

**UNIVERSIDADE CESUMAR – UNICESUMAR**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS APLICADAS**  
**GRADUAÇÃO EM DIREITO**

***BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS: OS DESAFIOS PARA SUA APLICAÇÃO***  
***NOS CONTRATOS EMPRESARIAIS***

Nome do Aluno: Bruno Mont'alvão Marrega

Orientadora: Claudinéia Veloso Da Silva

MARINGÁ – PR

2022

Nome do Aluno: Bruno Mont'alvão Marrega

***BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS: OS DESAFIOS PARA SUA APLICAÇÃO  
NOS CONTRATOS EMPRESÁRIAS***

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Direito da UniCesumar – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Direito, sob a orientação do Prof. M. Orientadora: Claudinéia Veloso Da Silva

MARINGÁ – PR

2022

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

NOME DO ALUNO Bruno Mont'alvão Marrega

### ***BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS: OS DESAFIOS PARA SUA APLICAÇÃO NOS CONTRATOS EMPRESÁRIAS***

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Direito do UniCesumar – Centro Universitário de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Direito, sob a orientação da Prof. M. Claudinéia Veloso Da Silva.

Aprovado em: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Nome do professor – (Titulação, nome e Instituição)

---

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

---

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

# ***BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS: OS DESAFIOS PARA SUA APLICAÇÃO NOS CONTRATOS EMPRESÁRIAS***

Bruno Mont'alvão Marrega (Graduando)

Claudinéia Veloso da Silva (Orientador)

## **RESUMO**

Com o surgimento da inovadora tecnologia *blockchain* no ano de 2008, surgiram vários apontamentos sobre o potencial uso dessa para outras áreas além de simples transações financeiras. Conforme será demonstrado, essa tecnologia vem prometendo ser cada vez mais útil para resolver, de forma prática, diversos problemas em sociedade. Em uma dessas utilidades é que surgiram os *smart contracts* (Contratos inteligentes), os quais estão sendo estudados para utilização prática no direito contratual, sendo essa a justificativa para esse estudo. Portanto, o presente estudo feito com revisões bibliográficas, leis e doutrinas, se propõe a examinar se seria juridicamente viável a utilização dos contratos inteligentes no direito contratual empresarial. Essa área foi escolhida em específico devido as suas peculiaridades, o avanço tecnológico do mercado e a rápida absorção de novas tecnologias que a tornam a mais propensa para esta experimentação. Devido a isso, essa área se mostra a mais adequada para testar o uso de um contrato inteligente. Contudo, ainda existem alguns desafios e questões para a implementação dos contratos inteligentes no campo jurídico, como por exemplo, a validade desses no plano fático-jurídico, visto que são contratos criados e executados exclusivamente no meio digital. Dessa forma, surgem novos desafios para os operadores do Direito que precisarão adequar-se profissionalmente a essas novas tecnologias. Por fim, analisaremos tanto os pontos positivos quanto os negativos no uso dessa nova tecnologia e sua aplicação.

**Palavras-chave:** Direito empresarial. *Blockchain*. Contratos inteligentes.

# **BLOCKCHAIN AND SMART CONTRACTS: THE CHALLENGES FOR THEIR APPLICATION IN BUSINESS CONTRACTS**

## **ABSTRACT**

With the emergence of the innovative blockchain technology in 2008, several notes emerged about the potential use of this technology for other areas beyond simple financial transactions. As will be shown, this technology has been promising to be increasingly useful to solve, in a practical way, several problems in society. In one of these utilities, smart contracts emerged, which are being studied for practical use in contract law, which is the justification for this study. Therefore, the present study, made with bibliographic reviews, laws and doctrines, proposes to examine whether it would be legally viable to apply smart contracts in business contract law. This area was specifically chosen due to its peculiarities, the technological advance of the market and the rapid absorption of new technologies that make it the most prone to this experimentation. Due to this, this area proves to be the most suitable for testing the use of a smart contract. However, there are still some challenges and issues for the implementation of smart contracts in the legal field, such as their validity in the factual-legal plan, since they are contracts created and executed exclusively in the digital environment. In this way, new challenges arise for legal professionals who will need to adapt themselves professionally to these new technologies. Finally, we will analyze both the positive and negative points of using this new technology and your application.

**Keywords:** Business law. Blockchain. Smart contracts.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>1. DOS CONTRATOS.....</b>	<b>7</b>
1.1. Os Contratos empresárias e suas características.....	7
<b>2. BLOCKCHAIN.....</b>	<b>10</b>
2.1. O que é a tecnologia <i>blockchain</i> e como ela surgiu.....	10
2.2. Como se dá o funcionamento de uma rede <i>blockchain</i> e suas características.....	12
<b>3. CONTRATOS INTELIGENTES.....</b>	<b>19</b>
3.1. O que é um <i>smart contract</i> e como se deu o surgimento.....	19
3.2. A relação entre os <i>smart contracts</i> e a rede <i>blockchain</i> .....	20
3.3. Criação e funcionamento de um <i>smart contract</i> na <i>blockchain</i> .....	22
3.4. Vantagens e desvantagens na utilização de um <i>smart contract</i> .....	24
<b>4. OS SMART CONTRACTS E O DIREITO.....</b>	<b>26</b>
4.1. <i>Smart contracts</i> e os desafios para sua aplicação nos contratos empresarias.....	26
4.2. Aplicação dos <i>smart contracts</i> nos contratos empresariais.....	28
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como finalidade analisar a tecnologia *blockchain*, essa advinda do universo das criptomoedas, a qual evoluiu possibilitando a criação dos *smart contracts* (contratos inteligentes) em sua rede, a problemática aqui é analisar e discutir a possibilidade do uso dos contratos inteligentes na área do direito contratual, voltado para os contratos de direito empresarial.

Os contratos inteligentes vieram com a premissa de revolucionar a forma como as obrigações contratuais serão cumpridas ao longo da obrigação, visto que, além da segurança que oferecem, os mesmos são automatizados, tornando desnecessária a participação de terceiros intermediadores nas relações contratuais. No entanto, apesar das soluções que a tecnologia oferece, existem ainda alguns obstáculos para sua utilização, o que será trabalhado adiante.

A justificativa para o presente estudo se deu por meio da análise de revisões bibliográficas, dispositivos de lei e doutrinas, partindo do princípio que futuramente a tecnologia *blockchain* promete revolucionar a forma de armazenamento das informações em bancos de dados digitais, de forma transparente e compartilhada, podendo inclusive ser utilizada na formação de contratos automatizados, assim também não se excetuando a área do direito. Apesar dessa tecnologia ainda estar em sua fase primária de aplicação no campo jurídico já existem várias discussões sobre o seu uso para outros fins além dos contratos.

No primeiro tópico do desenvolvimento iremos discorrer sobre os contratos de direito privado, em específico os contratos empresariais, começando sobre o que é um contrato dessa natureza, quais seus requisitos de validade, o conceito de empresário, as características e peculiaridades presentes na sistemática dos contratos empresariais, os princípios aplicados, e o tratamento conferido a esses na seara do direito.

No segundo tópico do desenvolvimento será dissertado sobre a tecnologia *blockchain*, seu conceito, como se deu o surgimento dessa tecnologia, seu funcionamento, a forma como a rede *blockchain* armazena e gere os dados contidos nela, as suas características, e os tipos de redes existentes, e suas diferenças. No terceiro tópico do desenvolvimento, será apresentado o que é um contrato inteligente, como se dá a criação deste através da *blockchain*, o seu funcionamento na rede, e os pontos positivos e negativos na utilização de um contrato inteligente feito na *blockchain*.

Por fim, no quarto e último tópico do desenvolvimento, será debatido sobre quais desafios, barreiras e problemáticas no âmbito jurídico que poderiam haver no experimento da

aplicação de um *smart contract* feito em uma rede *blockchain* nos contratos de direito empresarial e como é ponderado sua aplicação nestes.

## 1. DOS CONTRATOS

Nesse tópico, estudaremos os contratos no direito privado, especificamente os contratos de direito empresarial, iremos ver o conceito de contrato, os requisitos para sua validade, o conceito de empresário, o que é considerado um contrato de direito empresarial, suas peculiaridades, especificidades e características únicas da sistemática desses contratos.

### 1.1. OS CONTRATOS EMPRESÁRIAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

O contrato é um negócio jurídico, por meio do qual duas ou mais parte formam deveres e obrigações umas para com as outras, segundo o que foi pactuado entre as suas vontades, os contratos podem ser bilaterais (entre duas partes) ou plurilaterais (mais de duas partes). Coelho<sup>1</sup> (2012. p. 34-37) define o contrato como: “um negócio jurídico bilateral ou plurilateral gerador de obrigações para uma ou todas as partes, às quais correspondem direitos titulados por elas ou por terceiros”.

Dito isto, para um contrato ser valido é necessário cumprir alguns requisitos previstos em lei, o Código Civil de 2002, no Livro III, em seu Título I (dos negócios jurídicos), no Capítulo I, em seu art. 104<sup>2</sup> nos traz esses requisitos para que um contrato seja considerado válido, confira: “art. 104. A validade do negócio jurídico requer: I - agente capaz; II - objeto lícito, possível, determinado ou determinável; III - forma prescrita ou não defesa em lei”.

Partindo desse princípio, o mesmo se aplica para os contratos empresarias no direito privado para que esses sejam considerados válidos no plano jurídico. Pois então, afinal, o que caracteriza um contrato para que ele possa ser considerado empresarial ou não? Para isso precisamos ver o conceito, segundo a lei, de quem é considerado um empresário, o Código Civil

---

<sup>1</sup> COELHO, Fábio Ulhoa. Curso de direito civil, 3: contratos. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2012. P. 34-37.

<sup>2</sup> CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO DE 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm)> Acesso em 27 de setembro de 2022.



de 2002 nos traz esse conceito no *caput* do art. 966<sup>3</sup>: “Considera-se empresário quem exerce profissionalmente atividade econômica organizada para a produção ou a circulação de bens ou de serviços”.

Ainda sobre o conceito de empresário, Neto<sup>4</sup> (2010, p. 71) nos ensina que: “empresário é um profissional do mercado e, portanto, um perito na produção ou na circulação de bens ou de serviços, que, por isso, almeja obter resultados lucrativos nesse desiderato. A finalidade lucrativa decorre do caráter profissional com que é exercida a atividade econômica”.

Assim, para que um contrato seja considerado de natureza empresarial é necessário que ambas as partes envolvidas na relação contratual sejam empresários, os quais desejam algum benefício financeiro com o negócio. Contrato empresarial, segundo Forgioni<sup>5</sup> (2020, p. 27) em seu livro: “São aqueles em que ambos (ou todos) os polos da relação têm sua atividade movida pela busca do lucro.”

Alguns princípios dos contratos empresariais são a informalidade e a agilidade na contratação, devido a rapidez que ocorrem as negociações, o risco que é inerente a própria atividade empresária, para se obter lucro empreendendo naturalmente, existe o risco atrelado e a adequação de certos costumes da atividade mercantil. No geral os contratos empresariais são norteados pelo princípio da liberdade de contratação, menor interferência contratual por parte do estado e presume uma igualdade de condições entre as partes, visto que nenhuma prevalece sobre a outra em direitos e obrigações.

Em contrapartida a toda esta informalidade e liberdade temos o Código Civil, que estabelece no seu art. 421<sup>6</sup> que: “a liberdade de contratar será exercida em razão e nos limites da função social do contrato”. Nesse sentido, explica Baggio<sup>7</sup> (2014, p. 54): “percebesse que, em verdade, se funcionalizou a liberdade contratual e não o contrato em si, razão pela qual tem-se a função social do contrato como verdadeiro limite à autonomia privada.”

---

<sup>3</sup> CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO DE 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm)> Acesso em 27 de setembro de 2022.

<sup>4</sup> NETO, Alfredo de Assis Gonçalves. Direito de empresa: comentários aos artigos 966 a 1.1.95 do Código Civil, 2010, p. 71.

<sup>5</sup> FORGIONI, Paula A. Contratos Empresariais: teoria geral e aplicação. 5ª Edição. Revista dos Tribunais. 2020, página 27.

<sup>6</sup> CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO DE 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm)> Acesso em 27 de setembro de 2022.

<sup>7</sup> BAGGIO, Andreza Cristina. Princípios contratuais e contratos empresariais: uma análise a partir da pretensão unificação do direito privado brasileiro. Iusgentium, v.9, n.6 – 2014 – Edição Extra, p. 47-69.

Já em relação ao princípio da boa-fé, explica Baggio<sup>8</sup> (2014, p. 55): “surge como corolário da proteção à dignidade da pessoa humana, como base de parâmetro para avaliação dos resultados do contrato, ou seja, se o pacto firmado é apto a atender às legítimas expectativas daqueles que contratam.”

Os contratos empresariais possuem especificidades próprias, os quais os diferem dos contratos civis e consumeristas. Em contratos empresariais princípios como o da autonomia da vontade das partes e o *pacta sunt servanda* (do latim, pactos devem ser respeitados), devem ser respeitados à risca, assim, esses não podem ser relativizados em qualquer hipótese, ainda que haja um desequilíbrio contratual ou que um contrato se torne excessivamente oneroso entre as partes sua revisão deve ser feita com muita cautela. Nesse sentido, afirma Miguel<sup>9</sup> (2006, p. 68):

Não podem ser vistos e interpretados da mesma forma um contrato de compra e venda de automóvel, firmado entre o proprietário do carro, que utilizava o bem pessoalmente, para outra pessoa que passará a utilizá-lo (contrato civil); o contrato firmado entre a concessionário de carros e a pessoa que o adquire para utilizá-lo (contrato de consumo); e o contrato firmado entre a empresa de locação de veículo e a concessionária de automóveis (contrato interempresarial). Os contratos interempresariais exigem uma visão específica, a visão empresarial, para que sejam compreendidos e interpretados.

Nessa seara, em seus estudos assevera Ribeiro<sup>10</sup> (2018, p. 245) que: “as teorias da imprevisão e da onerosidade excessiva, aplicáveis aos contratos de consumo, por exemplo, não podem ser aplicadas, indiscriminadamente aos contratos empresariais porque nestes o risco é elemento essencial.”

Os contratos empresariais são negócios jurídicos formados por partes em razão da função de sua atividade econômica, organizada e com fins lucrativos. Nessa relação, presume-se que as partes são dotadas de conhecimentos técnicos, os quais lhe dão condições de negociar as cláusulas contratuais conforme seus interesses e vontades, assim, somente em situações excepcionais haverá um desequilíbrio entre os contratantes.

---

<sup>8</sup> BAGGIO, Andreza Cristina. Princípios contratuais e contratos empresariais: uma análise a partir da pretensa unificação do direito privado brasileiro. Iusgentium, v.9, n.6 – 2014 – Edição Extra, p. 47-69.

<sup>9</sup> MIGUEL, Paula Castello. Contratos entre empresas. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2006. p. 68.

<sup>10</sup> RIBEIRO, Marcia Carla Pereira. Teoria geral dos contratos: contratos empresariais e análise econômica. Tomo Direito Comercial, Edição 1, Enciclopédia jurídica - PUCSP julho de 2018. Disponível em: <<https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/252/edicao-1/contratos-empresariais>> Acesso em 27 de setembro de 2022.

Já em relação aos contratos empresariais em espécie, temos o de compra e venda, previsto no art. 481 do CC/02, como exemplo temos a compra e venda de equipamentos, e o fornecimento de insumos, em troca de um valor estabelecido em moeda. O de representação comercial no previsto no art. 710, do CC/02, no qual há um representante que revende produtos do representado. Os contratos de franquia que estão regulamentados pela Lei nº 13.966/19, no qual ocorre a aquisição de uma licença franqueada para montar um modelo de negócio já pronto.

Ainda temos o contrato de arrendamento mercantil ou *leasing*, onde uma pessoa jurídica arrenda, a uma outra jurídica, um bem por prazo determinado. O de *factoring*, onde um empresário cede a outro, total ou parcialmente, créditos provenientes de vendas a prazo. O contrato de seguro de bens móveis ou imóveis, e o de alienação fiduciária, onde se empresta dinheiro para um adquirir um bem móvel infungível ou imóvel, sendo esse dinheiro entregue diretamente ao vendedor.

Pelo exposto, a seara do direito empresarial contratual se mostra a mais adequada para primeiramente testar a utilização dos contratos inteligentes feitos na *blockchain*, uma vez que, conforme dito acima, essa área tem maior informalidade e liberdade, sendo a mais aberta para inovações e incorporações de novas tecnologias, pois a sistemática do mercado é dinamizada, em constante transformação, considerando que esse é quem produz capital e novas tecnologias, e os empresários, os quais empregam recursos financeiros e técnicos profissionais em maior abundância, buscando sempre inovar, estando a frente das demais áreas.

Outro fator interessante é o fato de os contratos empresariais não poderem ser revistos ou alterados pelo poder judiciário da mesma maneira que os contratos cíveis ou consumeristas, visto que as relações entre esses se presumem paritárias. Assim, no próximo tópico dissecaremos a tecnologia *blockchain*.

## **2. BLOCKCHAIN**

Nessa seção elucidaremos especificamente o que é a tecnologia, seu conceito, surgimento, características e seu funcionamento. Primeiramente, a palavra *blockchain*, ainda não possui uma tradução definida na língua portuguesa, porém, em sua tradução literal, significa “cadeia de blocos” ou “corrente de blocos” (RIBEIRO, 2020, p.73)<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> RIBEIRO, Rodrigo Marcial Ledra. Smart contracts no ordenamento de direito privado brasileiro à luz da teoria do fato jurídico [recurso eletrônico]: estudo de *lawtech* curitibana / Rodrigo Marcial Ledra Ribeiro. – 2020.

## 2.1. O QUE É A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN E COMO ELA SURTIU

Para iniciarmos, como conceito de *blockchain*, podemos definir essa como sendo um sistema de registro transparente, e com uma rede distribuída, capaz de registrar transações entre dois ou mais usuários de maneira eficiente, verificável e permanente. Melo (2022, p. 01)<sup>12</sup> dispõe que o banco de dados de registro é descentralizado. Assim, nenhum usuário sozinho pode controlar os dados ou informações. A comunicação é estabelecida entre os usuários e não através de um servidor central. Nesse sentido, Porto *et. al.* (2019, p. 12)<sup>13</sup>, conceituam *blockchain* da seguinte forma:

A *blockchain* corresponde à base de armazenamento e registro de dados integralmente digital, na qual podem ser realizados negócios e operações financeiras por meio da codificação computacional. Os dados são mantidos em “blocos” e anexados a registros em uma “cadeia” (daí o termo *blockchain*) na rede mundial de computadores (internet); suas informações são compartilhadas por uma rede de participantes, que podem, por meio de assinatura criptografada, validar qualquer informação adicionada à *blockchain*.

Enquanto isso, Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 08)<sup>14</sup> conceptualizam a *blockchain* nos seguintes termos:

*blockchain* pode ser definido como uma coleção de ferramentas algorítmicas, que, em harmonia, solucionam problemas presentes em transações entre duas partes. O contexto central – necessário para se entender a importância da *blockchain* – é a automatização do indivíduo intermediário, responsável pelo julgamento e processamento necessário para que uma transação seja considerada justa e segura para ambas as partes. Antes da tecnologia *blockchain*, esse papel era realizado majoritariamente pelos bancos e outras

---

Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5073/1/smartcontractslawtechcuritiba.pdf>>. Acesso em 27 de setembro de 2022.

<sup>12</sup> MELO, L. O blockchain, promessa ou revolução tecnológica real? 2022. Disponível em: <<http://brasil.abgi-group.com/radar-inovacao/o-blockchain-promessa-ou-revolucao-tecnologica-real/>>. Acesso em 27 de setembro de 2022.

<sup>13</sup> PORTO, Antônio Maristrello, SILVA, Gabriela Borges da; JUNIOR, João Manoel de Lima. Tecnologia blockchain e direito societário, aplicações práticas e desafios para a regulação. RIL, Brasília a. 56 n. 223 jul./set. 2019 p. 11-30.

<sup>14</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 15 de agosto de 2022.

instituições presentes na sociedade, como cartórios, agências de regulação, corretoras, etc.

Agora que já sabemos o conceito do termo *blockchain*, iremos esclarecer como se deu o surgimento do primeiro esboço do que seria uma rede *blockchain*, até o surgimento da primeira rede *blockchain* com funcionalidade de fato que se tem registro, qual seja a do Bitcoin, a qual surgiu no ano de 2008.

Ribeiro e Mendizabal<sup>15</sup> (2019, p. 10), ensinam que o primeiro esboço do que uma rede *blockchain* surgiu na década de 90, com dois pesquisadores Stuart Haber e W. Scott Stornetta, os quais apresentaram em um estudo “How to Time-stamp a Digital Document”<sup>16</sup>, uma solução computacional prática para autenticação de dados (gerais, documentos) através de um “carimbo” com data e hora de sua criação, onde esses dados após ser registrados não poderiam ser adulterados.

Essa solução foi baseada em uma lista de blocos encadeados que armazenavam os dados dentro de si, e, posteriormente, foi complementada por uma estrutura (rede) de dados chamada “Árvore de Merkle” a qual possibilitaria a inclusão de vários documentos dentro de um único bloco. Todavia, desde aquela época, apenas no ano de 2008 é que a tecnologia *blockchain* ressurgiu novamente.

Dessa forma, em 31 de outubro do ano de 2008, com o surgimento do pseudônimo de Satoshi Nakamoto<sup>17</sup>, o suposto criador da criptomoeda Bitcoin, é que a ideia de uma rede *blockchain* ressurge, a qual daria suporte para o funcionamento de sua criptomoeda, o chamado Bitcoin, a qual sua rede *blockchain* passou a operar naquele mesmo ano.

Para concluir, podemos dizer que a tecnologia *blockchain* surgiu como uma forma de alternativa ao modelo de armazenamento de dados e operações digitais, não dependendo de uma organização central ou um órgão de hierarquia responsável pela intermediação, pois, além de seus integrantes disporem das capacidades e responsabilidades na manutenção do

---

<sup>15</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>16</sup> Stuart Haber e W Scott Stornetta. “How to time-stamp a digital document”. Em: Conference on the Theory and Application of Cryptography. Springer. 1990, páginas 437–455 (ver página 10)

<sup>17</sup> ISTOÉ. Bitcoin: conheça a origem da primeira criptomoeda do mundo. 2022. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/bitcoin-conheca-a-origem-da-primeira-criptomoeda-do-mundo/>>. Acesso em 27 de setembro de 2022.

armazenamento de dados os mesmos também são os responsáveis por validarem as transações (Porto, Junior, Silva, 2019, p. 12 Apud Andrighi, 2018, p. 607)<sup>18</sup>.

## 2.2. COMO SE DÁ O FUNCIONAMENTO DE UMA REDE *BLOCKCHAIN* E SUAS CARACTERÍSTICAS

Aqui iremos discorrer sobre o funcionamento de uma rede *blockchain*, e os componentes que são os responsáveis por fazer uma rede *blockchain* funcionar, como a cadeia de blocos, o bloco, o *hash* e o endereço, a carteira, os nodos, a mineração e o minerador, os protocolos de consenso, a prova de trabalho e a prova de participação, e por fim, as plataformas *blockchain* existentes para a criação de um *smart contract*.

A princípio as redes *blockchain* foram desenvolvidas e pensadas como uma plataforma para as criptomoedas, sendo assim, se fez necessário implantar mecanismos de segurança, para prevenção de falsificação dos ativos, além de assegurar que haja autenticidade dos proprietários desses ativos. Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 21)<sup>19</sup>, elucidam que, antes da *blockchain*:

Entidades financeiras são os responsáveis por garantir tal segurança em transações com moedas físicas. Porém, em um sistema descentralizado, como a *blockchain*, protocolos e tecnologias específicas são empregados para garantirem segurança, disponibilidade, além das propriedades de imutabilidade da cadeia de blocos.

Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 21)<sup>20</sup>, esclarecem que o funcionamento da *blockchain* foi pensado inicialmente como um sistema para transações de moedas virtuais como o *Bitcoin*, podendo ser descrita como um arquivo digital, o qual se mantém atualizado e disponível a todos os usuários da rede.

---

<sup>18</sup> ANDRIGHI, Fátima Nancy. O surgimento da tecnologia blockchain e dos contratos inteligentes (smart contracts): funcionamento e desafios jurídicos. In: YARSHELL, Flávio Luiz; PEREIRA, Guilherme Setoguti J. (coord.). Processo societário. São Paulo: Quartier Latin, 2018. v. 3.

<sup>19</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>20</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

Essa cadeia de blocos, os quais guardam informações das transações podem ser vistas como um livro razão, o qual contém todas as transações já realizadas e verificadas dentro de sua rede *blockchain*, em ordem cronológica. Livro-razão, pode ser descrito como um livro utilizado no processo contábil por meio do qual é possível controlar e auditar, separadamente, a movimentação de todas as transações realizadas na conta de uma empresa.

Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 21)<sup>21</sup> ainda explicam que uma transação inserida na *blockchain* (cadeia de blocos) ficará lá permanentemente registrada, servindo como prova de sua validação. Citam o Bitcoin como exemplo, no qual o livro-razão serve para o registro das transações que ocorrem com a criptomoeda.

Todavia, de forma mais ampla, este livro de registro, dentro da rede *blockchain* serve também para o registro de qualquer ativo desejado pelos usuários da rede, como registros de nascimentos, certidões de casamentos, registros de imóveis, compra e venda, etc., ou qualquer outro documento que se queira registrar, sendo estes apenas alguns dos inúmeros usos da tecnologia. Na **FIGURA 01**<sup>22</sup>, encontra-se ilustrado como se dá o processo de transação em uma rede *blockchain*, de um usuário para o outro, confira abaixo:



**FIGURA 01:** Ilustração de uma transação sendo inserida na *blockchain*.

<sup>21</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>22</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

Na imagem acima, vemos que Alice transaciona certa quantia para a carteira de Bob através de uma rede *blockchain*. Veja, a transação de Alice é adicionada à um bloco da rede, juntamente com as demais transações. Este bloco é disseminado na rede e, através de um protocolo de consenso entre os usuários da rede, os usuários certificaram se o bloco será considerado válido e decidirão adicioná-lo juntamente a cadeia de blocos. Assim, uma vez na cadeia, o bloco que foi aprovado, e que contém a transação de Alice passará a integrar a rede, de forma imutável. A partir deste momento, a transação de Alice gerou efeito, transferindo uma quantidade da criptomoeda daquela rede para a carteira do usuário Bob.

Em relação ao funcionamento e a implementação de uma cadeia de blocos (*blockchain*), esta pode ser dividida em três tipos, onde cada uma funciona de um jeito, podendo ser elas uma rede privada, uma pública e a de consórcio, Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 21-22)<sup>23</sup>, nos esclarecem as três da seguinte forma:

1. Privada: Apresenta um ambiente controlado, com um número reduzido de nodos, maior controle sobre a identidade dos participantes e maior nível de centralização. Esse tipo de sistema apresenta vantagens, por exemplo, para uso em redes empresariais, onde é preciso identificar os funcionários que participam da rede, de acordo com suas permissões.
2. Pública: Rede aberta a qualquer usuário, sem identificação dos nodos e totalmente descentralizada. Aplicável na maioria dos sistemas de moedas virtuais, pois funciona bem para um grande número de nodos, em ambientes onde não é necessário conhecer a identidade real dos participantes.
3. Consórcio: Misto entre público e privado. Pode apresentar acesso público e aberto, mas mantendo algum nível de centralização, onde um número menor de nodos pode possuir maiores privilégios para controlar o fluxo de transações na rede.

Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 22)<sup>24</sup>, nos ensinam que o bloco é um arquivo contendo o registro das diversas transações em espera para serem anexadas na cadeia de blocos. Os blocos são adicionados em ordem cronológica ao fim da cadeia de blocos, onde jamais serão removidos após sua validação. O bloco para ser validado precisa conter a informação da reposta do cálculo

---

<sup>23</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>24</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.



criptográfico, o tamanho do bloco, o cabeçalho, os registros das transações contidas no bloco e a referência ao bloco imediatamente anterior. Devido a publicidade do registro das transações todos os usuários da rede podem consultar o registro dos blocos.

Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 23)<sup>25</sup>, *Hash* é uma função matemática, ou seja, um conjunto de números e letras que contendo até 64 dígitos, responsável por transformar uma quantidade de dados de tamanho indefinido, em uma cadeia única em blocos de caracteres de tamanho fixo. A *Hash* protege a informação dentro do bloco de qualquer pessoa que não possua o código de acesso, mas também protege o lugar do bloco ao longo da cadeia, identificando o bloco anterior também.

Ainda de acordo com os autores citados, uma vez que a informação é adicionada à *blockchain* e criptografada com a *Hash*, ela se torna permanente e imutável. Caso adulterassem ou invadissem um computador e manipulassem os dados e fraudar o sistema, isso não alteraria as informações armazenadas por outros blocos, já que o registro alterado pode ser facilmente distinguido e corrigido pela própria rede, pois o bloco alterado não corresponde com a informação contida na maioria dos outros blocos.

Em conjunto ao *Hash* temos o Endereço, que seria uma sequência de caracteres de uma chave pública para a carteira dos usuários da rede. Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 23)<sup>26</sup>, explicam que seu papel é servir como uma segunda “camada” de segurança para os usuários, e também auxiliar na verificação de uma transação.

Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 23)<sup>27</sup>, expõe que, para ingressar em qualquer sistema *blockchain*, é necessário possuir uma carteira digital também chamada de *smart wallet*, sua função é enviar, receber e armazenar criptomoedas dos usuários, para adquiri-la é necessário

---

<sup>25</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>26</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>27</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

instalar um aplicativo em algum aparelho eletrônico com acesso à internet. No estudo de Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 23)<sup>28</sup>, ainda sobre a carteira esclarecem:

A carteira contém a chave privada do usuário, que será utilizada para assinar suas transações. Processos responsáveis por validar as transações deverão, então, decifrar as transações utilizando a chave pública do usuário, de modo a validar a transação. Este procedimento, denominado criptografia assimétrica, confere ao sistema segurança, permitindo verificar a autenticidade dos autores das transações.

Para executar a verificação das transações em uma rede *blockchain*, ainda temos os nodos, o qual é executado em um software instalado no computador dos usuários da rede. Os nodos recebem a informação sobre as transações de forma simultânea, e guardam os registros em seus arquivos. Os registros vão sendo acumulados na rede até formarem um bloco por completo na *blockchain*. De acordo com Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 24)<sup>29</sup>:

Um nodo completo é uma entidade da rede *blockchain* que executa um programa capaz de validar totalmente as transações realizadas, verificando todas as transações e blocos que recebe e então os transmite a outros nodos completos na rede, para a inserção na cadeia de blocos. Os nodos completos também realizam verificação e validação de transações realizadas por usuários comuns, que apenas utilizam o sistema para transações, como por exemplo, transações financeiras em sistemas de criptomoedas.

Quem realiza a tarefa de resolver o cálculo computacional para achar os 64 dígitos para a formação do *Hash* e, a inserção destes nos nodos são os mineradores da rede. A mineração é feita através de um esforço computacional dos usuários para a descoberta e a inserção de novos blocos na cadeia.

Em Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 24)<sup>30</sup>, é descrito no que consiste a mineração “(I) validar um conjunto de transações, (II) formar um bloco com esse conjunto de transações, (III)

---

<sup>28</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>29</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>30</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática

encontrar o *Hash* e o *Nonce* de um bloco (resposta do desafio), além de (IV) disseminar esse bloco na rede, que pode ou não ser aceito.”

Para a validação dos blocos na rede Clarke (2022, p. 01)<sup>31</sup> expõe que é utilizado um sistema chamado de protocolo de consenso, neste processo os validadores da rede (nós ou mineradores), aprovam constantemente o estado atual da rede. Isso envolve principalmente concordar se uma transação enviada por um validador é autêntica. Transações fraudulentas ou imprecisas são rejeitadas pela rede, assumindo que todos os validadores estão agindo de forma justa, sem intenção maliciosa.

Entre os tipos de protocolos de consenso para a validação das transações, existem três tipos, a prova de trabalho, prova de participação e a prova de tempo, cada *blockchain* pode utilizar algum desses sistemas para validar as transações, a seguir veremos as características de cada um.

Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 25)<sup>32</sup> em sua análise definem a prova de trabalho (PoW, do inglês *proof of work*) da seguinte forma neste protocolo, os mineradores competem entre si para a produção de novos blocos, através da forma computacional de seus hardwares, o qual deve resolver um desafio matemático, cuja dificuldade é ajustada automaticamente, como consequência podem coletar uma recompensa e as taxas de transação relativas ao novo bloco inserido. Ocorre, que neste tipo de protocolo se tem um custo muito elevado, seja pela energia elétrica gasta, ou pela peça de hardware com um grande poder de processamento exigido.

Ainda conforme os autores citados, esse desafio consiste em encontrar um valor para o *Nonce* (número criptográfico aleatório) que produzirá uma *Hash* para o bloco. Esse *Nonce* pode assumir qualquer valor, assim se faz necessário muitas tentativas até que o número correto seja alcançado, garantindo que um grande esforço computacional foi empregado para a solução do problema matemático, daí surge o termo Prova de Trabalho.

---

e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

<sup>31</sup> CLARKE, Anthony. Prova de tempo e prova de participação: como os dois algoritmos se comparam, Cointelegraph. 2022. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/proof-of-time-vs-proof-of-stake-how-the-two-algorithms-compare>> Acesso em 30 de setembro de 2022.

<sup>32</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

Em contrapartida temos a prova de partição (PoS, do inglês *proof of stake*), Clarke (2022, p. 02)<sup>33</sup> em seu texto define, que o algoritmo de consenso aqui funciona por meio dos usuários apostando seus tokens como garantia, bloqueando-os em um contrato inteligente. O sistema funciona selecionando os mineradores ou nós, para estes processar e aprovar a transação de um bloco. Os mineradores ou nós da rede, precisam validar as transações dentro do bloco para garantir que não haja informações imprecisas contidas.

Continuando os estudos do autor citado, ele ainda explica que, após concluído o processo acima o bloco é enviado para a *blockchain*, acaso validado corretamente, quem efetuou o processo recebe tokens adicionais além dos seus como recompensa. Porém, se um validador se comporta de maneira maliciosa ou desidiosa, de forma a enviar transações incorretas ou fraudulentas, como pena, incorrerá na perda de parte dos tokens que foi apostado.

Por fim, temos a prova de tempo (PoF, do inglês *proof of time*), a qual veio com a premissa de reduzir os custos com energia elétrica e equipamentos especializados, Clarke (2022, p.03)<sup>34</sup> nos diz que aqui os usuários da rede votam para decidir quais delegados podem validar o próximo bloco. Diferente do PoT, aqui existem vários estágios de votação. Na primeira etapa de votação, os validadores, nesse caso os eleitores de tempo, enviam um bloco que contém dados incluindo transações a serem adicionadas ao *Timechain* (Cadeia de tempo). Caso aceito, o bloco é validado, com todas as transações dentro dele sendo processadas.

Ainda, conforme o autor citado, os eleitores de tempo são escolhidos através de um processo que analisa a pontuação do ranking dos eleitores, e o número de tokens que foram apostados. No processo são usadas essas informações, para selecionar um eleitor de tempo, ou seja, o validador neste tipo de protocolo de consenso.

Agora que já vimos como se dá o funcionamento de uma *blockchain*, iremos discorrer um pouco sobre suas características e propriedades, e por fim, a diferença entre uma *blockchain* pública, privada e a de consórcio. Dentre as características, toda a *blockchain* deve haver a descentralização de sua rede, o consenso de rede para aprovação das transações entre os usuários, e a imutabilidade no registro das transações após serem feitas. Agora veremos as sete propriedades que a *blockchain* e suas funcionalidades possuem, as quais são essências, e a

---

<sup>33</sup> CLARKE, Anthony. Prova de tempo e prova de participação: como os dois algoritmos se comparam, Cointelegraph. 2022. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/proof-of-time-vs-proof-of-stake-how-the-two-algorithms-compare>> Acesso em 30 de setembro de 2022.

<sup>34</sup> CLARKE, Anthony. Prova de tempo e prova de participação: como os dois algoritmos se comparam, Cointelegraph. 2022. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/proof-of-time-vs-proof-of-stake-how-the-two-algorithms-compare>> Acesso em 30 de setembro de 2022.

tornam uma tecnologia única e inovadora, segundo descrito nos estudos de Greve *et. al.* (2020, p. 03)<sup>35</sup>, estes as elencam da seguinte forma:

Descentralização: Sistemas e aplicações que usam a BC não precisam de uma entidade central para coordenar as ações, as tarefas são executadas de forma distribuída;

Disponibilidade e integridade: Os dados e as transações são replicados para todos os participantes da BC, mantendo o sistema seguro e consistente;

Transparência e auditabilidade: A cadeia de blocos que registra as transações é pública e pode ser auditada e verificada;

Imutabilidade e Irrefutabilidade: os registros são imutáveis e a correção só pode ser feita a partir de novos registros. O uso de recursos criptográficos garante que os lançamentos não podem ser refutados;

Privacidade e Anonimidade: As transações são anônimas, com base nos endereços dos usuários. Os servidores armazenam apenas fragmentos criptografados dos dados do usuário;

Desintermediação: A BC consegue eliminar terceiros em suas transações, atuando como um conector de sistemas de forma confiável e segura.

Cooperação e incentivos: Uso do modelo de teoria dos jogos como forma de incentivo.

Como vemos acima, todas essas características que a *blockchain* possui a tornam tão especial e inovadora, podendo ser utilizada para inúmeros fins em sociedade, ao eliminar terceiros intermediadores das transações, sua transparência, sua auditabilidade, descentralização e imutabilidade, a tornam uma nova alternativa para o direito contratual na hora da criação e execução de contratos entre empresários. Conforme falamos acima a *blockchain* pode ser dividida em três tipos, pública, privada e de consenso, Ribeiro e Mendizabal (2019, p. 21-22)<sup>36</sup>, as definem da seguinte forma:

Privada: Apresenta um ambiente controlado, com um número reduzido de nós, maior controle sobre a identidade dos participantes e maior nível de centralização. Esse tipo de sistema apresenta vantagens, por exemplo, para uso em redes empresariais, onde é preciso identificar os funcionários que participam da rede, de acordo com suas permissões. Esta modalidade de redes privadas, lançadas para grandes empresas, também são chamadas de *cadeias de blocos permissionadas*.

Pública: Rede aberta a qualquer usuário, sem identificação dos nós e totalmente descentralizada. Aplicável na maioria dos sistemas de moedas

<sup>35</sup> GREVE, Fabíola; ABIJAUDE, Jauberth; SERRA, Henrique; SANTIAGO, Levy; SOBREIRA, Péricles. BLOCKCHAIN, CONTRATOS INTELIGENTES, SISTEMAS WEB: TEORIA E PRÁTICA, 2020. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/64/281/530-1?inline=1> -> Acessado em 19/06/2022.

<sup>36</sup> RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022

virtuais, pois funciona bem para um grande número de nodos, em ambientes onde não é necessário conhecer a identidade real dos participantes.

Consórcio: Misto entre público e privado. Pode apresentar acesso público e aberto, mas mantendo algum nível de centralização, onde um número menor de nodos pode possuir maiores privilégios para controlar o fluxo de transações na rede.

Agora que vimos como a *blockchain* surgiu, seu funcionamento em sua totalidade, as características que a rede possui, e a diferença entre uma rede pública, privada e de consenso, dito isto, nos próximos tópicos iremos ver onde o surgimento da relação entre uma rede *blockchain* e os denominados contratos inteligentes.

### 3. CONTRATOS INTELIGENTES

*Smart contract*, traduzido do inglês como “contrato inteligente” Ribeiro (2020, p. 18)<sup>37</sup>, o termo *smart contract* foi lançado pela primeira vez no ano de 1994 por Szabo<sup>38</sup>, renomado professor e criptógrafo. Nos tópicos abaixo estudaremos o que é um *smart contract*, seu conceito, surgimento, características, funcionamento e os pontos positivos e negativos na utilização.

#### 3.1. O QUE É UM *SMART CONTRACT* E COMO SE DEU O SURGIMENTO

Para iniciarmos, a explicação sobre contratos inteligentes, segundo Szabo (1996, p. 01, tradução nossa)<sup>39</sup>, eles representam “um conjunto de promessas, especificado em formato digital, incluindo protocolos nos quais as partes cumprem estas promessas”<sup>40</sup>. Szabo pontuou

---

<sup>37</sup> RIBEIRO, Rodrigo Marcial Ledra. Smart contracts no ordenamento de direito privado brasileiro à luz da teoria do fato jurídico [recurso eletrônico]: estudo de lawtech curitibana / Rodrigo Marcial Ledra Ribeiro. – 2020. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5073/1/smartcontractsawtechcuritibana.pdf>>. Acesso em 27 de setembro de 2022.

<sup>38</sup> SZABO, Nick. SMART CONTRACTS: BUILDING BLOCKS FOR DIGITAL MARKETS. 1996. Disponível em <<http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>> Acesso em: 03 de outubro 2022.

<sup>39</sup> SZABO, Nick. SMART CONTRACTS: BUILDING BLOCKS FOR DIGITAL MARKETS. 1996. Disponível em <<http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>> Acesso em: 03 de outubro 2022.

<sup>40</sup> (Szabo 1996, p. 01, tradução nossa). No original: a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises.

que as mudanças trazidas pelo digital revolucionariam o modo como os contratos seriam feitos em sociedade e indagou se os contratos de papel ainda teriam algum uso nesta nova era, de forma mais completa o autor define os contratos inteligentes da seguinte forma Szabo (1996, p. 01, tradução nossa)<sup>41</sup>:

Novas instituições e novas formas de formalizar as relações que compõem essas instituições agora são possíveis graças à revolução digital. Eu chamo esses novos contratos de “inteligentes”, porque eles são muito mais funcionais do que seus ancestrais inanimados baseados em papel. Nenhum uso de inteligência artificial está implícito. Um contrato inteligente é um conjunto de promessas, especificadas em formato digital, incluindo protocolos nos quais as partes cumprem essas promessas<sup>42</sup>.

Para Cardoso (2018, p. 05)<sup>43</sup>, os contratos inteligentes podem se referir a qualquer tipo de contrato os quais sejam capazes de serem executados ou de se fazer cumprir seus deveres e obrigações de forma automatizada, consolidando negociações entre duas ou mais partes, de forma a dispensar intermediários centralizados, como cartórios e bancos por exemplo.

Nesse sentido, os contratos inteligentes consistem em um conjunto de códigos de programação sendo executados em uma plataforma digital, os quais assim como um contrato de papel na linguagem de computação podem ser definidos, regras estritas, estabelecer obrigações, benefícios e penalidades que podem ser devidas a qualquer das partes a depender das circunstâncias e consequências, da mesma forma que um documento legal tradicional, proporcionando confiabilidade igual os contratos tradicionais, Cardoso (2018, p. 05)<sup>44</sup>.

---

<sup>41</sup> SZABO, Nick. SMART CONTRACTS: BUILDING BLOCKS FOR DIGITAL MARKETS. 1996. Disponível em <<http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>> Acesso em: 03 de outubro 2022.

<sup>42</sup> (Szabo 1996, p. 01, tradução nossa). No original: New institutions, and new ways to formalize the relationships that make up these institutions, are now made possible by the digital revolution. I call these new contracts "smart", because they are far more functional than their inanimate paperbased ancestors. No use of artificial intelligence is implied. A smart contract is a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises.

<sup>43</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>44</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

Todavia, assim que os contratos são publicados na rede, não há como mudar ou manipular as informações acordadas ou seja, ninguém pode fazer alterações de forma unilateral.

Os contratos inteligentes podem ter significados diferentes, a depender dos profissionais que estão lidando, para os operadores do Direito o contrato pode ser definido como instrumento formalmente vinculativo de vontade entre as partes, ao passo que para os engenheiros de computação e os técnicos da informação o compreendem como um conjunto de códigos de programação, ou seja, um arranjo de dados e instruções a um programa rodando em uma máquina, para a execução programada de ações, Porto *et. al* (2019, p. 17)<sup>45</sup>. O autor ainda continua, (CONG; HE, 2018, p. 9 apud Porto *et. al.* 2019, p. 17)<sup>46</sup>:

Não obstante, ainda que não haja um conceito pacífico do que sejam os contratos inteligentes, sua funcionalidade central é clara: são executados de forma automatizada, mediante o uso de plataformas que dispensam o envolvimento humano na validação das informações depois de sua elaboração e armazenamento na rede Blockchain (CONG; HE, 2018, p. 9).

Analisando os *smart contracts* os mesmos aprimoram os contratos em quatro pontos chaves: I) observabilidade, II) verificabilidade, III) privacidade e IV) obrigatoriedade (ou autoaplicabilidade, considerando que são autoexecutáveis, eliminam o tempo gasto no policiamento do contrato), Szabo (1996, p. 02-03)<sup>47</sup>. A tecnologia dos *smart contracts* proporciona às partes observarem o desempenho e as fases de execução de um contrato, e assegurando apenas informações necessárias para a conclusão do contrato às partes.

### **3.2 A RELAÇÃO ENTRE OS SMART CONTRACTS E A REDE BLOCKCHAIN**

Agora iremos esclarecer a existência do vínculo entre os contratos inteligentes e a rede *blockchain*, ocorre que na época em que Szabo idealizou o conceito de um *smart contract* não existia um ambiente tecnologicamente estruturado para a criação e execução dos mesmos,

---

<sup>45</sup> PORTO, Antônio Maristrello, SILVA, Gabriela Borges da; JUNIOR, João Manoel de Lima. Tecnologia blockchain e direito societário, aplicações práticas e desafios para a regulação. RIL, Brasília a. 56 n. 223 jul./set. 2019 p. 11-30.

<sup>46</sup> PORTO, Antônio Maristrello, SILVA, Gabriela Borges da; JUNIOR, João Manoel de Lima. Tecnologia blockchain e direito societário, aplicações práticas e desafios para a regulação. RIL, Brasília a. 56 n. 223 jul./set. 2019 p. 11-30.

<sup>47</sup> SZABO, Nick. SMART CONTRACTS: BUILDING BLOCKS FOR DIGITAL MARKETS. 1996. Disponível em <<http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>> Acesso em: 03 de outubro 2022.



considerando que o acesso à internet e computadores eram para poucos, contudo com os recursos dos dias atuais e com o surgimento da tecnologia *blockchain*, o que era apenas uma ideia acabou se tornando possível. Na ponderação de Wright e Filippi (2015, p. 10-11, tradução nossa)<sup>48</sup>, os contratos inteligentes utilizam-se da tecnologia *blockchain* para implementação de um negócio jurídico:

Com a utilização de um banco de dados distribuído, como o *blockchain*, as partes podem confirmar que um evento ou condição ocorreu de fato sem a necessidade da intermediação de um terceiro. Como resultado, a tecnologia deu vida a um conceito teórico formulado pela primeira vez em 1997: contratos digitais, computadorizados, nos quais o desempenho e o cumprimento das condições contratuais ocorrem automaticamente, sem a necessidade de intervenção humana [...]. Em alguns casos, os contratos inteligentes representam a implementação de um negócio jurídico, cujas disposições legais foram formalizadas em código na rede *blockchain*. As partes contratantes podem, assim, estruturar suas relações de maneira mais eficiente, de maneira autoexecutável e sem a ambiguidade das palavras. A confiança no código-fonte permite que as partes interessadas modelem o desempenho contratual e simulem a eficiência do contrato antes mesmo da execução. Em outros casos, os contratos inteligentes introduzem novas possibilidades de utilização por meio de rede codificada que são definidas e aplicadas automaticamente pelo código, mas que não estão vinculados a quaisquer direitos ou obrigações contratuais subjacentes. Na medida em que uma *blockchain* permite a implementação de transações autoexecutáveis, as partes podem transacionar livremente entre si, sem a necessidade técnica de celebrar um contrato obrigatório padrão<sup>49</sup>.

A respeito das plataformas *blockchain* para a criação e execução dos *smart contracts*, temos a plataforma da rede *Ethereum*, a qual o *Ether* como o *token* dessa rede, uma rede descentralizada, a qual foi idealizada pelo seu então criador Vitalik Buterin, tendo seu

---

<sup>48</sup> WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. Social Science Research Network, [s. l.], p. 1-58, Mar. 2015. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2580664>> Acesso em: 06 de setembro de 2022.

<sup>49</sup> (Wright e Filippi 2015, p. 10-11, tradução nossa). No original: “Using a distributed database, like the blockchain, parties can confirm that an event or condition has in fact occurred without the need for a third party. As a result, the technology has breathed life into a theoretical concept first formulated in 1997: digital, computable contracts where the performance and enforcement of contractual conditions occur automatically, without the need for human intervention [...]. In some cases, smart contracts represent the implementation of a contractual agreement, whose legal provisions have been formalized into source code. Contracting parties can thus structure their relationships more efficiently, in a self-executing manner and without the ambiguity of words. Reliance on source code enables willing parties to model contractual performance and simulate the agreement’s performance before execution. In other cases, smart Contracts introduce new codified relationships that are both defined and automatically enforced by code, but which are not linked to any underlying contractual rights or obligations. To the extent that a blockchain allows for the implementation of self-executing transactions, parties can freely transact with one another, without the technical need to enter into a standard contractual arrangement”.

lançamento ocorrido no ano de 2015, Buterin (2014)<sup>50</sup>, sobre essa plataforma Aleixo (2017, p. 04)<sup>51</sup> descreve:

A Ethereum permite que qualquer usuário construa e opere contratos inteligentes a partir de sua base comum de dados (*blockchain*) associada a uma linguagem de programação própria, voltada a fazer com que todo esse processo seja o mais direto possível. Embora cada projeto operando a tecnologia *blockchain* possua vantagens e limitações em particular, é de especial importância enfatizar que a *Ethereum* foi a primeira a ser criada explicitamente com o intuito de manter uma *blockchain*, em cima da qual seja fácil criar, operar e manter contratos inteligentes. A rede da *Ethereum* mantém, em suma, uma *blockchain* melhorada e otimizada para usos gerais.

Este novo modelo de *blockchain* retomou consigo o que foi idealizado por Szabo, trazendo a possibilidade da criação de um contrato inteligente, com a criação de uma nova criptomoeda, a *Ether*, a qual além de permitir transacionar-se financeiramente, ainda traz a funcionalidade da inserção de códigos de programação avançados, numa linguagem própria a *Solidity*, esses códigos são o que compõe o conteúdo dos contratos inteligentes no meio digital, e que passam a ser implementados diretamente na rede *blockchain*, promovendo assim uma aplicação descentralizada, na qual um *Software* executa seu código de programação em uma rede *blockchain*, dispensado intermediários no processo, Antonopoulos e Wood (2018)<sup>52</sup>.

Além da rede *Ethereum* temos outras plataformas que podem ser usadas para a construção de um *smart contract*, como a rede *Hyperledger*, de código aberto, sendo uma plataforma flexível na qual podem ser desenvolvidos contratos inteligentes. A rede da *Polkadot* que além de permitir a execução de *smart contracts*, possui capacidade para hospedar *blockchains* paralelas (*Parachains*), cadeias dentro de cadeias, condensando a possibilidade de realizar mais transações que o normal, Iberdrola (2022, p. 02)<sup>53</sup>. Temos também a rede da

---

<sup>50</sup> BUTERIN, Vitalik. A next-generation smart contract and decentralized application platform. White paper, 3(37), 2014. Disponível em: <[https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum\\_white\\_papera\\_next\\_generation\\_smart\\_contract\\_and\\_decentralized\\_application\\_platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_papera_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf)> Acesso em 10 de outubro de 2022.

<sup>51</sup> ALEIXO, Gabriel. Como o Bitcoin e os Smart Contracts estão transformando os modelos de negócios. E-Gov, [Florianópolis], 5 nov. 2017. Disponível em: <<https://egov.ufsc.br/portal/conteudo/como-o-bitcoin-e-os-smart-contracts-est%C3%A3o-transformando-os-modelos-de-neg%C3%B3cios>> Acesso em 06 de outubro 2022.

<sup>52</sup> ANTONOPOULOS, A. M. e WOOD, G. Mastering ethereum: building smart contracts and dapps. O'reilly Media, 2018.

<sup>53</sup> IBERDROLA. Smart contracts: contratos inteligentes para formalizar acordos na era digital. 2022. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/inovacao/smart-contracts>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

Cardano, Cardoso (2018, p. 14-15)<sup>54</sup>, uma plataforma voltada para contratos inteligentes, muito similar a *Ethereum*. Esses foram apenas alguns exemplos das redes *blockchains* existentes.

### 3.3. CRIAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UM *SMART CONTRACT* NA *BLOCKCHAIN*

Primeiramente para entendermos o funcionamento de um contrato inteligente, vamos a analogia feita por Szabo (1997, p 03)<sup>55</sup>, tendo como ancestral dos *smart contracts* a máquina de vendas automática na qual insere-se a moeda, seleciona-se o item desejado, o qual é disponibilizado por mecanismos, a máquina devolve o troco (caso existente) e libera o produto. O cofre e outros mecanismos de defesa protegem as moedas depositadas e os produtos vendidos, assegurando uma implementação de forma lucrativa dessas máquinas. Em analogia com que foi falado por Szabo, Cantali (2022, p. 1536)<sup>56</sup> explica que:

Os *smart contracts* recebem algum tipo de moeda e produzem um resultado baseado nas condições especificadas em algoritmo, com resultado imediato, permitido a partir da linguagem em código. Esse resultado imediato, que caracteriza a autoexecutoriedade dos *smart contracts*, só é permitido a partir de uma linguagem em código: codificar um contrato para torná-lo autoexecutável significa traduzir os termos contratuais para um código de computador, na proposição “se X, então Y”, onde “se” e “então” são predeterminados pelo autor do *smart contract*, a exemplo de “se confirmado o pagamento, liberar produto”.

Nessa forma de redação, substitui-se a linguagem contratual para atingir o *status* de um processo autônomo ou semiautônomo, e, por isso, comumente se afirma que “o código é a lei”.

Para Cardoso (2018, p. 05)<sup>57</sup>, os contratos inteligentes funcionam da mesma forma que os protocolos de computador, autoexecutável, diferentemente de um contrato tradicional escrito em linguagem puramente jurídico-legal, um contrato inteligente é capaz de obter informações,

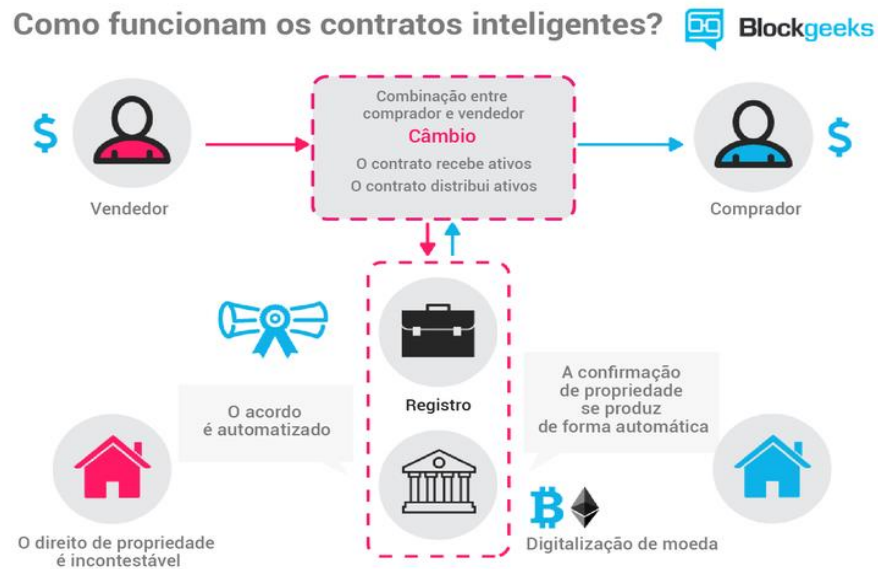
<sup>54</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em <https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam> acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>55</sup> SZABO, Nick. Formalizing and securing relationships on public networks, 1997. Disponível em: <<https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>> Acesso em 03 de setembro de 2022.

<sup>56</sup> CANTALI, Rodrigo Ustároz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

<sup>57</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

processá-las e tomar as devidas ações previstas de acordo com as regras estabelecidas na programação do contrato. A **FIGURA 02**<sup>58</sup> abaixo, ilustra de forma simplificada como se dá o funcionamento de um *smart contract* na *blockchain*:



**FIGURA 02:** Ilustração de um contrato sendo registrado na *blockchain*.

Na prática, podemos definir quatro etapas para criação de um contrato inteligente: Primeira, definir o objeto do contrato, após isso, os termos digitais do contrato inseridos na rede *blockchain*, através da linguagem de programação, precisam conter informações sobre bens ou serviços do contrato, de maneira que possa ter acesso a esses para bloquear e desbloqueá-los automaticamente. Segunda, as partes interessadas, através de suas chaves privadas, precisarão assinar digitalmente, para assim dar validade ao contrato e a execução deste poder ser iniciada na rede *blockchain*.

Terceira, definir os termos do contrato a serem executados, estes vão assumir a forma de uma sequência de comandos a serem auto executados no programa que roda a inteligência artificial da rede *blockchain*. Quarta, efetuar a transferência dos tokens da rede escolhida para a carteira da outra parte contratante.

Após isso, o *smart contract* irá ser distribuído entre os verificadores (nós) da rede para estes validarem a transação do contrato perante toda a rede, o processo será feito utilizando-se de algum dos protocolos de consenso, a depender de qual a rede se utilizar, os quais foram

<sup>58</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

trabalhados acima, como a prova de trabalho, consenso e tempo, concluído as etapas de validação, o contrato estará pronto para ser registrado e implantado a sua execução na rede *blockchain* da plataforma escolhida.

### **3.4. VANTAGENS E DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DE UM *SMART CONTRACT***

Agora veremos as principais vantagens e desvantagens na utilização dos contratos inteligentes em detrimento de seus antecessores, os tradicionais contratos de papéis, é importante dizer que grande parte das características do funcionamento dos *smart contracts* advém da *blockchain*, inclusive os pontos positivos e negativos. Cantali (2022, p. 1554)<sup>59</sup> traz as vantagens da utilização de um *smart contract*:

Em um *smart contract*, o caráter de autoexecutoriedade reduz custos de transação e com intermediários ou com possíveis litígios para a execução específica de obrigações, aumentando, com isso, o lucro a ser auferido pelas partes; em um *smart contract*, especialmente naquele inserido em *blockchain*, há um ambiente de segurança virtual descentralizado, cuja autoexecutoriedade permite a contratação de pessoas desconhecidas entre si, sendo desnecessária a consideração quanto à “confiança” existente entre as partes.

Em específico, falaremos de algumas vantagens na utilização dos contratos inteligentes. A primeira seria sua autonomia, os participantes realizam as diligências eles mesmos, ou seja, é possível prescindir da participação de intermediários, não sendo necessários esses para confirmar as operações, Cardoso (2018, p. 28)<sup>60</sup>. A segunda, seria sua confiabilidade, os documentos são criptografados em um livro-razão na rede distribuída, sendo virtualmente impossível alterá-lo ou falsificá-lo, compartilhado com os validadores da rede, dessa forma, não há possibilidade de extravio, Cardoso (2018, p. 28)<sup>61</sup>.

---

<sup>59</sup> CANTALI, Rodrigo Ustároz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

<sup>60</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>61</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

A terceira, a sua segurança e o *backup* do documento, o contrato inteligente é criptografado e distribuído pelos nós da rede, sendo o contrato duplicado para todos esses, garantindo assim que este não será perdido, ou alterado sem permissão das partes. Incidentalmente, previne-se a possibilidade de fraude por terceiros, sendo a execução gerenciada automaticamente pela rede e não por indivíduos, podendo ser tendenciosos e passíveis de erros, Cardoso (2018, p. 28)<sup>62</sup>.

A quarta, a velocidade e praticidade, usualmente gasta-se inutilmente tempo e esforço para processar documentos manualmente, nos contratos inteligentes usam-se códigos de software para automatizar essas tarefas, reduzindo assim horas de processos negociais. Haja vista a automatização que os deixa mais rápidos, mas também evitam os erros que surgem do preenchimento manual de vários formulários, Cardoso (2018, p. 28)<sup>63</sup>.

A quinta, a economia que geram, os contratos inteligentes, se bem utilizados podem economizar os custos da sua execução, pois eliminam a necessidade da presença de intermediários e de comissões, ocorrendo uma redução das despesas para todos os envolvidos no processo. A sexta, sustentabilidade, os contratos eliminam o uso de papel para os negócios contratuais a princípio, cartórios e registros de imóveis, também ao minimizarem os deslocamentos, diminuem o tráfego nas grandes cidades, Cardoso (2018, p. 28)<sup>64</sup>. Em resumo, vimos que os *smart contracts*, trazem consigo garantias de transparência, certeza, segurança e legitimidade através do uso da *blockchain* e da automatização pela inteligência artificial.

Agora, em relação as desvantagens da utilização de um *smart contract*, podemos citar os erros nos códigos de programação. Tais erros, nos códigos do contrato que serão inseridos na *blockchain*, podem resultar com que o *smart contract* acabe tendo alguma falha durante a sua execução, causando os chamados *bugs* (erros), os quais impedem um programa de executar com perfeição aquilo que lhe foi ordenado, gerando perdas para os usuários. Outro fator que também poderia ocorrer, seria se o código escrito na *blockchain* possuísse alguma falha de

---

<sup>62</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>63</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>64</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

vulnerabilidade, podendo sofrer algum ataque *hacker*, por isso é necessário que esses contratos sejam feitos por especialistas na área, a fim de evitar que isso aconteça.

Outro fator que, aparentemente pode se tornar uma desvantagem para os smart contracts, é que até o momento inexistente regulação legal por parte de nossos legisladores e do Congresso Nacional sobre projeto de lei que trate de criar normas regulamentando o universo da *blockchain* e dos *smart contracts*, Cardoso (2018, p. 30)<sup>65</sup>. Deixando assim esses em um limbo legislativo, caso, futuramente virem a ser regulamentados é preciso torcer para que não haja nenhuma proibição por parte de nossos legisladores que venha prejudicar as partes que se utilizarem destes contratos durante a fase de sua execução.

Outra desvantagem que podemos trazer à tona seriam os custos de implementação dos contratos inteligentes, no caso, é preciso a contratação de uma equipe de programadores com experiência na área, a fim de evitar os chamados *bugs* (erros), além disso, readequar a estrutura interna da empresa para a *blockchain*, Cardoso (2018, p. 30)<sup>66</sup>. Nesse mesmo toar, já que estamos falando de contratos jurídicos em âmbito empresarial, também poderá ser necessário a contratação de advogados para melhor definir as cláusulas contratuais em conjunto com os programadores.

Por fim, segundo Henrique (2022. p. 08)<sup>67</sup> outro problema seria a falta de acesso de dados do exterior *blockchain*, no caso de um evento totalmente imprevisível no mundo fático durante a execução do contrato, o qual as partes não poderiam haver previsto, impedindo que a execução do mesmo fosse continuada, visto que a princípio a rede não teria acesso a estas novas informações, esta seria mais uma desvantagem a princípio de um *smart contract*.

#### **4. OS SMART CONTRACTS E O DIREITO EMPRESARIAL**

Neste tópico final, visto que já estudamos sobre os contratos de direito empresarial, sobre a tecnologia *blockchain*, e sobre os *smart contracts*, iremos debater agora sobre os

---

<sup>65</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>66</sup> CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

<sup>67</sup> HENRIQUE, João. O que são e como funcionam os Smart Contracts? 2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/smart-contracts-contratos-inteligentes-o-que-sao>> Acesso em: 15 outubro de 2022.

possíveis desafios, barreiras e limitações que essa nova tecnologia haverá de enfrentar durante sua aplicação nos contratos empresariais.

#### **4.1 SMART CONTRACTS E OS DESAFIOS PARA SUA APLICAÇÃO NOS CONTRATOS DE DIREITO EMPRESARIAL**

Como foi falado anteriormente, a área do direito empresarial contratual a princípio seria a melhor opção para a testar a aplicação dos *smart contracts*, visto suas peculiaridades e características únicas dessa área, as quais forma debatidas em tópico anterior próprio, porém, mesmo assim ainda existem alguns desafios para os *smart contracts* feitos na rede *blockchain* poderem ser aplicados aos contratos de direito empresarial. Para iniciarmos, veja a observação que feita por Porto *et. al.* (2019, p. 16)<sup>68</sup>:

Deve-se atentar, contudo, em que o desenvolvimento – e, conseqüentemente, a regulação da tecnologia – está em estágio apenas inicial, o que gera muita incerteza quanto à qualificação jurídica e econômica das moedas virtuais, *tokens*, *smart contracts* e outras modalidades de aplicação, tais como a indefinição da jurisdição em caso de necessidade de solucionar eventuais conflitos, os prejuízos à concorrência de mercado, a disponibilidade de informações sigilosas, entre outros possíveis problemas advindos do uso da tecnologia.

Andrighi (2018, p. 614-615)<sup>69</sup>, destaca como obstáculo para o uso da tecnologia *blockchain*, o fato de que para dirimir eventuais conflitos advindos dos *smart contracts*, por tratar-se de uma tecnologia descentralizada e as plataformas *blockchains* não terem um servidor central, a escolha da jurisdição e a legislação aplicáveis podem ser um desafio. Fato é que podem haver situações que ensejam responsabilidade civil das partes, gerando questões controversas de ordem jurídica dos *smart contracts*. Assim, seria necessário estabelecer a responsabilidade civil das partes durante a execução dos contratos, pelos danos causados na utilização de informações equivocadas ou danosas nas redes *blockchains* públicas ou privadas.

Ainda, segundo a autora citada, o fato da ausência de uma previsão legal para o reconhecimento da validade de documentos armazenados em *Blockchains* perante a sociedade e

---

<sup>68</sup> PORTO, Antônio Maristrello, SILVA, Gabriela Borges da; JUNIOR, João Manoel de Lima. Tecnologia blockchain e direito societário, aplicações práticas e desafios para a regulação. RIL, Brasília a. 56 n. 223 jul./set. 2019 p. 11-30.

<sup>69</sup> ANDRIGHI, Fátima Nancy. O surgimento da tecnologia blockchain e dos contratos inteligentes (smart contracts): funcionamento e desafios jurídicos. In: YARSHELL, Flávio Luiz; PEREIRA, Guilherme Setoguti J. (coord.). Processo societário. São Paulo: Quartier Latin, 2018. v. 3.



terceiros, como forma de comprovação da propriedade e a existência de bens e serviços decorrentes das contratações pactuadas entre as partes do negócio.

Cantali (2022, p. 1545)<sup>70</sup>, pontua como desafio para a implementação dos *smart contracts*, os quais representam um novo passo na formalização de contratos (e de outros negócios em geral), uma questão que não diz respeito propriamente ao meio digital, mas à linguagem em si, o fato dos contratos inteligentes serem expressos em código de computador, e não em linguagem natural, o autor questiona se poderiam os *smart contracts* serem dotados de exequibilidade jurídica no mundo fático.

O autor, citado acima, continua ponderando que o código computacional utilizado nos *smart contracts* constitui uma linguagem universal, não sujeita às diferenças dos vários idiomas existentes, o que reduziria ambiguidades, incertezas e, conseqüentemente, disputas interpretativas e os poderes do julgador perante um contrato. Todavia, traz o seguinte questionamento, Cantali (2022, p. 1549)<sup>71</sup>, “Essas vantagens, contudo, também trazem consigo desvantagens. Será que os *smart contracts* conseguem replicar a linguagem contratual de forma eficaz?”.

Outro questionamento que o autor citado acima tece é a respeito sobre a autoexecutoriedade nos contratos inválidos e às hipóteses em que o devedor, por algum motivo, é liberado de sua obrigação. Dá como exemplo, o requisito da capacidade do agente, que nas plataformas de *blockchain* disponíveis não possuem mecanismos adequados para a verificação de tal requisito, assim os *smart contracts* poderiam ser celebrados por menores incapazes ou por pessoas sob influência de álcool ou drogas, concluí, ponderando, haver uma dissonância entre o mundo real e o mundo virtual, em termos de capacidade jurídica.

## **4.2 A APLICAÇÃO DOS SMART CONTRACTS NOS CONTRATOS EMPRESARIAIS**

Em relação ao questionamento da aplicação dos *smart contracts* no direito empresarial, podemos dizer que a princípio se daria de forma mais cautelosa e limitada, visto as

---

<sup>70</sup> CANTALI, Rodrigo Ustárroz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

<sup>71</sup> CANTALI, Rodrigo Ustárroz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

considerações trabalhadas no tópico anterior. Sobre a aplicação dos contratos inteligentes, Nobrega e Cavalcanti (2020, p. 113)<sup>72</sup>, ponderam a utilização deles no direito contratual da seguinte da forma:

Contudo, a tecnologia, do modo como hoje se apresenta, pode ser melhor aproveitada para a realização de contratos com determinadas características, quais sejam: a) instantâneos ou de execução pouco diferida, pelas dificuldades no estabelecimento de cláusulas *ex post*; b) revestidos de menor imprecisão semântica; c) com maior zona de acordo, com diminuta probabilidade de se recorrer a terceiros, como o Poder Judiciário, para o estabelecimento de cláusulas supletivas.

Cantali (2022, p. 1553)<sup>73</sup>, ao discorrer sobre a aplicação dos *smart contracts*, considera que existe uma tendência de a automatização poder ser estendida a quase tudo no futuro, inclusive à interpretação contratual. Ele acredita que novas ferramentas podem surgir para facilitar a tradução de palavras para códigos digitais, aumentando o grau de clareza e reduzindo o risco de ambiguidades, e enquanto isso não ocorrer que talvez o mais interessante seja que apenas algumas cláusulas, relacionadas diretamente à execução, sejam inseridas na tecnologia, constituindo um formato híbrido de *smart contract*. Dessa forma, aspectos complexos e com maior carga interpretativa permaneceriam com os contratos tradicionais.

Na utilização prática de um *smart contract*, Cantali (2022, p. 1554)<sup>74</sup>, cita como exemplo a execução automática do pagamento de prestações, para transferência de um valor e, em contrapartida, a liberação de um código que de acesso ao local em que um veículo, vendido ou locado, estaria estacionado, quanto a execução de medidas para remediar um possível inadimplemento contratual, seria utilizado um software conectado na rede *Blockchain* onde o *smart contract* foi criado, o qual desativaria o dispositivo de arranque ou de transmissão de marcha do veículo, objeto da locação, ante o não pagamento das parcelas pela outra parte.

---

<sup>72</sup> NÓBREGA, Marcos; CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; Smart contracts ou “contratos inteligentes”: o direito na era da blockchain - CERS | revista científica disruptiva | volume ii | número 1 | jan-jun / 2020.

<sup>73</sup> CANTALI, Rodrigo Ustárriz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

<sup>74</sup> CANTALI, Rodrigo Ustárriz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

O que se verifica é que se mostra possível e viável a aplicação dos *smart contracts* no direito empresarial, mesmo ante os desafios trabalhados, porém com cautela ainda, os usos dessa tecnologia ainda estão nos estágios iniciais do campo do direito contratual empresarial. Dentre os exemplos práticos desses contratos mais “simples”, podemos citar a compra e venda de um bem móvel ou imóvel, onde o valor do bem é representado pelos *tokens* da rede *Blockchain* e o título virtual da propriedade é repassada ao comprador, nos contratos de seguro, onde assim que um bem da empresa sofre algum dano o seguro é acionado e o valor do bem é depositado na *Wallet* da empresa.

Outro exemplo seria no caso de um contrato de *Leasing* empresarial, assim como no mesmo exemplo que foi dado acima, o arrendatário tem acesso ao uso do bem enquanto mantiver o pagamento das prestações em dia. Por fim, como exemplo podemos citar os contratos de logística para o fornecimento de insumos entre as empresas, onde a cadeia de suprimentos fica registrada por meio de um *smart contract* na *Blockchain*, podendo ser auditado o seu processo de entrega e possíveis falhas na cadeia.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho o objetivo proposto foi analisar os desafios e como seria a aplicação dos *smart contracts*, feitos na rede *blockchain*, aos contratos de direito empresarial, visto que essa área mesmo com todas as suas peculiaridades e características a tornem mais propensa para tal experimentação, ainda se verifica alguns desafios e barreiras no campo jurídico.

Assim, consultando o material utilizado na presente pesquisa, podemos concluir que, de fato a tecnologia *blockchain* e os *smart contracts* tem muitos benefícios a acrescentar, não apenas no campo jurídico contratual, mas também em várias outras áreas em geral, pois a tecnologia promete reduzir custos, fraudes, eliminar terceiros intermediadores nas transações, além da segurança que oferece. Percebe-se que essas novas tecnologias podem tomar um rumo promissor e assumir papéis revolucionários e transformadores na sociedade, assim como foi com o surgimento da internet e a popularização dos *smartphones*. Fato esse que se mostra pela efetividade na rede *Blockchain* do Bitcoin e da Ethereum para fazer transações financeiras.

A princípio, apesar dos desafios encontrados para aplicação dos contratos inteligentes feitos na rede *Blockchain*, percebe-se ser possível a aplicação desses nos contratos de direito empresarial, como no caso de contratos cujo seu objeto seja de maior simplicidade, os quais

não contenham cláusulas muito complexas, passíveis de ambiguidades em sua interpretação, a qual a linguagem computacional poderia encontrar desafios para sua transcrição e execução numa rede *Blockchain*.

O uso e aplicação dos *smart contracts* no direito contratual nos deixam algumas dúvidas e críticas a serem consideradas, a princípio a rede *Blockchain* não tem acesso as informações do mundo exterior, assim ocorrendo um evento imprevisível, o qual impediria uma das partes de prosseguir com a execução do contrato, nesse caso, como se daria a resolução do contrato? Visto que são autoexecutáveis. No futuro, talvez a inteligência artificial evolua a ponto de conseguir coletar informações do mundo exterior e com base nestas informações ser capaz de gerirem estes contratos ao ocorrerem estas situações, para isto, teremos que esperar pelo futuro para só então saber.

Outro questionamento que fica é se seria necessário um instrumento jurídico feito no mundo físico para dar validade aos *smart contracts* feito na rede *Blockchain*? E a quem caberia fazer estes contratos futuramente, seriam os juristas ou programadores? ou ainda, ambos os profissionais, operando em conjunto? dividindo as responsabilidades advindas do trabalho técnico de cada um.

Outro ponto relevante que deixa dúvidas é como seria um processo judicial no qual se discute a execução das cláusulas de um contrato entre empresários, como isso chegaria à compreensão de um juiz? Necessitaria ele de um profissional da área da tecnologia para explicar o funcionamento do *smart contract* litigado? E como a sentença judicial transitada em julgado poderia produzir, ter sua jurisdição alcançada no mundo digital para que esta passasse a produzir por lá? Ainda, em caso de litígio na execução do *smart contract* poderiam as partes optar pela resolução deste através de uma arbitragem privada dentro da própria rede *Blockchain*?

Conclui-se então que o atual direito contratual, a jurisdição estatal e os “contratos de papéis”, ainda permanecerão relevantes, pois a confiabilidade dos contratos empresariais necessitam de mecanismos externos que os respalde em caso de conflitos. O estado atual da tecnologia lhe impõe alguns limites para sua aplicação, o decorrer do tempo e a sua evolução permitirão dizer se está ganhando mais espaço no mundo jurídico até se tornarem a regra e substituir a maneira como os contratos são feitos atualmente.

## REFERÊNCIAS

RIBEIRO, Lucas; MENDIZABAL, Odorico. Introdução à blockchain e contratos inteligentes: apostila para iniciante – Relatório Técnico INE 001/2021. Universidade Federal de Santa Catarina Departamento de Informática e Estatística, 2019. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221495/RTINE20211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 15 de agosto de 2022.

GREVE, Fabíola; ABIJAUDE, Jauberth; SERRA, Henrique; SANTIAGO, Levy; SOBREIRA, Péricles. BLOCKCHAIN, CONTRATOS INTELIGENTES, SISTEMAS WEB: TEORIA E PRÁTICA, 2020. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/64/281/530-1?inline=1%20->> Acesso em 19/06/2022.

NÓBREGA, Marcos; CAVALCANTI, Mariana Oliveira de Melo; Smart contracts ou “contratos inteligentes”: o direito na era da blockchain - CERS | revista científica disruptiva | volume ii | número 1 | jan-jun / 2020.

CANTALI, Rodrigo Ustárroz, smart contracts e direito contratual: Primeiras impressões sobre suas vantagens e limites. Programa de Pós-Graduação (Doutorado) em Direito da UFRGS, na disciplina “Filosofia e Direito Privado: Direito Privado e Tecnologia”, Ano 8 (2022), nº 3, 1529-1566.

PORTO, Antônio Maristrello, SILVA, Gabriela Borges da; JUNIOR, João Manoel de Lima. Tecnologia blockchain e direito societário, aplicações práticas e desafios para a regulação. RIL, Brasília a. 56 n. 223 jul./set. 2019 p. 11-30.

CLARKE, Anthony. Prova de tempo e prova de participação: como os dois algoritmos se comparam, Cointelegraph. 2022. Disponível em: <<https://cointelegraph.com.br/news/proof-of-time-vs-proof-of-stake-how-the-two-algorithms-compare>> Acesso em 30 de setembro de 2022.

COELHO, Fábio Ulhoa. Curso de direito civil, 3: contratos. 5. Ed. São Paulo: Saraiva, 2012. P. 34-37.

NETO, Alfredo de Assis Gonçalves. Direito de empresa: comentários aos artigos 966 a 1.1.95 do Código Civil, 2010, p. 71.

FORGIONI, Paula A. Contratos Empresariais: teoria geral e aplicação. 5ª Edição. Revista dos Tribunais. 2020, página 27.

MIGUEL, Paula Castello. Contratos entre empresas. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2006. p. 68.

BAGGIO, Andreza Cristina. Princípios contratuais e contratos empresariais: uma análise a partir da pretensa unificação do direito privado brasileiro. Iusgentium, v.9, n.6 – 2014 – Edição Extra, p. 47-69.

ISTOÉ. Bitcoin: conheça a origem da primeira criptomoeda do mundo. 2022. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/bitcoin-conheca-a-origem-da-primeira-criptomoeda-do-mundo/>> Acesso em 27 de setembro de 2022.

RIBEIRO, Rodrigo Marcial Ledra. Smart contracts no ordenamento de direito privado brasileiro à luz da teoria do fato jurídico [recurso eletrônico]: estudo de lawtech curitibana / Rodrigo Marcial Ledra Ribeiro. – 2020. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5073/1/smartcontractslawtechcuritibana.pdf>> Acesso em 27 de setembro de 2022.

RIBEIRO, Marcia Carla Pereira. Teoria geral dos contratos: contratos empresariais e análise econômica. Tomo Direito Comercial, Edição 1, Enciclopédia jurídica - PUCSP julho de 2018. Disponível em: <<https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/252/edicao-1/contratos-empresariais>> Acesso em 27 de setembro de 2022.

CÓDIGO CIVIL BRASILEIRO DE 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm)> Acesso em 27 de setembro de 2022.

SZABO, Nick. Smart contracts: building blocks for digital markets. 1996. Disponível em: <<http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/BlockChain/Nick-Szabo-Smart-Contracts-Building-Blocks-for-Digital-Markets-1996-14591.pdf>> Acesso em: 03 de outubro 2022.

MELO, L. O blockchain, promessa ou revolução tecnológica real? 2022. Disponível em: <<http://brasil.abgi-group.com/radar-inovacao/o-blockchain-promessa-ou-revolucao-tecnologica-real/>> Acesso em 27 de setembro de 2022.

SZABO, Nick. Formalizing and securing relationships on public networks, 1997. Disponível em: <<https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>> Acesso em 03 de setembro de 2022.

ALEIXO, Gabriel. Como o Bitcoin e os Smart Contracts estão transformando os modelos de negócios. E-Gov, [Florianópolis], 5 nov. 2017. Disponível em: <<https://egov.ufsc.br/portal/conteudo/como-o-bitcoin-e-os-smart-contracts-est%C3%A3o-transformando-os-modelos-de-neg%C3%B3cios>> Acesso em 06 de outubro 2022.

WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. Social Science Research Network, [s. l.], p. 1-58, Mar. 2015. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=2580664>> Acesso em: 06 de setembro de 2022.

BUTERIN, Vitalik. A next-generation smart contract and decentralized application platform. White paper, 3(37), 2014. Disponível em: <[https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum\\_white\\_papera\\_next\\_generation\\_smart\\_contract\\_and\\_decentralized\\_application\\_platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_papera_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf)> Acesso em 10 de outubro de 2022.

ANTONOPOULOS, A. M. e WOOD, G. Mastering ethereum: building smart contracts and dapps. O'reilly Media, 2018.

IBERDROLA. Smart contracts: contratos inteligentes para formalizar acordos na era digital. 2022. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/inovacao/smart-contracts>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

CARDOSO, Bruno, Contratos inteligentes: descubra o que são e como funcionam, Jusbrasil, 2018, disponível em: <<https://brunonc.jusbrasil.com.br/artigos/569694569/contratos-inteligentes-descubra-o-que-sao-e-como-funcionam>> Acesso em 06 de outubro de 2022.

HENRIQUE, João. O que são e como funcionam os Smart Contracts? 2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/smart-contracts-contratos-inteligentes-o-que-sao>>  
Acesso em: 15 outubro de 2022.

ANDRIGHI, Fátima Nancy. O surgimento da tecnologia blockchain e dos contratos inteligentes (smart contracts): funcionamento e desafios jurídicos. In: YARSHELL, Flávio Luiz; PEREIRA, Guilherme Setoguti J. (coord.). Processo societário. São Paulo: Quartier Latin, 2018. v. 3.