECIMENTOS

À minha família, aos meus amigos, aos meus professores e à minha terapeuta:
obrigada pela paciência e compreensão.

“Yeah, time is gonna take so much away
But there's a way that you can offer time a trade
You gotta do something that you can get smarter at
You gotta do something you might just be a starter at
You better do something that you can get better at
Cause that's the thing that time will leave you with”

(Música: Time Trades; Intérprete: Jeffrey Lewis)

RESUMO

Este trabalho apresenta o conceito e as formas de utilização da Decentralized Autonomous Organization (DAO) e analisa os efeitos de sua operação sob a teoria das falhas de mercado (custos de transação e assimetria informacional) com o objetivo de auxiliar na compreensão dos benefícios de sua implementação. Explica-se o conceito de blockchain (uma base de dados digital/eletrônica, auto executável, cujo arquivamento é dividido entre seus participantes, que também têm a tarefa de conferir a veracidade da informação inserida nessa rede) e suas finalidades; sua evolução, que resultou no desenvolvimento dos *smart contract* (um conjunto de códigos lançados na blockchain que formam uma programação automática que segue a lógica “se/então”, possibilitando a fixação de regras que devem ser seguidas por quem participa das transações). A blockchain é pública, distribuída, imutável e descentralizada e essas características são essenciais aos *smart contracts*, que também foram trabalhados e desenvolvidos pelos usuários, tornando-se mais complexa, evoluindo para a tecnologia que compõe a DAO. A DAO é um sistema formado por um grupo de pessoas que compartilham dos mesmos objetivos, que é organizado de forma horizontal e que não possui uma autoridade central. Conforme mencionado, a pesquisa apresenta os benefícios dessa programação (economia financeira, economia de tempo, maior confiança entre os participantes) e, considerando essas condições, estuda-se as consequências da sua adoção sob o enfoque da análise econômica do direito e as falhas de mercado. Por meio de pesquisa qualitativa, teórica e descritiva (artigos, livros, periódicos e informações disponibilizadas pelo mercado), busca-se identificar, na prática, se há diminuição dos custos de transação e de assimetria de informações quando a empresa opta por utilizar a DAO.

Palavras-chave: Decentralized Autonomous Organization; blockchain; *smart contracts*; Análise Econômica do Direito; falhas de mercado; assimetria de informações; custos de transação.

ABSTRACT

This dissertation presents the concept and forms of using the Decentralized Autonomous Organization (DAO) and analyzes the effects of its operation under the theory of market failures (transaction costs and information asymmetry) in order to help comprehend the benefits of its Implementation. The concept of blockchain (a self-executing digital/electronic database, whose archiving is divided among its participants, who also have the task of verifying the veracity of the information inserted in this network) and its purposes are explained; its evolution, which resulted in the development of smart contracts (a set of codes released on the blockchain that form an automatic programming that follows the “if/then” logic, enabling the establishment of rules that must be followed by those who participate in the transactions). Blockchain is public, distributed, immutable and decentralized and these characteristics are essential to smart contracts, which were also worked on and developed by users, becoming more complex, evolving into the technology that composes the DAO. The DAO is a system formed by a group of people who share the same goals, which is organized horizontally and does not have a central authority. As mentioned, the research presents the benefits of this programming (financial savings, time savings, greater trust among the participants) and, considering these conditions, the consequences of its adoption are studied from the perspective of the economic analysis of law and the failures of Marketplace. Through qualitative, theoretical and descriptive research (articles, books, periodicals and information available on the market), we seek to identify, in practice, whether there is a decrease in transaction costs and information asymmetry when the company chooses to use the DAO

Key-words: Decentralized Autonomous Organization; blockchain programming architecture; smart contracts; Law and Economics; market flaws; information asymmetry; transactions costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de organizações dos blocos na blockchain	19
Figura 2 – Demonstração da composição dos blocos.....	21
Figura 3 – Diferença entre rede com servidor e rede ponto a ponto	24
Figura 4 –Representação do uso da chave pública e da privada.....	28

LISTA DE SIGLAS

AED	Análise Econômica do Direito
AMMs	“Algorithmic Automated Market Makers”
DAC	Corporação Autônoma Descentralizada (“Decentralized Autonomous Corporation”)
DAO	Decentralized Autonomous Organization
DLT	Distributed Ledger Technology
NFTs	Tokens não-fungíveis (Non-Fungible Tokens)
P2P	Ponto a ponto (“Peer to Peer”)
PoS	Prova de participação (“Proof-of-Stake”)
PoW	Prova de trabalho (“Proof of Work”)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 SOBRE A “BLOCKCHAIN”	14
2.1 CONCEITO DE “BLOCKCHAIN”	17
2.2 BLOCO(S)	19
2.3 TRANSAÇÃO	20
2.4 “HASH”	21
2.5 NÓS	22
2.5.1 “Full node” ou nó completo	22
2.5.2 “Lightweight node” ou “client”	23
2.6 “PEER TO PEER”, P2P OU PONTO A PONTO	23
2.7 “NONCE” E MINERAÇÃO	24
2.8 MECANISMO DE CONSENSO	25
2.8.1 Prova de trabalho	26
2.8.2 Prova de participação	26
2.9 ASSINATURAS DIGITAIS: CHAVE PÚBLICA E CHAVE PRIVADA	27
2.10 BLOCKCHAIN PÚBLICA E PRIVADA,	29
2.10.1 Blockchain Pública	29
2.10.2 Blockchain Privada	30
2.11 CARACTERÍSTICAS DA BLOCKCHAIN	32
2.11.1 Imutabilidade	33
2.11.2 Descentralização	34
2.11.3 Público	34
2.11.4 Distribuição	35
3 “SMART CONTRACTS”	37
3.1 CONCEITO DE “SMART CONTRACT(S)”	37
3.2 O FUNCIONAMENTO DO “SMART CONTRACT”	40
3.2.1 “Smart Contract” como programa computacional	40
3.2.2 O “Smart Contract” como contrato	42
3.2.3 Características da blockchain no “smart contract”	44
3.2.4 Oráculos	46
3.3 “SMART CONTRACTS” NA PRÁTICA	47

3.4 SÍNTESE DAS PROPRIEDADES DOS <i>SMART CONTRACTS</i>	50
4 DESCENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION (DAO).....	52
4.1 OS “SMART CONTRACTS” E A “DESCENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION” (DAO).....	52
4.2 CONCEITO E CARACTERÍSTICAS DA DAO.....	54
4.2.1 Conceito e funcionamento	54
<i>4.2.1.1 Objetivo da DAO</i>	<i>56</i>
4.2.2 Características.....	60
4.3 A DAO NO PRESENTE.....	63
4.4 A DAO NO FUTURO.....	65
4.5 SÍNTESE SOBRE AS PROPRIEDADES DA DAO.....	67
5 ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO.....	69
5.1 BREVE EXPLICAÇÃO SOBRE A “CIÊNCIA ECONÔMICA”.....	69
5.2 CONCEITO DE “ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO”.....	71
5.2.1 Escassez	73
5.2.2 Racionalidade limitada.....	75
5.2.3 Incentivos.....	76
5.2.4 Eficiência.....	78
<i>5.2.4.1 Eficiência de Pareto.....</i>	<i>79</i>
<i>5.2.4.2 Kaldor-Hicks</i>	<i>80</i>
5.2.3 Mercado.....	80
5.3 FALHAS DE MERCADO.....	81
5.3.1 Custos de transação	81
5.3.2 Assimetria de Informações.....	83
<i>5.3.2.1 Risco Moral</i>	<i>84</i>
<i>5.3.2.2 Seleção adversa.....</i>	<i>85</i>
6 BENEFÍCIOS DA DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION PELO PRISMA DA ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO	87
6.1 KLEROS.....	87
6.1.1 Sobre a DAO	87
6.1.2 Análise Econômica.....	88
6.2 VITADAO.....	89
6.2.1 Sobre a DAO	89

6.2.2 Análise Econômica.....	92
6.3 METAFACTORY	94
6.3.1 Sobre a DAO	94
6.3.2 Análise Econômica.....	94
7 CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS.....	98

1 INTRODUÇÃO

A rede blockchain revolucionou a cena tecnológica e de programação, com suas características disruptivas (é imutável, pública, distribuída, descentralizada e auto-executável), tendo sido desenvolvida para constituir um livro razão (“distributed ledger”) e registrar todas as transações efetuadas dentro de sua plataforma. Sua lógica de funcionamento foi utilizada como base para o desenvolvimento dos *smart contracts*. No artigo publicado no *Journal of Corporate & Financial Law*, Jared Arcari¹ define que *smart contracts*:

(...) significam um código eletrônico que, na ocorrência das condições especificadas, é capaz de funcionar automaticamente de acordo com funções pré-especificadas para executar a transação entre as partes. O código pode ser arquivado e processado em blockchain ou em outra rede distribuída e pode ser autenticado por uma Assinatura Digital.

A programação dos *smart contracts* foi aprofundada e o conceito de DAO (*Decentralized Autonomous Organization*) foi desenvolvido. De acordo com o Wikipedia²:

DAO (do inglês *decentralized autonomous organization*) é uma organização cujas regras são especificadas através de programas de computador conhecidos como contratos inteligentes, os quais são executados e validados por uma blockchain. As características de banco de dados distribuído da blockchain fazem com que as regras da organização sejam aplicadas pelo próprio código que define a organização, tornando, assim, as organizações autônomas descentralizadas autogovernadas.

A DAO tem como objetivo automatizar os processos e decisões da organização por meio da configuração de *smart contracts* de forma a otimizar processos, diminuindo assim a incidência de falhas de mercado. Durante o desenvolvimento desse trabalho serão analisados os reflexos nos custos de transação e na assimetria de informação.

¹ ARCARI, Jared. Decoding Smart Contracts: Technology, Legitimacy, & Legislative Uniformity. *Fordham Journal of Corporate & Financial Law*, v. 24, p. 363–407, 2019.

Tradução livre de: “Smart Contracts” means electronic code that, upon the occurrence of a specified condition(s), is capable of running automatically according to pre-specified functions to execute a transaction between parties. The code may be stored and processed on a Blockchain or other distributed network and authenticated by a Digital Signature.

² ORGANIZAÇÃO AUTÔNOMA DESCENTRALIZADA. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Organiza%C3%A7%C3%A3o_aut%C3%B4noma_descentralizada&oldid=61424011. Acesso em: 31 ago. 2021.

Esse estudo desconsidera/não analisa qualquer legislação que trata dessas tecnologias, pois o objetivo é analisar a DAO sem a influência regulatória, para que seja possível entender a complexidade do seu potencial sem qualquer limitação ou vantagem.

O objetivo dessa pesquisa é identificar, por meio da análise econômica do direito, partindo do conceito de custos de transação e de assimetria informacional, as melhorias originadas dos processos da DAO nas relações mantidas pelas empresas, para incentivar os empresários a adotar a DAO, apresentando exemplos reais que tragam segurança para a tomada dessa decisão.

Nas palavras do professor Raskin³, os custos e incertezas podem servir de barreiras para a adoção de novas tecnologias, mas se o seu valor é inegável, é mais provável que a adoção dessa tecnologia ocorra.

Como objetivos específicos, busca-se identificar as características essenciais da DAO, as situações em que a DAO é utilizada atualmente, conceituar as falhas de mercado “custos de transação” e “assimetria de informação”; seleciona-se três DAOs (Kleros, VitaDAO e MetaFactory) e explica-se seu objetivo e as características relevantes do seu funcionamento e, por fim, verificar de que forma a aplicação da DAO reverbera nos custos de transação e na assimetria de informação.

Assim, será possível identificar como ela é aplicada nas relações corporativas e, naturalmente, como ela influencia o cotidiano da sociedade e como essas consequências resultam na diminuição dos efeitos das falhas de mercado.

³ RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. Georgetown Law Technology Review, 2017.

2 SOBRE A “BLOCKCHAIN”

Atualmente é impossível trabalhar sem computadores, sem internet e sem uma base de dados organizada e precisa (tanto analógica/papel, quanto digital/eletrônica).

É imprescindível para as empresas, e sempre foi, arquivar e compartilhar informações entre os seus funcionários e dentro de sua organização. Antes da internet, o seu arquivamento e a sua comunicação ocorriam por meio de telegramas, cartas, bilhetes, telefonemas, fax...; então, com a ascensão da internet, passa a ocorrer por o e-mail, chats, softwares de gestão da informação e outras ferramentas.

Todos conhecem o “papel”, como organizar as informações, como manuseá-las, protegê-las, destruí-las. Já em relação as informações eletrônicas (as registradas por meio de computadores, softwares, internet) as pessoas sabem como inseri-las/cria-las e como compartilhá-las; mas o funcionamento da plataforma que as abriga, como garantir sua segurança e a eficácia da sua exclusão, são desconhecidos pelo usuário leigo, pois são ferramentas complexas, formadas por códigos elaborados profissionais que as estudam profundamente.

Antes, os programas que abrigavam as informações eram gravados em disquetes, CDs e eram instalados no computador. Hoje é possível obtê-los pela internet, o que torna desnecessário ir à uma loja física pra adquiri-los, o que otimiza o uso do tempo do adquirente. O usuário leigo não possui conhecimento profundo sobre como a internet funciona e onde as informações da nuvem (*cloud*) ficam salvas.

Apesar disso, sabe-se que para guardar as informações necessita-se de “espaço” – memória: kilobites, megabites, gigabites, terabites – e a memória é uma peça instalada dentro servidor. O servidor, se o computador é pessoal, fica dentro dele mesmo e a memória é o disco rígido⁴; a memória também pode existir fora do computador, como em um HD externo, pendrive ou nuvem (*cloudi*). Para o computador que pertence a uma empresa, provavelmente existe um servidor central (formado por várias máquinas) e a empresa pode organizar essas máquinas em um local que pertence à ela ou pode alugar espaço/memória de um prestador de serviços, cujo negócio é disponibilizar espaço/memórias em máquinas para quem tiver

⁴ MEMÓRIA (Informática). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Mem%C3%B3ria_\(inform%C3%A1tica\)&oldid=62285900](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Mem%C3%B3ria_(inform%C3%A1tica)&oldid=62285900)
Acesso em: 22 out. 2021.

interesse (como fazem aquelas empresas que oferecem depósitos físicos para locação - *warehouses*).

A possibilidade de armazenar a informação em um servidor trouxe diversos benefícios para os processos de troca e arquivamento de informações, como por exemplo, o meio em que a informação foi registrada não ficará velho e amarelado, não será atacado por insetos, ele não será guardado em uma gaveta e se esquecerá que está lá. Como a digitalização da informação (arquivada em servidores) ela resiste ao efeito do tempo e a deterioração, há a possibilidade de buscar, de forma ágil, por palavras no texto do documento e de acessá-la em qualquer lugar.

Contudo, o servidor não é indestrutível ou inviolável. Ele pode ser danificado por quedas de luz, contato com água e/ou fogo, por exemplo, resultando no extravio das informações armazenadas e, também, outra importante fragilidade é a possibilidade de ser invadido por hackers e vírus, que podem sequestrar as informações para inutilizá-las e/ou modificá-las. Portanto, a informação arquivada de forma eletrônica também pode ficar inacessível ao seu titular como também poderá ser acessada por pessoas que não deveriam conhecê-la. Segue trecho retirado do website do Hyperledger⁵.

A tecnologia moderna tem transformado esse processo, tirando de tábuas de pedra e pastas de papel para discos rígidos e plataformas em nuvem, entretanto sua estrutura básica é a mesma. Não existem sistemas unificados para gerenciar a identidade dos participantes da rede, e estabelecer a origem do dado é tão trabalhoso que se leva dias para checar transações de valores mobiliários (cujo volume mundial é avaliado em muitos trilhões de dólares), os contratos devem ser assinados e executados manualmente, e cada base de dados do sistema contém informações únicas que, portanto, representam um único ponto de falha.

E então, em 2008, foi criada uma nova forma de processar e arquivar informações, a *Distributed Ledger Technology* (DLT) ou blockchain (que é a plataforma que abriga o Bitcoin⁶). A concepção da blockchain resulta na quebra de um

⁵ BLOCKCHAIN. Hyperledger Fabric. Disponível em: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/ko/latest/blockchain.html>. Acesso em 19 set. 2021.

Tradução livre de: "Modern technology has taken this process from stone tablets and paper folders to hard drives and cloud platforms, but the underlying structure is the same. Unified systems for managing the identity of network participants do not exist, establishing provenance is so laborious it takes days to clear securities transactions (the world volume of which is numbered in the many trillions of dollars), contracts must be signed and executed manually, and every database in the system contains unique information and therefore represents a single point of failure."

⁶ PERGUNTAS Frequentes. In: BITCOIN. Disponível em: https://bitcoin.org/pt_BR/faq. Acesso em: 04 nov. 2021.

paradigma, é uma tecnologia que está no início de sua vida, e cujas possibilidades de utilização são imensuráveis, mas que, justamente por se nova, suas fraquezas, forças e a totalidade de seus benefícios não são conhecidos com profundidade.

Para introduzir o assunto, de forma breve e simples: a blockchain é uma nova forma de arquivar informação, uma rede que tem como estrutura um conjunto ilimitado de pessoas, fazendo com que todas as informações que são inseridas na blockchain fiquem arquivadas no computador de cada um dos seus participantes; além disso, a informação arquivada é criptografada, não pode ser alterada, não pode ser excluída e existirá para sempre.

O Wikipedia⁷, explica o Distributed Ledger Technology (DLT) da seguinte forma:

Registro distribuído

Em ciência da computação, registro distribuído (*distributed ledger* em inglês) é um banco de dados distribuído entre múltiplos dispositivos conectados (nós) numa rede descentralizada, onde são armazenados registros de eventos (ex.: transações financeiras) com uma estampa de tempo e com uma assinatura digital. O objetivo é estabelecer confiança e segurança através da concordância entre múltiplos membros sobre os registros armazenados. Blockchain e Hyperledger são exemplos de registro distribuído.

E ao consultar o termo “blockchain”⁸, este é o conceito apresentado:

Blockchain é um tipo de Base de Dados Distribuída que guarda um registro de transações permanente e à prova de violação. A base de dados blockchain consiste em dois tipos de registros: transações individuais e blocos.

Um bloco é a parte concreta da blockchain onde são registrados algumas ou todas as transações mais recentes e uma vez concluído é guardado na blockchain como base de dados permanente. Toda vez que um bloco é concluído um novo é gerado. Existe um número incontável de blocos na blockchain que são ligados uns aos outros - como uma cadeia - onde cada bloco contém uma referência para o bloco anterior.

E conforme declarado anteriormente, a blockchain quebrou paradigmas, o potencial de sua utilização é extremamente vasto e há pouco começou a ser explorado. No decorrer deste trabalho será explicado o que é a blockchain, suas características e funcionamento, para que se possa conhecê-la integralmente, os *smart contracts* serão apresentados (são programas que derivam da blockchain e são peças importantes dessa revolução) para então apresentamos a tecnologia que é objeto desse estudo: a *Decentralized Autonomous Organization* (DAO).

⁷ REGISTRO Distribuído. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Registro_distribu%C3%ADdo. Acesso em: 19 set. 2021.

⁸ BLOCKCHAIN. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Blockchain>. Acesso em: 19 set. 2021.

2.1 CONCEITO DE “BLOCKCHAIN”

Para fins de alinhamento, nesse trabalho será utilizada a nomenclatura blockchain.

Distributed Ledger: Registro Distribuído em português. DLT é um sistema para registrar transações de ativos no qual transações e outros detalhes da tecnologia (DLT) são gravados em múltiplos locais ao mesmo tempo. Ao contrário das bases de dados tradicionais, registros distribuídos não possuem um arquivo central de dados ou funcionalidade administrativa.⁹

Em seu livro, Tiana Laurence¹⁰ explica o conceito de blockchain e suas características:

Satoshi, possivelmente inspirado pela crise financeira de 2008, queria cessar transações fraudulentas sem a necessidade de uma terceira parte para agregar registros e proporcionar a segurança de que todos iriam operar em boa-fé. Satoshi propôs que a agregação de registros poderia ser executada com um software via um servidor com selo de tempo, distribuído e ponto-a-ponto e a segurança poderia ser estabelecida por meio de matemática comprovada criptograficamente. O sistema de manter registros é o que agora você conhece como blockchain.¹¹

Satoshi Nakamoto (pseudônimo do criador da blockchain, o programa que é a base da criptomoeda Bitcoin), após vivenciar a crise econômica mundial de 2008, desenvolveu um ambiente descentralizado para que pessoas pudessem transacionar (comprar e vender) Bitcoins.

⁹ AUSTRALIAN Government. Department of Industry, Science, Energy and Resources. The National Blockchain Roadmap: Progressing towards a blockchain-empowered future. 2019. Disponível em: <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/national-blockchain-roadmap>. Acesso em 01 dez. 2021.

Tradução livre de: “Distributed Ledger: DLT is a digital system for recording the transaction of assets in which the Technology (DLT) transactions and their details are recorded in multiple places at the same time. Unlike traditional databases, distributed ledgers have no central data store or administration functionality.”

¹⁰ Autora do livro “Introduction to Blockchain Technology” recomendado pela EXIN como material de estudo para a obtenção do Certificado Blockchain Essentials. A EXIN é uma organização holandesa, fundada em 1984, que é conhecida por realizar treinamentos na área de T.I. e por aplicar exames com o intuito de certificar o conhecimento do requerente. Está presente em 165 países, aplica os exames em diferentes idiomas e já certificou mais de 2.000.000 de profissionais.

¹¹ LAURENCE, Tiana, Introduction to Blockchain Technology: the many faces of blockchain technology in the 21st century, 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019. Tradução livre de: “Satoshi, possibly inspired by the financial crisis of 2008, wanted to stop fraudulent transactions without needing a third party to aggregate records and provide trust that everyone would operate in good faith. Satoshi proposed that the aggregation of records could be done with software via a peer-to-peer distributed time-stamp server and trust could be established through cryptographically-provable mathematics. This system of record keeping is what you now known as a blockchain.”

Para fins de conhecimento, de forma básica e resumida, a Crise do Subprime¹² (em 2008 – iniciada nos Estados Unidos) aconteceu pois os cidadãos americanos tomavam empréstimos em bancos e indicavam como garantia um imóvel (cujo valor era menor do que o valor do empréstimo). Então, quando as instituições financeiras apreenderam os imóveis dos inadimplentes, elas verificaram que o valor dessas garantias não eram o suficiente para quitar a totalidade das dívidas. Consequentemente, no ano de 2008, o setor financeiro dos Estados Unidos entrou em colapso, repercutindo mundialmente e resultando em desemprego, retração financeira, falência de instituições financeiras tradicionais, e, por último, mas não menos importante, na quebra da confiança do cidadão no sistema financeiro e nos bancos.

Com base nessa realidade, Satoshi Nakamoto, inspirado por antigos conceitos e teses teóricas da computação, criptografia e programação, desenvolveu o Bitcoin, moeda digital que opera na rede blockchain, cuja configuração também foi elaborada por ele.

Satoshi Nakamoto¹³ descreve o Bitcoin e a blockchain dessa forma:

Propusemos um sistema para **transações eletrônicas** sem depender da confiança. Começamos com a estrutura usual de moedas baseadas em **assinaturas digitais**, que proporcionam um grande controle de posse, mas que é incompleta sem um meio de prevenir o **gasto duplo**. Para resolver este problema, propomos uma rede **ponto-a-ponto** usando uma **prova-de-trabalho** para fazer o **registro histórico das transações** que rapidamente se tornam de mudança impraticável para um atacante se os **nós** honestos controlarem a maioria da capacidade de processamento. A rede é robusta dada a sua simplicidade desestruturada. Os nós trabalham em simultâneo com pouca coordenação. Eles não necessitam ser identificados, uma vez que as mensagens não são encaminhadas para uma localização particular e só precisam ser entregues numa base do melhor esforço. Os nós podem abandonar e retornar à rede à vontade, aceitando a cadeia de prova-de-trabalho como prova do que aconteceu enquanto estiveram ausentes. Votam com a sua **capacidade de processamento**, exprimindo a sua aceitação de blocos válidos trabalhando na sua extensão e rejeitando blocos inválidos rejeitando a sua evolução. Quaisquer regras ou incentivos podem ser obrigados com base neste **mecanismo de consenso**. *(grifos nossos)*

A partir dessa explicação iremos esmiuçar os conceitos grifados em negrito e outros também importantes para possibilitar a completa compreensão do potencial desta tecnologia.

¹² CRISE de 2008: o que foi, causas, consequências e mais!, Blog do Stoodi, 1 jul. 2021. Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/historia/crise-de-2008/>. Acesso em: 25 out. 2021.

¹³ NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: Um Sistema de Dinheiro Eletrônico Peer-to-Peer. Online. 2008. Disponível em: https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf. Acesso em 28 jan. 2022.

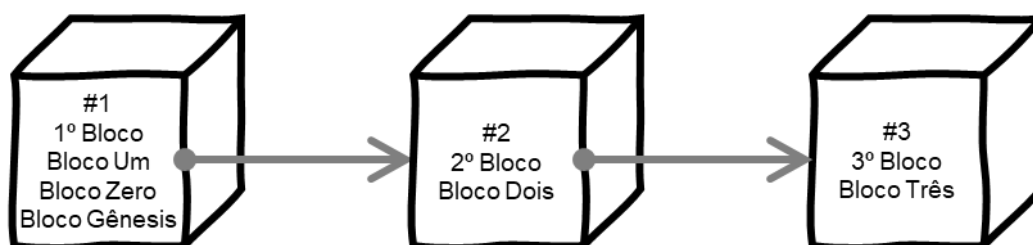
Com a habilidade de coordenar sua rede de negócios por meio de um registro compartilhado, as redes blockchain podem reduzir o tempo, os custos e os riscos associados as informações e seu processamento enquanto aprimora sua segurança e sua visibilidade.

(...) todo o participante tem sua própria cópia replicada do registro. Em adição ao compartilhamento de informações, os processos que atualizam o registro também são compartilhados. Diferente dos sistemas atuais, em que os programas privados dos participantes são usados para atualizar seus registros privados, o sistema da blockchain compartilha programas para atualizar registros compartilhados. Com a habilidade de coordenar sua rede de negócios pelo livro-razão distribuído, a rede blockchain pode reduzir o tempo, custo e o risco associado com as informações privadas e seu processamento, enquanto melhora a confiança e a visibilidade.¹⁴

2.2 BLOCO(S)

A blockchain tem esse nome pois é uma rede formada por uma corrente de blocos (um bloco está conectado ao outro), e é nos blocos em que a informação é arquivada. De acordo com o governo australiano¹⁵ “um bloco na blockchain é o recipiente das transações. Cada bloco contém um selo de tempo e uma conexão ao bloco anterior”.

Figura 1 – Exemplo de organizações dos blocos na blockchain



Elaborada pela autora

¹⁴ BLOCKCHAIN. Hyperledger Fabric. Disponível em: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/ko/latest/blockchain.html>. Acesso em 19 set. 2021. Tradução livre de: “wherein every participant has their own replicated copy of the ledger. In addition to ledger information being shared, the processes which update the ledger are also shared. Unlike today’s systems, where a participant’s private programs are used to update their private ledgers, a blockchain system has shared programs to update shared ledgers. With the ability to coordinate their business network through a shared ledger, blockchain networks can reduce the time, cost, and risk associated with private information and processing while improving trust and visibility.”

¹⁵ AUSTRALIAN Government. Department of Industry, Science, Energy and Resources. The National Blockchain Roadmap: Progressing towards a blockchain-empowered future. 2019. Disponível em: <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/national-blockchain-roadmap>. Acesso em 01 dez. 2021. Tradução livre de: “A block in a blockchain is the container of transactions. Each block contains a timestamp and a link to the previous block”

Os blocos são organizados e estão conectados, por isso, cada bloco possui um número (bloco 01, bloco 02...). O primeiro bloco de uma rede blockchain é chamado de Bloco Zero ou Bloco Gênese.

Os blocos são formados pelas transações enviadas para a blockchain pelos usuários, e cada um possui campos, em que são adicionadas informações, que auxiliam na identificação do bloco e na sua caracterização, os campos que serão abordados nesse trabalho são: *hash* e o *nonce*.

2.3 TRANSAÇÃO

No Bitcoin a informação que é registrada do bloco é chamada de “transação”, sendo que essa rede somente executa a compra, venda e troca de Bitcoins. Mas existem outras plataformas blockchain, com diversos objetivos, em que a troca de informações também é chamada de “transação”.

Como já foi dito, Satoshi Nakamoto encontrou uma forma de proteger a informação sem precisar que uma terceira parte, um mediador ou controlador (que não faz parte da transação) atue como guardião do cofre que guarda a transação.

A solução encontrada por ele foi o compartilhamento da mesma informação entre várias pessoas/computadores.

Um software de código aberto com um design ponto-a-ponto, baseado em um algoritmo complexo e criptograficamente seguro (...) a novidade consiste no fato de que as operações do Bitcoin são autorizadas sem nenhuma confiança entre as partes que executam tarefas administrativas ou de segurança, minimizando assim as taxas das transações que eventualmente pesam aos usuários e reduz consideravelmente o tempo de processamento das operações.¹⁶

Todos os participantes da rede blockchain podem minerar os blocos e, para que sejam remunerados pelo serviço de construir e fechar blocos, também deverão ceder parte da memória do seu computador para que o sistema blockchain archive ali todas as informações da rede. Cada um dos computadores que faz parte da blockchain é chamado de “nó”.

¹⁶ CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. *International Journal of Law and Information Technology*. 2017, 25, 179–195. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez101.periodicos.capes.gov.br/ijlit/article/25/3/179/3106217>. Acesso em: 01 dez. 2021 Tradução livre de: “an open source software with a peer-to-peer design, based on a complex algorithm and secured by cryptography (...) The novelty consists in that Bitcoin operations are authorized without any trusted third party carrying out administrative or security tasks, thus minimizing the transaction fees eventually weighting on users and considerably reducing the time for the processing of the operations.”

2.5 NÓS

Em inglês “*node(s)*”. O site do Bitcoin¹⁹ os conceitua dessa forma: “‘nó’ é um computador conectado à Rede Bitcoin”. A autora Tiana Laurence²⁰ explica que é o nó que faz a blockchain funcionar, uma vez que é ele que faz o programa blockchain rodar e que mantém a rede saudável ao transferir as transações; e continua “existem diversas classificações de nó, dependendo do seu nível de participação e o do tipo de rede blockchain.”. O website Seba Bank²¹ confirma a importância dos nós na rede blockchain.

Todos os nós estão conectados à blockchain de alguma forma e estão constantemente atualizando um ao outro enquanto informações atuais são inseridas na blockchain. Nós são um componente crítico à infraestrutura da blockchain. Eles podem atuar como validação adicional ao livro-razão e permitir que qualquer um possa ver as transações ou os dados movimentados ou mantidos na rede. Os principais benefícios dos nós são assegurar que os dados mantidos na blockchain sejam válidos, seguros e acessíveis às partes autorizadas.

Abaixo explica-se os tipos de nós mais comuns, para que se conheça melhor a função e a importância desses guardiões da blockchain.

2.5.1 “Full node” ou nó completo

O *full node* ou nó completo é o tipo de nó que ao participar da blockchain arquiva a completude de todas as informações que existem na rede, ele pode ser considerado um dos ‘servidores’, onde todas as transações ficam salvas.

¹⁹ GLOSSARY. In: BITCOIN Developer. Disponível em: <https://developer.bitcoin.org/glossary.html>. Acesso em: 04 nov. 2021.

Tradução livre de: “A computer that connects to the Bitcoin network.”

²⁰ LAURENCE, Tiana, Introduction to Blockchain Technology: the many faces of block chain technology in the 21st century, 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.

Tradução livre de: “There are several classifications of nodes depending on the level of participation and the type of blockchain network.”

²¹ CLASSIFICATION and importance of nodes in a blockchain network. In: SEBA Bank. 27 ago 2020. Disponível em: <https://www.seba.swiss/research/Classification-and-importance-of-nodes-in-a-blockchain-network>. Acesso em 20 nov. 2021.

Tradução livre de: “All of the nodes are connected to the blockchain in some way and are constantly updating each other with the latest information being added to the blockchain. Nodes are a critical component to the infrastructure of a blockchain. They act as further validation for the ledger and allow anyone to transparently view transactions or data conducted or held on the network. The core benefits of nodes are to ensure the data being held on the blockchain is valid, secure and accessible to authorized parties.”

Também cabe ao nó completo, de acordo com Tiana Laurence²² validar as transações e os blocos, tendo a função de auditá-los para se ter certeza de que as informações lançadas estão de acordo com o as regras da rede (com o sistema de consenso).

Cada nó trabalha de forma autônoma/independente dos outros nós e quando ele encontra um bloco ou uma transação em desacordo com o mecanismo de consenso, ele a rejeita.

Os mineradores precisam, necessariamente, participar da rede como um nó completo.

2.5.2 “Lightweight node” ou “client”

Esses nós usam a rede blockchain, mas não verificam a informação nem possuem uma cópia da totalidade dos seus dados. Eles fazem o download do cabeçalho (*hash* do bloco atual e do bloco anterior) de todos os blocos da rede e acompanham o fechamento dos blocos. De acordo com o website Binance Academy²³ “os clientes *lightweight* funcionam como terminais de comunicação e são usados por várias carteiras de criptomoedas.”

2.6 “PEER TO PEER”, P2P OU PONTO A PONTO

O conceito surgiu com o Napster e serviu como base do mecanismo de funcionamento do BitTorrent, ou seja, não surgiu com o Bitcoin, mas foi incorporado à rede blockchain com a adição de conceitos de criptografia e de mecanismos de consentimento. O website Portal do Bitcoin²⁴ expõe:

O sucesso relativo do Bitcoin reacendeu o interesse por redes P2P como um método de infraestrutura viável para a proliferação de protocolos técnicos e funcionais.

Como resultado, várias redes P2P aspirantes e existentes começaram a despontar e marcar presença no mundo online.

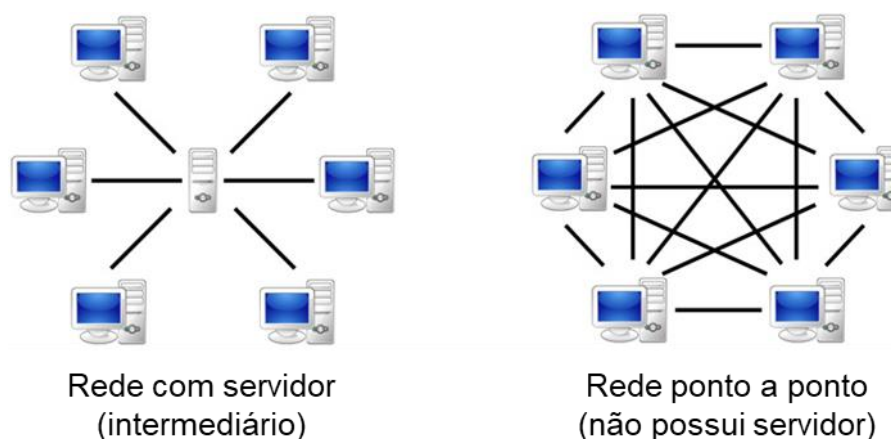
²² LAURENCE, Introduction to Blockchain Technology: the many faces of block chain texhnology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.

²³ O que são nodes?. In: Binance Academy. 29 nov. 2018. Disponível em: <https://academy.binance.com/pt/articles/what-are-nodes>. Acesso em: 20 nov. 2021.

²⁴ ALKUDMANI, Fares, Napster e bitorrent: a diferença entre rede Ponto a Ponto (P2P) e Blockchain, In: Portal do Bitcoin, disponível em: <https://portaldobitcoin.uol.com.br/napster-e-bitorrent-a-diferenca-entre-rede-ponto-a-ponto-p2p-e-blockchain/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

Basicamente, o mecanismo ponto a ponto possibilita que dados sejam transferidos sem a intervenção de um terceiro, a informação é obtida com qualquer um dos diversos nós - um usuário da rede pede a informação e outro a entrega, sem intermediários, simplesmente de um para o outro (ponto-a-ponto).

Figura 3 – Diferença entre rede com servidor e rede ponto a ponto



Elaborada pela autora, adaptada do website [Aprendafazer.net](https://aprendafazer.net) ²⁵

É esse conceito que faz com que a blockchain tenha como características a descentralização e a distribuição.

2.7 “NONCE” E MINERAÇÃO

Até o momento verificou-se que os blocos são únicos, armazenam informações e cada um é identificado por um *hash*, e agora conceitua-se o ato de “minerar”.

A blockchain não possui um terceiro que gerencia a rede, ela é formada por pessoas e essas pessoas são motivadas a participar dessa rede e a fazê-la funcionar, então, diz-se que a blockchain é movimentada por incentivos e, normalmente, o incentivo é uma criptomoeda, como o Bitcoin.

Na rede Bitcoin o minerador é incentivado a montar blocos e encontrar o *nonce* desse bloco (aplicar o algoritmo de criptografia para encontrar a resposta que “encaixa”/“combina” com o bloco) e em troca recebe frações de um Bitcoin.

Funciona assim (explica-se com base no Bitcoin): os usuários do Bitcoin trocam, vendem e compram frações ou Bitcoins inteiros, essas transações são

²⁵ APRENDFAZER.NET. Disponível em: <https://aprendafazer.net/redes-p2p-quais-sao-elas-quais-sao-suas-vantagens-e-desvantagens-e-que-tipos-existem/>. Acesso em: 20 Nov. 2021.

lançadas na rede do Bitcoin e os mineradores começam a organizá-las em blocos e, enquanto isso, começam a buscar o *nonce* que combina com a *hash* do bloco.

Explicando de forma básica, sem linguajar de programação, o *nonce* é um código em que ao aplicar o algoritmo no bloco, gera um *hash* que deve combinar com as informações que estão dentro desse bloco. A função do minerador é utilizar o poder de seu computador para executar cálculos e tentativas para encontrar o *nonce* o mais rápido possível.

O primeiro minerador que encontrar o *nonce* de um bloco vai enviar o bloco fechado para a rede para que outros mineradores possam fazer a prova real do seu cálculo, ou seja, verificar se as informações do bloco combinam com o *hash* e com o *nonce*. Se os mineradores confirmam a correta execução do cálculo, o bloco é considerado “fechado” e é introduzido na rede, a partir daí ele é imutável. Conseqüentemente os mineradores que haviam montado o seu bloco, mas não encontraram o *nonce*, começarão a montar um novo bloco, com as informações que não foram inseridas no bloco recém fechado.

2.8 MECANISMO DE CONSENSO

O consenso é a forma em que os mineradores confiam nas informações da blockchain. Satoshi Nakamoto²⁶ explica: “O que é necessário é um sistema eletrônico de pagamento baseado em prova criptográfica e não em confiança, permitindo a duas partes interessadas transacionar diretamente sem a necessidade de uma terceira parte de confiança.”. O glossário da IBM²⁷ define “consenso” da seguinte forma: “Um termo mais amplo atingindo a totalidade do fluxo de transações, que serve para gerar um acordo sobre o assunto e para confirmar a precisão do conjunto de transações que constituem um bloco”.

Também é possível chamar o “mecanismo de consenso” de “protocolo de consenso”, “algoritmo de consenso” e genericamente como “a regra adotada pela rede

²⁶ BITCOIN: um sistema de dinheiro eletrônico ponto-a-ponto. *In*: BITCOINDEVELOPER. Disponível em: www.bitcoin.org. Acesso em: 02 nov. 2021.

²⁷ GLOSSARY. *In*: HYPERLEDGER Fabric. Disponível em: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/glossary.html>. Acesso em 19 set. 2021.

Tradução livre de: “A broader term overarching the entire transactional flow, which serves to generate an agreement on the order and to confirm the correctness of the set of transactions constituting a block.”

blockchain que determina como será verificada a veracidade e a precisão das informações do bloco, seu *hash* e *nonce*”.

Existem diversos tipos de mecanismos de consenso, esse trabalho fala dos dois principais: prova de trabalho e prova de participação.

2.8.1 Prova de trabalho

Proof-of-work (PoW).

É o mecanismo utilizado no Bitcoin. Esse mecanismo é baseado na competição de quem é o primeiro a resolver um problema matemático. É executado sempre que os mineradores competem para ser o primeiro a encontrar o *nonce*, já que somente o primeiro receberá criptomoedas como remuneração por fechar o bloco; a “segunda fase” do PoW é o trabalho que os outros mineradores fazem de conferir se o bloco foi fechado corretamente. É preciso que a maioria dos nós da blockchain confirmem o bloco para fazer com que ele passe a “produzir efeitos” na corrente de blocos.

A remuneração entregue ao minerador que fechou o bloco é formada por criptomoedas. Quando o bloco é fechado a rede cria o montante de criptomoedas adequado para o fechamento daquele bloco e transfere tal quantia para o minerador vencedor.

O ponto negativo da prova de trabalho é a dificuldade em encontrar o *nonce*. Esse procedimento é propositalmente custoso, o minerador, para executar as tentativas de fechamento do bloco, precisa ter computadores (processadores) poderosos, que consomem uma quantidade altíssima de energia; no entanto, os procedimentos para confirmar as informações do bloco são simples.

2.8.2 Prova de participação

Proof-of-Stake (PoS).

A prova de participação é utilizada no Ethereum, nela o minerador que fechou o bloco recebe taxas como remuneração.

Nesse mecanismo os nós possuem criptomoedas e as “apresentam” à rede blockchain da qual querem participar, ao fazer isso o nó está declarando que agirá com boa-fé e honestidade ao minerar os blocos, sob pena de perder suas moedas caso seja comprovado algum tipo de fraude. As moedas apresentadas equivalem a

“cotas” ou “autorizações” para criar blocos, funcionando como “votos”, quanto maior a participação do nó na rede (porcentagem de moedas que o minerador apresentou baseada no total de moedas que a rede possui) maiores as chances de ser chamado para construir blocos.

Esse mecanismo foi criado como alternativa à prova de trabalho²⁸, pois é mais eficiente em termos de gasto com energia elétrica e não há competição entre processadores poderosos, mas sim entre nós que depositaram criptoativos para participar da rede.

2.9 ASSINATURAS DIGITAIS: CHAVE PÚBLICA E CHAVE PRIVADA

Também chamadas de *public key* e *private key*, são as configurações base da blockchain, a programação que a torna disruptiva e inovadora.

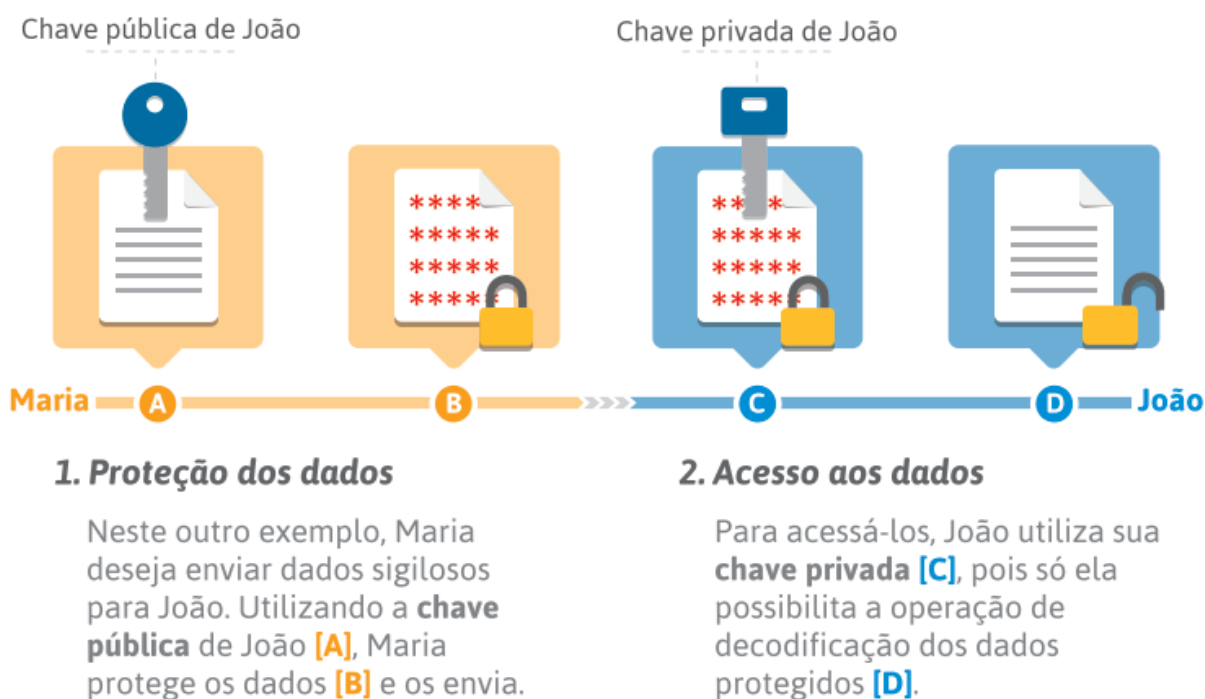
A chave pública é o apelido/*nick* do usuário, (o clássico ‘nick’ dos chats antigos como Mirc e Terra), ela é um código criado pela blockchain e, para acessar a sua conta, o usuário precisa de uma senha/código, que tem como função a conceção de acesso à conta e, outra que é um tanto quanto incomum para os leigos em programação, a de reverter a criptografia/decodificar a mensagem recebida: a chave privada.

Na compra e venda de Bitcoins, o usuário ‘A’ envia 01 Bitcoin para o usuário ‘B’. Na prática cada usuário (nesse caso: ‘A’ e ‘B’) possui sua própria e exclusiva chave pública, então, ao visualizar a transação entre esses dois personagens somente é possível verificar que um código enviou 01 Bitcoin para outro código.

O usuário ‘A’ destina o Bitcoin para a chave pública do usuário ‘B’, ao fazer isso, o programa criptografa as informações dessa transação, para que o seu conteúdo não seja acessível e/ou compreendido pelos outros participantes da rede. Ao receber o Bitcoin, o usuário ‘B’ usa a sua chave privada para reverter a criptografia da mensagem. Veja a representação dessa transação na imagem abaixo:

²⁸ Para mais informações sobre prós e contras do PoW e PoS, o post do Investopedia chamado de “Proof of Stake (PoS)”, escrito por Jake Frankenfield, é muito interessante. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-stake-pos.asp>. Acesso em 14 nov. 2021.

Figura 4 – Representação do uso da chave pública e da privada



Fonte: Benefícios e Aplicações da Certificação Digital²⁹

As chaves são intransferíveis e imutáveis.

(...) perder bitcoins é mantê-los perdidos para sempre, porque não há nenhuma maneira de alguém encontrar a chave privada que lhes permitiria serem gastos novamente. Por causa da lei da oferta e da procura, quanto menos bitcoins estão disponíveis, aqueles que estão à esquerda estarão em maior demanda e haverá um aumento no valor para compensar.³⁰

Então, se o usuário não lembrar do seu código, não existe, na blockchain, nenhuma forma de obter um novo código (não há uma central de atendimento ou uma ferramenta programada para isso). Uma vez esquecida/perdida a chave, o usuário nunca mais conseguirá acessar a sua conta.

²⁹ CARTILHA. In: Benefícios e Aplicações da Certificação Digital. Disponível em: <http://www.beneficioscd.com.br/#cartilha>. Acesso em: 28 nov. 2021.

³⁰ PERGUNTAS Frequentes. In: BITCOIN. Disponível em: https://bitcoin.org/pt_BR/faq. Acesso em: 04 nov. 2021.

2.10 BLOCKCHAIN PÚBLICA E PRIVADA,

A blockchain desenvolvida em 2008 é do tipo “blockchain pública” e existe também a “blockchain privada”, totalizando dois modelos de redes para suprir as necessidades das preferências de diversos usuários³¹.

De acordo com Vitalik Buterin³² “a ideia de que existe ‘uma forma verdadeira’ de utilizar a blockchain é completamente errada, e ambas as categorias possuem suas próprias vantagens e desvantagens”.

A solução que é ótima para uma indústria em particular depende profundamente de que, exatamente, é a indústria. Em alguns casos, a pública é claramente melhor; em outros, alguns graus de controle privado são simplesmente necessários. Como é frequente, no mundo real, depende do caso.³³

Baseado nessas afirmações, explica-se as características de cada uma, pois o desenvolvimento desses dois tipos tem sido surpreendente e afetam o objeto do estudo, a *Decentralized Autonomous Organization* (DAO).

2.10.1 Blockchain Pública

A blockchain pública aceita a participação de qualquer interessado, não existe um agente responsável por autorizar a sua entrada. Além disso, o participante pode optar por ser um *lightweight node*, ou, caso tenha interesse e o poder computacional suficiente, poderá optar por ser um nó completo/*fullnode*. Portanto esse é o modelo de blockchain verdadeiramente descentralizado, já que o arquivamento e a análise das transações são realizados pelos participantes da rede, que não passaram por qualquer procedimento de associação ou verificação.

³¹ Para mais informações, indicamos o seguinte vídeo no YouTube: UNDERSTANDING Blockchain: The Difference Between Public, Permissioned & Private. 8 mai. 2019. 1 vídeo (3min 53seg). Publicado pelo Canal Morrison & Foerster. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IWAImuY60iM>. Acesso em 01 dez. 2021

³² BUTERIN, Vitalik, On Public and Private Blockchains, Ethereum Foundation Blog, disponível em: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>. Acesso em: 1 dez. 2021. Tradução Livre de: “the idea that there is “one true way” to be blockchaining is completely wrong headed, and both categories have their own advantages and disadvantages.”

³³ BUTERIN, Vitalik, On Public and Private Blockchains, Ethereum Foundation Blog, disponível em: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>, acesso em: 1 dez. 2021. Tradução livre de: “The solution that is optimal for a particular industry depends very heavily on what your exact industry is. In some cases, public is clearly better; in others, some degree of private control is simply necessary. As is often the case in the real world, it depends.”

Vitalik Buterin, criador da Ethereum, explica, em seu texto “On Public and Private Blockchains”³⁴ que a blockchain pública possui vantagens, como a confiança na integridade do sistema, advinda da sua rígida programação. Vitalik explica que o programador optou por não ter poder em alterar as configurações da rede (criada por ele) para imbuí-la em confiança, dado que os usuários entendem que se o programador espontaneamente opta por tornar impossível que ele mesmo altere aspectos do programa, a rede deve ser confiável, uma vez que as chances de algum tipo de alteração acontecer são mínimas. Além disso, a inexistência de possibilidade de aplicar mudanças evitam a coerção do programador em efetuar-las, afinal, o código é conhecido como ‘imutável’, então não existe razão de qualquer terceiro tentar isso.

O incentivo na blockchain pública é econômico, uma vez que as regras da rede, utilizando os mecanismos de consenso, pagam uma quantia em criptomoedas para quem fechar os blocos.

A blockchain pública é mais segura que a privada, pois possui mais participantes, o que deixa quase impossível que os participantes mal-intencionados burlem o mecanismo de consenso e ataquem a rede.

2.10.2 Blockchain Privada

Na blockchain privada, ao contrário da pública, a participação do usuário não é livre e desimpedida; para participar, é preciso ser aceito ou convidado. O objetivo dos participantes da blockchain privada é compartilhar e processar informações para agilizar e otimizar os seus procedimentos, e, ao mesmo tempo, não compartilhar essa informação com todo e qualquer nó.

É importante ressaltar que por se tratar de uma rede configurada com a programação blockchain, por mais que seja possível alterar a forma do seu funcionamento, as informações que estão arquivadas não podem ser excluídas ou alteradas.

João Guilherme Lyra³⁵ explica que uma organização centralizada é a responsável por autorizar a participação dos usuários, e que a existência da organização centralizada permite a execução de auditorias e o gerenciamento de

³⁴ BUTERIN, Vitalik, On Public and Private Blockchains, Ethereum Foundation Blog, disponível em: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>, acesso em: 1 dez. 2021.

³⁵ LYRA, João Guilherme, Blockchain e Organizações Descentralizadas, Rio de Janeiro: Brasport, 2019.

banco de dados. O ponto negativo, que alguns entendem ser contra o objetivo da criação da blockchain é, justamente, a sua centralização, já que isso significa que uma entidade (um terceiro ou um dos participantes) gerenciará a rede.

Vitalik Buterin³⁶ explica que a blockchain privada possui diversas vantagens, como estipular permissões e alçadas para acesso a documentos, possibilitando mais privacidade às transações; e a possibilidade de alterar as regras de funcionamento da blockchain, que resulta nos seguintes pontos, que são vistos como positivos pelos seus participantes:

- os validadores das transações são conhecidos e as regras de consentimentos são adaptadas para cada organização centralizadora.
- por possuir regras de consentimento personalizadas, o preço de análise das transações é menor;
- facilita a correção de equívocos;

O incentivo na blockchain privada é a manutenção da sua reputação e a de seus usuários: como os participantes da rede são identificados, todos conhecem o verdadeiro nome dos seus “colegas”, o que faz com que os participantes desejem cumprir com as regras da rede e fazer a coisa certa, para não prejudicar os outros e para não macular sua imagem.

Outra característica que é valorizada pelos participantes é a sua escalabilidade, considerando que um número determinado de nós participa da rede e que o mecanismo de consenso (para validação das informações inseridas na rede) não necessita ser tão complexo quanto o da blockchain pública, mais pessoas podem utilizá-la.

Os aspectos mencionados no parágrafo anterior também fazem com que a blockchain privada utilize consideravelmente menos energia elétrica para funcionar.

Também se diferencia da blockchain pública pois, por autorizar a entrada dos participantes, o número de transações por segundo é maior, uma vez que a blockchain privada consegue processar centenas de transações por segundo, pelo simples motivo de que o mecanismo de consenso adotado é mais simples e a preocupação com a ocorrência de um ataque à rede é menor.

³⁶ BUTERIN, Vitalik, On Public and Private Blockchains, Ethereum Foundation Blog, disponível em: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

Também é considerado um ponto positivo a possibilidade de controlar o acesso dos participantes. É possível conceder níveis de acesso diferentes para cada participante, por exemplo, quem tem capacidade de inserir informações na rede, quem tem capacidade para validar a informação, quem pode acessá-la depois de ser validada.

Mas a característica principal que os interessados buscam é a privacidade. Já que é possível criar as próprias regras de funcionamento da blockchain privada e é possível convidar e autorizar a entrada dos participantes, é fácil manter a privacidade e a confidencialidade das informações inseridas, e essas são as regras de ouro da blockchain privada.

Com a habilidade de restringir acesso aos detalhes das transações, mais detalhes das transações podem ser salvos na blockchain, e os participantes pode especificar a informação da transação que estão dispostos a permitir que outros acessem. Adicionalmente, alguns participantes podem ser autorizados para acessar somente certas transações, enquanto outros, como auditores, podem receber acesso a uma abrangência maior de transações. (Com a blockchain pública, como contraste, o nível de detalhes das transações deve ser limitado para proteger e prover anonimato.)³⁷

A blockchain privada não possui mineradores, já que o incentivo para a fazê-la funcionar não é a remuneração por criptomoedas, ela possui “usuários” ou “peers”, que são os funcionários da entidade responsável por manter a rede funcionando, cabe a eles verificar as informações apresentadas à rede e arquivá-las. O incentivo é a conservação de uma rede confiável e com boa reputação.

2.11 CARACTERÍSTICAS DA BLOCKCHAIN

A blockchain foi desenvolvida para constituir um livro razão de transações (em inglês *distributed ledger* - conceito antigo e basilar da área financeira e contábil³⁸), com

³⁷ GUPTA, Manav, *Blockchain for dummies: A Wiley Brand*, 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2020.

Tradução livre de: “With the ability to restrict access to transaction details, more transaction detail can be stored in the blockchain, and participants can specify the transaction information they’re willing to allow others to view. In addition, some participants may be authorized to view only certain transactions, while others, such as auditors, may be given access to a broader range of transactions. (With a public blockchain, by contrast, the level of transaction detail may be limited to protect confidentiality and provide anonymity.)”

³⁸ RAZÃO (CONTABILIDADE). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Raz%C3%A3o_\(contabilidade\)&oldid=52396205](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Raz%C3%A3o_(contabilidade)&oldid=52396205). Acesso em: 27 dez. 2021.

o intuito de arquivar informações em uma plataforma, de forma que seja impossível modificá-las e cujo o acesso seja irrestrito (público), descentralizado e distribuído.

A inovação trazida por essa ferramenta possui as seguintes características:

- a blockchain é pública, o que significa que as informações arquivadas podem ser acessadas por qualquer pessoa;
- é descentralizada, pois a rede não é gerida por nenhuma entidade ou órgão;
- é imutável pois uma vez que a transação é gravada na blockchain ela não pode ser alterada ou excluída;
- é distribuída, porque o registro de todas as transações é entregue aos participantes da plataforma, procedimento importantíssimo para a eficácia de sua imutabilidade.

Essas características formam o objeto da importância da ferramenta blockchain: fazer com que o negócio dependa menos da confiança entre as partes (seres humanos), formalizar os procedimentos realizados por meio do seu registro e impor a execução forçada do acordo.

Assim, a vontade da parte em adimplir o acordo formalizado por meio da blockchain não influencia na sua execução (em outras palavras, a vontade das partes não tem importância, o que foi combinado é obrigatório e irá acontecer, não importa o que aconteça). Como é praticamente impossível interferir na programação da blockchain, nas suas regras e nas ordens impostas ao relacionamento das partes, uma vez que as informações nela inseridas não podem ser alteradas e, conseqüentemente, a transação deverá ocorrer da forma combinada.

2.11.1 Imutabilidade

Não é possível excluir ou alterar informações que estão registradas na rede somente é possível acrescentar novas informações. É possível inserir uma nova transação explicando que 'tal' ponto foi alterado, mas não é possível alterar a informação em si; pode-se entender esse procedimento como um termo aditivo ao contrato, incluindo um termo aditivo explicando uma alteração/exclusão, não sendo necessário firmar um contrato totalmente novo.

Nenhum participante poderá modificar uma transação depois de ser registrada no livro razão. Se a transação é um erro, uma nova transação deverá ser efetuada para reverter o erro, e ambas as transações serão visíveis.³⁹

Esse processo de arquivamento de informações tem como ponto positivo manter o histórico de todas as movimentações de uma transação, tanto as inserções corretas e incorretas, quanto as alteradas e as consolidadas, característica que traz mais segurança para a rede blockchain.

2.11.2 Descentralização

Quando um sistema é descentralizado, significa que não existe um terceiro responsável por gerir as trocas que são realizadas no seu ambiente, portanto não há intermediários passíveis de ser influenciados pelos participantes ou que atuarão de forma imparcial ao analisar as transações.

A blockchain não possui um proprietário ou um gestor da informação, uma vez as validações e os registros são efetuados, em conjunto, pelos nós participantes da rede.

2.11.3 Público

A blockchain é pública uma vez que a rede é aberta, sendo livre a participação de qualquer interessado, assim como o acesso aos seus registros, dessa forma não é possível agir de forma discreta ou esconder a alteração (para fins de fraude, por exemplo).

No entanto, conforme descrito no livro “Blockchain for dummies”⁴⁰, a blockchain privada não é pública, pois é formada por participantes convidados:

Ao invés de ser uma blockchain que depende da troca de criptomoedas com usuários anônimos em uma rede pública (como o caso do Bitcoin), a

³⁹ GUPTA, Manav, Blockchain for dummies: A Wiley Brand, 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2020.

Tradução livre de: “No participant can tamper with a transaction after it has been recorded to the ledger. If a transaction is in error, a new transaction must be used to reverse the error, and both transactions are then visible.”

⁴⁰ GUPTA, Manav, Blockchain for dummies: A Wiley Brand, 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2020.

Tradução livre de: “Instead of having a blockchain that relies on the exchange of cryptocurrencies with anonymous users on a public network (as is the case with Bitcoin), a blockchain for business is a private, permissioned network with known identities and without the need for cryptocurrencies”

blockchain utilizada nos negócios é privada, uma rede permissionada com identidades conhecidas e sem a necessidade de criptomoedas.

Conforme explanado anteriormente, os dados inseridos na blockchain permanecem imutáveis; e apesar de ser controlada por um agente (que controla quem pode participar da rede), o que pode ser entendido como um ponto negativo, por outro lado, ela é auditável, característica que é bem quista por organizações empresariais. Por fim, o fato de ela ser privada não a descaracteriza como blockchain.

2.11.4 Distribuição

A blockchain tem essa característica pois as informações de suas transações são registradas uma única vez e são disponibilizadas (compartilhadas/distribuídas) para todas os respectivos participantes (da rede). Ou seja, quando um novo bloco é criado, ele é inserido na rede e é enviado para os nós, tornando impossível alterar a informação, ou perdê-la, já que inúmeros computadores possuem cópias dos blocos (ou seja, para alterar uma informação registrada na blockchain, é necessário alterar essa informação em todos os computadores que possuem o registro do seu conteúdo, o que resulta em um esforço homérico, cujo custo é imensamente maior que o benefício).

Registros não são considerados novidades; eles têm sido usados como escrituração de dupla entrada desde o século XV. O que ajudou a repensar os negócios pelo globo foi o surgimento da tecnologia de livro-razão compartilhada, distribuída – um registro imutável de todas as transações da rede, um registro que todos os participantes da rede pudessem acessar. Com um livro-razão compartilhado as transações são registradas somente uma vez, eliminando a duplicidade de esforços que é típica dos negócios tradicionais. O livro-razão distribuído possui as seguintes características:

- Um registro imutável de todas as transações da rede, o livro-razão distribuído é um sistema de registro, a única fonte da verdade.
- É compartilhado entre todos os participantes, ao ser replicado, cada participante tem uma cópia do livro-razão.⁴¹

⁴¹ GUPTA, Manav, Blockchain for dummies: A Wiley Brand, 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2020.

Tradução livre de: "Ledgers are nothing new; they've been used in double-entry bookkeeping since the 15th century. What has helped rethink businesses across the globe is the emergence of shared, distributed ledger technology - an immutable record of all transactions on the network, a record that all network participants can access. With a shared ledger, transactions are recorded only once, eliminating the duplication of effort that's typical of traditional business networks. The shared ledger has the following characteristics:

Em suma, após efetuado o registro ele é replicado entre os nós em tempo real (praticamente). E essa, e todas as outras características, são qualidades que fazem com que a rede blockchain seja uma rede confiável, criada para otimizar processos, diminuindo os custos de transação aplicáveis aos negócios realizados pelas partes.

Objetiva-se, com esse capítulo, introduzir o conceito disruptivo da blockchain, bem como esmiuçar suas características (que formam a base dessa tecnologia), e que são tão importantes, possuindo premissas notáveis, que essas premissas foram desenvolvidas de forma a gerar o *smart contract*, que, apesar de sua tradução significar “contrato inteligente”, nem sempre ele é inteligente ou pode ser considerado um contrato.

Os *smart contracts*, conforme detalhado abaixo, são programações, baseadas na blockchain. Eles automatizam procedimentos por meio da criação de fluxogramas que determinam as obrigações que devem ser executadas e as suas consequências e, por ser baseado na blockchain, essa ferramenta também é imutável, pública, distribuída e descentralizada.

-
- Records all transactions across the business network; the shared ledger is the system of record, the single source of truth.
 - Is shared among all participants in the network; through replication, each participant has a duplicate copy of the ledger.”

3 “SMART CONTRACTS”

3.1 CONCEITO DE “SMART CONTRACT(S)”

A criação da blockchain inspira a concretização do conceito *smart contract*, que são fluxogramas transformados em códigos de programação, que contém obrigações (às vezes acordos, às vezes somente procedimentos), e esses códigos são inseridos na blockchain.

A Deloitte⁴² classifica os *smart contracts* como:

Eles são pedaços de software, e não contratos no sentido jurídico, que expande a utilidade da blockchain, de simplesmente manter um registro de transações financeiras, para automaticamente implementar disposições de acordos multipartes. Smart contracts são executados por uma rede de computadores que utiliza o protocolo de consenso para concordar sobre uma sequência de ações resultantes do código de um contrato. O resultado é um método pelo qual as partes podem concordar sobre obrigações e confiar que elas serão executadas automaticamente, com risco reduzido de erro ou de manipulação. Com uma base de dados compartilhada que executa um protocolo blockchain, os smart contracts ‘se auto executam’, e todas as partes validam o resultado instantaneamente e sem a necessidade da intermediação de um terceiro.

E a autora Tiana Laurence⁴³ complementa:

Aplicativos blockchain são primeiramente conhecidos como tecnologia *back end* e são caracterizados como uma base de dados distribuída. Os aplicativos que você aprenderá agora são as novas tecnologias desenvolvidas sobre ou dentro, em alguns casos, das blockchain que são voltados para o consumidor.

⁴² GETTING Smart About Smart Contracts. In: DELOITTE - Perspectives. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/finance/articles/cfo-insights-getting-smart-contracts.html>. Acesso em: 01 fev. 2022.

Tradução livre de: “They are pieces of software, not contracts in the legal sense, that extend blockchains’ utility from simply keeping a record of financial transaction entries to automatically implementing terms of multiparty agreements. Smart contracts are executed by a computer network that uses consensus protocols to agree upon the sequence of actions resulting from the contract’s code. The result is a method by which parties can agree upon terms and trust that they will be executed automatically, with reduced risk of error or manipulation. With a shared database running a blockchain protocol, the smart contracts auto-execute, and all parties validate the outcome instantaneously and without need for a third-party intermediary.”

⁴³ LAURENCE, Introduction to blockchain technology: The many faces of blockchain technology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019. Tradução livre de: “Blockchain applications are primarily know as a “back end” technology and are distributed databases. The applications you will learn about now are the technologies that are built on top of, or in some case inside, blockchains that are consumer-facing.”

Para melhor compreensão do conceito de Tiana Laurence, apresentamos a explicação da TOTVS⁴⁴ sobre tecnologia *back end*:

O que é back-end?

Essa forma de desenvolvimento se relaciona com o que está por trás das aplicações desenvolvidas na programação. Ou seja, tudo que dá estrutura e apoio às ações do usuário da máquina é chamado de back-end.

Quando acessamos um site, por exemplo, por trás de toda sua apresentação amigável esteticamente, há uma comunicação das informações trocadas entre banco de dados e navegador. Portanto, por trás da interface gráfica do realizador, o back-end está sempre agindo.

Foi Nick Szabo⁴⁵ quem desenvolveu o conceito “*smart contract*”, no ano de 1997, utilizando a lógica Boleana⁴⁶, criptografia e matemática. Conforme conta Tiana Laurence⁴⁷ ele desmembrou a figura do contrato e a organizou em conjuntos de promessas, e são essas promessas (ou obrigações) que podem ser traduzidas para um código, resultando em programa que é executado conforme foi configurado.

Nick Szabo partiu da premissa de que a humanidade possuía o conhecimento tecnológico para transformar cláusulas contratuais em algum tipo de programa de computador, com o objetivo de tornar a quebra/encerramento do contrato mais onerosa para a parte violadora, ou até proibir a sua rescisão; mas, até o Bitcoin (ano de 2008) ainda não existia uma base (tecnologia *back end*) na qual poderia ser implementada essa programação, conseqüentemente, esse conceito ficou adormecido, conforme explica de João Guilherme Lyra⁴⁸.

Como exemplo de sua teoria, no documento “Formalizing and Securing Relationships on Public Networks”, Szabo apresenta a “máquina de lanches”, uma concepção que é descrita em praticamente todos os textos que falam sobre o tema; então, para diversificar, apresenta-se como exemplo o seguro Fizzy, cujos serviços foram ofertados de setembro de 2017 até novembro de 2019 (para conhecimento do leitor: o produto foi descontinuado por não alcançar as metas comerciais; a empresa

⁴⁴ O QUE é back-end e qual seu papel na programação? In: TOTVS. 2020. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/developers/back-end/>. Acesso em 10 fev. 2022.

⁴⁵ SZABO, Nick. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. First Monday, v.2, n.9, 1997. Disponível em: <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/download/548/469>. Acesso em: 10 set. 2021.

⁴⁶ Para conhecimento: o website da BBC explica a Lógica Booleana, no artigo chamado de “Como matemático inventou há mais de 150 anos a fórmula de buscas usada pelo Google”, de 02 nov. 2015. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151102_boole_google_tg

⁴⁷ LAURENCE, Introduction to blockchain technology: The many faces of blockchain technology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.

⁴⁸ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

fez a interpretação de que o mercado ainda não possuía apetite pelo tipo produto oferecido pelo Fizzy, entretanto reconhece que ele a ajudou a conhecer a ferramenta *smart contract* e declarou que essa tecnologia será utilizada em outros projetos).

No website Artificial Lawyer⁴⁹ há um artigo que explica como o Fizzy funciona. Fizzy é um tipo de seguro americano cuja apólice oferece compensação automática para o beneficiário cujo voo atrasou. Se o atraso for maior que duas horas, o programa Fizzy reembolsará o beneficiário imediatamente.

As inovações desse produto são sua automatização e sua transparência. O beneficiário não envia nenhuma documentação para comprovar o atraso à seguradora, o próprio *smart contract* coleta as informações necessárias, avalia o caso e, se os requisitos programados forem cumpridos, envia, também automaticamente, a indenização.

Ao contratar a apólice de seguros, o instrumento de contratação é registrado no *smart contract* (cuja programação é efetuada na blockchain do Ethereum), assim os termos da contratação ficam permanentemente arquivados nessa rede, transformando-os em dados imutáveis, conseqüentemente, à prova de adulterações. O *smart contract* tem como oráculo (item 3.2.4 – abaixo) a base global de dados de tráfego aéreo. E, por estar sempre conectado nesse cadastro, assim que as informações sobre os horários e o status dos voos são disponibilizadas, o *smart contract* as coleta automaticamente e as disponibiliza em sua própria página (garantindo a transparência das informações).

Logo, utilizando a fórmula ‘se/então’: se o voo aterrissou respeitando o cronograma, *então* o beneficiário não receberá compensação; por outro lado, se o voo aterrissou duas horas depois do horário prometido pela companhia aérea ou se o voo foi cancelado; *então* o cliente tem o direito de receber a compensação. Tal compensação é direcionada ao beneficiário no momento em que as informações são lançadas no oráculo.

Em resumo, o Fizzy garantiu agilidade, simplicidade, transparência e imutabilidade à apólice de seguros, uma vez que:

- delegou ao *smart contract* as tarefas de analisar e de liberar a indenização financeira ao beneficiário, fazendo com que a execução de suas funções não

⁴⁹ AXA Scraps Fizzy Insurance Smart Contract...But Still Interested in the Tech. In: ARTIFICIAL Lawyer. 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.artificiallawyer.com/2020/10/08/axa-scraps-fizzy-insurance-smart-contract-but-still-interested-in-the-tech/?>. Acesso em: 9 fev. 2022.

dependa de um agente intermediário; isso acontece pois o programa tem como base a blockchain, que é descentralizada;

- justamente por utilizar o *smart contract*, diminuiu profundamente a burocracia associada a esse tipo de procedimento, resultando em um processo extremamente ágil, inclusive na hora de compensar o beneficiário.

Outra consequência típica advinda da utilização da blockchain: o Fizzy não precisa confiar no beneficiário e o beneficiário não precisa confiar no Fizzy, já que todo o pedaço de informação está à disposição das partes para análise, em tempo real, assim como os mecanismos e o código da programação, tudo está disponível e arquivado na blockchain.

Apresenta-se esse exemplo para demonstrar como se dá a lógica de um *smart contract*. Porque sim, apesar do nome conter a palavra ‘contrato’, o *smart contract* não é um contrato, ele é um programa/software que pode ser aplicado em relações contratuais, podendo ser caracterizado tanto como um fluxograma quanto como um acordo.

3.2 O FUNCIONAMENTO DO “SMART CONTRACT”

3.2.1 “Smart Contract” como programa computacional

O *smart contract* pode reger um relacionamento bilateral, para que gere trocas entre as partes, sendo que essas trocas são automatizadas e não estão sob a gerência de um intermediário, não são controladas por nenhuma entidade. Tanto as regras quanto os detalhes das ações das partes são registrados no programa, tornando-os imutáveis e eternos (já que o dado que está na blockchain não pode ser apagado). João Guilherme Lyra⁵⁰ diz que “Os contratos inteligentes são roteiros de eventos futuros.”.

Um exemplo comum de automatização, e não de *smart contract*, já que o seu funcionamento não acontece na blockchain (mas sim no servidor do fornecedor) são os aplicativos de motorista particular. Quando o cliente solicita um carro, praticamente imediatamente o valor da corrida entra na fatura do cartão de crédito registrado, para

⁵⁰ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

garantir o pagamento pelo serviço; e se, por algum motivo, a corrida não for realizada, o valor cobrado será automaticamente devolvido.

Nenhuma das partes precisa confiar na outra para que o acordo seja cumprido, mas elas devem confiar no programa, que é o executor do acordo.

A substituição da ação humana por um processo – materialização automática das prestações obrigacionais nas transações – traz uma elevada economia de custos.

Os *smart contracts* devem ser considerados programas, tanto que, é possível interligá-los, fazendo com que um fluxograma esteja conectado a outro, iniciando um novo procedimento, de forma a compor um elaborado processo, em que diversos resultados são possíveis, mas cuja ocorrência dependa das atitudes tomadas pelas partes.

No momento não se tem conhecimento completo das possibilidades de utilização da ferramenta, somente há maturidade tecnológica e de mercado para formar *smart contracts* relativamente simples, cuja obrigação se encaixa no conceito se/então (se o voo atrasou, então eu receberei a compensação), uma programação sem variáveis e cujas funções sejam de curta duração. São chamados de “*smart contracts* simples” pois os programadores e estudiosos preveem um futuro grandioso para essas programações, a ponto de conceber que organizações serão regidas por *smart contracts* e não contarão com seres humanos para executar quaisquer procedimentos.

Por ser um programa, o *smart contract* somente pode executar aquilo que está inserido em sua programação. Ele é autoexecutável, mas no limite das ordens que lhe foram dadas. Por isso que se diz que os *smart contracts* são tão bons quantos os seus códigos e quanto a informação que o alimenta.

Nos primórdios da programação dos *smart contracts*, sua configuração era imodificável. Atualmente, seus utilizadores entendem que esse tipo de característica impedirá sua aceitação pelos empresários, por esse motivo, estão sendo desenvolvidas ferramentas para flexibilizar seu fluxograma e seus requisitos, o que resulta na possibilidade de utilizá-los em situações com características mais voláteis e até imprevisíveis.

Tradicionalmente, em praticamente todas as transações existem terceiros intermediários, que podem estar materializados no colaborador que analisa se os documentos do cliente estão corretos (para então liberar a contraprestação devida), ou no moderador do site que fiscaliza os acontecimentos (e autoriza a ação dos

visitantes), por exemplo. A característica descentralizadora da blockchain serve de base para que o *smart contract* aja sem a interferência de agentes, fazendo com que os seus usuários não precisem aguardar pela sua ação (economizando tempo) nem pagar taxas pelo seu serviço (que agora é automatizado). Tiana Laurence escreve:

Smart contracts podem resolver diversos problemas da tecnologia tradicional, negócios e finanças, como por exemplo, altos custos de transação, prazos redundantes de transação, necessidade de intermediários e de autoridades centralizadores, tarefas entediadas de rastreio de produtos, frágil segurança na informação, e identidade digital arquivada de forma corrupta e precária.⁵¹

Por mais distante que pareça -a substituição da ação humana por um processo- não é possível descartar essa possibilidade. Tiana Laurence⁵² defende que “Indivíduos, organizações, máquinas e algoritmos seriam livremente transacionados e interagiriam um com o outro com pouca fricção. Esse é o imenso potencial da blockchain.”. Como acontece com todas as novas tecnologias, com a evolução do tempo, gera-se conhecimento, novas ideias, novas teorias e novas vivências, ou seja, o mercado vai se sentir mais confortável em utilizar os *smart contracts*, conseqüentemente seus operadores tornar-se-ão mais audaciosos, fazendo com que a complexidade da tecnologia evolua naturalmente.

3.2.2 O “Smart Contract” como contrato

Como os *smart contracts* executam automaticamente as transações entre as partes, obedecendo detalhadamente o código programado, é possível inserir nessa programação as obrigações que as partes devem seguir, para que as etapas do relacionamento ocorram de forma automática e ágil. No entanto, é preciso recordar que uma vez programado e iniciado, o fluxo não pode ser interrompido, então, se uma das partes atrasar a execução de sua obrigação, a conseqüente penalidade será aplicada automaticamente, não havendo a possibilidade de renegociar ou relativizar

⁵¹ LAURENCE, Introduction to blockchain technology: The many faces of blockchain technology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.
Tradução livre de: Smart Contracts can solve several problems in traditional technology, business, and finance, such as high transaction costs, redundant transactions times, need for intermediaries and centralized authority, tedious product traceability, weak information security, and digital identity stored in corruptible and precarious manner.

⁵² LAURENCE, Introduction to blockchain technology: The many faces of blockchain technology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.
Tradução livre de: “Individuals, organizations, machines, and algorithms would freely transact and interact with one another with little friction. This is the immense potential of blockchain.”

sua aplicação. João Guilherme Lyra⁵³ escreve “(...) o contrato inteligente é lançado na blockchain, ele se torna 'independente' da vontade das partes, não seguindo nada além de suas instruções e autoaplicando as condições nele codificadas”.

A formação do *smart contract* como contrato ocorre da mesma forma que um contrato típico, partes com um mesmo objetivo se reúnem, discutem o objeto do relacionamento, prazos, valores, obrigações e etc. e, quando concordarem com todos os pontos, elas devem providenciar a transformação dessas combinações em código compatível com a blockchain. Nesse ponto se encontra uma das críticas à funcionalidade do *smart contract* como contrato: a dificuldade em transformar cláusulas, que podem ser complexas, em código, que são claros e objetivos. Essa é uma das razões que impedem a aplicação de *smart contracts* em relacionamentos complexos e duradouros, a dificuldade de implementar a semântica do “idioma humano” para o “idioma computacional”. Levi e Lipton dizem “código de computador demanda uma exatidão não encontrada nas negociações do texto-base do contrato. Levará tempo para que os adotantes de *smart contracts*, de uma indústria em particular, determinem quais provisões são suficientemente objetivas para levar a execução do *smart contract*.”⁵⁴

Depois que o código é escrito, ele é enviado à blockchain, todas as fases do *smart contract* serão verificadas pelos nós e, se aprovadas, todas as informações relacionadas ao seu cumprimento ficarão arquivadas na rede. Os ativos envolvidos no relacionamento são entregues para a parte indicada, de forma automática, e com o consenso de todos os participantes da blockchain, o relacionamento é encerrado. Os autores do texto “Tomorrow’s Lawyer Today”⁵⁵ explicam:

⁵³ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

⁵⁴ LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitations. Harvard Law School Forum on Corporate Governance and Financial Regulation. 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/#more-107364>. Acesso em: 01 dez. 2021

Tradução livre de: “computer code demands an exactitude not found in the negotiation of text-based contracts. It will take some time for those adopting smart contracts in a particular industry to determine which provisions are sufficiently objective to lend themselves to smart contract execution.”

⁵⁵ CORRALES, M. et al. Tomorrow’s Lawyer Today? Platform-Driven Legaltech, Smart Contracts & the New World of Legal Design. Journal of Internet Law, v. 22, n. 10, p. 3–12, 2019. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db>.

Tradução livre de: “The advantages of smart contracts are clear. They seem particularly well-suited to the following types of transaction found in many contracts: (1) ensuring the payment of funds upon certain objectively verifiable triggering events and (2) imposing financial penalties if certain objective triggering conditions are not satisfied.”

As vantagens dos *smart contracts* são claras. Eles parecem ser bem adequados aos seguintes tipos de transações encontradas em diversos contratos: (1) assegurar que o pagamento de fundos por meio de gatilhos acionados por determinados eventos objetivamente verificáveis e (2) impor penalidades financeiras se gatilhos acionados por determinadas condições objetivas não forem satisfeitos.

Mesmo que, atualmente, o *smart contract* não consiga refletir cláusulas complexas, ele consegue evitar o inadimplemento (garantindo a efetivação do pagamento no prazo), o que o torna uma ferramenta útil e facilitadora para diversos tipos de negócios.

3.2.3 Características da blockchain no “smart contract”

No capítulo anterior foram descritas as quatro principais características da blockchain, aquelas que fazem parte da sua essência, que deram à blockchain o título de tecnologia disruptiva do século XXI: imutabilidade, descentralização, público, distribuição. E agora demonstra-se como elas integram a evolução da tecnologia, *smart contract*.

Enquanto acordos jurídicos devem ser executados voluntariamente (ou compelidos por meio de uma ordem judicial), *smart contracts* são compostos por código de computador permanentemente hospedados na *blockchain*. Esse código é executado de forma automática e confiável uma vez que as condições escolhidas pelas partes foram satisfeitas. E desde que seus termos foram descentralizados e distribuídos para todos os nós da *blockchain*, não há espaço para reconsiderações, ameaças ou pagamentos em atraso. Os termos existem independentemente das partes, com a *blockchain* garantindo e possibilitando sua performance.⁵⁶

A imutabilidade das informações, atributo da blockchain, também está presente nos *smart contracts*, já que, nessa ferramenta, quando os dados e parâmetros são enviados para a rede, nenhuma das partes, nem os nós, são capazes de alterá-los, o que os torna a prova de adulteração, e essa é uma das características mais interessantes dos *smart contracts*.

⁵⁶ SKLAROFF, Jeremy M. Smart Contracts and the COst of Inflexibility. University of Pennsylvania Law Review. Vol. 166:263. 2017. p. 263-303. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3008899. Acesso em: 01 dez. 2021. Tradução livre de: “Whereas legal agreements must be voluntarily performed (or compelled through court order), smart contracts are composed of computer code permanently lodged in a blockchain. That code executes automatically and reliably once the parties’ chosen conditions have been satisfied. And since its terms have been decentralized and distributed to every blockchain node, there is no room for “second thoughts, arm twisting or delayed payments.” The terms exist independently of the parties, with a blockchain guaranteeing and enabling their performance.”

Um *smart contract* é imutável e imodificável uma vez criado, já que sua lógica está semeada na *blockchain* e espalhada por múltiplos pontos. Isso evita que as partes poderosas, de forma oportunista, quebrem o contrato ou extraiam modificações vantajosas que prejudicam a contraparte mais fraca⁵⁷

Por ser descentralizado, não existe um intermediário que gere as etapas de um *smart contract*, a gestão dos dados e dos procedimentos é realizada em conjunto pelos nós, por meio dos mecanismos de consenso, resultando na possibilidade de fazer negócios sem que as partes confiem totalmente uma na outra.

É escrito e executado se a necessidade de custosas instituições intermediárias, por interagir com dispositivos que monitoram o estado do mundo e com os sistemas de informação internos das empresas, ele pode verificar se as condições foram satisfeitas e então instantaneamente fornecer o que foi barganhado, por dinheiro ou bens.⁵⁸

“Público” significa que a rede que hospeda o *smart contract* é aberta, o acesso dos dados está disponível para qualquer pessoa que desejar participar da rede, o que garante transparência ao instrumento.

Os contratos da Ethereum podem permitir o desenvolvimento de um ecossistema de arquivamento de arquivos descentralizado, em que usuários individuais podem receber pequenas quantidades de dinheiro alugando seu próprio hard drive e o espaço não utilizado pode ser utilizado para diminuir ainda mais o custo de arquivamento dos registros.⁵⁹

Os *smart contracts* são distribuídos, pois eles são arquivados em diversos espaços (computadores dos nós). Caso algum nó deixe a rede, a informação não será

-
- ⁵⁷ SKLAROFF, Jeremy M. Smart Contracts and the COst of Inflexibility. University of Pennsylvania Law Review. Vol. 166:263. 2017. p. 263-303. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3008899. Acesso em: 01 dez. 2021.
Tradução livre de: “A smart contract is immutable and unmodifiable once created, since its logic is seeded into a blockchain spread across multiple points. This prevents powerful parties from opportunistically breaching the contract or extracting a beneficial modification that disadvantages weaker counterparties.”
- ⁵⁸ SKLAROFF, Jeremy M. Smart Contracts and the COst of Inflexibility. University of Pennsylvania Law Review. Vol. 166:263. 2017. p. 263-303. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3008899. Acesso em: 01 dez. 2021.
Tradução livre de: “It is written and executed without the need for expensive intermediating institutions; by interacting with devices that monitor states of the world and with firms’ internal information systems, it can check whether conditions are satisfied and then instantaneously provide the bargained-for goods or money.”
- ⁵⁹ ETHEREUM Whitepaper. In: ETHEREUM.org. 2022. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 03 mar. 2022.
Tradução livre de: “Ethereum contracts can allow for the development of a decentralized file storage ecosystem, where individual users can earn small quantities of money by renting out their own hard drives and unused space can be used to further drive down the costs of file storage.”

perdida e a rede continuará ativa, mantendo a sua integridade; e esse funcionamento é considerado uma inovação significativa.

3.2.4 Oráculos

Oráculos são informações, externas à blockchain, que, em tempo real, entregam conteúdo útil aos *smart contracts*, como os valores atualizados do câmbio, clima, horários e escalas... Assim, o *smart contract*, que fica isolado na rede blockchain, tem acesso aos dados do mundo real:

Essencialmente, qualquer tipo de ativo digital pode ser acompanhado e negociado pela blockchain. Informações sobre a origem de bens, identidade, credenciais e direitos digitais podem ser arquivadas de forma segura por meio de um arquivo distribuído.⁶⁰

A função do oráculo é disponibilizar informações essenciais para o funcionamento do *smart contract*, inserindo tais informações na blockchain, elas se transformam em dados imutáveis e acessíveis ao público, fazendo com que o *smart contract* possa agir conforme programado, monitorando e implementando o cumprimento de seu fluxograma e de suas obrigações.

A assimetria diminui com os oráculos, como tudo está interligado e as cláusulas do smart contracts são acionadas automaticamente, uma parte não pode se aproveitar do “vácuo” do sistema para se beneficiar do contrato. O smart contract traz mais transparência para a relação.⁶¹

Como os contratos dependem de ação das partes para o seu cumprimento, eles também dependem da ação de terceiros, tanto de subcontratados, parceiros e fornecedores, como do governo (com a alfândega), entidades (com a publicação de índices financeiros e identificação de condições climáticas), e é aí que o oráculo atua, vinculando as informações que não foram elaboradas pelas partes ao se relacionamento.

⁶⁰ CATALINI, Christian. How Blockchain Applications Will Move Beyond Finance. In: Harvard Business Review. 02 mar. 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/03/how-blockchain-applications-will-move-beyond-finance>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “Essentially, any type of digital asset can be tracked and traded through a blockchain. Information about the provenance of goods, identity, credentials, and digital rights can be securely stored with a distributed ledger.”

⁶¹ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

3.3 “SMART CONTRACTS” NA PRÁTICA

Os escritores nerds do website Blockgeeks⁶², descrevem como o mundo dos negócios funciona:

Ordinariamente, operações de negócios devem suportar idas e vindas, enquanto aguardam aprovações e a solução de questões internas ou externas. Um registro *blockchain* simplifica isso. Ele também descarta discrepâncias que tipicamente ocorrem em processos independentes e que podem gerar custosos processos judiciais e atraso em acordos.

Como exemplo de utilização de *smart contracts* e a economia que trazem aos seus usuários, são apresentados casos práticos que descrevem seus benefícios nos processos logísticos, por meio da plataforma TradeLens⁶³, desenvolvida em conjunto pela IBM e pela GTD Solution Inc.

A TradeLens é uma plataforma aberta e neutra criada para servir como base para o arquivamento veloz e fidedigno de informações, e para que essas informações sejam disponibilizadas de forma transparente. Ela é baseada na blockchain e funciona por meio de *smart contracts*. Incentiva e implementa processos ágeis, claros e honestos, com o objetivo de reduzir a fricção existente nos milhares procedimentos existentes no ecossistema logístico, promovendo ainda mais acessibilidade a esse ramo.

Atualmente o TradeLens processa, por ano, mais de setecentos milhões de eventos e seis milhões de documentos, acelerando a tomada de decisão e diminuindo obstáculos administrativos, resultando na otimização do tempo dos seus usuários.

O comércio é uma intensa indústria de papel. Documentos viajam com sua carga, de porto-a-porto, onde eles são conferidos, assinados e enviados para todas as partes envolvidas na transação. Apesar do nível de interação, cada parte desta transação tem pouca visibilidade (de todas as informações).⁶⁴

⁶² ROSIC, Ameer. Smart Contracts: The Blockchain Technology That Will Replace Lawyers. In: Bloockgeeks. 25 nov. 2020. Disponível em: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “Ordinarily, business operations have to endure a back-and-forth, while waiting for approvals and for internal or external issues to sort themselves out. A blockchain ledger streamlines this. It also cuts out discrepancies that typically occur with independent processing and that may lead to costly lawsuits and settlement delays.”

⁶³ TRADELENS. Disponível em: <https://www.tradelens.com/>. Acesso 03 mar. 2022.

⁶⁴ TRADELENS. Disponível em: <https://www.tradelens.com/>. Acesso 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “trade finance is a paper-intensive industry. Documents travel with their cargo from port to port, where they are checked, signed and faxed to all parties involved in the transaction. In spite of the degree of interaction, each party in the transaction has very little visibility.”

A plataforma une todas as partes da cadeia de logística em um único e seguro ambiente, para que tenham acesso à todas as informações (detalhes da carga como peso, temperatura, características, sua localização, documentos emitidos) e compartilhem a responsabilidade de atualizá-las, incentivando a digitalização, automação e processos de negócios essenciais para o comércio global e, graças à blockchain, assegurando sua segurança e auditabilidade. Afinal, quanto mais fidedigna e precisa for a plataforma, mais usuários irão adotá-la, resultando em um ciclo organizado e em constante crescimento e aprimoramento.

De acordo com o seu website⁶⁵, o TradeLens utiliza a blockchain da IBM que é baseada no Hyperledger Fabric, uma blockchain permissionada com código fonte aberto, que é confiável e descentralizada.

Nos processos que envolvem *smart contracts* há simplificação do fluxo de negócios (que são tradicionais no mundo real/físico) e há inexistência de bloqueios (que são comuns e resultantes de dados e/ou documentos incompletos e/ou extraviados). A blockchain oferece imutabilidade, privacidade e rastreabilidade aos procedimentos logísticos e, também, garante a veracidade dos documentos, gravando qualquer alteração efetuada, formando uma trilha clara e auditável para fins de certificar a validade e autenticidade dos dados.

Com isso, a transferência de informações ocorre de forma mais rápida, a ocorrência de erros é menor, o que contribui para a redução de custos, para o aprimoramento do atendimento de clientes e para o aumento de lucros (por exemplo).

Na prática, o TradeLens⁶⁶ declara ter diminuído dezoito dias dos *bill of lading*, (a contar da data de emissão até a entrega), resultando na economia de cem horas de tarefas administrativas por mês.

É notória a burocracia existente no mundo dos negócios, o processamento de documentos em papel é manual e consome muito tempo em tarefas repetitivas, que, compreensivelmente, resultam em equívocos humanos. A TradeLens digitaliza os documentos, que são arquivados na blockchain, gerando um *hash*. Como resultado, percebe-se diminuição do tempo necessário para organização dos documentos, economia com taxas de impressões e de envio, e expressiva redução na ocorrência de fraude documental, uma vez que todas as informações lançadas e alteradas ficam

⁶⁵ TRADELENS. Disponível em: <https://www.tradelens.com/>. Acesso 03 mar. 2022.

⁶⁶ TRADELENS. Disponível em: <https://www.tradelens.com/>. Acesso 03 mar. 2022.

registradas na blockchain, sendo disponibilizadas automaticamente para todas as partes.

Os serviços da plataforma aumentam em duas vezes a eficiência dos processos dos usuários e em oito vezes a visibilidade em tempo real do status dos containers, facilitando a detecção e controle das cobranças de *demurrage* e de sua detenção, e resultando na redução, em até dois dias, do tempo dedicado para a emissão de invoices. E, por disponibilizar em tempo real informações corretas e completas, os usuários relataram uma diminuição em 66% de pedidos de informações e esclarecimentos pelos clientes.

Ao analisar cada um desses resultados isoladamente, o impacto da plataforma não parece ser muito significativo, mas ao imaginar que o usuário está lidando com uma carga perecível, e em que todo o minuto conta e cujo valor está atrelado ao seu frescor, fica fácil assimilar a repercussão dos benefícios advindos dos *smart contracts*.

Ao automatizar e aprimorar o procedimento de contratação por meio de programação, esses contratos permitem o monitoramento da performance e o cumprimento de garantias sem o envolvimento humano. Essa automatização pode ter diversos benefícios, incluindo a diminuição de custos operacionais, redução de erros e negócio mais efetivos.⁶⁷

A exemplo da Avanti⁶⁸, uma exportadora de frutos do mar indiana, que adotou o TradeLens, ela declara que houve diminuição do workflow de processamento de *bill of lading*, de oito para quatro etapas, e que esse prazo diminuiu de três semanas para três dias, gerando uma economia de até 50 dólares por *bill of lading*, totalizando aproximadamente cinco mil dólares por ano, e, para completar, o status e a localização de sua carga é visível e exata, inclusive durante seu deslocamento.

Um distribuidor holandês⁶⁹ que possui cinco fornecedores internacionais e uma operação de distribuição global, possui um departamento de logística pequeno que sempre está muito ocupado, o que resulta em compreensíveis equívocos humanos, como cobranças e multas. A adoção do sistema não exigiu treinamento da equipe,

⁶⁷ TRADELENS. Disponível em: <https://www.tradelens.com/>. Acesso 03 mar. 2022.

Tradução livre de: "By automating and enhancing the contracting procedure through programming, these contracts enable performance monitoring and enforcement of contractual assurances without human involvement. This automation could have several benefits, including lower operating costs, reduced errors and more effective dealings."

⁶⁸ CASE Study: Protecting Fragile Cargo. In: Tradelens. Disponível em:

<https://www.tradelens.com/case-studies/protecting-fragile-cargo>. Acesso em: 03 mar. 2022.

⁶⁹ CASE Study: Eliminating D&D Charges. In: Tradelens. Disponível em:

<https://www.tradelens.com/case-studies/eliminating-d-and-d-charges>. Acesso em: 03 mar. 2022.

visto que os processos já existentes foram ‘apenas’ otimizados (redução de etapas); com isso a situação dos contêineres passou a ser atualizada em tempo real e não há mais lançamento de informações incorretas e/ou incompletas (pois deixou-se de acessar manualmente o website do parceiro para verificar os dados, o programa está configurado para coletar essas informações de forma automatizada).

Após a implementação, a equipe controla o prazo correto para devolução e entrega do contêiner, projetando uma economia anual de trezentos mil dólares; deixa de gastar cem horas por mês com burocracia, podendo focar em assuntos mais sensíveis, melhorou a previsão de embarques futuros (de uma ou duas semanas para quatro semanas de antecedência). Tudo isso colabora com a organização da empresa, o que acarreta melhores prestação de serviços para os seus clientes e um maior poder de barganha nas negociações de preços.

3.4 SÍNTESE DAS PROPRIEDADES DOS *SMART CONTRACTS*

A programação *smart contract* é formada por códigos que são registrados na blockchain, e pode ter como conteúdo tanto a execução de procedimentos, quanto a execução de contratos (ao contrário do que o seu nome sugere, *smart contracts* não são necessariamente contratos). Conseqüentemente, o funcionamento dos *smart contracts* seguem as mesmas regras do funcionamento da blockchain: os registros são imutáveis, descentralizados, públicos e distribuídos e os dados são verificados pelos nós.

Além disso, não há intermediários nos *smart contracts*, mas há a figura do ‘oráculo’, que é a forma utilizada para que o *smart contract* busque informações do mundo real que não estão disponíveis dentro de sua programação.

Com os exemplos práticos trazidos, é possível verificar que, apesar de ainda estar no início de sua aplicação (portanto, os *smart contracts* ainda não utilizados em relacionamentos complexos) seus benefícios são evidentes e a tecnologia é extremamente promissora. Levi e Lipton citam a “Lei de Amara”:

Nós tendemos a superestimar a tecnologia no curto prazo e subestimá-la no longo prazo. Mesmo que *smart contracts* precisem evoluir antes de serem amplamente adotados para serem utilizados na produção de relacionamentos comerciais complexos, eles têm o impacto de revolucionar a estrutura de

recompensas e incentivos que moldam como as partes irão contratar no futuro.”⁷⁰

Essas características foram trabalhadas, desenvolvidas e aplicadas de formas diferentes e em outras situações, criando o conceito, teoricamente ambicioso, da Decentralized Autonomous Organization, que, atualmente, está sendo aplicado em diversos cenários e adotando estruturas variadas.

⁷⁰ LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitations. Harvard Law School Forum on Corporate Governance and Financial Regulation. 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an>.
Tradução livre de: “we tend to overestimate new technology in the short run and underestimate it in the long run. Although smart contracts will need to evolve before they are widely adopted for production use in complex commercial relationships, they have the impact to revolutionize the reward and incentive structure that shapes how parties contract in the future.”

4 DESCENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION (DAO)

4.1 OS “SMART CONTRACTS” E A “DESCENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION” (DAO)

É natural que a tecnologia evolua com o tempo e com o uso, nesse sentido a criptografia e a programação evoluíram de forma a desenvolver a blockchain; a utilização da blockchain possibilitou a aplicação, na prática, de antigas teorias computacionais, resultando na possibilidade de materializar o conceito *smart contract*. E, atualmente, os *smart contracts* passaram a ser utilizados em situações mais complexas, fazendo com que fosse desenvolvida a *Decentralized Autonomous Organization* (DAO) que, de acordo com João Guilherme Lyra⁷¹ “a forma mais complexa de um contrato inteligente é uma organização autônoma descentralizada (DAO), que governa um grupo de pessoas que compartilham os mesmos interesses e metas.”.

A DAO também é uma programação, um conjunto de diversos *smart contracts* (a transformação de diversas obrigações, regras e fluxogramas em código computacional) que entrelaçados formam as normas de uma empresa, como, por exemplo, o seu estatuto, os códigos dos conselhos e comitês.

Uma *Decentralized Autonomous Organization* é um *smart contract* sofisticado. Elas têm mais código que qualquer outro *smart contract* porque eles atuam mais com gestão do que com transferência de valores. As DAOs concedem direito a voto para os seus membros. O estatuto da DAO é o código do *smart contract* e está seguro diretamente dentro da blockchain.⁷²

Na teoria, os parâmetros e os procedimentos de uma corporação, inclusive os métodos para a tomada de decisão, seriam programados para ser executados automaticamente, como por exemplo, ao identificar uma oportunidade de investimento, as informações seriam inseridas no programa, que aplicaria as regras codificadas para então informar qual o caminho deveria ser tomado, com base nos

⁷¹ LYRA, João Guilherme. *Blockchain e Organizações Descentralizadas*. Rio de Janeiro: Brasport, 2019.

⁷² LAURENCE, Introduction to Blockchain Technology: the many faces of block chain texhnology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019. Tradução livre de: “A *Decentralized Autonomous Organization* is a sophisticated *smart contract*. They have more code than other *smart contracts* because they govern more than just the transfer of value. DAOs have voting rights of members. The bylaws of DAO are in the code of the *smart contract* and are secured directly within their blockchain.”

princípios e objetivos da companhia. Com isso, os conselhos, diretorias e qualquer outro órgão da empresa, que tem como função tomar decisões, podem ser substituídos pela DAO, evitando assim conflitos de agência e custos de transação. Serres e Warburg⁷³ dizem que participar de uma DAO significa participar de um negócio automatizado; em seu texto João Guilherme Lyra⁷⁴ continua:

As organizações descentralizadas (DOS), em vez de uma estrutura hierárquica gerenciada por um conjunto de seres humanos interagindo pessoalmente e controlando a propriedade através do sistema legal, envolvem um conjunto de seres humanos interagindo entre si de acordo com um protocolo especificado em código imposto a todos por um blockchain. A DO pode ou não fazer uso do sistema legal para alguma proteção de sua propriedade física, mas, mesmo assim, tal uso é secundário (BUTERIN, 2014b).

Refletindo sobre o que foi apresentado acima, conclui-se que a DAO empolga, faz com que os amantes de tecnologia fantasiem sobre todas as facilidades que ela promete. No entanto, essa ferramenta ainda está em um estágio inicial de amadurecimento, e isso significa que as empresas precisam implementá-la de forma estratégica. Isso porque ainda não se conhece o potencial da tecnologia, suas falhas (e consequências de tais imprecisões). E também, sua implementação exige aportes financeiros significativos, uma vez que é preciso mapear o procedimento que será alterado, programar, testar, treinar os funcionários (não somente a lidar com a DAO, mas também a compreendê-la e interiorizar os seus benefícios), e, não menos importante, contratar programadores que dominem a linguagem (que ainda não é amplamente utilizada).

Por essa razão, o livro *The Business Blockchain*⁷⁵ diz que utilizar a DAO de forma estratégica não significa somente utilizá-la para obter redução de custos e melhora no tempo de processamento da informação pelo sistema (latência das transações), significa “encontrar usos estratégicos que podem resultar em uma vantagem competitiva”. Por esse motivo considera-se que as companhias primeiro utilizarão as DAOs em operações que já possuem e que podem ser otimizadas, assim

⁷³ SERRES, Tom; WARBURG, Bettina. *Basics of Blockchain: a guide for building literacy in the economics, technology and business of blockchain*. 2019. Animal Ventures LLC. Disponível em: <https://br1lib.org/book/5303808/d36e3d?dsource=recommend>. Acesso em: 20 fev. 2022.

⁷⁴ LYRA, João Guilherme. *Blockchain e Organizações Descentralizadas*. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

⁷⁵ MOUGAYAR, Willian. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.
Tradução livre de: “it needs to find strategic usages that can give you a competitive advantage”

o conceito da ferramenta será fortalecido perante os tomadores de decisão e operações mais arrojadas terão espaço para serem aplicadas.

4.2 CONCEITO E CARACTERÍSTICAS DA DAO

4.2.1 Conceito e funcionamento

A DAO serve não só para otimizar processos, como também para diminuir o conflito entre os principais e os agentes de um negócio: “as DAOs operam como um sistema sem orientação humana externa, de acordo com um específico protocolo incorruptível especificado em um código de computador e imposto na blockchain.”⁷⁶. E são estruturadas por códigos que podem ser alterados se um número específico de participantes optarem por isso.

A comunidade Ethereum⁷⁷ explica que as DAOs são organizações/sociedades que não possuem hierarquia, são associações que não possuem um poder/órgão centralizador justamente para evitar cargos e/ou pessoas que emanam poderes injustificados/não legitimados e agem de forma arbitrária.

Pense nelas como um negócio nativo da internet que é propriedade de uma coletividade e que é gerenciado por seus membros. Elas têm tesouros embutidos, que ninguém tem autoridade para acessar sem a aprovação do grupo. Decisões são regidas por propostas e votações para assegurar que todos na organização tenham uma voz. Não há CEO que possa autorizar gastos baseados em seus próprios desejos e não há chance de um CFO questionável manipular os livros. Tudo está disponível e as regras sobre gastos são consolidadas na DAO por meio de seu código.⁷⁸

A DAO reúne pessoas que possuem um mesmo objetivo e que decidem coletivamente como a DAO deve agir; essas instituições também são “auto

⁷⁶ WHAT is Blockchain? In: Thought Leadership Zen. Disponível em: <https://thoughtleadershipzen.blogspot.com/2019/10/what-is-blockchain.html>. Acesso em 20 mar. 2022.

Tradução livre de: “(DAOs) that operate as a system with no external human guidance, according to an incorruptible protocol specified in computer code and enforced on the blockchain.”

⁷⁷ ETHEREUM Whitepaper. In: ETHEREUM.org. 2022. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

⁷⁸ DECENTRALIZED autonomous organizations (DAOs). In: ETHEREUM.org. Disponível em: <https://ethereum.org/en/dao/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Tradução livre de: “Think of them like an internet-native business that's collectively owned and managed by its members. They have built-in treasuries that no one has the authority to access without the approval of the group. Decisions are governed by proposals and voting to ensure everyone in the organization has a voice. There's no CEO who can authorize spending based on their own whims and no chance of a dodgy CFO manipulating the books. Everything is out in the open and the rules around spending are baked into the DAO via its code.”

soberanas”, pois seus participantes podem viver em qualquer lugar (distantes uns dos outros) uma vez que a sua programação ocorre na internet – portanto não estão submetidas a soberania de um país, e os participantes são livres para entrar na DAO, oferecer seus serviços e, da mesma forma, se desassociar do grupo. E, complementarmente, Tiana Laurence⁷⁹ expõe que as DAOs, apesar de existir e agir predominantemente online, podem gerenciar ativos que existem tanto online quanto offline.

E por ser fundamentada em *smart contracts*, a DAO retira a necessidade de um agente confiar em outro (em um indivíduo que nunca conheceu, mas que possui os mesmos interesses negociais). E não menos importante, a DAO permite a contratação de pessoas físicas para que elas executem tarefas que não podem ser automatizadas.

Nesse sentido, “descentralização” e “confiança” são duas das principais características que emanam da DAO. Nela não há hierarquia, em razão da tomada de decisão ser descentralizada, estimulando a redução de custos advindos do conflito de agência (um relacionamento que necessita de confiança, mas que tem obstáculo o comportamento egoísta do ser humano), já que as decisões que precisam ser tomadas estão configuradas em um programa que codificou etapas e requisitos para o acionamento de procedimentos de forma lógica e inviolável.

Em suma, DAO possibilita infinitas formas de unir pessoas que desejam resolver problemas, e essas pessoas entendem que a DAO é a ferramenta mais íntegra que pode ser usada para alcançar seus objetivos.

Analisando-a como uma programação, o whitepaper da DAOStack⁸⁰ atesta que é possível chamar partes da programação de uma DAO de “esquemas”, que são funções formadas por instruções que processa *inputs* para gerar *outputs*, eles são baseados em “propostas”, ações executadas por um agente com o objetivo de gerar uma reação em outro agente, que devem ser votadas por alguns ou todos os participantes e, se aprovadas, serão automaticamente executadas. Por fim, os esquemas/*smart contracts*/propostas podem ser configurados para executar tanto rotinas complexas quanto rotinas simples, bem como definir limites, condicionantes e

⁷⁹ LAURENCE, Introduction to blockchain technology: The many faces of blockchain technology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.

⁸⁰ AN Operating System for Collective Intelligence: White Paper V1.1. DaoStack. Disponível em: <https://daostack.io/wp/DAOstack-White-Paper-en.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

impedimentos, permanentes ou modificáveis, juntamente com as condições em que tais estruturas podem ser alteradas.

Mais genericamente, o espectro de possibilidades de design de esquemas é quase interminável. Esquemas podem ativar diferentes ações (incluindo as funcionalidades mencionadas acima), incorporar uma variedade de lógicas diferentes, e confiar em uma variedade de diferentes sistemas de votos que podem associar poder de voto com reputação, tokens, ou a combinação de ambos. Outra tipologia comum de esquemas é permitir que a DAO ofereça à venda seus tokens 'nativos' desde que algumas condições sejam cumpridas.⁸¹

E por ser vista como um programa, ou uma forma de organizar um grupo de pessoas, não é simples formular um conceito que explique essa entidade sob o ponto de vista jurídico. Ela é uma sociedade? Uma associação? Uma ferramenta de governança corporativa? Um contrato? Um software? Hoje, a DAO pode assumir todos esses formatos.

No Brasil, assim como na maioria dos países, as DAOs não possuem um reconhecimento legal, de forma que a sua implementação não será reconhecida como uma organização legalmente válida (de acordo com a legislação brasileira vigente). Além disso, levando em conta o atual ordenamento jurídico, é necessário enfrentar a questão da responsabilidade quanto aos negócios e atividades desempenhados por ela, uma vez que, se inexistir uma figura central de controle, quem deve ser responsabilizado pelas decisões tomadas/aplicadas pela DAO?⁸²

4.2.1.1 Objetivo da DAO

A Ethereum⁸³ publicou um breve texto explicando por que precisamos das DAOs. Ela parte do pressuposto que para iniciar uma organização seus integrantes precisam de capital (originado de investimento de terceiros ou de suas próprias

⁸¹ AN Operating System for Collective Intelligence: White Paper V1.1. DaoStack. Disponível em: <https://daostack.io/wp/DAOstack-White-Paper-en.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Tradução livre de: "More generally, the spectrum of possible scheme's design is nearly endless. Schemes can activate different actions (including the functionalities mentioned above), incorporate a variety of different logics, and rely on a variety of different voting systems which might associate voting power with reputation, tokens, or a combination of both. Another common typology of schemes is the one allowing DAOs to offer their native tokens for sale under some conditions (the so-called token sales). DAOSTA"

⁸² BORGES, Rodrigo. DAO: um novo modelo de organização. MIT Technology Review. 28 jan. 2022. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/dao-um-novo-modelo-de-organizacao/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

⁸³ DECENTRALIZED autonomous organizations (DAOs). In: ETHEREUM.org. Disponível em: <https://ethereum.org/en/dao/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

economias), e para que se obtenha capital é preciso confiar, muito, na pessoa que o concede. A dificuldade está em confiar em pessoas que não se conhece de forma verdadeira ou satisfatória, principalmente se as interações entre elas ocorreram somente por meio da internet; e o objetivo da DAO (a razão de precisar-se dela e o que motiva o seu valor) é retirar a dependência da confiança desse tipo de relacionamento, assim o encontro entre quem precisa de fundos e quem deseja investir é facilitado (pois as verificações pré-negociais são menores e o risco de ser enganado após confirmado o relacionamento também), e em troca os empreendedores depositam a sua confiança no código da DAO, que é público e auditável. Essa realocação de esforços e preocupações origina novas e diferentes oportunidades, pois estimula a cooperação e colaboração, entre qualquer pessoa de qualquer país.

O objetivo da DAO é codificar as regras e os instrumentos usados na tomada de decisão de uma organização, eliminando a necessidade de documentos e pessoas em posição de gestão, criando uma estrutura com controle descentralizado. (...) Nós dependemos de intermediários que são dignos de confiança, originada da tradição, reputação e/ou costume, mas nós nos livraríamos deles em um segundo se tivéssemos essa oportunidade.⁸⁴

A confiança deve ser nutrida, deve ser valorizada e deve ter espaço para se desenvolver. Confiar em seus pares e equipe torna a gestão dos negócios confortável, e práticas de governança corporativa auxiliam da obtenção de um nível adequado de credibilidade a esses relacionamentos:

As boas práticas de governança corporativa convertem princípios básicos em recomendações objetivas, alinhando interesses com a finalidade de preservar e otimizar o valor econômico de longo prazo da organização, facilitando seu acesso a recursos e contribuindo para a qualidade da gestão da organização, sua longevidade e o bem comum.⁸⁵

Atualmente, o ambiente de negócios e as exigências dos *stakeholders*, estimula os empresários a refletirem sobre a melhor forma de estruturar a empresa e quais

⁸⁴ WHAT is Blockchain? In: Thought Leadership Zen. Disponível em: <https://thoughtleadershipzen.blogspot.com/2019/10/what-is-blockchain.html>. Acesso em 20 mar. 2022.

Tradução livre de: "DAO's goal is to codify the rules and the decision-making apparatus of an organization, eliminating the need for documents and people in governing, creating a structure with decentralized control. (...) We depend on trusted intermediaries that have become accepted mores, but we would be rid of them in a heartbeat if provided with the opportunity."

⁸⁵ O QUE é governança corporativa. In: IBGC Conhecimento. Disponível em: <https://www.ibgc.org.br/conhecimento>. Acesso em: 03 mar. 2022.

regras devem ser adotadas para que seus processos internos fluam da forma mais eficiente, transparente e íntegra. Além disso, quando o empresário está em um ambiente que efetivamente pratica governança corporativa, ele se sente mais confortável em fazer negócios e em se relacionar com as pessoas, pois ele sabe que está em um espaço seguro (ou seja, confiável), uma vez que as regras básicas de convivência e comércio são respeitadas.

E a DAO tem a capacidade de entregar essa segurança, justamente por causa de sua programação, que diminui os ruídos na comunicação entre o principal e o agente, os custos de transação nos processos que a empresa adota, e a incerteza da decisão (o risco de que alguma normativa interna não seja cumprida por mero capricho do empresário). O livro *The Business Blockchain*⁸⁶ defende que a DAO pode ser configurada para assumir diversas funções, inclusive conselhos e outros órgãos de governança.

E, ao contrário da sociedade anônima de capital aberto, que é formada por acionistas que pouco interagem com o negócio, que tem como função (além de investir no negócio), aproximadamente uma vez por ano, votar em representantes que irão gerenciar as atividades da sociedade “em seu nome/interesse”, com o intuito de fazer com que a companhia fature de forma a fazer com que o investimento do acionista renda os lucros esperados; na DAO os participantes não são meros observadores, eles fazem questão de participar do dia-a-dia, no desenvolvimento do negócio, na tomada de decisão, na execução de serviços, com o objetivo de obter lucro, claro, mas também de sentir orgulho do esforço empreendido e do resultado obtido.

DAOs têm muito potencial para ajudar a remover algumas das partes menos saborosas dos negócios e da política e para permitir que indivíduos tenham uma participação justa nos negócios em que investiram. Ao invés de uma estrutura hierárquica que é empregada pela maioria dos governos, militares e corporações para gerenciar todos os aspectos da sociedade, a DAO apresenta uma nova opção. Uma organização agora pode, mais facilmente, ser administrada por regras que são impostas por meio de código. Elas possibilitam que as decisões de um grupo sejam tomadas de forma mais clara já que a voz de cada integrante é tão alta quanto a sua contribuição (ou alguma outra regra arbitrária que o grupo escolheu).⁸⁷

⁸⁶ MOUGAYAR, Willian. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.

⁸⁷ LAURENCE, Introduction to blockchain technology: The many faces of blockchain technology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.

A sociedade pode implementar processos utilizando a DAO, já que o seu objetivo é facilitar/otimizar a atividade de empresa, para isso, a entidade deve analisar qual é o ponto de dor no qual ela deseja trabalhar e como a DAO pode resolvê-lo, e, posteriormente, se cabível, em um momento em que os benefícios relacionados a implantação da DAO estiverem mais perceptíveis: qual é a nova oportunidade que a DAO pode criar para o negócio? É necessário ressaltar que o procedimento aplicado pela DAO deve ser um reflexo da empresa (empresa e DAO devem conviver em simbiose), sem a existência dessa conexão, a DAO não será verdadeiramente adotada e sua implantação resultará em frustração. Os integrantes da DAO estão interessados no impacto que ela causa na sociedade, eles querem fazer parte da sua influência.

Um objetivo chave da DAO é a criação de valor ou de produção, e para fazer isso acontecer, é preciso existir um link específico entre as ações do usuário e os efeitos resultantes dessas ações no valor geral da organização(...). É aí em que a criatividade do empreendedor precisa ser aplicada, e onde modelos de negócio devem ser concebidos.⁸⁸

Até o momento, a DAO funciona bem quando se relaciona com produtos e procedimentos digitais/intangíveis. E, justamente por estar “vivendo” os momentos iniciais de sua adoção, seus procedimentos não estão maduros, então alguns teóricos a comparam com *start-ups*, pois ainda é preciso convencer o mercado e o consumidor dos seus benefícios e do porquê ela é necessária (é preciso criar demanda para que ela seja um produto desejável e indispensável). Em sequência, espera-se que naturalmente, com sua ampla e diversa aplicação, ela irá avançar, chegando cada dia mais perto do modelo utópico de uma empresa totalmente automatizada e com praticamente zero interferência humana.

Tradução livre de: “DAOs hold a lot of potential in helping remove some of the less savory parts of business and politics and allowing individuals a fair voice in the things that they have invested in. Instead of the hierarchical structure that is employed by most governments, militaries, and corporations to manage all aspects of society, a DAO presents new option. An organization can now more easily be governed by rules that are enforced through code. They allow for cleaner group decision-making as each person’s voice is only as loud as their contribution (or some other arbitrary rule the group has chosen).”

⁸⁸ MOUGAYAR, Willian. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.

Tradução livre de: “A key objective of a DAO is value creation or production, and to make that happen, there needs to be a specific linkage between user actions and the resulting effects of those actions on the overall value to the organization(...). That is where entrepreneurial creativity needs to take place, and where business models will be concocted.”

4.2.2 Características

O subtítulo anterior demonstrou que o objetivo da DAO é unir pessoas que possuem interesses em comum, facilitando a colaboração entre elas ao ofertar um ambiente com regras comuns e conhecidas, o que faz do seu código uma estrutura de governança corporativa. João Guilherme Lyra⁸⁹ continua ao afirmar que as DAOs possibilitam “os benefícios das estruturas corporativas formais e ao mesmo tempo mantendo a flexibilidade e a escala dos grupos informais *online*.”.

Durante esse capítulo também foi dito que as DAOs são automatizadas, ou seja, executam funções que não necessitam da interferência humana (tanto que, alguns acreditam que no futuro somente será necessário que o humano crie o código da sua DAO, “aperte play” e então tudo ocorrerá “naturalmente”, livre da necessidade de chancelas de qualquer humano), João Guilherme Lyra⁹⁰ complementa que “elas podem concordar, trocar ou negociar recursos e interagir com outros seres humanos ou máquinas”.

Nesse subtítulo, serão elencadas as características e atributos que fazem com que um programa DAO seja uma DAO – como lembrança: as características da blockchain e dos *smart contracts* se aplicam a ela.

A DAO é descentralizada pois ela não pode ser limitada ou estar submetida a qualquer entidade ou estrutura centralizadora⁹¹; como ela tem como base a blockchain, ela preserva esse atributo vital. Também, a DAO não pode ser mediada por seres humanos, a eles somente cabe a elaboração do seu código e, uma vez lançada, o capricho humano não tem poder ou autorização para modificar/influenciar o seu funcionamento, que é automático.⁹²

É *trustless* (em português significa “ausência de confiança”), pois o sistema da DAO elimina a necessidade e o risco de confiar em uma entidade pra gerenciar a

⁸⁹ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

⁹⁰ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

⁹¹ BHAILA, Anhika. A brief study of Decentralized Autonomous Organization (DAO) in Blockchain. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/a-brief-study-of-decentralized-autonomous-organization-dao-in-blockchain/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

⁹² BHAILA, Anhika. A brief study of Decentralized Autonomous Organization (DAO) in Blockchain. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/a-brief-study-of-decentralized-autonomous-organization-dao-in-blockchain/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

estrutura, já que ela é distribuída e descentralizada. O whitepaper da Ethereum⁹³ adiciona que “esse design possibilitaria a DAO a crescer organicamente como uma comunidade descentralizada, permitindo que as pessoas, eventualmente, possam delegar tarefas.”.

De acordo com tudo o que foi explanado, sabe-se que a DAO é considerada uma entidade segura. No entanto, essa característica está diretamente relacionada com a força do seu código e com a resistência de suas regras internas. Mesmo que a programação da DAO seja imutável (teoricamente), é possível arquitetar uma certa flexibilidade, criando “momentos” em que é possível modificar certas informações que foram inseridas no programa, e esses ajustes são oportunizados por meio da configuração da estrutura de *smart contracts*.

Ao programar a DAO, ao invés de configurar um único *smart contract* com uma codificação contínua (que possui um começo e um fim, e por ser imutável não é possível aplicar qualquer alteração depois do início da execução do código) é possível unir diversos *smart contracts*, fazendo com que cada um deles seja responsável por uma fração do programa (uma etapa do procedimento), assim, como o código do fluxograma contém diversos ‘inícios’ e diversos ‘finais’. E sempre que um *smart contract* acabar e outro iniciar haverá uma “janela” que permitirá a execução de uma alteração específica, “específica” pois somente será possível modificar a informação que o código permitir, em outras palavras, essa “brecha” é uma configuração e essa configuração elenca quais pontos do procedimento podem ser remodelado, ou seja, a possibilidade de alteração de um programa não é infinita, ela é controlada e restrita.

No caso da DAO, que possui diversos associados, normalmente existem regras para que essas alterações ocorram, como, por exemplo, o tipo de alteração que pode ser aplicada e o quórum necessário para aprová-la. De acordo com o whitepaper da DaoStack⁹⁴ “elas seguem regras verificáveis que não podem ser quebradas e somente são modificadas se estiverem de acordo com essas regras. Elas podem, ou não podem, ser autônomas, dependendo do sistema de governança escolhido; (...)”.

⁹³ ETHEREUM Whitepaper. In:ETHEREUM.org. 2022. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “This design would allow the DAO to grow organically as a decentralized community, allowing people to eventually delegate tasks”

⁹⁴ AN Operating System for Collective Intelligence: White Paper V1.1. DaoStack. Disponível em: <https://daostack.io/wp/DAOstack-White-Paper-en.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Tradução livre de: “They follow verifiable rules that cannot be broken and are changeable only in accordance with the rules themselves. They may or may not be autonomous depending on their chosen governance system;”

Como a DAO depende de mecanismos de consenso, para funcionar e para ostentar suas características disruptivas, ela precisa de mineradores, e mineradores precisam de incentivos; sendo necessário efetuar o pagamento de taxas para que o código rode conforme programado. A Ethereum⁹⁵ apresenta o argumento de que tais taxas evitam abusos por parte dos usuários da DAO, e conclui que os minerados somente processarão as transações se os incentivos oferecidos forem maiores que os custos dos seus esforços/tempo.

Como qualquer sociedade, a DAO precisa de capital inicial e precisa definir como valorar o mérito dos seus participantes para reconhecer e valorizar aqueles que mais investem nela (tanto em questão de tempo quanto de dinheiro). Algumas DAOs fazem isso por meio de tokens. A DaoStack os descreve dessa forma:

As DAOs contam com os tokens para obter cooperação. Os tokens agem como uma propriedade interna que tem valor e que é controlada pelo grupo. As ações do grupo são governadas pelas regras escritas no *smart contract* da DAO. Os tokens podem representar ações que concedem direito a voto, pagam dividendos ou são distribuídos como recompensa por cooperação. Cada agência ou DAO pode emitir e distribuir seus próprios tokens nativos para contribuidores de valor, conforme seu valor para a organização. A emissão de tokens nativos possibilitam à organização a criação de sua própria e separada economia. A utilidade ou benefício dos tokens pode ser qualquer coisa sobre qual a agência decidir, como permitir acesso ao produto da DAO (que podem ser chamados de *utility token*), ou permitir uma parte da renda da agência (que podem ser chamados de *share token*).⁹⁶

Os tokens também tem a função de determinar o peso dos votos, ou da participação, de cada participante da DAO. E o peso pode ser atribuído de qualquer forma, não existe uma legislação que determina os requisitos que ele deve cumprir. Como dito acima, ele pode ser concedido para quem presta serviços para a organização, e cada tipo de serviço pode ter um valor diferente, assim como pode ser

⁹⁵ ETHEREUM Whitepaper. In: ETHEREUM.org. 2022. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

⁹⁶ AN Operating System for Collective Intelligence: White Paper V1.1. DaoStack. Disponível em: <https://daostack.io/wp/DAOstack-White-Paper-en.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Tradução livre de: "DAOs rely on tokens to gain cooperation. The tokens act as an internal property that has value and is controlled by the group. The group's actions are governed by the rules written into the DAO's smart contract. The tokens can represent shares that give voting rights, pay dividends, or are given out as rewards for cooperation. Each agency or DAO can issue and distribute its own native tokens to contributors of value, as valued by the organization. The issuance of native tokens enables the organization the creation of its own separate economy. The utility or benefit of the tokens can be anything that the agency decides about, such as entitling access to the DAO's product (we will call these utility tokens), or entitling a share of the agency's revenue (we will call those share tokens)."

concedido para quem investe, e pode ser mensurado de acordo com o tipo de investimento realizado.

A DAO também pode promover a venda de seus tokens e de tokens de outras DAOs, conforme sua vontade e/ou suas regras internas; ela pode guardá-los ou utilizá-los como forma de pagamento para quem prestar serviços e contribuir com a organização. Além disso, seus membros podem ser classificados de acordo com a sua reputação, de forma a representar o nível de sua credibilidade, de suas contribuições e de sua influência na organização. A DaoStack⁹⁷ esclarece que “a reputação está entrelaçada com o poder de tomar decisões na organização, mais reputação deve ser alocada para aqueles que a organização acredita tomar as melhores decisões.”. Mas, para não concentrar esse poder em poucas pessoas (quanto mais decidem mais poder tem para decidir) a DaoStack recomenda que sejam criadas regras para que o poder de tomar decisões diminua com o tempo, ou alguma medida semelhante).

A DAO não somente muda como as organizações atuais são organizadas e mantidas, ela também muda o conceito de valorização do participante da organização. Nas sociedades tradicionais os membros possuem quotas/ações e são recompensados por meio da divisão de lucros e/ou de dividendos, que são originados dos ganhos financeiros da entidade; mas na DAO os membros podem ser recompensados por meio de remuneração, poder de voto, recebimento de tokens... ou seja, da forma que o grupo entender melhor, assim a DAO atrai aquele membro que está alinhado com os seus valores e com a forma de distribuição de recompensas.

4.3 A DAO NO PRESENTE

O website Blockchain Council⁹⁸ revela que o desenvolvimento das DAOs ocorreu de forma extremamente rápida, de 2019 a setembro de 2020 houve o crescimento de 660% no número de DAOs existentes, número que fortalece a

⁹⁷ AN Operating System for Collective Intelligence: White Paper V1.1. DaoStack. Disponível em: <https://daostack.io/wp/DAOstack-White-Paper-en.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Tradução livre de: “Since reputation is tied with decision-making power in the organization, more reputation should be allocated to those who the organization believes make the best decisions. However, in order not to lock up decision-making power over time, the organization might decide that reputation dissipates over time.”

⁹⁸ BHAILA, Anhika. Top Decentralized Autonomous Organization (DAO) Projects to watch. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/top-decentralized-autonomous-organization-dao-projects-to-watch/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

previsão de que, com o passar do tempo, as DAOs continuarão a ser aperfeiçoadas. E esse desenvolvimento ocorre, pois, seus benefícios (na sua maioria, até o momento, mera teoria) são aplicados e então confirmados na prática; e com a prática é identificada a melhor forma de configurá-las e ainda se obtém novas ideias de como utilizá-las. Alexandra Sims fala sobre as diferentes formas de uso da DAO “Não obstante a concepção original da DAO como entidade completamente autônoma, as pessoas começaram a pensar sobre utilizá-la como um veículo para coordenar atividades de pessoas ao invés de um veículo isento da tomada de decisão humana.”⁹⁹

Com o nível de desenvolvimento tecnológico atual, não se consegue construir uma DAO que produza produtos ou preste serviços de forma totalmente autônoma e automática. Mas, por ora, é possível configurar a DAO para organizar grupos, para que seus membros tomem decisões, contratem interessados em executar as tarefas que a DAO precisa que sejam executadas (para a produção dos produtos ou para a prestação dos serviços). O whitepaper da Ethereum¹⁰⁰ conclui “até agora, muitas das conversas em torno do modelo ‘capitalista’ de uma ‘corporação autônoma e descentralizada’ (DAC) com acionistas que recebem dividendos e ações negociáveis.”, “a DAC/DAO possui graus de pureza em sua implementação. Existirão casos em que somente parte da companhia será uma DAO ou que operará como uma” de acordo com William Mougayar¹⁰¹, a ideia por trás da DAO é a de um ecossistema, e não de um produto.

No início da década de 2020, DAOs ainda estão sujeitas a limitações significativas. Tais limitações incluem dependência de caminhos, incertezas regulatórias, incentivos lentos e sub-ótimos de design, políticas públicas, bem

⁹⁹ SIMS, Alexandra. BlockchainandDecentralised Autonomous Organisations (DAOs): the evolution of companies? *New Zealand Universities Law Review* 423-458. 2019. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3524674. Acesso em: 03 mar. 2022

Tradução livre de: “Notwithstanding the original conception of a DAO as a fully autonomous entity, people began to think about using such a vehicle for coordinating peoples’ activities rather than as an entity devoid of human decision making.”

¹⁰⁰ ETHEREUM Whitepaper. In: ETHEREUM.org. 2022. Disponível em:

<https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “So far much of the talk around DAOs has been around the ‘capitalist’ model of a ‘decentralized autonomous corporation’ (DAC) with dividend-receiving shareholders and tradable shares.”

¹⁰¹ MOUGAYAR, Willian. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.

Tradução livre de: “The DAO/DAC has degrees of purity in its implementation. There will be cases where only a percentage of a company is a DAC or operates like one”

como limitações de mercado, limitações econômicas e técnicas, entre outros”¹⁰²

Naturalmente, hoje, a DAO é instaurada e arquitetada com base nos modelos tradicionais de sociedade, regras clássicas organizacionais e a aplicação habitual da governança corporativa, praticando as atividades comuns da empresa. Seus estudiosos e incentivadores estão ansiosos por avanços em seu desenvolvimento, para que seja possível aplicar novos tipos e configurações de negócios, libertando os empreendedores para que sejam criativos e coloquem em prática suas visões.

4.4 A DAO NO FUTURO

Foi explorada como o DAO foi teorizada, as possibilidades e limitações presentes, e agora explora-se como o seu futuro é imaginado. O livro *The Business Blockchain*¹⁰³ ressalta que “blockchains desafiam ideias antigas que estão presentes em nossas mentes por décadas, se não séculos.”. E como dito anteriormente, desenvolver as ferramentas para criar e gerenciar DAOs irá resultar em novos tipos de negócios e sistemas de governança corporativa, o que gerará competição entre elas, portanto, ainda mais incentivos para aprimorar sua estrutura (tanto de forma a otimizar seus processos quanto a reduzir seus custos). E esse cenário ocorrerá em todo o mundo, já que a DAO não possui um território sede e permite que todas as pessoas, de todos os lugares, se vinculem a ela. No entanto o desenvolvimento da DAO não significa o fim das corporações como as conhecemos hoje, os interessados poderão escolher a forma de sociedade que mais lhe agradam e beneficiam. O aprimoramento da DAO pode ser visto como uma evolução do conceito e funcionamento de sociedade, que inclui a aplicação de funções auto-executáveis.

No futuro, de acordo com Hassan e Filippi a DAO poderá ser implementada para cumprir diversas funções, como uma plataforma de financiamento colaborativo, compartilhamento de viagens e caronas, uma entidade totalmente automatizada,

¹⁰² KAAL, Wulf A. A Decentralized Autonomous Organization (DAO) of DAOs. University of St. Thomas, Minnesota - School of Law. 2021. Disponível em: .Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “At the beginning of the 2020s, DAOs are still subject to significant limitations. Such limitations include path dependencies, regulatory uncertainty, lingering suboptimal incentive designs, public policy, as well as market, economic, and technical limitations, among others.”

¹⁰³ MOUGAYAR, Willian. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.

Tradução livre de: “Blockchains defy old ideas that are locked in our minds for decades, if not centuries. Blockchain”

processos automáticos de tomada de decisão, “então, é importante compreender que a DAO não é um tipo particular de modelo de negócios ou um tipo particular de organização, mas sim um conceito que pode ser usado para referir a uma ampla variedade de coisas.”¹⁰⁴

O website Blockchain Council defende que:¹⁰⁵

Uma porcentagem cada vez maior de apoiadores da Ethereum acredita que a DAO pode ser o futuro do trabalho, das organizações humanas e comunidades culturais. (...) O mecanismo pode ser capaz de enviar arquivos para o servidor e, subsequentemente, um sistema automatizado executaria o que os humanos executavam antes. DAOs irão substituir as decisões dos CEOs, reuniões do conselho e operações de rotina nas organizações, evitando, assim, trabalho sem significado. Adicionalmente, as votações dos acionistas podem ser realizadas por meio de tokens. E também, DAOs podem mudar o processo de recrutamento, decisões de salários ou contratação de desenvolvedores, tudo por meio do poder da economia de tokens.

O website Blockchain Council¹⁰⁶ expõe que a DAO tem passado e ainda passará por inúmeras e inusitadas fases de desenvolvimento, resultando em melhorias significativas, mas que isso não quer dizer que ela será perfeita, como exposto no item anterior, a DAO será uma estrutura excelente para alguns negócios e não será a melhor alternativa para outros. Como todo modelo, ela possui benefícios importantes, mas também desvantagens cujos efeitos não compensam sua adoção por algumas atividades, “enquanto a DAO ainda está passando por seu estágio inicial e tentando fortalecer suas raízes, é evidente que existe algo no centro da revolução da DAO que chegou para ficar. Assim sendo, será muito interessante testemunhar o

¹⁰⁴ HASSAN, Samer; FILIPPI, Primavera de. Decentralized Autonomous Organization. In.: Internet Policy Review: Journal on internet regulation. Disponível em: <https://policyreview.info/open-abstracts/decentralised-autonomous-organisation>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “It is therefore important to understand that a DAO is not a particular type of business model or a particular type of organization, but a concept that can be used to refer to a wide variety of things.”

¹⁰⁵ ABROL, Ayushi. Is Decentralized Autonomous Organizations (DAO) the Future?. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/is-decentralized-autonomous-organizations-dao-the-future/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “An increasing percentage of Ethereum supporters believe that DAOs can be the future of work, human organizations, and cultural communities. (...) The mechanism could be capable of shipping records to the server, and subsequently, an automated system that would perform what humans performed earlier. DAOs will replace CEOs’ decisions, board meetings, and routine operations in organizations, thus avoiding extra meaningless work. In addition, voting by shareholders can be done through tokens. Also, DAOs can change the recruitment process, salary decision, or hiring developers, all by the power of tokenomics.”

¹⁰⁶ ABROL, Ayushi. Is Decentralized Autonomous Organizations (DAO) the Future?. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/is-decentralized-autonomous-organizations-dao-the-future/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

seu crescimento.”¹⁰⁷ E o livro *The Business Blockchain*¹⁰⁸ afirma que, no futuro, qualquer pessoa poderá fornecer os seus serviços para uma DAO, ter essa proposta aceita de forma automatizada e, conseqüentemente, ser remunerado por isso.

João Guilherme Lyra diz que “assim como as organizações descentralizadas retiram a figura do empresário e a ideia de lucro organizacional, é retirada também a atuação governamental. Claro que essas mudanças podem afetar a estrutura dos estados e sua arrecadação fiscal.”¹⁰⁹

4.5 SÍNTESE SOBRE AS PROPRIEDADES DA DAO

Conforme exposto, a DAO é uma organização, que pode ser comparada com uma sociedade, ou uma parceria, que tem um estatuto/contrato social, desenvolveu seus princípios, fixou métricas, objetivos, regulamentos, por meio de programação e código e, por isso, tudo isso é aplicado automaticamente no seu cotidiano.

As operações da DAO têm como base a blockchain e os *smart contracts*, o que faz com que essas tecnologias compartilhem atributos importantes, e também, por sua programação e a forma de utilização, a DAO contém seus próprios atributos relevantes, sendo que um deles é unir pessoas (presentes em qualquer lugar do mundo) que compartilham os mesmos interesses, para atuar em busca de um objetivo comum.

Por ser um programa computacional, a DAO não possui um endereço fixo (uma sede), não é estruturada seguindo a hierarquia de uma sociedade tradicional (em que o poder emana dos acionistas, passa por conselhos e pela diretoria). E, de fato, a DAO, atualmente, não possui esses órgãos, nem uma equipe de funcionários, ela possui membros que contribuem com o objetivo do grupo (prestando serviços e/ou investindo), e essa contribuição pode ser remunerada e/ou valorizada por meio de tokens. Nas palavras de João Guilherme Lyra:

¹⁰⁷ ABROL, Ayushi. Is Decentralized Autonomous Organizations (DAO) the Future?. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/is-decentralized-autonomous-organizations-dao-the-future/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “While the DAO is still in its nascent stage and trying to strengthen its roots, it is evident that there is something at the core of the DAO revolution that is here to stay. Therefore, it will be pretty interesting to witness its growth to the peak.”

¹⁰⁸ MOUGAYAR, Willian. *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.

¹⁰⁹ LYRA, João Guilherme. *Blockchain e Organizações Descentralizadas*. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

Se uma DAO pretende possuir uma participação ativa de seus membros na gestão, seus códigos devem estar preparados para remunerar a gestão coletiva. (...) Tal provisão poderá aumentar a qualidade de seus membros e atrair administradores mais capacitados para o projeto.¹¹⁰

Mesmo que sejam possível alterar as regras da DAO, para evitar que somente uma parte dos seus participantes detenham o poder de decisão, é preciso impor preceitos que fixem limites e chancelas para que isso ocorra, para evitar que as alterações não decorram exclusivamente da vontade de uma pequena parte dos membros, mais sim da vontade da maioria.

¹¹⁰ LYRA, João Guilherme. Blockchain e Organizações Descentralizadas. Rio de Janeiro: Brasport. 2019.

5 ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO

O objetivo do trabalho é identificar os possíveis benefícios advindos da adoção da DAO nos negócios. Para isso, este trabalho utiliza, como método de exame, a análise econômica do direito e, para que seja possível acompanhar a exposição dos argumentos, nesse capítulo explana-se os conceitos que servem de guia para esse estudo.

5.1 BREVE EXPLICAÇÃO SOBRE A “CIÊNCIA ECONÔMICA”

Ao interagir superficialmente com a palavra “economia”, em um primeiro momento, imagina-se números e moedas, presume-se que essa ciência estuda finanças, matemática, cálculos, pensamentos complexos e etc; mas, para evitar concepções superficiais, deseja-se aprofundar esse assunto, por esse motivo, será explanado o que a ciência econômica realmente estuda.

A economia é uma ciência interessada no comportamento humano e no comportamento das organizações, nas escolhas que são tomadas em um ambiente em que os recursos disponíveis não são suficientes para saciar todas as vontades do agente. O estudo é efetuado por meio das seguintes, e exemplificativas, perguntas: o que leva o ser humano a decidir da forma/maneira em que decide; considerando que o ser humano não possui recursos suficientes para conseguir tudo o que cobiça, quais as atividades ele irá exercer para obter os recursos que precisa; quanta energia ele irá despender nessa atividade; como ele aloca os seus recursos; como ele constrói o valor do objeto desejado; quais as consequências das suas escolhas...

O Federal Reserve Bank de Saint Louis, nos Estados Unidos, conceitua o termo “economia” da seguinte forma:

Economia: o negócio da vida cotidiana. Uma ciência social que estuda as decisões que as pessoas tomam quando estão diante de recursos escassos. Em especial, economia é sobre decisões relacionadas a produção, distribuição e consumo de bens e serviços.¹¹¹

¹¹¹ ECONOMICS. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=E. Acesso em: 17 jan. 2022. Tradução livre de: “Economics: The everyday business of life. A social science that studies the decisions people make when faced with scarce resources. In particular, economics is about decisions related to the production, distribution, and consumption of goods and services.”

Em um mundo em que há limitações por todos os lados e de todas as formas, a economia estuda como a pessoa física, só ou em grupo, e a pessoa jurídica, separadamente ou em conjunto, (chamados de “agentes”) lidam com a escassez de recursos e de opções - haja vista a infinitude de ofertas disponíveis.

Cabe aos cientistas econômicos elaborar hipóteses e teorias para justificar o comportamento humano e, com isso, desenvolver “regras gerais”, modelos (que também podem ser compostos de fórmulas matemáticas) que são aplicados em situações da vida real com o objetivo de compreendê-las, já que a função de um modelo é prever condutas e aprimorar comportamentos (no caso do direito, o comportamento humano e o das organizações, por exemplo) e instrumentos (no caso do direito, normas e sanções, por exemplo).

Portanto, ao contrário da crença comum, matemática e números são ferramentas que auxiliam a aplicação das teorias elaboradas pela ciência econômica, e não o seu propósito.

Essa ciência não atua sozinha, para que possa ser aplicada da forma mais potente e precisa possível, ela precisa de interdisciplinaridade, se unir a outras disciplinas com premissas e perspectivas diferentes sobre o mesmo objeto, como direito, psicologia, sociologia, ciência política, entre outras, e não somente a matemática.

O livro “Economia notas introdutórias” conceitua: “De forma geral, pode-se afirmar que a Economia é a ciência que trata da administração eficiente de recursos escassos com vistas à satisfação dos ilimitados desejos e necessidades humanas.”¹¹². A economia busca entender como as pessoas e a sociedade usam e gerenciam bens e serviços escassos e quais pontos devem ser considerados para que a melhor decisão seja tomada, resultando na obtenção de máxima eficiência, que é alcançada quando o agente satisfaz da forma mais completa possível o seu desejo.

O significado de “recursos”, para a economia, é descrito de forma simples pelo Federal Reserve Bank of Saint Louis¹¹³: “Os recursos naturais, capitais e humano são

¹¹² MOREIRA, José Octávio de Campos; JORGE, Fauzi Timaco. Economia: Notas Introdutórias. 2.ed. São Paulo: Atlas. 2009. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522465286/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

¹¹³ RESOURCES. *In*: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=R. Acesso em: 17 jan. 2022. Tradução livre de: “The natural, capital, and human resources used to produce goods and services. Also known as productive resources.”

usados para produzir bens e serviços. Também conhecidos como recursos produtivos.”

O ambiente em que o agente econômico se encontra/vive é chamado de “mercado”, é nesse local que as decisões são tomadas, as opções são selecionadas, as trocas de bens acontecem, e todos esses momentos podem ser chamados de “transações”.

Em regra, o sistema de mercado é eficiente pois as transações são voluntárias, e o resultado das transações gera o aumento de utilidade/satisfação dos agentes, o que gera circulação de riqueza e, conseqüentemente, crescimento econômico.

5.2 CONCEITO DE “ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO”

Uma das funções do Direito é regular a conduta humana por meio de direitos e deveres, que são implementados por meio de regras impostas aos cidadãos e à comunidade visando um benéfico e pacífico convívio em sociedade.

Obviamente, para ser capaz de compreender como se comporta o agente e tentar prever suas reações a mudanças em sua estrutura de incentivos é necessário que tenhamos à nossa disposição uma teoria sobre o comportamento humano, que inexiste no direito. Os juristas emprestam essa teoria da economia, cujo objeto é precisamente investigar como age o ser humano médio diante de escolhas, razão pela qual faz sentido esmiuçarmos um pouco as características dessa teoria.¹¹⁴

Existem diversos tipos e conceitos do instituto ‘norma’, mas, para a compreensão desse trabalho, interessa aquelas normas que são promulgadas pelo Estado e que são impostas aos cidadãos. Marçal Justen Filho, em seu livro, escreve que “as regras jurídicas são produzidas por imposição externa ao indivíduo, impostas do modo compulsório aos integrantes do grupo, disciplinando a conduta externa e intersubjetiva e sendo respaldado pelo uso da força institucionalizada.”¹¹⁵

A lei é considerada uma fonte do Direito, bem como os costumes, jurisprudência, equidade e doutrina; e “fonte do Direito” é a matéria prima do Direito. Isso quer dizer que para criar leis, o Estado deve observar as fontes do Direito de

¹¹⁴ JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. *Economic Analysis of Law Review*, v. 1, n. 1, jan-jun 2010, p.7-32. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

¹¹⁵ JUSTEN FILHO, Marçal. *Introdução ao Estudo do Direito*. Rio de Janeiro: Editora Forense. 2021. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559640577/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

forma a desenvolver uma regra que complemente as já existentes e que gere o resultado esperado. Maria Helena Diniz fala sobre as fontes do Direito:

Fontes materiais ou reais são não só fatores sociais, que abrangem os históricos, os religiosos, os naturais (clima, solo, raça, natureza geográfica do território, constituição anatômica e psicológica do homem), os demográficos, os higiênicos, os políticos, os econômicos e os morais (honestidade, decoro, decência, fidelidade, respeito ao próximo), mas também os valores de cada época (ordem, segurança, paz social, justiça), dos quais fluem as normas jurídico-positivas.¹¹⁶

Ivo Gico Jr. afirmam que "de forma geral, os juristas estão preocupados em tentar responder duas perguntas básicas: (a) quais as consequências de um dado arcabouço jurídico, isto é, de uma dada regra; e (b) que regra jurídica deveria ser adotada?"¹¹⁷. Mas como o criador da lei sabe qual regra impor, e como fazê-lo, para obter o resultado que deseja?

O Direito é uma ciência interdisciplinar e a sua interação com a psicologia, filosofia, sociologia e ciências sociais é comum; e, a partir de meados do século XX, o estudo do Direito começa a ser realizado pela ótica econômica, o que traz novas perspectivas aos cientistas: como o ser humano toma decisões, como ele valora os seus recursos e opções, e como ele avalia as consequências dessas decisões.

AED é transdisciplinar e envolve conhecimentos de Direito e de Economia, não apenas de Economia. O pressuposto é o de que se Direito é tão humano e tão antigo quanto a Economia, é porque faz sentido social a sua existência e deve ser levado a sério. Ele não é a lei como querem alguns economistas, ele é uma experiência social, antropológica que engloba regulamentos, atos normativos, práticas sociais repetitivas, princípios, teoria e decisões judiciais (ou arbitrais).¹¹⁸

Considerando que o direito regula a sociedade, que as leis devem refletir os comportamentos dos indivíduos e seguir os princípios que norteiam a sociedade, Ivo

¹¹⁶ DINIZ, Maria Helena. Fontes do direito. In: ENCICLOPÉDIA jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Teoria Geral e Filosofia do Direito. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/157/edicao-1/fontes-do-direito>. Acesso em: 27 jan. 2022.

¹¹⁷ JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. *Economic Analysis of Law Review*, v. 1, n. 1, jan-jun 2010, p.7-32. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

¹¹⁸ TIMM, Luciano Benetti. Direito e Economia Desmistificado, *In: JOTA*. 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/coluna-da-abde/direito-e-economia-desmistificado-11092018>. Acesso em: 22 jan. 2022.

T. Gico Jr.¹¹⁹ explica que o objetivo da Análise Econômica do Direito é “expandir a compreensão e o alcance do direito e aperfeiçoar o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de normas jurídicas, principalmente com relação às suas consequências.”, e explica também que a AED consiste em:

instrumentos teóricos e empíricos que lhe auxiliem a identificar os problemas sociais (diagnósticos) e as prováveis reações das pessoas a uma dada regra (prognose), para então, ciente das consequências prováveis, optar pela melhor regra (se estiver legislando) ou pela melhor interpretação (se estiver julgando)

(...)

Nesse sentido, pode-se então afirmar que o Direito e Economia (ou a AED) é um método de análise do Direito. (...) para descrever o comportamento dos tomadores de decisão frente a dilemas jurídicos, bem como para proposição de uma regulação ou mesmo de interpretação de um princípio em um determinado caso.¹²⁰

Conclui-se que, nas palavras de Marçal Justen Filho, “em suma, a existência do Direito pressupõe que os seres humanos tenham uma margem de liberdade de escolha, mas que a sua decisão seja influenciável em alguma medida pela existência de determinações externas.”¹²¹. As determinações externas devem ser elaboradas de forma a conduzir o ser humano ao comportamento adequado e aceito e sancionado, e a Análise Econômica do Direito auxilia a determinar os preceitos que possuem os incentivos que o moldarão da forma desejada.

5.2.1 Escassez

O Dicionário Michaelis apresenta o significado das palavras “escassez” e “escasso”:

ESCASSEZ

es·cas·sez

Substantivo feminino

1 Qualidade ou caráter de escasso.

2 ECON. Falta ou carência de um bem ou serviço em relação à sua procura.

¹¹⁹ JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. *Economic Analysis of Law Review*, v. 1, n. 1, jan-jun 2010. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

¹²⁰ TIMM, Luciano Benetti. Direito e Economia Desmistificado, *In: JOTA*. 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/columas/columa-da-abde/direito-e-economia-desmistificado-11092018>. Acesso em: 22 jan. 2022.

¹²¹ JUSTEN FILHO, Marçal. *Introdução ao Estudo do Direito*. Rio de Janeiro: Editora Forense. 2021. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559640577/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

3 Situação de pobreza ou de aperto; carência.¹²²

ESCASSO

es-cas-so

adjetivo

1 De pouca monta; minguado, parco.

2 Que é desprovido de algo; carente, falto.

3 Que é de pequena dimensão; diminuto.

4 Que é de pouca intensidade; fraco.

Substantivo masculino

Indivíduo extremamente apegado ao dinheiro; avarento, sovina.¹²³

Na economia o termo “escassez” é utilizado nas situações em que a necessidade e o desejo humano são infinitos, mas os recursos que ele possui para saciá-los são limitados, portanto, há escassez de recursos comparado ao “volume” de interesses.

O método econômico se baseia em alguns postulados. Primeiro, os recursos da sociedade são escassos. Se os recursos não fossem escassos, não haveria problema econômico, pois todos poderiam satisfazer suas necessidades – fossem elas quais fossem. (...) A escassez dos bens impõe à sociedade que escolha entre alternativas possíveis e excludentes (senão não seria uma escolha, não é mesmo?).¹²⁴

Quando se escolhe uma oferta, ao mesmo tempo, nega-se outra, ação que caracteriza uma “troca”, chamada pela doutrina de “*trade off*”, que é conceituado pelo Federal Reserve Bank of Saint Louis¹²⁵ como “desistir de uma parte de uma coisa para ganhar uma parte de outra coisa”.

A escassez gera o *trade off* que resulta em “custos de oportunidade”. De acordo com o livro “Economia: Notas Introdutórias”¹²⁶ “custos de oportunidade” é como se denomina a situação em que o agente escolha a opção “A” e, ao mesmo tempo,

¹²² ESCASSEZ. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=escassez>. Acesso em 25 jan. 2022.

¹²³ ESCASSO. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=escasso>. Acesso em 25 jan. 2022.

¹²⁴ JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. *Economic Analysis of Law Review*, v. 1, n. 1, jan-jun 2010. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

¹²⁵ RESOURCES. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=R. Acesso em: 17 jan. 2022. Tradução livre de: “Giving up some of one thing in order to gain some of something else.”

¹²⁶ MOREIRA, José Octávio de Campos; JORGE, Fauzi Timaco. *Economia: Notas Introdutórias*. 2. ed. São Paulo: Atlas. 2009. *E-book* Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522465286/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

enquanto a obtém, ele deixa de obter outra coisa, a opção “B”. Ivo Gico complementa que “a utilidade que cada um gozaria com uma dessas atividades é o seu custo de oportunidade, i.e., o preço implícito ou explícito que se paga pelo bem.”¹²⁷. O autor fala de “preço implícito ou explícito” pois a palavra “custo” deve ser relacionada a “recurso” e não “moeda” (já que o primeiro possui inúmeros significados, além de “pecúnia”), por ex. ao escolher assistir a um filme, não gasto somente recursos financeiros (aquisição do ingresso), gasto também o recurso tempo, pois vou dedicar horas da minha vida nesse evento. Em suma, o custo do que foi escolhido equivale ao que foi desistido para obtê-lo.

5.2.2 Racionalidade limitada

A economia clássica determina que o ser humano é racional de modo que todas as escolhas que ele faz são lógicas, uma vez que ele tem todas as informações que precisa para tomar a decisão e que sempre vai escolher o que mais lhe beneficia. Atualmente defende-se que o ser humano não é racional em todos os momentos de sua vida, reconhece-se que existem momentos em que as emoções são a base de suas decisões, basta que se analise o número de inadimplentes no Brasil¹²⁸ para verificar que não é desta forma que a mente humana funciona, que na verdade, o que ela busca é satisfação.

Em 1978, Herbert Simon recebeu o Prêmio Nobel de Economia por contrapor o conceito da “racionalidade ilimitada” ao desenvolver o conceito de “racionalidade limitada”. O website do Prêmio Nobel¹²⁹ explica que o cientista político, ao combinar conceitos de diversas disciplinas, concluiu que ao tomar decisões as pessoas não agem de forma estritamente racional, que a tomada de decisão é influenciada por suas experiências, emoções, objetivos e necessidades imediatas. O mestre José Carlos Pereira da Costa Júnior escreve que Simon explicou que:

¹²⁷ JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. *Economic Analysis of Law Review*, v. 1, n. 1, jan-jun 2010. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

¹²⁸ “Em dezembro, o Brasil apresentava 63,97 milhões de inadimplentes;” “O segmento que lidera as causas do endividamento dos brasileiros continua sendo os débitos de bancos e cartões de crédito, com 27,7%;” <https://www.serasa.com.br/limpa-nome-online/blog/mapa-da-inadimplencia-e-renegociacao-de-dividas-no-brasil> 01/08/2022

¹²⁹ HERBERT Simon. In: THE Nobel Foundation. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1978/simon/facts/>. Acesso em 27 jan. 2022.

Racionalidade limitada tem como pressuposto a limitação física do tomador da decisão em obter e processar todas as informações necessárias à tomada da melhor decisão para o problema; além disso, o indivíduo responsável por este processo o conduzirá sob a influência dos fatores emocionais, sociais, ambientais e orientado pelos seus objetivos, quando se tratar de decisão própria, ou orientado por critérios pré-definidos quando envolver a organização.¹³⁰

A sacada de Herbert foi perceber que todas as informações existentes não estão simplesmente disponíveis ao agente para que ele possa executar as inúmeras comparações possíveis a fim de tomar a decisão que maximiza sua satisfação. Na vida real, para o agente obter tais informações ele precisa engajar muito esforço, tempo e compreensão mental; para compreendê-las, ele deve conhecer questões técnicas sobre o seu objeto de desejo, a situação econômica atual e futura, a situação dos outros recursos envolvidos, os cenários futuros, e assim por diante, questões que exigem ou profundo conhecimento técnico ou conhecimento sobre as incertezas do mundo e a sua realidade, o que é impossível. Além disso, ele precisa ter capacidade lógica para fazer diversas comparações utilizando diversas variáveis em tempo hábil para que ele obtenha o benefício almejado, e o cérebro não possui capacidade neuronal nem física para agir dessa forma. Então, para poder sobreviver, já que o ser humano precisa fazer escolhas em todos os momentos da sua vida, o seu cérebro analisa as opções utilizando *inputs* adquiridos por meio de experiência, conhecimento, sentimentos, costumes, princípios, etc.

5.2.3 Incentivos

Conforme explicado, Marçal Justen Filho escreve que as pessoas têm liberdade para fazer escolhas, e que as suas decisões são influenciáveis¹³¹; em outras palavras, são apresentados incentivos para que elas escolham da forma que escolhem.

Então, nas palavras de Ivo Gico¹³² “pessoas respondem a incentivos” e “(...) se os agentes econômicos ponderam custos e benefícios na hora de decidir, então, uma

¹³⁰ JÚNIOR, José Carlos Pereira da Costa, Estudo sobre a tomada de decisão e a racionalidade limitada de Simon, Enciclopédia Biosfera, v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2547>. Acesso em: 25 jan. 2022.

¹³¹ JUSTEN FILHO, Marçal. Introdução ao Estudo do Direito. Rio de Janeiro: Editora Forense. 2021. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559640577/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹³² JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. *Economic Analysis of Law Review*, v. 1, n. 1, jan-jun 2010, Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

alteração em sua estrutura de incentivos poderá levá-los a adotar outra conduta, a realizar outra escolha."

INCENTIVO

in·cen·ti·vo

adjetivo masculino

Que ou o que encoraja, estimula ou incita; mola: O padre fez um sermão incentivo. Achamos que o dinheiro é ainda o melhor incentivo para o trabalho.¹³³

Durante a sua vida, as pessoas são estimuladas/incentivadas para agir da forma em que agem, e as suas ações têm como objetivo alcançar recompensas/prêmios (de curto, médio e/ou longo prazo); e a Análise Econômica do Direito busca entender como alcançar o incentivo ideal para que as pessoas sigam as normas estipuladas no ambiente em que se encontram (ex. país, condomínio, empresa...), uma vez que, a partir do momento em que se deparam com um dever, as pessoas iniciam a executar o cálculo mental de "custo x benefício" para verificar qual conduta lhe gerará mais satisfação.

Isso é possível porque as pessoas reagem a incentivos e penalidades: as leis são criadas para coibir determinados comportamentos que serão punidos para manutenção da ordem social. Medidas de incentivo, promoções e recompensas são estímulos aos indivíduos para que adotem determinado comportamento.¹³⁴

Sendo assim, procuramos tomar decisões racionais, mesmo que com informações limitadas, já que comparamos os custos e benefícios de determinada ação e escolhemos a que nos traz maior benefício.¹³⁵

Os incentivos podem ser financeiros (ex. alcancei uma meta então receberei um bônus) ou não financeiros (ex. faço trabalho voluntário pois me sinto bem), conscientes (ex. identifico o motivo do porquê estou agindo) ou inconscientes (ex. estou ciente de que estou tomando decisões, mas não estruturei a motivação por trás das decisões).

¹³³ INCENTIVO. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/incentivo/>. Acesso em 29 jan. 2022.

¹³⁴ ALBERGONI, Leide. Introdução à Economia: Aplicações no Cotidiano. São Paulo: Editora Atlas. 2015. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522499526/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

¹³⁵ ALBERGONI, Leide. Introdução à Economia: Aplicações no Cotidiano. São Paulo: Editora Atlas. 2015. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522499526/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

5.2.4 Eficiência

Apresenta-se abaixo o conceito de eficiência econômica, de acordo com o Federal Reserve Bank de Saint Louis e complementa-se: uma decisão eficiente pode ser entendida como aquela em que os recursos limitados foram utilizados da melhor forma possível, em cumprimento dos interesses do agente.

Eficiência econômica: Responde à pergunta 'Quão bem os recursos produtivos (terra, trabalho, capital e habilidade empreendedora) estão sendo alocados?' Eficiência econômica envolve a produção de bens e serviços que pessoas desejam e a utilização de insumos de uma forma que mantém os custos de produção o mais baixo possível.¹³⁶

Ao analisar o conteúdo desse trabalho, sob esse ponto de vista, fica claro que o objetivo da Análise Econômica do Direito é encontrar a forma mais eficiente de aplicar a lei, a forma que mais satisfaz o objetivo da regulamentação.

As noções de eficiência exercem forte influência nos estudos da Análise Econômica do Direito, principalmente no que tange à formulação de normas jurídicas (SZTAJN, 2005a). Além disso, trata-se de uma das preocupações basilares da Ciência Econômica, e parte do pressuposto de que os desejos são ilimitados, mas os recursos disponíveis são limitados, o que motiva a buscar a melhor alocação de bens para que a maior quantidade possível de demandas seja satisfeita (RIBEIRO; GALESKI JR., 2009, p. 85).¹³⁷

Mas como se sabe que a decisão eleita realmente foi a melhor decisão a ser tomada? Que nenhum outro resultado seria melhor do que o alcançado? Para responder essa pergunta, é preciso conhecer os conceitos de Pareto e de Kaldor-Hicks.

(...) excluídos os custos de transação e monitoramento, tem-se que a eficiência é um estado de minimização desses custos, do mesmo modo que se entende não existir um resultado de eficiência absoluta, e sim soluções mais ou menos eficientes umas em relação às outras.¹³⁸

¹³⁶ ECONOMIC Efficiency. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_e=0&sr_glossary%20index=E. Acesso em: 27 jan. 2022.

¹³⁷ JAKOBI, Karin Bergit; RIBEIRO, Marcia Carla Pereira. A análise econômica do direito e a regulação do mercado de capitais. São Paulo: Atlas. 2014. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522487721/>. Acesso em: 04 fev. 2022.

¹³⁸ BERTAN, Maria Paula Costa. Escola de Chicago e Nova Economia Institucional: As Principais Linhas da Análise Econômica do Direito Aplicadas a um Caso Concreto. Ribeirão Preto: Selo FDRP-USP. 2021. *E-book*.

O fato de as pessoas desejarem que suas decisões sejam eficientes é incontestável, mas o conceito de “eficiência” é uma questão subjetiva, cada agente o caracteriza de uma forma. Por esse motivo, os métodos existentes para mediar a eficiência auxiliam o seu estudo, mas eles não são exatos, pois não possuem/existem ferramentas/habilidades para determinar, antes da tomada de decisão, qual é a opção mais eficiente para a realidade de cada indivíduo.

5.2.4.1 Eficiência de Pareto

De acordo com o economista italiano Vilfredo Pareto (que viveu de 1848 até 1923) a eficiência é alcançada quando o resultado de uma transação traz melhorias à realidade de uma parte, e não piora a realidade da outra parte, como contrapartida.

Victor Hugo Domingues explica que “Melhoria de Pareto, ou seja, o incremento da situação de qualquer indivíduo sem implicar prejuízo a terceiros”¹³⁹ e segue, “O ‘Ótimo de Pareto’ é o exato momento de equilíbrio em que todas as ações a serem tomadas não incrementam a condição dos agentes sem prejudicar outros”¹⁴⁰. A frase de Raquel Sztajn arremata “O economista considera que a mudança é eficiente, numa sociedade, quando alguém fica melhor do que anteriormente com a mudança de alguma atribuição de bens anterior, sem que ninguém fique pior”¹⁴¹.

Há críticas a essa teoria, pois somente em um mundo utópico - em que a competição é perfeita - nenhuma das partes vai sofrer prejuízo para que a outra receba benefícios; para isso acontecer é preciso que não recaiam custos de transação sobre a troca e que essa troca não seja objeto de externalidades negativas; as críticas também possuem argumentos de que a eficiência de Pareto resulta em uma troca eficiente, sim, mas que essa troca não é equânime, ou seja, ela não atinge a máxima distribuição de bem-estar.

Por essas questões, diz-se que o Ótimo de Pareto demonstra um *trade off* importante: a eficiência das decisões *versus* a equidade dos seus resultados, já que essa teoria não tem como objetivo encontrar equidade.

¹³⁹ DOMINGUES, Victor Hugo. Ótimo de Pareto. In: RIBEIRO, Marcia Carla Pereira (coord.); KLEIN, Vinicius (coord.). O que é análise econômica do direito. Belo Horizonte: Fórum. 2011.

¹⁴⁰ DOMINGUES, Victor Hugo. Ótimo de Pareto. In: RIBEIRO, Marcia Carla Pereira (coord.); KLEIN, Vinicius (coord.). O que é análise econômica do direito. Belo Horizonte: Fórum. 2011.

¹⁴¹ SZTAJN, Rachel. Law & Economics. In: SZTAJN, Rachel (org.); ZYLBERSZTAJN Decio (org.). Direito & Economia: Análise Econômica do Direito e das Organizações. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005.

5.2.4.2 Kaldor-Hicks

O teórico Richard Posner, jurista americano nascido em 1939, utiliza o critério Kaldor-Hicks como alternativa à Eficácia de Pareto. Kaldor-Hicks descreve que em uma transação as partes podem estar sujeitas a prejuízos, mas que os prejuízos sofridos são passíveis de compensação, e que, mesmo sofrendo prejuízo, o resultado da transação gera bem-estar para o maior número de pessoas possível.

Esse critério é conhecido como “Pareto Potencial” e defende que os recursos devem ser aplicados de maneira a alcançar o máximo de satisfação e bem-estar possível, mesmo que isso implique em prejuízo para algumas pessoas, pois elas poderão ser indenizadas pelas perdas que sofreram durante esse procedimento ficando, assim, em uma situação melhor do que estavam ao iniciar a negociação.

Mas ele também é criticado pois, mesmo reconhecendo a influência das falhas de mercado no cenário dos negócios, o que gera prejuízos às transações, não há como medir efetivamente quais são os níveis de prejuízos e benefícios resultantes do acordo, já que “prejuízo” e “benefício” são conceitos abstratos e subjetivos. Como tentativa de medição da eficiência obtida pelo agente, a doutrina recomenda transformar as intenções e os objetos da barganha em “preço”, dessa forma é possível criar um critério objetivo para que se tenha uma ideia do valor de cada transação para cada parte.

5.2.3 Mercado

Designa-se por “mercado” o local no qual agentes econômicos procedem à troca de bens por uma unidade monetária ou por outros bens.

Ejan Mackaay e Stéphane Rousseau, explicam os ensinamentos de Coase:

A teoria da rede de contratos enriquece a concepção neoclássica da empresa segundo a qual ela é “um agente econômico cuja função é produzir e cujo objetivo é maximizar os lucros”. Ela completa a concepção neoclássica pondo em evidência o elemento mediante o qual os recursos são reunidos para a produção: um conjunto de contratos explícitos e implícitos entre os proprietários dos recursos (acionistas, credores, empregados, fornecedores, administradores). A empresa serve, então, para a concretização de um

processo de equilíbrio complexo entre os objetivos das pessoas no interior de uma moldura contratual.¹⁴²

Está claro que efetuar trocas requer que as partes se esforcem, o que gera perda de energia; e quanto menor o atrito que essa perda de energia gera maior o ganho econômico das partes que estão negociando.

Esses atritos/desgastes são chamados pela doutrina econômica de falhas de mercado.

5.3 FALHAS DE MERCADO

Ocorrem falhas no mercado quando os negócios e os relacionamentos econômicos não acontecem de forma tranquila e harmônica, passado por obstáculos e atritos, o que desgasta os participantes e aumenta os custos e recursos investidos no negócio. Conseqüentemente, os negócios realizados nessas situações não alcançam a sua eficiência máxima, pois além das falhas diminuirão o seu leque de opções, o agente deve utilizar os seus recursos tanto para contribuir com a negociação, quanto para evitar prejuízos advindos das falhas.

Ao contrário do que pode parecer, é comum e esperado que ocorram falhas no mercado, essas características são permanentes e constantes, já que o mercado é formado por inúmeros seres humanos e diversas entidades e cada um deles têm diferentes objetivos e incentivos. O mercado perfeito, tranquilo e harmônico é pura teoria, não é a realidade.

Nesse trabalho serão abordados dois tipos de falhas de mercado: os custos de transação e a assimetria informacional.

5.3.1 Custos de transação

As empresas, ao realizar as suas atividades, arcam com os custos necessários para viabilizar a entrega/produção do seu produto, e esses custos são chamados de “fator máquina”, termo que engloba, exemplificativamente, matéria prima, mão de obra e energia elétrica, mas esses custos não serão abordados nesse trabalho.

¹⁴² MACKAAY, Ejan; ROUSSEAU, Stéphane. *Análise Econômica do Direito*. São Paulo: Atlas, 2015. *E-book* Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522497652/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

As empresas também têm que lidar com os custos de transação, que são caracterizados como “fator humano”, entendido como, exemplificativamente, o dispêndio econômico para planejar, adaptar e monitorar as interações entre as partes de um negócio. É a energia gasta para garantir o cumprimento satisfatório e eficiente do negócio; manter esse tipo de controle e dedicação exige muito tempo, que é o bem mais escasso da humanidade.

O Federal Reserve Bank de Saint Louis conceitua: “Custos de Transação: Os custos associados a compra ou venda de bens, serviço ou ativos financeiros”¹⁴³.

Os agentes econômicos precisam de tempo e de habilidade para ir ao mercado e identificar possíveis parceiros/vendedores/fabricantes com quem se relacionar; eles também precisam de capital para efetivamente contratar e monitorar o cumprimento do acordo. Quanto menor o esforço aplicado nessa busca, menor será o atrito entre as partes e mais eficiente será a troca entre elas, ou seja, menores serão os custos de transação.

Cooter e Ulen classificam os custos de transação da seguinte forma:

Custos de transação são os custos de troca. Uma troca tem três passos. Primeiro: é preciso localizar um parceiro com quem trocar. Isso envolve encontrar alguém que queira comprar o que você está vendendo ou vender o que você está comprando. Segundo: o negócio deve ser realizado entre os parceiros da troca. O acordo é alcançado por meio de uma negociação bem-sucedida, o que pode incluir a redação de um contrato. Terceiro: depois que o negócio for celebrado, ele precisa ser cumprido. O cumprimento envolve monitorar a performance das partes e punir as violações ao acordo. Nós podemos chamar esses três tipos de custos de transação corresponde aos três passos de uma troca de: (1) custos de pesquisa. (2) custos de negociação, e (3) custos de cumprimento.¹⁴⁴

¹⁴³ TRANSACTION costs. *In*: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=T. Acesso em: 27 jan. 2022. Tradução livre de: “Transaction costs: The costs associated with buying or selling a good, service, or financial asset.”

¹⁴⁴ COOTER, Robert B.; ULEN, Thomas. Law and Economics. 6 ed. Essex: Pearson Education Limited. 2014. Tradução livre de: “Transaction costs are the costs of exchange. An exchange has three steps. First, an exchange partner has to be located. This involves finding someone who wants to buy what you are selling or sell what you are buying. Second, a bargain must be struck between the exchange partners. A bargain is reached by successful negotiation, which may include the drafting of an agreement. Third, after a bargain has been reached, it must be enforced. Enforcement involves monitoring performance of the parties and punishing violations of the agreement. We may call the three forms of transaction costs corresponding to these three steps of an exchange: (1) search costs, (2) bargaining costs, and (3) enforcement costs.”

Custos de pesquisa: quando a empresa e/ou as partes pesquisam o bem e/ou serviço; quando se informam e aprendem sobre ele; quando estudam a melhor forma de adquiri-lo, quem é o melhor fornecedor; englobam todas as atividades relacionadas a fase de pesquisa. É a obtenção dessas informações que traz segurança aos agentes e os deixam mais confiantes em relação a decisão que precisam tomar.

Custos de negociação: são os custos referente a todos os diálogos, e-mails, ligações, reuniões executadas para compor e concluir o negócio. A negociação acontece para que ambas as partes satisfaçam suas ambições, e, além do alinhamento das regras básicas que regerão o relacionamento, também é uma etapa da negociação a ação de redigir o instrumento que formaliza o acordo.

Custos de cumprimento: com a conclusão do acordo, é preciso garantir que ele seja cumprido conforme o combinado, não simplesmente “cumprido”, mas cumprido com qualidade, boa-fé, lealdade, transparência... o que pode ser desafiador, uma vez que as partes podem estar distantes do local do cumprimento do contrato, podem estar interagindo ou dependendo de entregas de terceiros, podem não conhecer todos os detalhes técnicos sobre o objeto da contratação ou sobre as ferramentas utilizadas... Esse custo incorre quando as partes se esforçam para ter certeza de que o acordo está sendo executado da forma correta.

5.3.2 Assimetria de Informações

A distribuição desigual de informações entre a parte ofertante e a parte demandante pode gerar imperfeições na alocação de recursos e acabar favorecendo comportamentos indesejáveis. O Federal Reserve Bank de Saint Louis conceitua: “Assimetria de informações: Uma situação em que uma parte de uma transação econômica tem menos informações do que a outra parte.”¹⁴⁵

Durante a transação uma parte possui mais informações e/ou informações mais seguras do que a outra parte (sobre o objeto em negociação), o que pode gerar um desequilíbrio de poder, e de oportunidade, na negociação, prejudicando o seu resultado - o nível da sua eficiência.

¹⁴⁵ ASYMMETRIC Information. *In*: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_e=0&sr_glossary%20index=A. Acesso em: 27 jan. 2022.

A assimetria pode ocorrer de forma consciente ou inconsciente. A parte pode ocultar a informação conscientemente para deliberadamente estar em uma posição de vantagem em relação a outra parte, nesse caso ela deixa de cumprir com o seu dever de informação e transparência; ou a parte não sabe ou não percebe que ela possui mais/menos informações que a outra parte.

A seleção adversa decorre do fato de o cliente não ter como avaliar se a escolha do profissional foi boa ou ruim; o risco moral resulta do fato de que, caso os serviços prestados não sejam bem-sucedidos, o cliente não tem como julgar se foi por falta de esforço do profissional ou por questões externas.¹⁴⁶

Portanto, quando há diferença de conhecimento sobre informações do objeto da negociação e outras questões pertinentes a ela, e quando uma parte não consegue/falha em transferir o seu conhecimento de forma crível/efetiva à outra parte -assim ela não consegue fazer a outra parte entender/acreditar que a informação que ela está apresentando é verdadeira e transparente-, há assimetria informacional. E dessas situações advém dois problemas: o risco moral e o a seleção adversa.

5.3.2.1 Risco Moral

O risco moral é um risco que ocorre na fase de cumprimento do contrato, e advém de um conflito de agência.

A “agência” é conceituada como o relacionamento entre duas partes, em que uma, o principal, pede que a outra parte, o agente, cumpra atividades em seu nome; e em contrapartida, para receber benefícios/remuneração, o agente age da forma orientada pelo principal.

O principal orienta as suas necessidades para o agente, e o agente, tendo as suas próprias necessidades e seu próprio perfil, deve realizar a tarefa que lhe foi orientada como se sua fosse. Neste tipo de relacionamento, espera-se que as partes cooperem, ajam com boa-fé e sejam o mais transparentes e honestas possível, para que se verifique um menor nível de informação assimétrica.

O problema é que o principal e o agente são seres humanos e têm dificuldade em atuar de forma completamente imparcial, portanto, é comum que eles se

¹⁴⁶ JAKOBI, Karin Bergit; RIBEIRO, Marcia Carla Pereira. A análise econômica do direito e a regulação do mercado de capitais. São Paulo: Atlas. 2014. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522487721/>. Acesso em: 04 fev. 2022.

beneficiem de seu conhecimento/expertise, o que faz com que deixem de agir visando única e exclusivamente o interesse da outra parte.

E a melhor forma de garantir que uma parte está respeitando da maneira mais fidedigna possível os desejos da outra parte, gerando assim a maior eficiência possível, é monitorando sua execução.

E nesse relacionamento incerto e complexo, o risco moral se refere a possibilidade de o agente mudar o seu comportamento de acordo com os diferentes contextos em que ocorrem as transações, ou seja, uma parte não consegue garantir e/ou monitorar o que a outra parte está fazendo, não sabendo se o que foi prometido de fato está sendo realizado, e essa impossibilidade possibilita que o agente atue de forma arriscada ou inadequada.

Somente após a efetivação da transação, no início ou na completude do objetivo do principal, é que as partes terão acesso a informações suficientes, e com qualidade suficiente, sobre as pessoas com quem fizeram negócio.

5.3.2.2 *Seleção adversa*

A seleção adversa é um problema que ocorre durante a negociação do contrato, na fase pré-contratual.

Como há assimetria de informações entre as partes, o mercado induz os agentes a fazer escolhas menos eficientes. A seleção adversa está relacionada a dificuldade da parte em ter acesso à informação, o que faz com que ela escolha/selecione/classifique o bem de forma imprecisa.

A consequência: o mercado, selecionando bens por meio de critérios equivocados, acaba selecionando produtos com menor qualidade do que deveria ou cobra um preço mais caro do que deveria; assim, somente irão se interessar pelo bem pessoas que não o conhecem, que querem tirar vantagem do sistema ou que realmente precisam dele. Esse tipo de comportamento é uma espiral negativa, pois quanto mais produtos inadequados são selecionados pelo mercado, mais compradores inadequados se interessam e assim a qualidade/integridade daquela oferta diminui. Assim explica o professor Luciano Timm:

Aqueles vendedores que tiverem bens de boa qualidade não conseguirão um preço bom por seus produtos e, em consequência, sairão do mercado. Assim, a qualidade média dos produtos naquele mercado irá diminuir. Isso irá ocorrer

sucessivamente até restarem apenas produtos da pior qualidade possível. A seleção adversa, ao afastar agentes do mercado (os produtores com bons produtos), impede diversas transações. Portanto, o número de transações efetuadas é menor do que a quantidade eficiente.¹⁴⁷

Outra faceta desta falha é o comportamento oportunista, que ocorre quando uma das partes manipula as informações para agir em nome dos seus próprios interesses.

A parte oportunista age em benefício próprio, se aproveitando de lacunas ou omissões contratuais para modificar o negócio, direcionando-o de forma a lhe trazer mais benefícios, acabando por prejudicar a outra parte e/ou terceiros. O comportamento oportunista pode se manifestar como mentira, roubo, trapaça, distorção ou oferecimento de informações incorretas/incompletas, confundir a outra parte, em outras palavras, caracteriza-se pela ação de má-fé da parte oportunista.

¹⁴⁷ TIMM, Luciano Benetti. Direito contratual brasileiro: críticas e alternativas ao solidarismo jurídico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

6 BENEFÍCIOS DA DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION PELO PRISMA DA ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO

Em seu artigo, Janssen, Kwee e Rikken explicam:

Honigman (2019) descreveu a DAO dissecando suas palavras. A DAO é autônoma por ser auto-executável, os programas operam as regras, rodando em uma blockchain pública e não permissionada em que o valor pode ser imediatamente transferido e as regras impostas como o resultado de uma decisão. Decentralizada pode ser interpretada de duas formas: primeiro, como o resultado de estar baseada na blockchain e segundo, pela falta de organização hierárquica entre os executivos e os acionistas. Decentralização por ser uma entidade ou algo maior, como um organismo ou um sistema.¹⁴⁸

Para ilustrar o relacionamento entre as DAOs existentes e a Análise Econômica do Direito, será apresentado o caso de três DAOs, que serão analisados sobre o prisma da análise econômica do direito, aplicando os conceitos de custos de transação e da assimetria de informações.

6.1 KLEROS

6.1.1 Sobre a DAO

A Kleros se autocaracteriza como uma Dapp (Aplicação Decentralizada, um aplicativo que roda na blockchain por meio de *smart contracts* – enquanto a DAO é uma organização que roda na blockchain por meio de *smart contracts*) e utiliza a DAO como ferramenta de governança. Ela atua como um terceiro, mas descentralizado, que arbitra disputadas digitais em qualquer tipo de contrato, de forma rápida, menos custosa e confiável.

Em seu whitepaper ela explica que com a globalização e o desenvolvimento da tecnologia o número de transações online tem aumentado significativamente, o que conseqüentemente resultará no aumento de reclamações e reivindicações, já que os

¹⁴⁸ OLIVIER, Rikken; JANSSEN, Marjin; KWEE, Zenlin. The Ins and Outs of Decentralized Autonomous Organizations (DAOs). Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3989559>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “Honigman (2019) described a DAO by dissecting the words. The DAO is autonomous due to self-enforcing, programmes operating rules, running on a public permissionless blockchain where value can be immediately transferred and rules enforced as a result of a decision. Decentralized can be interpreted in two ways: first, as a result of running on a blockchain and second, as the lack of hierarchical organization with executives and shareholders. Decentralization can be an entity or something bigger like an organism or system.”

participantes do negócio estão localizadas em jurisdições diferentes. A Kleros foi criada com o objetivo de resolver esse tipo de controvérsia de uma forma mais rápida e barata do que a alternativa comum – os processos judiciais.

Ela é uma organização autônoma, baseada na Ethereum, e age como uma terceira parte, descentralizada, que foi chamada para arbitrar (de forma automática) disputas originadas de qualquer tipo de contrato (do mais simples até o mais complexo). Ela oferece e sedia todas as etapas de um processo arbitral, inclusive o arquivamento de evidências e a seleção dos julgadores.

A Kleros disponibiliza essas funções por meio de *smart contract* - exceto os “juízes”, que são seres humanos interessados em julgar a causa. Cada julgador deve se inscrever no site, oferecer o número de tokens que entender adequado e aguardar ser chamado. A escolha dos julgadores se dá por meio de sorteio, de forma imparcial, rápida, segura e de baixo custo. A probabilidade do “candidato” ser selecionado como jurado é proporcional ao número de tokens que ele apresentou no momento do seu cadastro.

Com esse exemplo simples de DAO, é possível verificar os benefícios econômicos advindos dessa ferramenta, em comparação com a alternativa tradicional, que consiste, exemplificativamente, na tentativa amigável de resolver o problema (coordenada pelo próprio fornecedor, que é parcial), ou por meio de processo judicial, que é custoso e longo (principalmente considerando que as partes estão localizadas em territórios diferentes).

6.1.2 Análise Econômica

Considerando as falhas de mercado, identifica-se que a Kleros reduz, em um primeiro momento, os custos de transação, e em um segundo momento, evita a parcialidade dos agentes.

De acordo com o manifesto da Kleros, os consumidores (localizados em uma jurisdição) compram pelo site do fornecedor (baseado em um país), o objeto adquirido sai do centro de distribuição (localizado em outro país) e é entregue para o consumidor; na hipótese de conflito entre o website e o cliente, questiona-se: onde ele será resolvido? Qual é a lei aplicável? Quais serão os custos? Vale a pena gastar todo esse valor para discutir uma simples compra? Em quanto tempo o problema será resolvido?

É claro que o fornecedor pode optar por ignorar as reclamações de seus clientes, mas ele correrá o risco, provável, de sofrer danos à sua reputação. A internet é uma ótima base de dados, inclusive para divulgar avaliações e compartilhar problemas; portanto, com a postagem de críticas negativas ao website, novos consumidores, ao pesquisar sobre a credibilidade do fornecedor, as encontrará e desistirá de fazer negócios com ele. O que pode gerar comportamentos oportunistas, tanto por parte de clientes que desejam se aproveitar do descrédito do fornecedor, quanto por parte do fornecedor que pode encobrir suas falhas e fazer falsas promessas.

Então, para preservar sua saúde financeira, por meio manutenção de uma reputação positiva, o fornecedor contrata a Kleros para disponibilizar, organizar e gerenciar arbitragens online, portanto, nem o consumidor, o fornecedor ou os julgadores precisam estar fisicamente presentes em um mesmo lugar, o que por si só já economiza tempo das partes, bem como despesas com deslocamento, hospedagem, refeições... e, em relação a parcialidade de opinião, como existem jurados de todas as partes do mundo, as chances de que exista algum tipo de motivo para que o juiz possua algum tipo de preconceito contra o cliente ou interesse no resultado da mediação são praticamente zero.

6.2 VITADAO

6.2.1 Sobre a DAO

Eu seu whitepaper, a VitaDAO declara que ela é um veículo descentralizado, gerenciado pela sua comunidade. Ela tem como foco o desenvolvimento de fármacos, para acelerar a pesquisa e o desenvolvimento na área da ciência da longevidade.

Ela explica que o valor da indústria farmacêutica está baseado nos seus direitos de propriedade intelectual, elas desenvolvem e protegem esse resultado (por meio de patentes) garantindo a exclusividade na venda do produto, dificultando a concorrência, uma vez que desenvolver um medicamento com um processo diferente do patenteado, mas que obtém os mesmos resultados (ou melhores) é infinitamente mais complexo do que um produto tecnológico ou químico, por exemplo. Isso faz com que o poder de pesquisa fique concentrado em poucas indústrias (pois são elas que desenvolvem as patentes, lucram, e então têm capital para investir em mais

pesquisas), o que dificulta a competição entre os *players*, resultando na ausência de investimento em pesquisas desenvolvidas por empresas que não fazem parte desse seleto grupo.

Hoje, a indústria biofarmacêutica se desenvolve com investimentos tardios, sem precedentes, particularmente a ciência da longevidade. No entanto, nessa indústria faltam investimentos críticos nos estados iniciais. Ainda mais, incentivos entre pacientes, pesquisadores e indústria estão desalinhados, arriscando a monopolização da extensão da longevidade.¹⁴⁹

A VitaDAO “utiliza a combinação das novas estruturas de governança das *Decentralized Autonomous Organizations* (DAOs), tokens não-fungíveis (NFTs), e ferramentas de engenharia financeira como *algorithmic automated market makers* (AMMs), que rodam na blockchain da Ethereum.”¹⁵⁰

Essa organização é aberta, qualquer um pode participar. Ela financia e apoia pesquisas iniciais na área da ciência da longevidade e, em troca, ela é a titular dos direitos de propriedade intelectual advindos de tal pesquisa. Em seu whitepaper ela afirma que a estrutura da DAO diminui a extensão do processo de tomada de decisão e atrai pesquisadores importantes ao defender princípios de ciência aberta e democratiza a propriedade da pesquisa.

O processo de tomada de decisão (para a DAO eleger os projetos que irá apoiar) ocorre por meio de ‘propostas’. As propostas são apresentadas pelos membros da VitaDAO, que as postam em uma plataforma que permite que os membros as discutam e façam perguntas sobre ela e, durante essa etapa, o ‘dono’ da proposta pode aprimorá-la. Então o elaborador da proposta faz o *upload* da versão final na plataforma (a partir desse momento, ela não pode mais ser editada), e os membros votam se apoiam, ou não, o financiamento da proposta – as características dos votos são baseadas nos tokens detidos por cada membro.

¹⁴⁹ GOLATO, Tyler; KOHLHAAS, Paul. VitaDAO: Whitepaper V1.0. Disponível em: <https://www.researchhub.com/paper/1266843/vitadiao-whitepaper>. Acesso em: 03 mar. 2022. Tradução livre de: “Today, the biopharma industry booms with unprecedented late-stage investment, particularly in longevity science. However, the industry severely lacks critical early-stage funding. Moreover, incentives between patients, researchers and industry are misaligned, risking monopolization of lifespan extension.”

¹⁵⁰ GOLATO, Tyler; KOHLHAAS, Paul. VitaDAO: Whitepaper V1.0. Disponível em: <https://www.researchhub.com/paper/1266843/vitadiao-whitepaper>. Acesso em: 03 mar. 2022. Tradução livre de: “VitaDAO utilizes a combination of novel governance frameworks and decentralized autonomous organizations (DAOs), non-fungible tokens (NFTs), and financial engineering tools such as algorithmic automated market makers (AMMs) that run on the Ethereum blockchain.”

A DAO possui tokens, chamados de 'VITA', que podem ser obtidos por meio de prestação de serviços, investimentos, entrega de direitos de propriedade intelectual; e ao deter tokens, o seu titular pode participar das decisões e da governança da organização

VitaDao é uma filiação coletiva que financia pesquisas em estágio inicial na área de longevidade. Sua missão é estender a duração da vida humana por meio de pesquisas, financiamento e comercialização de terapias de longevidade de uma forma aberta e democrática. A VitaDAO será a titular dos ativos de propriedade intelectual que resultarem dos projetos que apoia, e os membros da VitaDAO governam a estrutura e seu processo de tomada de decisão. Os membros podem se juntar à VitaDAO comprando tokens VITA ou recebendo-os por meio de contribuições com trabalho ou propriedade intelectual.¹⁵¹

Enquanto os projetos de pesquisa e desenvolvimento recebem fundos e começam a produzir conteúdo, os valores da propriedade intelectual da VitaDAO crescem com os resultados positivos da pesquisa. Uma comercialização bem-sucedida resulta no crescimento do ecossistema da DAO e fundos começam a ser disponibilizados. Isso atrai propriedade intelectual de qualidade, possibilitando o financiamento de mais projetos e crescimento ainda maior do ecossistema da VitaDAO.

A descentralização toma o poder dos poucos e entrega para os muitos. A VitaDAO é o principal exemplo disso. Ao permitir que a comunidade vote nos projetos que serão financiados, nós somos capazes de apoiar projetos mais criativos e ambiciosos que não seriam financiados de outra forma. Também une pessoas com experiências e disciplinas variadas para trabalhar em projetos incríveis ao invés de estar separados em diversos laboratórios.¹⁵²

Seus criadores acreditam que esse tipo de abordagem mudará completamente a forma em que o mundo promove cuidados médicos, pois ela propõe uma nova forma

¹⁵¹ GOLATO, Tyler; KOHLHAAS, Paul. VitaDAO: Whitepaper V1.0. Disponível em: <https://www.vitadao.com/about>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: "VitaDAO is a decentralized membership collective funding early-stage longevity research. Its mission is to extend human lifespan by researching, financing, and commercializing longevity therapeutics in an open and democratic manner. VitaDAO will own the intellectual property assets that result from the projects it supports, and members of VitaDAO govern the structure and its decision-making processes. Members can join VitaDAO by purchasing VITA tokens or earning them through contributions of work or intellectual property."

¹⁵² GOLATO, Tyler; KOHLHAAS, Paul. VitaDAO: Whitepaper V1.0. Disponível em: <https://www.vitadao.com/about>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: "Decentralization takes the power from the few to the many. VitaDAO is a prime example of this. By allowing the community to vote on research projects to fund, we are now able to support more creative and ambitious projects that wouldn't have otherwise been funded. It also brings together people from a variety of backgrounds and disciplines to work on amazing projects instead of being siloed into various labs."

de gerenciar pesquisas e de criar propriedade intelectual, bem como espera que, com o compartilhamento desses resultados, ela possa alinhar incentivos e interesses de *stakeholders* que hoje são negligenciados (como pacientes e cientistas).

6.2.2 Análise Econômica

A VitaDAO encontrou um funil no mercado em que atua, e optou por trabalhar essa falha de forma inovadora. Ela quer alinhar incentivos e interesses, unir pessoas que têm as mesmas necessidades para que juntas possam alcançar um mesmo objetivo. Essa configuração é uma forma de diminuir a assimetria informacional entre os investidores, pacientes, médicos, pesquisadores e etc... e também as dificuldades advindas dos custos de transação.

Um dos principais problemas relatados pela VitaDAO foi a dificuldade de projetos, que não pertencem às grandes farmacêuticas, encontrarem investidores confiáveis. Então, para resolver esse problema ela criou uma estrutura que aproxima os interessados no assunto (e que não fazem parte do circuito principal), não somente para discutirem, mas também para opinar sobre o desenvolvimento de pesquisas, já que os membros da DAO não têm interesse somente no lucro advindo de seu investimento, eles desejam contribuir com o objetivo da organização: avançar o conhecimento sobre longevidade e torná-lo acessível a todos.

O cenário atual arrisca permitir a monopolização dessas novas tecnologias. O controle centralizado e guiado pelo lucro pode transformar a longevidade em um artigo de luxo acessível somente a 0,1% do globo. Um acesso tão limitado iria inevitavelmente prejudicar a redistribuição de riquezas (Ihle e Sieber-Meyerhoff, 2017), e resultar em desigualdade de renda e mais concentração de capital.¹⁵³

A aproximação dos interessados diminui os efeitos do risco moral, uma vez que o pesquisador ao mesmo tempo em que deseja desenvolver uma tecnologia para resolver um problema, ele precisa adaptar o seu comportamento para, mesmo que inconscientemente, agradar o seu investidor (que normalmente está em busca do lucro). No caso da VitaDAO o investidor (principal) tem o mesmo interesse que o

¹⁵³ GOLATO, Tyler; KOHLHAAS, Paul. VitaDAO: Whitepaper V1.0. Disponível em: <https://www.vitadiao.com/about>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: "The current state risks allowing the monopolization of these new technologies. Centralized, profit-driven control would turn longevity into a luxury good accessible only to the top 0.1% globally. Such limited access would inevitably prevent redistribution of wealth (Ihle and Siebert-Meyerhoff, 2017), and lead to deeper income inequality and more concentration of capital."

pesquisador (agente), portanto, o agente tem autonomia para definir como agir, uma vez que ele possui a chancela e o aval o principal para atuar dessa forma.

No caso da seleção adversa, uma vez que o investidor não possui interesse exclusivamente no lucro, pois seu objetivo maior é participar de um negócio que incentiva uma causa na qual ele acredita, ele opta em investir em pesquisas de soluções mais complexas, ao invés de investir em soluções mais simples, que possuem menores benefícios, mas maiores resultados financeiros. A VitaDAO busca resolver problemas não tão comuns, cuja solução pode não gerar altas margens de lucro (que normalmente é o objetivo da indústria farmacêutica), pois o público-alvo da pesquisa é menor ou tem um custo elevado para fabricação, mas que pode melhorar a qualidade de vida desse “pequeno” grupo.

Conforme explicado, os custos de transação podem ser divididos em três etapas: custos de pesquisa, custos de negociação e custos de cumprimento.

- Há redução nos custos de pesquisa pois a VitaDAO tem um objetivo claro e uma organização transparente, então, os *stakeholders* sabem que lá encontrarão pessoas que também estão interessadas em desenvolver a ciência da longevidade.
- Os custos de negociação são próximos de zero, pois a política de investimento e os requisitos que o projeto precisa cumprir estão registrados na blockchain (de forma imutável e transparente).
- Em relação ao monitoramento, os esforços não contam com uma diminuição expressiva, pois essa etapa é cumprida no mundo físico, fora do ambiente da DAO; contudo, o pesquisador deve relatar a evolução da pesquisa, e seus resultados, registrando-os na blockchain (o que diminui a chance desses dados serem fraudados).

O website Lifespan.io¹⁵⁴ publicou que, de junho de 2021 a março de 2022: se uniram à VitaDAO mais de três mil membros; ela acumulou mais de nove milhões de dólares para investir em pesquisas; desse valor, mais de um milhão e quinhentos mil dólares já foram alocados e trinta projetos foram avaliados. Essa informação demonstra como a ferramenta é promissora e que, quando aplicada com seriedade e de forma profissional (como um negócio verdadeiro, e não como um grupo de amigos),

¹⁵⁴ ISABELLA, Maria. Why Is VitaDAO a DAO, and What Does This Mean in Practice?. In: Lifespan.io. 2022. Disponível em: <https://www.lifespan.io/topic/why-is-vitadao-a-dao-and-what-does-this-mean-in-practice/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

ela efetivamente possui o potencial de mudar a forma em que as empresas são estruturadas.

6.3 METAFACTORY

6.3.1 Sobre a DAO

A MetaFactory é uma plataforma que tem como objetivo aprimorar o alinhamento entre designers, marcas e clientes do mercado da moda. Os designers das marcas apresentam sua ideia e projetos e os membros da DAO votam em quais marcas investir e então, quando começar a operar, os membros votam sobre a estratégia que deve ser abraçada pela marca, nos novos produtos e designs, e sobre oportunidade de licenciamento.

A MetaFactory cria uma DAO para cada marca que ela representa. Cada uma das DAOs será titular de sua propriedade intelectual e industrial. E cabe a DAO gerenciar o registro da marca, seu marketplace, a produção dos produtos... parte do lucro da DAO é destinado ao designer e outra parte é dividido entre os titulares de tokens.

6.3.2 Análise Econômica

O problema que a MetaFactory procura solucionar é, além de facilitar a atuação de designers, reduzir a incoerência dos preços das confecções, já que as marcas estruturam os valor fixado, primeiramente, com base no nível de desejo que emana do seu público consumidor, e somente então, nos custos de matéria prima e então a qualidade do produto.

Isso tem contribuído com o enfraquecimento das vendas do varejo, marcas que estão passando por momentos difíceis e consumidores insatisfeitos. Por apresentar os produtos como tokens juntamente de uma curva de ligação¹⁵⁵,

¹⁵⁵ De acordo com o website MoneyTimes: “curva de ligação (“bonding curve”): a relação entre o fornecimento e o preço de um token: quanto menos oferta, mais baixo será o preço e vice-versa.” Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/agora-usuarios-do-the-graph-podem-ganhar-dinheiro-com-a-validacao-de-dados-em-blockchain/>.

a MetaFactory possibilita a fixação de preços de forma orgânica num dinâmica de mercado livre.¹⁵⁶

Por engajar os clientes no sucesso da marca, a MetaFactory diminui os malefícios advindos assimetria de informações, pois, além do consumidor confiar na marca, ele mesmo votou nos designs e produtos que seriam lançados, portanto, ele possui todas as informações que precisa para tomar a sua decisão, e esse cenário também tem reflexos positivos resultando na diminuição a incidência dos custos de transação, principalmente na fase de pesquisa.

Essa DAO espera que com a sua estrutura consiga aproximar designers, consumidores e investidores, para que sejam lançados produtos com significado e para estimular relacionamentos autênticos entre marca e consumidor, já que a fidelidade do consumidor traz benefícios financeiros à marca.

¹⁵⁶ An Introductipon to MetaFactory. In: MEDIUM, MetaFactory. Disponível em: <https://themetafactory.medium.com/an-introduction-to-metafactory-1fbaed8723e>. Acesso em: 03 mar. 2022.

Tradução livre de: “This has contributed to weak retail sales, struggling brands and dissatisfied customers. By representing products as tokens and selling them along a bonding curve, we enable organic price discovery based on free market dynamics.”

7 CONCLUSÃO

Durante a elaboração desse trabalho, percebeu-se que não existe (ainda) um consenso sobre a melhor forma de estruturar uma DAO ou sobre a função que ela deve assumir na organização. Como faz pouco tempo que ela começou a ser adotada, ainda existem diversas características a serem desvendadas e, também, é preciso tempo para que as ideias que nascem com a sua utilização sejam programadas, testadas e implementadas.

No primeiro capítulo explicou-se o conceito de blockchain, e também foi explicado como a blockchain funciona e suas características (imutabilidade, descentralização, pública e distribuída).

No segundo capítulo foi apresentado o conceito de *smart contracts*, que foi criado, somente de forma teórica nos anos 90, mas que, com a criação da blockchain, foi possível implementá-lo na prática. Os *smart contracts* são fluxogramas transformados em códigos de programação, que contém obrigações (às vezes acordos, as vezes somente procedimentos), e esses códigos são inseridos na blockchain.

Para demonstrar como eles funcionam, apresentou-se o exemplo do seguro de voo chamado Fizzy. Também foi explicada que os *smart contracts* podem atuar como mera programação e que podem programar as obrigações assumidas pelas partes, automatizando assim, um contrato; e para completar os ensinamentos foi apresentada a figura do “oráculo” (programa baseado na rede comum que são acessados pelo *smart contract* para que ele possa conhecer as informações atualizadas sobre determinado assunto, como o clima, resultado de jogos...).

E, por fim, para demonstrar sua relevância, foram apresentados casos de sua utilização pela plataforma TradeLens, que demonstra como fluxogramas (organizados e compartilhados) e desburocratização tem sim a capacidade de trazer economia de custos para as empresas.

No terceiro capítulo, finalmente, chega-se ao assunto da DAO. Explicou-se que ela pode ser considerada um conjunto de diversos *smart contracts*, que ela possui as mesmas características que a blockchain, também é automática, auto-executável, auditável, e que tem como efeito a retirada da necessidade de confiança como requisito dos relacionamentos empresariais.

Explicou-se o conceito e a importância dos tokens, bem como a possibilidade de utilizá-la como uma ferramenta de governança corporativa, um programa que recebe qualquer pessoa de qualquer lugar do mundo para colaborar com o objetivo da DAO e/ou como um programa para substituir processos internos da empresa.

Foi apresentado como a DAO é utilizada no presente e como se teoriza que ela será utilizada no futuro.

O quarto capítulo foi dedicado a explicação da análise econômica do direito e das falhas de mercado “custos de transação” e “assimetria informacional”.

Por fim, finalmente, no quinto capítulo, todas essas informações foram entrelaçadas e aplicadas na análise de três DAOs: Kleros, VitaDAO e MetaFactory.

Concluiu-se que, atualmente, as DAOs são utilizadas como uma ferramenta de aproximação de agentes que possuem um mesmo interesse. Que a DAO possui membros que se preocupam com o lucro, mas que também se preocupam em investir na solução de problemas, em instrumentos que podem mudar o mundo de forma positiva. E os seus membros votam como acham que o a DAO deve direcionar seus investimentos.

Quanto a análise de seus reflexos: como ela aproxima as pessoas com interesses em comum, há diminuição da assimetria informacional (risco moral) e dos custos de transação (custos de pesquisa, negociação, cumprimento).

O entrelaçamento dessas informações é extremamente positivo pois incentivará o uso da DAO, que pode ser implantada de diversas formas e em diversos procedimentos (desde processos menores e mais simples, até maiores e mais complexos). A sua adoção contribuirá com a agilidade de processos, principalmente os que exigem intervenção humana, e que, por não depender mais de sua chancela, correrão mais rápido e de forma mais íntegra.

REFERÊNCIAS

- ABROL, Ayushi. Is Decentralized Autonomous Organizations (DAO) the Future?. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/is-decentralized-autonomous-organizations-dao-the-future/>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- ALBERGONI, Leide. Introdução à Economia: Aplicações no Cotidiano. São Paulo: Editora Atlas. 2015. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522499526/>. Acesso em: 02 fev. 2022.
- ALGORITMO SHA-256: definição. In: Glossário Google. Disponível em: <https://support.google.com/google-ads/answer/9004655?hl=pt>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- ALKUDMANI, Fares, Napster e bitorrent: a diferença entre rede Ponto a Ponto (P2P) e Blockchain, In: Portal do Bitcoin, disponível em: <https://portaldobitcoin.uol.com.br/napster-e-bitorrent-a-diferenca-entre-rede-ponto-a-ponto-p2p-e-blockchain/>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- AN Introduction to MetaFactory. In: MEDIUM, MetaFactory. Disponível em: <https://themetafactory.medium.com/an-introduction-to-metafactory-1fbaed8723e>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- AN Operating System for Collective Intelligence: White Paper V1.1. DaoStack. Disponível em: <https://daostack.io/wp/DAOstack-White-Paper-en.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- APRENDAFAZER.NET. Disponível em: <https://aprendafazer.net/redes-p2p-quais-sao-elas-quais-sao-suas-vantagens-e-desvantagens-e-que-tipos-existem/>. Acesso em: 20 Nov. 2021.
- ARCARI, Jared. Decoding Smart Contracts: Technology, Legitimacy, & Legislative Uniformity. Fordham Journal of Corporate & Financial Law, v. 24, p. 363–407, 2019.
- ASYMMETRIC Information. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_e=0&sr_glossary%20index=A. Acesso em: 27 jan. 2022.
- AUSTRALIAN Government. Department of Industry, Science, Energy and Resources. The National Blockchain Roadmap: Progressing towards a blockchain-empowered future. 2019. Disponível em: <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/national-blockchain-roadmap>. Acesso em 01 dez. 2021.
- AXA Scraps Fizzy Insurance Smart Contract...But Still Interested in the Tech. In: ARTIFICIAL Lawyer. 8 out. 2020. Disponível em: <https://www.artificiallawyer.com/2020/10/08/axa-scraps-fizzy-insurance-smart-contract-but-still-interested-in-the-tech/>. Acesso em: 9 fev. 2022.

BERTAN, Maria Paula Costa. Escola de Chicago e Nova Economia Institucional: As Principais Linhas da Análise Econômica do Direito Aplicadas a um Caso Concreto. Ribeirão Preto: Selo FDRP-USP. 2021. E-book.

BHAILA, Anhika. Top Decentralized Autonomous Organization (DAO) Projects to watch. In: Blockchain Council. Disponível em: <https://www.blockchain-council.org/blockchain/top-decentralized-autonomous-organization-dao-projects-to-watch/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

BITCOIN: um sistema de dinheiro eletrônico ponto-a-ponto. In: BITCOINDEVELOPER. Disponível em: www.bitcoin.org. Acesso em: 02 nov. 2021.

BLOCKCHAIN Demo. Disponível em: <https://andersbrownworth.com/blockchain/blockchain>, Acesso em: 8 Nov. 2021.

BLOCKCHAIN. Hyperledger Fabric. Disponível em: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/ko/latest/blockchain.html>. Acesso em 19 set. 2021.

BLOCKCHAIN. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Blockchain>. Acesso em: 19 set. 2021.

BORGES, Rodrigo. DAO: um novo modelo de organização. MIT Technology Review. 28 jan. 2022. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/dao-um-novo-modelo-de-organizacao/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BUTERIN, Vitalik, On Public and Private Blockchains, Ethereum Foundation Blog, disponível em: <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

CARTILHA. In: Benefícios e Aplicações da Certificação Digital. Disponível em: <http://www.beneficioscd.com.br/#cartilha>. Acesso em: 28 nov. 2021.

CASE Study: Eliminating D&D Charges. In: Tradelens. Disponível em: <https://www.tradelens.com/case-studies/eliminating-d-and-d-charges>. Acesso em: 03 mar. 2022.

CASE Study: Protecting Fragile Cargo. In: Tradelens. Disponível em: <https://www.tradelens.com/case-studies/protecting-fragile-cargo>. Acesso em: 03 mar. 2022.

CATALINI, Christian. How Blockchain Applications Will Move Beyond Finance. In: Harvard Business Review. 02 mar. 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/03/how-blockchain-applications-will-move-beyond-finance>. Acesso em: 03 mar. 2022.

CLASSIFICATION and importance of nodes in a blockchain network. In: SEBA Bank. 27 ago 2020. Disponível em: <https://www.seba.swiss/research/Classification-and-importance-of-nodes-in-a-blockchain-network>. Acesso em 20 nov. 2021.

COOTER, Robert B.; ULEN, Thomas. Law and Economics. 6 ed. Essex: Pearson Education Limited. 2014.

CORRALES, M. et al. Tomorrow's Lawyer Today? Platform-Driven Legaltech, Smart Contracts & the New World of Legal Design. *Journal of Internet Law*, v. 22, n. 10, p. 3–12, 2019. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db>.

CRISE de 2008: o que foi, causas, consequências e mais!, Blog do Stoodi, 1 jul. 2021. Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/blog/historia/crise-de-2008/>. Acesso em: 25 out. 2021.

CUCCURU, Pierluigi. Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts. *International Journal of Law and Information Technology*. 2017, 25, 179–195. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez101.periodicos.capes.gov.br/ijlit/article/25/3/179/3106217>. Acesso em: 01 dez. 2021

DECENTRALIZED autonomous organizations (DAOs). In: ETHEREUM.org. Disponível em: <https://ethereum.org/en/dao/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

DINIZ, Maria Helena. Fontes do direito. In: ENCICLOPÉDIA jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Teoria Geral e Filosofia do Direito. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/157/edicao-1/fontes-do-direito>. Acesso em: 27 jan. 2022.

DOMINGUES, Victor Hugo. Ótimo de Pareto. In: RIBEIRO, Marcia Carla Pereira (coord.); KLEIN, Vinicius (coord.). *O que é análise econômica do direito*. Belo Horizonte: Fórum. 2011.

ECONOMIC Efficiency. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_e=0&sr_glossary%20index=E. Acesso em: 27 jan. 2022.

ECONOMICS. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=E. Acesso em: 17 jan. 2022.

ESCASSEZ. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=escassez>. Acesso em 25 jan. 2022.

ESCASSO. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=escasso>. Acesso em 25 jan. 2022.

ETHEREUM Whitepaper. In: ETHEREUM.org. 2022. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

GETTING Smart About Smart Contracts. In: DELOITTE - Perspectives. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/finance/articles/cfo-insights-getting-smart-contracts.html>. Acesso em: 01 fev. 2022.

GLOSSARY. In: BITCOIN Developer. Disponível em: <https://developer.bitcoin.org/glossary.html>. Acesso em: 04 nov. 2021.

GLOSSARY. In: HYPERLEDGER Fabric. Disponível em: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/glossary.html>. Acesso em 19 set. 2021.

GOLATO, Tyler; KOHLHAAS, Paul. VitaDAO: Whitepaper V1.0. Disponível em: <https://www.researchhub.com/paper/1266843/vitadao-whitepaper>. Acesso em: 03 mar. 2022.

GUPTA, Manav, Blockchain for dummies: A Wiley Brand, 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2020.

HASSAN, Samer; FILIPPI, Primavera de. Decentralized Autonomous Organization. In.: Internet Policy Review: Journal on internet regulation. Disponível em: <https://policyreview.info/open-abstracts/decentralised-autonomous-organisation>. Acesso em: 03 mar. 2022.

HERBERT Simon. In: THE Nobel Foundation. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1978/simon/facts/>. Acesso em 27 jan. 2022.

INCENTIVO. In: MICHAELIS Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa Online. Editora Melhoramentos. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/incentivo/>. Acesso em 29 jan. 2022.

ISABELLA, Maria. Why Is VitaDAO a DAO, and What Does This Mean in Practice?. In: Lifespan.io. 2022. Disponível em: <https://www.lifespan.io/topic/why-is-vitadao-a-dao-and-what-does-this-mean-in-practice/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

JAKOBI, Karin Bergit; RIBEIRO, Marcia Carla Pereira. A análise econômica do direito e a regulação do mercado de capitais. São Paulo: Atlas. 2014. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522487721/>. Acesso em: 04 fev. 2022.

JÚNIOR, Ivo T. Gico. Metodologia e Epistemologia da Análise Econômica do Direito. Economic Analysis of Law Review, v. 1, n. 1, jan-jun 2010, p.7-32. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/2794>. Acesso em: 31 jan. 2022.

JÚNIOR, José Carlos Pereira da Costa, Estudo sobre a tomada de decisão e a racionalidade limitada de Simon, Enciclopédia Biosfera, v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2547>. Acesso em: 25 jan. 2022.

JUSTEN FILHO, Marçal. Introdução ao Estudo do Direito. Rio de Janeiro: Editora Forense. 2021. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559640577/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

KAAL, Wulf A. A Decentralized Autonomous Organization (DAO) of DAOs. University of St. Thomas, Minnesota - School of Law. 2021. Disponível em: .Acesso em: 03 mar. 2022.

LAURENCE, Introduction to Blockchain Technology: the many faces of block chain texhnology in the 21st century. 1. ed. 's-Hertogenbosch (Holanda): Van Haren Publishing, 2019.

LEVI, Stuart D.; LIPTON, Alex B. An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitations. Harvard Law School Forum on Corporate Governance and Financial Regulation. 2018. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/05/26/an-introduction-to-smart-contracts-and-their-potential-and-inherent-limitations/#more-107364>. Acesso em: 01 dez. 2021

LYRA, João Guilherme, Blockchain e Organizações Descentralizadas, Rio de Janeiro: Brasport, 2019.

MACKAAY, Ejan; ROUSSEAU, Stéphane. Análise Econômica do Direito. São Paulo: Atlas, 2015. E-book Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522497652/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

MEMÓRIA (Informática). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Mem%C3%B3ria_\(inform%C3%A1tica\)&oldid=62285900](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Mem%C3%B3ria_(inform%C3%A1tica)&oldid=62285900) Acesso em: 22 out. 2021.

MOREIRA, José Octávio de Campos; JORGE, Fauzi Timaco. Economia: Notas Introdutórias. 2.ed. São Paulo: Atlas. 2009. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522465286/>. Acesso em: 25 jan. 2022.

MOUGAYAR, Willian. The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 2016. E-book.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: Um Sistema de Dinheiro Eletrônico Peer-to-Peer. Online. 2008. Disponível em: https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf. Acesso em 28 jan. 2022.

O QUE é back-end e qual seu papel na programação? In: TOTVS. 2020. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/developers/back-end/>. Acesso em 10 fev. 2022.

O QUE é governança corporativa. In: IBGC Conhecimento. Disponível em: <https://www.ibgc.org.br/conhecimento>. Acesso em: 03 mar. 2022.

O QUE são nodes?. In: Binance Academy. 29 nov. 2018. Disponível em: <https://academy.binance.com/pt/articles/what-are-nodes>. Acesso em: 20 nov. 2021.

OLIVIER, Rikken; JANSSEN, Marjin; KWEE, Zenlin. The Ins and Outs of Decentralized Autonomous Organizations (DAOs). Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3989559>. Acesso em: 03 mar. 2022.

ORGANIZAÇÃO AUTÔNOMA DESCENTRALIZADA. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Organiza%C3%A7%C3%A3o_aut%C3%B4noma_descentralizada&oldid=61424011. Acesso em: 31 ago. 2021.

PERGUNTAS Frequentes. In: BITCOIN. Disponível em: https://bitcoin.org/pt_BR/faq. Acesso em: 04 nov. 2021.

RASKIN, Max. The law and legality of smart contracts. Georgetown Law Technology Review, 2017.

RAZÃO (CONTABILIDADE). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Raz%C3%A3o_\(contabilidade\)&oldid=52396205](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Raz%C3%A3o_(contabilidade)&oldid=52396205). Acesso em: 27 dez. 2021.

REGISTRO Distribuído. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Registro_distribu%C3%ADdo. Acesso em: 19 set. 2021.

RESOURCES. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=R. Acesso em: 17 jan. 2022.

ROSIC, Ameer. Smart Contracts: The Blockchain Technology That Will Replace Lawyers. In: Bloockgeeks. 25 nov. 2020. Disponível em: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

SERRES, Tom; WARBURG, Bettina. Basics of Blockchain: a guide for building literacy in the economics, technology and business of blockchain. 2019. Animal Ventures LLC. Disponível em: <https://br1lib.org/book/5303808/d36e3d?dsorce=recommend>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SIMS, Alexandra. BlockchainandDecentralised Autonomous Organisations (DAOs): the evolution of companies? New Zealand Universities Law Review 423-458. 2019. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3524674. Acesso em: 03 mar. 2022

SKLAROFF, Jeremy M. Smart Contracts and the COst of Inflexibility. University of Pennsylvania Law Review. Vol. 166:263. 2017. p. 263-303. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3008899. Acesso em: 01 dez. 2021.

SZABO, Nick. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. First Monday, v.2, n.9, 1997. Disponível em: <https://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/download/548/469>. Acesso em: 10 set. 2021.

SZTAJN, Rachel. Law & Economics. In: SZTAJN, Rachel (org.); ZYLBERSZTAJN Decio (org.). Direito & Economia: Análise Econômica do Direito e das Organizações. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005.

TIMM, Luciano Benetti. Direito contratual brasileiro: críticas e alternativas ao solidarismo jurídico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

TIMM, Luciano Benetti. Direito e Economia Desmistificado, In: JOTA. 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.jota.info/opiniao-e-analise/colunas/coluna-da-abde/direito-e-economia-desmistificado-11092018>. Acesso em: 22 jan. 2022.

TRADELENS. Disponível em: <https://www.tradelens.com/>. Acesso 03 mar. 2022.

TRANSACTION costs. In: GLOSSARY of Economics and Personal Finance Terms - Federal Reserve Bank of Saint Louis. Disponível em: https://www.stlouisfed.org/education/glossary#sr_glossary%20index=T. Acesso em: 27 jan. 2022.

WHAT is Blockchain? In: Thought Leadership Zen. Disponível em: <https://thoughtleadershipzen.blogspot.com/2019/10/what-is-blockchain.html>. Acesso em 20 mar. 2022.