

**DIRETRIZES DE GOVERNANÇA E COMPLIANCE PARA
APLICAÇÕES JURÍDICAS DA PLATAFORMA BLOCKCHAIN NA
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E NA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS**

**GOVERNANCE AND COMPLIANCE GUIDELINES FOR LEGAL
APPLICATIONS OF THE BLOCKCHAIN PLATFORM IN PUBLIC
ADMINISTRATION AND BUSINESS ADMINISTRATION**

STHÉFANO BRUNO SANTOS DIVINO

Doutor e mestre em Direito Privado pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Professor adjunto de Direito Civil do Curso de Direito da Universidade Federal de Lavras (DIR/FCSA/UFLA). Coordenador do Núcleo de Estudos em Direito Privado, Inovação e Tecnologia (NEDIT/UFLA). Realiza pesquisas na área de Direito Privado e Direito e Tecnologia, com ênfase em Teoria Geral do Direito Privado, subjetividade jurídica, privacidade, tratamento de dados e Inteligência Artificial. Email: sthefanodivino@ufla.br; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5133514180104561>; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9037-0405>.

RESUMO:

Desde sua proposta em 1991, por W. Scott Stornetta e Stuart Haber e sua efetiva criação em 2008, por Satoshi Nakamoto, a plataforma Blockchain passa por constantes modificações e aprimoramentos de suas funcionalidades em vias de maior adequação aos fatores de eficácia e eficiência dos serviços passíveis de automatização, seja no setor público ou seja no setor privado. A partir deste contexto, exsurge o problema de pesquisa deste artigo: como a tecnologia Blockchain está sendo utilizada no setor jurídico pela Administração Pública e pela Administração de Empresas e quais as diretrizes de Governança e Compliance são e podem ser utilizadas ou propostas para os referidos setores? Para responder ao problema proposto, objetiva-se: I) demonstrar o que é e como a plataforma Blockchain funciona; II) identificar as aplicações jurídicas da Blockchain nos sistemas econômico e jurídico brasileiro; e III) verificar a existência, bem como propor iniciativas ou revisões de diretrizes de Governança e Compliance para essa ferramenta. Como resultado, verifica-se que há intensa e constante aplicação da tecnologia *blockchain* nos setores públicos e privados, mas há uma carência sobre os indicativos de implementação. Ao final, mesmo reconhecendo a limitação do estudo em exaurir as possibilidades, apresentam-se algumas diretrizes de Governança e de Compliance para que a tecnologia *blockchain* seja utilizada adequadamente. Para alcançar os resultados e as conclusões pretendidas, utiliza-se o método de pesquisa integrada associado a técnica de pesquisa bibliográfica.

Palavras-chave: Administração; Blockchain; Compliance. Diretrizes; Governança.



ABSTRACT:

Since its proposal in 1991 by W. Scott Stornetta and Stuart Haber and its actual creation in 2008 by Satoshi Nakamoto, the Blockchain platform has undergone constant modifications and improvements to its functionalities to better adapt to the factors of effectiveness and efficiency of services that can be automated, whether in the public or private sector. From this context, the research problem of this article arises: how is Blockchain technology being used in the legal sector by the Public Administration and Business Administration and what Governance and Compliance guidelines are and can be used or proposed for these sectors? To answer the proposed problem, the aim is to: I) demonstrate what the Blockchain platform is and how it works; II) identify the legal applications of Blockchain in the Brazilian economic and legal systems; and III) verify the existence, as well as propose initiatives or revisions of Governance and Compliance guidelines for this tool. As a result, it can be seen that there is intense and constant application of blockchain technology in the public and private sectors, but there is a lack of indications of implementation. Finally, while recognizing the study's limitation in exhausting the possibilities, some governance and compliance guidelines are presented so that blockchain technology can be used properly. To reach the desired results and conclusions, the integrated research method associated with the bibliographic research technique was used.

Keywords: Administration; Blockchain; Compliance; Guidelines; Governance.

1 INTRODUÇÃO

Com a difusão e popularização da internet em 1990 por meio da criação do protocolo HTML por Tim Berners-Lee, abriu-se margem para o desenvolvimento acentuado de uma sociedade tecnológica¹ (LEE, 2019). Neste espectro, há um amalgama entre aspectos econômicos, sociais e políticos que, ao decorrer das últimas três décadas e especialmente na última, tornou-se um cenário absolutamente distinto daquele em que Berners-Lee vivia. A partir dessa intersecção, modelos² capitalistas³

¹ Apesar de Nick Bostrom (2006), Julian Savulescu (2009, 2012) e Michael Polan (2003, 2013) terem difundido o conceito de sociedade tecnológica, ele pode ser inicialmente encontrado em Jacques Ellul (1954). O autor fraciona o conceito em dois termos: sociedade e tecnológica. O termo *tecnologia* se refere a ideia de métodos racionais utilizados conforme seu estágio de desenvolvimento objetivando a eficiência das atividades humanas. Ellul, portanto, advoga que o princípio da eficiência está atrelado à técnica (tecnologia) e que seria ele imune aos desafios estabelecidos pela tradição, cultura, ética e religião. No mais, a técnica não é um fenômeno isolado da sociedade. Ela é, por si só, um fenômeno social. Portanto, uma sociedade tecnológica é aquela arraigada em técnicas destinadas à eficiência. Original: "the totality of methods rationally arrived at and having absolute efficiency (for a given stage of development) in every field of human activity" (ELLUL, 1954, p. XXV).

² Modelos devem ser entendidos como estruturas (GIBBARD; VARIAN, 1978)

³ Há dificuldades em estabelecer critérios objetivos para análise desses modelos, vez que há traços de individualidade e subjetividade. Contudo, adota-se os ideais de Gøsta Esping-Andersen (1990), que propõe três modelos "fundadores": "liberal" (Estados Unidos), "corporativo" (Alemanha) e "socialdemocrático" (países escandinavos). Para mais, ver Bresser-Pereira (2011).



e econômicos⁴ foram propostos para difusão de práticas destinadas ao afastamento do controle do Estado do setor econômico. Até mesmo Adam Smith (1977), um dos maiores representantes do liberalismo, não poderia imaginar um percurso que ao mesmo tempo trouxesse inovações que para o sistema social contemporâneo e fosse tão rápido e intenso.

Porém, é a partir das reflexões de Smith (1977) que se pretende a criação de um mecanismo sistêmico destinado à autorregulação⁵ econômica. Uma moeda capaz de ser aceita e comercializada livremente em todo o mundo. Seria esse o ápice da independência governamental e talvez a derrocada do próprio Estado em sua ampla acepção. Assim, partindo da premissa de descentralização e desconcentração de poder da esfera estatal e utilizando a conexão fornecida pela sociedade em rede⁶, em 2008 divulgou-se um projeto cuja pretensão principal era atingir essa premissa. Satoshi Nakamoto⁷, foi o responsável pela criação de uma tecnologia de rede de compartilhamento intitulada *Blockchain*. A partir da criação do *Blockchain* onde usuários privados atuam como criadores e verificadores, tem-se o surgimento de uma inovação: o(a)⁸ *Bitcoin*.

⁴ "As we are using the term, a model is involved whenever there is economic reasoning from exactly specified premises. In not all such cases do economists use the term 'model'; what are standardly called "the theory of the firm" and "the theory of the consumer" involve models in the sense in which we are using the term". (GIBBARD; VARIAN, 1978). Para modelos econômicos, ver Varian (1992).

⁵ Entende-se como autorregulação as "regras visem a um objetivo de ordenamento que vá além de casos avulsos e sejam juridicamente vinculantes" (HOFFMANN-RIEM, 2019, p. 31)

⁶ Conceito desenvolvido por Castells, para o qual "rede é um conjunto de nós interconectados. Nó é o ponto no qual uma curva se entrecorta. Concretamente, o que um nó é depende do tipo de redes concretas de que estamos falando. São mercados de bolsas de valores [...] conselhos nacionais de ministros [...] campos de coca e de papoula, laboratórios clandestinos [...] sistemas de televisão. Redes são estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos nós desde que consigam comunicar-se dentro da rede [...]. Uma vez que as redes são múltiplas, os códigos interoperacionais e as conexões entre redes tornam-se as fontes fundamentais da informação, orientação e desorientação das sociedades. A convergência da evolução social e das tecnologias da informação criou uma nova base material para o desempenho de atividades em toda a estrutura social. Essa base material construída em redes define os processos sociais predominantes, consequentemente dando forma à própria estrutura social. [...] A sociedade em rede, em suas várias expressões institucionais, por enquanto é uma sociedade capitalista" (CASTELLS, 2017, p. 553-555).

⁷ Um desconhecido, quiçá um pseudônimo ou mesmo um grupo de hackers.

⁸ A referência entre "o" ou "a" dependerá da forma como será categorizada: se ativo ou se moeda. Há considerável discussão acerca de sua natureza jurídica. Para este escrito, levando em consideração o posicionamento exarado pelo Banco Central do Brasil (BACEN) no Comunicado n. 25.306 DE 19/02/2014 e pela Receita Federal do Brasil na Instrução Normativa (IN) n. 1.888 de 03/05/2019, utiliza-se "o" para designar o Bitcoin como ativo. De acordo com o BACEN (BRASIL, 2014), "as chamadas moedas virtuais não se confundem com a "moeda eletrônica" de que tratam a Lei nº 12.865, de 9 de outubro de 2013, e sua regulamentação infralegal. Moedas eletrônicas, conforme disciplinadas por esses atos normativos, são recursos armazenados em dispositivo ou sistema eletrônico que permitem ao usuário final efetuar transação de pagamento denominada em moeda nacional. Por sua vez, as chamadas moedas virtuais possuem forma própria de denominação, ou seja, são denominadas em unidade de conta distinta das moedas emitidas por governos soberanos, e não se caracterizam dispositivo ou sistema eletrônico para armazenamento em reais".



O *Bitcoin* surge enquanto proposta de moeda para descentralizar o poder estatal e atribuí-lo ao setor privado. Trata-se de uma das maiores expressões da autonomia privada no sistema sociopolítico e socioeconômico contemporâneo. Desde então, o *Bitcoin* tem sido constantemente utilizado como mecanismo de pagamento em todo o mundo e, a partir de sua criação, consideráveis ativos surgiram como segunda opção ao setor privado, tais como o Ethereum e o Tether.

Ocorre que o que nos chama a atenção neste momento não são as reflexões e considerações jurídicas acerca dos criptoativos (especificamente o BTC), mas a tecnologia onde ele é concebido: a *Blockchain*. Apesar de ter se mantido em um inverno de 2008 até 2015, quando da publicação de um artigo de John Berkley (2015) intitulado *The Trust Machine* no *The Economist*, a tecnologia ganhou novos olhares e exsurgiram novas funções e aplicações práticas e jurídicas.

Neste contexto, questiona-se: como a tecnologia *Blockchain* está sendo utilizada no setor jurídico pela Administração Pública e pela Administração de Empresas e quais as diretrizes de Governança e Compliance são e podem ser utilizadas ou propostas para os referidos setores? Para responder a esse questionamento, propõe-se abordagem em seções. A primeira seção objetiva delimitar o que é e como funciona essa tecnologia. A segunda seção objetiva demonstrar como a *Blockchain* está sendo aplicada no setor privado. A terceira seção tem como pretensão uma abordagem publicista em vias de demonstrar onde a *Blockchain* é utilizada pelos entes federados e governamentais como política social estabelecida pelo Governo Digital (e-government)⁹. Por fim, a última seção traz diretrizes de Governança e Compliance em vias de estabelecer um ambiente adequado ao sistema normativo, bem como efetivar a tutela dos direitos das partes, seja do ator econômico, seja do ente federado, ou seja do usuário da tecnologia.

Como resultado, verifica-se que há intensa e constante aplicação da tecnologia blockchain nos setores públicos e privados, mas há uma carência sobre os indicativos de implementação. Ao final, mesmo reconhecendo a limitação do estudo em exaurir

Para a IN-RFB (BRASIL, 2019), criptoativo é “a representação digital de valor denominada em sua própria unidade de conta, cujo preço pode ser expresso em moeda soberana local ou estrangeira, transacionado eletronicamente com a utilização de criptografia e de tecnologias de registros distribuídos, que pode ser utilizado como forma de investimento, instrumento de transferência de valores ou acesso a serviços, e que não constitui moeda de curso legal”.

⁹ Estabelecido pela Lei n. 14.129 de 29/03/2021 (BRASIL, 2021).



as possibilidades, apresentam-se algumas diretrizes de Governança e de Compliance para que a tecnologia *blockchain* seja utilizada adequadamente.

Para atingir os objetivos estabelecidos e responder ao problema de pesquisa proposto, utiliza-se o método de pesquisa integrada associado à técnica de pesquisa bibliográfica.

2 O QUE É E COMO FUNCIONA A BLOCKCHAIN?

Imagine conceber um sistema onde a probabilidade de fraude de dados de registros digitais é mínima. Essa foi a proposta inicial de Stornetta e Haber em 1991, quando lidaram com um escândalo gerado pela fraude de um artigo de biologia, onde os resultados foram alterados com o uso de uma tinta especial. Dessa forma, os autores (STORNETTA; HABER, 1991) realizaram uma proposta¹⁰ de um sistema de registros digitais com carimbo, data, hora, que fosse imutável e que possuísse bloco de informações atrelados entre si e criptografados¹¹, pois até então não era possível verificar ou autenticar atividades, dados e tarefas individuais realizadas na internet sem a participação de uma entidade centralizada, para garantir sua veracidade e autenticidade.

A partir dessa idealização, em 2008, Satoshi Nakamoto, desenvolveu uma tecnologia que atualmente conhecemos como *Blockchain*, ferramenta essa que seria a base para operação e operacionalização do mais famoso criptoativo criado: o Bitcoin (BTC). Suscintamente, o *Blockchain* é um banco de dados de transações, organizado cronologicamente em uma rede de computadores (WRIGHT; DE FILIPPI, 2015, p. 6).

Uma analogia muito interessante, feita por engenheiros do Google, diz o seguinte: "Imagine uma planilha que foi replicada milhares de vezes em uma enorme rede de computadores. Agora imagine que essa rede funciona de forma a atualizar a planilha em intervalos de tempo regulares. Isso, basicamente, é blockchain. (CANTO, et. al., 2019, online)

¹⁰ Apesar de o modelo protótipo ter sido desenvolvido por Stornetta e Haber, Chaum (1979), em seu trabalho "sistemas de Cofres Criptografados", já havia realizado um esboço dessa invenção a partir da demonstração de elementos semelhantes ao existente no Blockchain atual. Para mais, ver em Escobar (2021).

¹¹ "Cryptography is the study of mathematical techniques related to aspects of information security such as confidentiality, data integrity, entity authentication, and data origin authentication. Cryptography is not the only means of providing information security, but rather one set of techniques" (MENEZES; OORSCHOT; VANSTONE, 1996, p. 4)



A Blockchain permite que o processo transacional seja gravado e rastreado em seu livro-razão (IBM, 2024). Assim, qualquer ativo, seja ele tangível (imóveis ou veículos) ou intangível (propriedade intelectual) possa ser transacionado e rastreado em uma rede com a pretensão de reduzir os riscos e os custos de transação (IBM, 2024). Portanto,

A blockchain é um livro-razão descentralizado digital (uma lista de registros eletrônicos que cresce continuamente) de transações mantido ao longo do tempo e protegido com criptografia (um tipo de código algorítmico). Os dados do livro-razão blockchain são distribuídos por uma rede de computadores. Seus usuários podem interagir diretamente com dados armazenados em tempo real sem a necessidade de um intermediário (um “mediador” ou distribuidor) para autenticar as transações. A tecnologia proporciona às partes no blockchain uma plataforma independente, à prova de adulterações e transparente para armazenar, transmitir e processar informações sensíveis (AMD, 2019, p. 1).

Existem cinco os componentes-chave para caracterizar uma blockchain (HILEMAN; RAUCHS, 2017, p. A14; DIVINO, 2018, p. 2776): I) Criptografia¹²; II) Contratos inteligentes¹³; III) Um mecanismo de consenso entre os participantes dessa rede para autenticação; IV) Um livro-razão; e V – Tokens¹⁴.

Cada Blockchain é criptografada e organizada em um conjunto de dados menores denominados *Blocks*. Esses contêm informações sobre um certo número de transações, uma referência ao *Block* anterior da cadeia (*chain*) e a solução para um algoritmo matemático (*Hash*¹⁵), que será usado para validação das informações

¹² “Soluções baseadas em blockchain utilizam intensivamente técnicas tradicionais de criptografia para garantir a integridade das informações armazenadas. Como exemplo, pode-se citar a utilização de algoritmos criptográficos de chaves públicas, funções de hash e assinaturas digitais. O detalhamento dessas técnicas está fora do escopo deste relatório, tendo em vista que existem diversos livros e publicações especializados que já tratam sobre o tema” (BRASIL, 2020, p. 9).

¹³ “Existe uma miríade de definições para o termo Smart Contract. Primeiramente, o termo Smart, conforme Nick Szabo (1996), refere-se à maior funcionalidade desse tipo contratual se comparada com os clássicos instrumentos escritos em papel. Para o criador da acepção técnica-moderna de contratos inteligentes, seriam eles “a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises” (SZABO, 1996).

¹⁴ “Para Michèle Finck (2019, p. 16): “A token or coin is, essentially, a digital good that is artificially rendered scarce and tracked through a blockchain or blockchain-based application. These cryptoassets are artificially scarce, as the prohibition of double spending prevent owner from spending a coin more than once. (...) Tokens can have different purposes and represent anything from goods or services to rights, including voting rights”.

Conforme Kevin Werbach (2018, p. 86), “Once a token represents scarce value, however, it can be used as more than money. It becomes a cryptographically secured digital asset, or ‘cryptoasset’. Cryptoassets can represent physical goods, as in the automobile-lending example earlier in this chapter”.

¹⁵ “A hash (output) is the result of a transformation of the original information (in-put). A hash function is a mathematical algorithm that takes an input and transforms it into an output. A cryptographic hash function is characterized by its extreme difficulty to revert, in other words, to recreate the input data from its hash value alone. This is called the collision resistance” (PILKINGTON, 2016, p. 225-253).



incrementadas e associadas àquele bloco. Uma cópia da *Blockchain* será salva em cada computador que fizer parte dessa rede P2P¹⁶ e periodicamente sincronizados entre si para manter o mesmo e atualizado banco de dados. Portanto,

Cada bloco é dividido em duas partes: cabeçalho e dados. O cabeçalho inclui metadados como um número único que referencia o bloco, o horário de criação do bloco e um apontador para o hash do bloco anterior, além do *hash* próprio do bloco. Os dados geralmente incluem uma lista de transações válidas e os endereços das partes, de modo que é possível associar uma transação às partes envolvidas (origem e destino) (BRASIL, 2020).

De forma lúdica, o Nubank demonstra o funcionamento da Blockchain por meio de uma analogia:

Pense num trenzinho de brinquedo cujos trilhos estão espalhados pelo mundo inteiro. Não um, mas vários que formam uma rede global. Cada material vai dentro de um vagão, que é validado por máquinas espalhadas pelo mundo. Se aprovado, ele é selado com um código complexo de letras e números e se junta a outros vagões. Para aumentar ainda mais a segurança, cada vagão carrega seu código e o código do vagão anterior. Assim, caso alguém tente invadir um vagão, será preciso desvendar mais de um código. Essa rede de trenzinhos não tem dono, por isso todos os envios são registrados num livro disponível para qualquer um acessar. Mas não é possível ver o que foi enviado nem quem enviou, apenas quando houve o envio. Realizar todas essas operações é um pouco complexo. São poucas as pessoas que têm as máquinas necessárias para criar os códigos que selam os vagões e juntá-los com outros, por isso elas são remuneradas por esse trabalho. Em termos técnicos: Os trilhos espalhados pelo mundo e que possibilitam que os trens viagem por aí são a computação em nuvem (ou cloud computing): uma tecnologia que torna possível processar uma grande quantidade de informações na internet. Cada vagão do trenzinho é um bloco com uma hash: uma função matemática que pega uma mensagem ou arquivo e gera um código com letras e números que representa os dados enviados (que podem ser mensagens ou arquivos). Já o livro onde todos os envios dos trenzinhos são registrados é o ledger (que pode ser traduzido como livro-razão): uma espécie de documento onde todas as transações são gravadas. Essas informações não podem ser apagadas e qualquer pessoa pode acessá-las. As pessoas que ligam um vagão no outro para formar o trenzinho são as chamadas mineradoras: responsáveis por calcular o “hash” certo de cada bloco para formar a ligação entre eles. Por fim, os trenzinhos são as cadeias de blocos – ou, em inglês, blockchain (NUBANK, 2019).

Perceba-se que a *Blockchain* propõe resolver o problema da verificação de uma informação a partir de uma abordagem probabilística. “Ela força uma informação a viajar por toda a internet para torná-la mais transparente e passível de verificação, utilizando, para tanto, algoritmos processados em um hardware” (DIVINO, 2018, p.

¹⁶ Peer-to-peer network. São redes colaborativas onde uma pessoa envia um pacote de dados para outra que, ao recebê-lo, irá autenticá-lo, para posteriormente compartilhá-lo novamente com outro usuário.



2776). Por possuir essa estrutura, verifica-se que os dados contidos na Blockchain podem ser facilmente auditáveis, gerando uma hiper transparência das negociações ocorridas na plataforma. No mais, há uma aparente imutabilidade¹⁷ e integridade dos dados inseridos na cadeia, vez que para alterá-los seria necessário alterar o mecanismo de consenso e toda a estrutura anterior. Assim, cria-se uma situação de quase irrefutabilidade dos dados que ali foram inseridos. O que não quer dizer que todos sejam necessariamente verdadeiros, mas apenas de que ocorreu uma relação causal de que se A, portanto, B e, conseqüentemente, um resultado foi produzido.

No mais, a *Blockchain* pode ser operada em uma das quatro redes: I) pública não permissionada; II) pública permissionada; III) privada permissionada; e IV) privada não permissionada. Na primeira, qualquer sujeito interessado pode participar do mecanismo de consenso da Blockchain e qualquer sujeito com conexão à internet pode realizar transações e verificar o histórico dessas transações (BRASIL, 2024). Na segunda, qualquer sujeito interessado pode realizar transações e verificar o histórico, mas apenas uma parte dos usuários poderão participar do mecanismo de consenso (BRASIL, 2024). Na terceira, a capacidade de realizar transações é restrita apenas aos usuários participantes da rede (BRASIL, 2024). É o titular da *Blockchain* que definirá os sujeitos aptos a participarem do mecanismo de consenso. Por fim, a quarta restringe a realização de transações e a visualização do histórico, mas o mecanismo de consenso é aberto a qualquer interessado (BRASIL, 2024). Perceba-se que a todo momento o mecanismo de consenso foi mencionado. Mas, o que é esse mecanismo?

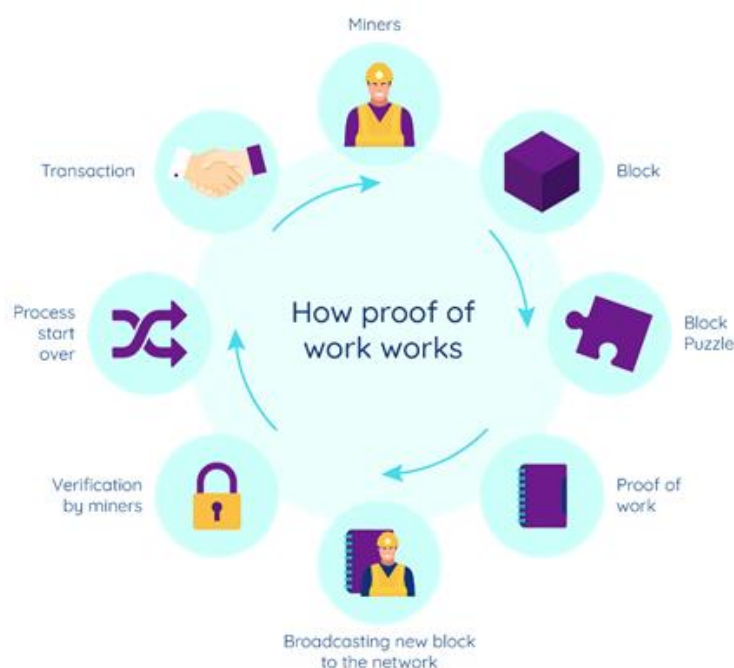
Para que todo esse sistema funcione, existem três mecanismos de validação e de consenso: o *proof of work* (PoW); o *proof of authority* (PoA); e o *proof of stake* (PoS). O PoW é o sistema mais utilizado nas Blockchains públicas. O validador do *block* tem o direito de receber uma recompensa após resolver um desafio de criptografia. Quando esse desafio é solucionado e o bloco é inserido na cadeia tem-se o que é chamado comumente de *mineração*. Para exemplificar a situação, imagine um baú de tesouros. Para que esse baú seja aberto, os participantes devem encontrar

¹⁷ “Essa ilusão decorre da formação estrutural lhe compõe, sugerindo que os blocos informacionais somente poderão ser adicionados, mas não removidos do banco de dados. Em teoria, caso exista conflito entre a validação de um número relativo de usuários e a informação a ser checada, haverá incompatibilidade e provavelmente a exclusão dos blocos em conflito. No mesmo sentido, quando o Blockchain for privado, apesar de existirem contratos e acordos vinculando as partes e desencorajando-as a praticar esse comportamento, afirma-se pela possibilidade de reversão das transações já transcritas, desde que os operadores/validadores utilizem de um significativo recurso computacional para reescrever a criptografia no Blockchain” (DIVINO, 2018, p. 2780).



a chave correta. Porém, existem 100.000 possíveis chaves. Mas aquele que conseguir, abrirá o baú e ganhará o prêmio. Quanto mais chaves utilizar e mais energia gastar, mais rápido abrirá e maiores as chances de obter o resultado positivo. Após aberto, os demais participantes apenas validam essa abertura e certificam de que o responsável ganhará o prêmio. O PoW pode ser visualizado a partir da seguinte figura.

Figura 1: Ilustração de funcionamento do PoW.

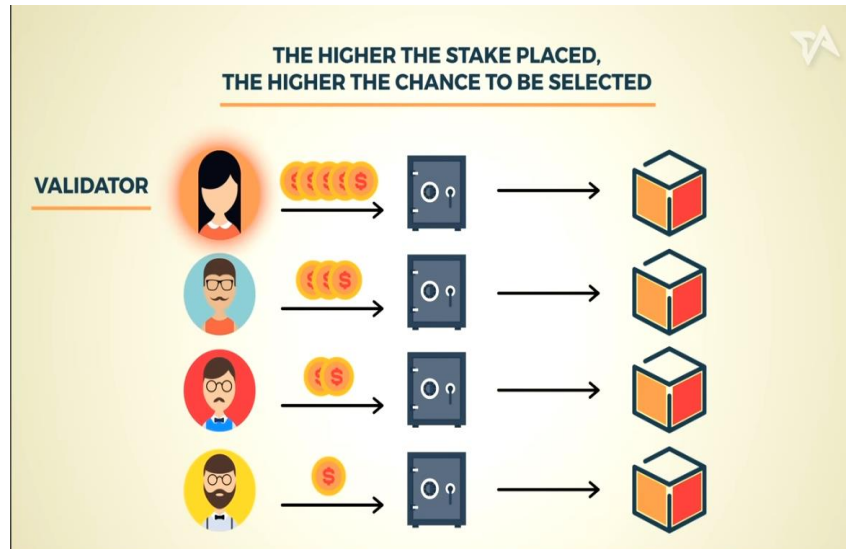


Fonte: Centiero (2021)

Enquanto no PoW a recompensa é baseada no gasto energético e no esforço dispendido pelos mineradores, lado outro, o sistema de validação PoS funciona de uma forma diferente. Para estar na condição de *validador* de uma transação, o usuário precisa depositar uma certa quantia de recursos na rede. Assim, quanto maior a quantidade de recursos depositada, maior sua confiabilidade na rede. Portanto, a validação ocorrerá quando um número de usuários aleatórios completar 51% das “fichas” existentes naquela rede.

Figura 2: Ilustração de funcionamento do PoS

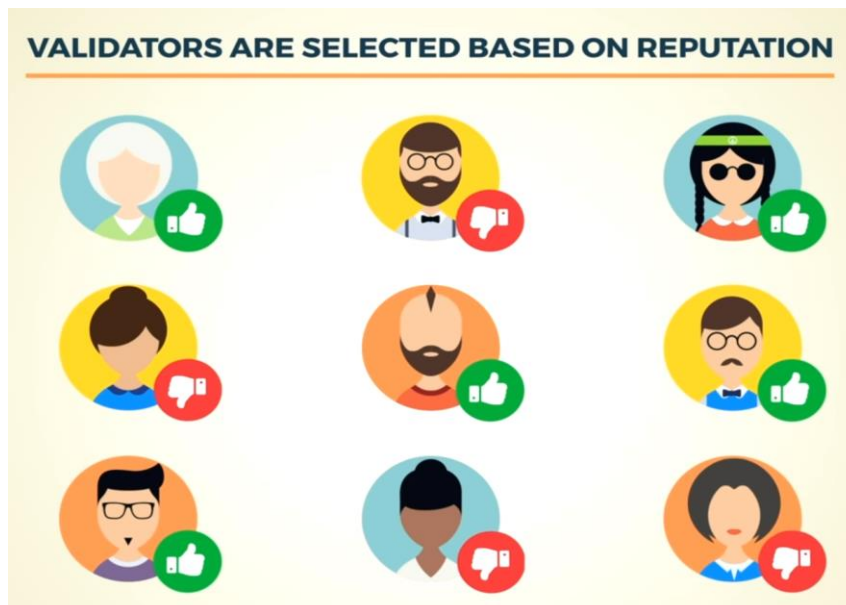




Fonte: (TECH IN ASIA, 2019).

Por fim, o sistema PoA é uma espécie do PoS. Enquanto no PoS os usuários são aleatórios, no PoA há uma validação de cada usuário. Quanto mais transações forem validadas, maior a confiança daquele usuário na rede. Assim, há maiores chances de ele ser selecionado para validar outras transações. Perceba-se que o número de validadores aqui é consideravelmente menor do que no PoS, pois há um sistema de reputação a zelar.

Figura 3: Ilustração de funcionamento do PoA



Fonte: (TECH IN ASIA, 2019).

Realizada a explanação sobre a definição e os métodos de funcionamento da tecnologia *Blockchain*, retorna-se ao problema de pesquisa inicialmente estabelecido: como a tecnologia *Blockchain* está sendo utilizada no setor jurídico pela Administração Pública e pela Administração de Empresas? A resposta será seccionada em duas partes, iniciando-se a abordagem pelo setor jurídico privado.

3 ALGUMAS APLICAÇÕES JURÍDICAS DA *BLOCKCHAIN* NO SETOR PRIVADO

Antes de começar a abordagem sobre a aplicação, convém definir o que é “aplicação jurídica”. Para tanto, recorre-se à Teoria do Fato Jurídico de Pontes de Miranda (2012). O fato poderá ser considerado jurídico quando o suporte fático colore a norma jurídica e sua hipótese de incidência. Essa ocorrência pode se dar por meio de negócio jurídico, ato jurídico unilateral, ato ilícito, ato jurídico *stricto sensu*, ato-fato jurídico e fato jurídico em sentido estrito. Especificamente para essa temática, entende-se como aplicação jurídica a incidência da *Blockchain* em qualquer um dos institutos acima definidos, seja ele preponderantemente oriundo da volitiva privada, tal como negócio jurídico, seja ele advindo de um resultado legal e que independe da vontade da parte, mas que surte efeitos perante sua esfera privada, tal como o ato-fato jurídico.

Perceba-se que a partir da definição expressa há uma gama considerável de situações (especialmente contratuais-negociais) que podem colorir o suporte fático a partir da utilização da *Blockchain*. Para tanto, demonstra-se por meio da tabela abaixo *algumas*¹⁸ dessas aplicações e funcionalidades.

Tabela 1: Ferramentas e funcionalidades baseadas em *Blockchain* no setor privado

Ferramenta ou funcionalidades	Funcionalidade
Autopay	Permite aos usuários efetuarem empréstimos e financiamentos via smart contract (HUCKLE, et al., 2016).

¹⁸ Não se pretende realizar uma revisão integrada acerca das aplicações. O objetivo desta e da próxima seção é demonstrar os principais mecanismos de aplicabilidade e trazer maior inteligibilidade à tecnologia em análise. Para maior aprofundamento sobre as circunstâncias fáticas de aplicação da tecnologia, ver: (SUNNY, et., al., 2022; ANTONUCCI, et., al., 2019; TANDON, et al., 2021; XU; CHEN; KOU, 2019; TAMA, et al., 2017)



BPllIoT	São smart contracts que agem em conjunto com os consumidores e os recursos de produção, todos produzindo dados armazenados na nuvem (BAHGA; MADISSETTI, 2016).
Audius	“É uma startup fundada em São Francisco que oferece uma rede descentralizada de streaming de músicas desenvolvida em blockchain, cujo objetivo é conectar artistas diretamente a seus fãs” (DECRYPT, 2021).
Direito Societário (Assembleias)	Conforme Porto, Lima Júnior e Silva (2019, p. 21), “A <i>International Securities Services Association</i> tem um grupo de trabalho somente para desenvolver pesquisas sobre a tecnologia Blockchain. Em novembro de 2017, foi divulgado o relatório de pesquisa intitulado <i>General Meeting Proxy Voting On Distributed Ledger</i> (NATIONAL SETTLEMENT DEPOSITORY, 2017, p. 10), que teve por objeto analisar o uso da tecnologia Blockchain para fins de realização de assembleias gerais de companhias, propondo ao final sete diretrizes a serem seguidas nos processos deliberativos de companhias: (i) convocação da assembleia: são incluídas na Blockchain informações sobre a realização da assembleia geral, como a delimitação da ordem do dia, do material de apoio disponível para consulta, a definição da data de registro preliminar dos participantes da assembleia e da data de realização da assembleia geral; (ii) registro dos participantes da assembleia geral: os participantes da Blockchain (acionistas) serão notificados para manifestar seu interesse de participar da assembleia, a fim de que se proceda ao registro preliminar na Blockchain; (iii) emissão de tokens para o exercício do direito de voto: serão emitidos tokens para todos os acionistas que tenham sido preliminarmente registrados, a fim de que possam proferir voto sobre as matérias da ordem do dia, levando-se em consideração as eventuais restrições de voto decorrentes de aspectos pessoais do acionista ou do tipo de ação detida; (iv) autenticação: validação do usuário ao qual foi atribuído token. O relatório propõe que o processo de autenticação ocorra fora do ambiente Blockchain; mas, de qualquer maneira, a prova de autenticação deve ser armazenada na Blockchain; (v) atribuição de Proxy: possibilidade de transferir os direitos de voto do usuário para procurador ou terceiro elegível; (vi) votação/assembleia geral: emissão dos votos pelos participantes da Blockchain por meio de seus tokens; e (vii) reunião de gerenciamento: transmissão ao vivo da assembleia geral on-line, chat e vários serviços acessórios, incluindo a abertura e encerramento da assembleia e o processamento e distribuição dos resultados”.
Direito Societário (Escrituração)	Conforme Porto, Lima Júnior e Silva (2019, p. 21), “é válido mencionar a possibilidade de utilizar a Blockchain para o registro de ações e de suas transferências, em substituição ao atual sistema de registro realizado em livros físicos (em papel) e eletrônicos ou em contas de depósito pelo custodiante em determinados casos. Desse modo, o uso da tecnologia Blockchain viabilizaria a modernização do armazenamento de informações e escrituração de ações, além de garantir mais segurança e

Ativos em substituição aos Fundos Imobiliários	transparência a procedimentos internos de companhias, sem falar na substancial eliminação de custos”.
<i>Supply chain management (SCM)</i>	Aplicações da <i>Blockchain</i> no mercado imobiliário como forma de substituição dos clássicos Fundos Imobiliários (FIIs) (ALCANTRA, 2022). Permite-se ao gestor da construção (empreiteiro ou dono da obra) estabelecer uma cadeia de fornecimento de suprimentos para que esses sejam entregues a partir das demandas da obra. Pode-se reduzir os <i>gaps</i> de comunicação existentes entre o responsável pela obra, o responsável financeiro e o fornecedor. Assim, pode-se dar maior efetividade à produtividade, lucratividade e performance com pequenas ou quase nenhuma margem de erro (KIU; CHIA; WONG, 2022, p. 2931-40).
Contratos de Seguro	Execução automática do contrato mediante verificação das condições estabelecidas para o prêmio (GATTESCHI, et al., 2018)
Contratos de Financiamento	Execução automática do contrato a partir das situações de adimplemento completo ou inadimplência contratual (ZHANG; ZHU; WANG, 2020)
Internet of Things (IoT) ¹⁹	O funcionamento da IoT ocorre a partir de um modelo centralizado intermediado por um ator para controlar a interação entre diversos dispositivos (CROSBY, et. al., 2016). Com a tecnologia Blockchain pode-se auxiliar a criação de uma rede descentralizada objetivando maior segurança na troca dos dados entre os dispositivos estabelecidos na rede, tal como o ADEPT, criado pela parceria entre a Samsung e a IBM e a <i>Startup Filament</i> , responsável pelo desenvolvimento de softwares voltados para o IOT descentralizado (VIANA; SILVA; PEINADO, 2020, p. 73)
Cidades Inteligentes ²⁰	O status em tempo real dos estacionamentos públicos pode ser analisado por meio da tecnologia blockchain, que não apenas reduz o problema de estacionamento para os proprietários, mas também reduz o tráfego (WANG; et al., 2020)

Fonte: Autoria própria, com fundamento nos autores mencionados.

Após breve análise e demonstração dos instrumentos de aplicabilidade da plataforma, percebe-se que o principal objetivo da *Blockchain* no setor privado é a otimização da prestação de serviços. Com essa otimização, tem-se eficácia e redução dos custos de transação. Assim, há melhoria no gerenciamento dos processos para que o usuário destinatário do produto ou do serviço consiga alcançá-lo em menor tempo possível a partir do menor custo existente. Portanto, não se trata apenas de

¹⁹ “IoT is “A dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual “things” have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network” (IERC, 2014).

²⁰ Compreendidas como cidades digitais ou informacionais que utilizam TICs e IoT para analisar e integrar informação como núcleo de gestão para traçar os caminhos da cidade e de sua população (LI; DA XU, 2015; SU; LI; FU, 2011).



automatização do serviço, mas da transformação de uma realidade burocrática em um mecanismo eficaz e eficiente de execução do próprio sistema econômico. Ocorre que a aplicação desta tecnologia não está restrita ao ambiente privado. O setor público e especialmente a administração pública²¹ encontraram na Blockchain uma oportunidade única para superação de seu maior gargalo: a administração burocrática. E será essa a abordagem a ser realizada neste momento.

4 ALGUMAS APLICAÇÕES JURÍDICAS DA NO SETOR PÚBLICO

Em 26 de janeiro de 2021 foi publicado o Decreto n. 10.609, que estabeleceu a Política Nacional de Modernização do Estado e o Fórum Nacional de Modernização do Estado. Dentro de seu corpo normativo e principiológico previsto no art. 3º, estabelece-se à administração pública os esforços para aumentar: o foco nas necessidades dos cidadãos; a simplificação normativa e administrativa; a inovação governamental e; a efetividade na gestão pública. Trata-se de incentivo à eficiência e modernização da máquina pública em vias de aprimorar o atendimento das necessidades da população. Portanto, por mais que existissem políticas e ferramentas em desenvolvimento prévio ao normativo mencionado, após sua promulgação tem-se uma determinação legal para criação de um ambiente de investimento e produtividade para aprimoramento do capital humano, da governança pública e da infraestrutura estatal. Semelhante ao método exposto na seção anterior, esboça-se algumas aplicações da *Blockchain* no setor público mediante tabela. Ressalta-se que as principais contribuições e descrições de algumas funcionalidades são extraídas do documento intitulado “Levantamento da tecnologia blockchain” elaborado pelo Tribunal de Contas da União em 2020 (BRASIL, 2020).

Tabela 2: Ferramentas e funcionalidades baseadas em Blockchain no setor público

Ferramenta ou funcionalidades	Funcionalidade
TelerRim	O TelerRim é um serviço de telemedicina desenvolvido pelo Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (Lavid/UFPB). Trata-se de um produto do projeto Video for Health (V4H), uma plataforma de vídeo destinada à colaboração em telessaúde e que

²¹ “Conjunto de serviços e entidades incumbidos de concretizar as atividades administrativas” (MATIAS-PEREIRA, 2020, p. 74)



	permite o registro das consultas remotas de forma mais adequada e segura (LÚCIO; SANTOS; LINS, 2021).
Identificação Digital (CIN)	A tecnologia Blockchain está sendo utilizada como mecanismo de validação dos dados de identidade dos usuários a partir do <i>scan</i> de um <i>QRCode</i> e de uma zona de leitura automatizada (BRASIL, 2023).
bConnect	O bConnect surgiu de uma demanda existente entre os países do Mercosul para colaboração e troca de dados dos países membros. Até sua implementação, utiliza-se e-mails para atualização dos cadastros existentes. Assim, a partir da implementação do bConnect, apenas os países membros do Mercosul podem estabelecer um nó colaborativo entre si. Todos possuem um poder de decisão igualitário e a plataforma é totalmente descentralizada, vez que não há submissão hierárquica entre os usuários. Para sua implementação, utilizou-se a plataforma Hyperledger ²² (BRASIL, 2020, p. 7).
bCPF e bCNPJ	Conforme o TCU (2020, p. 10-12), o bCPF e o bCNPJ são mecanismos que objetivam viabilizar a colaboração sobre a base de dados do Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) e Jurídicas (CNPJ). A medida foi necessária em razão de que as bases de dados eram disponibilizadas mediante Mídias físicas enviadas por transporte e por mecanismos de <i>streaming</i> . Dessa forma, era consideravelmente dispendioso manter uma infraestrutura tecnológica de alta disponibilidade. Portanto, os dois projetos foram iniciados em 2018 (bCPF) e 2019 (bCNPJ), sendo que o Conselho da Justiça Federal (CJF) se tornou o primeiro órgão a aderir à rede bCPF. Atualmente ambos contam com participação ativa de outros órgãos federais, como o Conselho Nacional de Justiça (CNJ) e como o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS).
Sistema Alternativo de Liquidação de Transações (SALT) – Bacen	O Sistema Alternativo de Liquidação de Transações (SALT) elaborado pelo Banco Central do Brasil tem como objetivo estabelecer uma plataforma de contingência para ser utilizada em caso de incidentes durante a operação do Sistema de Transferência de Reservas (BRASIL, 2020, p. 10-12). A tecnologia utilizada baseada em DLT permite que não exista uma autoridade central e garanta a integridade dos dados por criptografia sem a participação do banco responsável. Assim, mesmo em caso de falha, o sistema responsável pela liquidação de transações funcionará adequadamente ainda que haja inoperância do próprio BACEN.

²² “O Hyperledger é uma plataforma de blockchain de código aberto, iniciada em dezembro de 2015 pela Linux Foundation, para dar suporte a livros-razão distribuídos baseados em blockchain. Seu foco são os livros-razão projetados para dar suporte a transações comerciais globais, incluindo as principais empresas tecnológicas, financeiras e da cadeia de suprimentos, com o objetivo de melhorar muitos aspectos de desempenho e confiabilidade. O projeto visa reunir uma série de esforços independentes para desenvolver protocolos e padrões abertos, fornecendo uma estrutura modular que ofereça suporte a diferentes componentes para diferentes usos. Isso incluiria uma variedade de blockchains com seus próprios modelos de consenso e armazenamento, além de serviços para identidade, controle de acesso e contratos”.



<p>Plataforma de Integração de Informações das Entidades Reguladoras (PIER)</p>	<p>Trata-se de projeto iniciado no segundo semestre de 2017, foi desenvolvida pelo Departamento de Tecnologia da Informação (Deinf) do Bacen, com a finalidade de solucionar o trâmite burocrático existente nos processos autorizativos, especialmente os destinados à indicação de Diretores das Instituições Financeiras, que antes eram realizados por e-mail. Neste caso, a mensagem era encaminhada a todos os órgãos regulatórios do sistema financeiro, tal como o Bacen, a CVM, a Superintendência de Seguros Privados (Susep) e Superintendência Nacional de Previdência Complementar (Previc) e, então, aguardava-se a resposta para dar prosseguimento ao feito. Constatava-se considerável demora e riscos na operação, pois a rastreabilidade e a auditabilidade das informações ficavam prejudicadas. Assim, o PIER foi desenvolvido com a finalidade de que esses dados sejam inseridos e trocados na plataforma Blockchain em vias de otimizar os processos autorizativos no sistema financeiro. Para o TCU (BRASIL, 2020, p. 19) “O principal serviço provido pela PIER é a transparência e resposta célere às solicitações de IFs nos processos autorizativos, envolvendo o Bacen, a CVM e a Susep”. No mais, o PIER somente funciona com o broker Olinda, que foi desenvolvido pelo Bacen como ferramenta destinada à extração de dados de bancos de dados relacionais de forma agnóstica, ou seja, não importa qual seja o banco de dados relacional. Dessa forma, o broker Olinda consegue expor esses dados via <i>web services</i> (TCU, 2020, p. 19-20).</p>
<p>Sistemas de Contratos Distribuídos (SCD)</p>	<p>Elaborados a partir da parceria entre Banco do Brasil, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Caixa Econômica Federal e Serviço Federal de Processamento de Dados, o SCD tem como objetivo o “desenvolvimento de um sistema a ser utilizado para compartilhar informações sobre contratações feitas por empresas públicas que, por lei, podem reaproveitar etapas da contratação (consulta pública, oferta pública, contratação) de outras empresas públicas, mas que hoje não conseguem pôr em prática de maneira eficiente”. Por meio do SCD, torna-se possível o compartilhamento de informações sobre todos os processos públicos de compra, seja mediante consulta pública, oferta pública, aquisição de bens, ou contratações de serviços (BRASIL, 2020, p. 22).</p>
<p>Sistema Financeiro Digital (SFD)</p>	<p>Desenvolvido pelo Banco do Brasil, o Sistema Financeiro Digital (SFD) “propõe a estruturação de uma rede permissionada baseada em blockchain, interligando diversas IFs, sobre a qual serão realizadas transferências de valores e pagamentos de forma simplificada, por meio de aplicativo <i>mobile banking</i> (aplicativo de celular específico para clientes dos bancos participantes), modernizando o sistema financeiro e oferecendo uma experiência intuitiva para os clientes. No SFD, lotes de transações são liquidados de uma única vez. Um lote de liquidação é executado a cada 200 milissegundos. Ressalta-se que há garantia de sigilo bancário, tendo em vista que as</p>

	transações não são visíveis a outros bancos e os detalhes de pessoas físicas são criptografados (BRASIL, 2020, p. 27).
Sistema Brasileiro de Poderes (SBP)	O Sistema Brasileiro de Poderes (SBP) foi criado pela parceria entre o Banco do Brasil e a Petrobrás, com o objetivo com o objetivo de digitalizar o processo de registro de poderes, tal como o PIER, substituindo os processos manuais baseados em papel. Sua principal função é o registro da cadeia de poderes, ou seja, permissões para movimentar as contas correntes de pessoas jurídicas de direito público ou de direito privado que exercem função pública, tal como empresas públicas ou entes federados (BRASIL, 2020, p. 30)
BNDSToken	O BNDESToken cria uma rede Blockchain baseada em DLT e um criptoativo lastreado em real para realização de operações de concessão de crédito/transfêrencia de recursos do BNDES para entidades públicas e privadas tomadoras de financiamento. Assim, quando das relações negociais com o Brasil, em vez de liberar recursos em reais, o BNDS libera na <i>Blockchain Pública</i> (Ethereum, neste caso) um <i>token</i> . A ideia é que o país utilize o <i>token</i> para adquirir produtos e serviços de seus fornecedores. Assim, cada fornecedor em posse do <i>token</i> poderá realizar seu resgate perante o BNDES, que fará o depósito da quantia correspondente (uma unidade do BNDESToken equivale a R\$ 1,00) na conta corrente dos fornecedores. Para que todo processo ocorra de forma adequada, há plena transparência nas transações. Assim, permite-se sua auditabilidade pelos interessados. No mais, qualquer pessoa que se dispuser a rodar um nó da Ethereum poderá, até mesmo, validar as transações que compõem o processo, resultando um plus da transparência, dado que o cidadão passa a tomar parte na própria validação do processo (BRASIL, 2020, p. 35).
TruBudget	O TruBudget é tecnologia de <i>Blockchain</i> (DLT) desenvolvida pelo KfW, Banco de Desenvolvimento do governo da Alemanha, que tem por objetivo acompanhar, de forma mais tempestiva e transparente, a utilização dos recursos financeiros doados por aquela instituição aos vários projetos apoiados em todo o mundo. O KfW é o segundo maior doador do Fundo da Amazônia. A premissa principal do TruBudget é envolver e estabelecer em uma rede os possíveis diversos doadores de recursos, intermediários e beneficiários (BRASIL, 2020, p. 38).
Diário de Bordo (ANAC)	O diário de bordo é um documento indispensável ao registro das informações relativas ao tráfego aéreo em solo brasileiro. Sua regulamentação é estabelecida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por meio das resoluções 457/2017 e 458/2017. No diário de bordo devem conter todas as informações relativas ao voo, bem como as manutenções da aeronave. Atualmente, o registro do diário de bordo em plataforma Blockchain é regulamentado pela ANAC por meio da Resolução 511/2019. Estabelece-se a exigência de utilização de <i>Smart Contracts</i> dentro da plataforma em vias de assegurar o cumprimento normativo e facilitar a fiscalização. Se comparado ao instrumento de papel, em



	que o operador aéreo tem liberdade para escrever o que deseja, resultando, muitas vezes, em registros imprecisos, incompletos ou fora do formato exigido, o Diário de Bordo em Blockchain não pode ser alterado após verificação do sistema, garantindo, assim, maior fidedignidade e auditabilidade” (BRASIL, 2020, p. 41).
Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS)	A Rede Nacional de Dados em Saúde (RNDS) tem como objetivo resolver o principal problema dos Registros Eletrônicos de Saúde (RES): a desorganização das informações sobre pacientes e a dificuldade em seu compartilhamento com os interessados. Assim, a RNDS propõe que os prontuários dos cidadãos-pacientes sejam disponibilizados em uma estrutura baseada em <i>Blockchain</i> e seja compartilhada entre os entes federados. A necessidade é premente, vez que no Brasil, existem 2 mil tipos de prontuários em operação. Cada prontuário tem seu modelo de dados específico e cada um segue em padrão. Portanto, ao propor um padrão, além de facilitar a comunicação, a RNDS permite que os documentos sejam armazenados de forma mais eficaz e que seja criado um repositório de informações sobre o paciente em um repositório digital. Portanto, “a RNDS pode ser definida como um repositório de informações retrospectivas, simultâneas e prospectivas do paciente em formato digital, cujo principal objetivo é promover o cuidado da saúde de forma integrada, contínua, eficiente e de qualidade” (BRASIL, 2020, p. 44).
Solução Online de Licitação (SOL)	Tal como o SCD, o Sol “é um aplicativo de compras, desenvolvido e disponibilizado pelos estados da Bahia e do Rio Grande do Norte, que permite às organizações beneficiárias dos Projetos Bahia Produtiva (BA) e Governo Cidadão (RN) realizar licitações para a compra e/ou contratação de bens, serviços e obras” (BRASIL, 2020, p. 48).

Fonte: Autoria própria, com fundamento nos autores mencionados, especialmente no documento do TCU (BRASIL, 2020)

Conforme evidenciado a partir da revisão acima expressa, pode-se deduzir que a Administração Pública está em busca de adequação tecnológica em vias de superar o paradigma burocrático. Um dos mecanismos adotados foi o uso da tecnologia *Blockchain*. A partir da revisão analítica realizada não se pode afirmar ou negar que há menor aplicação que na esfera privada. Contudo, pode-se afirmar que há empenho da Administração Pública em sua implementação, pois ao longo prazo poderá trazer ganhos de produtividade em consideráveis setores. Todavia, a disseminação dessa tecnologia nas esferas pública ou privada podem afetar diretamente seus destinatários, que neste caso podem ser entendidos como todo sujeito de direito partícipe dessa relação. Assim, torna-se recomendável estabelecer diretrizes de Governança e Compliance para mitigar prejuízos ou adequar a prática aos preceitos



normativos previamente estabelecidos, especialmente perante a Lei Geral de Proteção de Dados.

5 DIRETRIZES DE GOVERNANÇA E COMPLIANCE PARA APLICAÇÕES JURÍDICAS DA PLATAFORMA BLOCKCHAIN NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E NA ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

Para estabelecer diretrizes de Governança ou de Compliance é indispensável compreender suas diferenças e seus âmbitos de atuação. Compliance é “um conjunto de medidas internas que permite prevenir ou minimizar os riscos de violação às leis decorrentes de atividade praticada por um agente econômico e de qualquer um de seus sócios ou colaboradores” (BRASIL, 2016, p. 09).²³ Esse instituto, portanto, permite que a sociedade empresária se proteja e evite infrações normativas a partir de medidas organizacionais preventivas (CUEVA, 2018, p. 59). Para tanto, deve-se ter o comprometimento por parte dos administradores para implementação de atos concretos destinados à essa finalidade, ainda que em conflito com as metas empresariais (FRAZÃO; OLIVA; ABILIO, 2018, p. 690).

Para que o Compliance seja implementado, torna-se indispensável a análise de riscos a fim de “tentar antecipar as principais áreas de exposição da pessoa jurídica para que sejam tomadas medidas preventivas proporcionais aos riscos identificados” (FRAZÃO; OLIVA; ABILIO, 2018, p. 690). Portanto, a elaboração de Códigos de Ética e de Conduta se faz imprescindível à orientação dos componentes e órgãos societários.

Já a Governança Corporativa adquire um sentido adverso, sendo entendida pelo Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (2015, p. 20) como

(...) o sistema pelo qual as empresas e demais organizações são dirigidas, monitoradas e incentivadas, envolvendo os relacionamentos entre sócios, conselho de administração, diretoria, órgãos de fiscalização e controle e demais partes interessadas.

²³ “O termo compliance já é, por si só, explicativo, pois vem do verbo to comply, que significa agir e estar em conformidade com uma requisição ou regra. Dessa forma, estar em compliance significa que a empresa atua alinhada ao seu arcabouço normativo e regulatório” (SIMONSEN, 2018, p. 105).



Perceba-se que na Governança o foco é a organização societária destinada ao gerenciamento e controle das atividades fins. Embora pareçam distantes, a adoção e a eficácia dos instrumentos de compliance somente se tornam possíveis a partir de boas práticas de Governança (ou de gestão).

A partir da temática em análise, o primeiro passo para estabelecer diretrizes é identificar os riscos inerentes e envolvidos nas atividades baseadas em tecnologia *Blockchain*.²⁴ Como cada risco é inerente a um tipo de atividade, propõe-se uma análise geral que pode ser útil e adotada como padrão-guia.

O primeiro risco existente é inerente ao tratamento de dados²⁵, pois é nele que a plataforma *Blockchain* é baseada. Para essa situação existem dois tipos de tratamentos: o direcionado às pessoas naturais, regido pela Lei Geral de Proteção de Dados; e o direcionado às pessoas jurídicas, atualmente sem regramento expresso e com aplicação direta do direito ao sigilo contido no art. 5º, XII da CRFB.²⁶ Caso envolva proteção de dados de pessoas naturais, primeiramente a pessoa jurídica de Direito Público ou de Direito Privado deverá se adequar a LGPD. Portanto, essa diretriz de *Compliance* é mecanismo indispensável para implementação de plataformas de *Blockchain*. Lado outro, caso as relações sejam firmadas exclusivamente com pessoas jurídicas, entende-se que não se aplica a LGPD, mas os dados das pessoas jurídicas devem ser preservados a partir da instauração de ferramentas que evitem incidentes de segurança. Portanto, em ambos os casos, sugere-se que o responsável pela prestação do serviço em plataforma *Blockchain* forneça um software que permita ao titular dos dados (seja pessoa física ou pessoa jurídica) a compreender como eles estão sendo tratados, especialmente se de forma automatizada. No mais, em prol da literacia digital, sugere-se que esse software seja

²⁴ "The first research question is "What is blockchain governance?" The motivation is to observe how literature define the concept of blockchain governance. To answer this question, the definition of blockchain governance given by each study is recorded. Fig. 2 is a word cloud showing the frequency of the words, which appear in the original definition of blockchain governance in each study. The top ten appeared words include: right (27), decision (25), rules (24), platform (23), system (19), control (18), decision-making (17), participants (16), bitcoin (13), community (13). Further, we found that seven studies adopt theories of governance from other domains, including IT governance (van Pelt et al., 2021, Mattila and Seppälä, 2018, Beck et al., 2018), corporate governance (Allen and Berg, 2020, Hsieh et al., 2017), complex adaptive systems (John and Pam, 2018), and formal political economy (Lee et al., 2020)" (LIU, et al., 2023, p. 6)

²⁵ Doneda (2014, p. 61-78) entende dado como algo apresentável em uma conotação primitiva, abstrata, fragmentada, equiparando-o, possivelmente, à potencial e prévia in-formação a transmitir. Assim, dado equivale à pré-informação.

²⁶ Há discussões sobre a aplicação da LGPD às pessoas jurídicas. Para tanto, ver Divino (2018)



funcional, simples, acessível e concretize o máximo de transparência possível (sempre resguardando o segredo da propriedade intelectual).

Essas considerações conduzem a um novo tipo de risco: o acesso aos dados e informações. Apesar de todo o sistema estar adequado à LGPD, pode ocorrer incorreta definição dos direitos de acesso ao livro-razão. Portanto, recomenda-se definir quem são os nós validadores da rede, ou seja, aqueles que participam do mecanismo de consenso, bem como quais são os tipos de transações e quem pode realizar essas transações e quem pode visualizar e auditar os dados da *blockchain* (BRASIL, 2020, p. 6).

Outro ponto de destaque refere-se ao custo de implementação deste *software* para comunicação da API a base da *blockchain*. Em outros termos, como há de ser transparente e inteligível, os custos transacionais iniciais podem ser consideráveis. Para tanto, recomenda-se a busca de API's já consagradas no mercado ao invés da elaboração de uma nova. Justifica-se a proposta em razão de a experiência trazer consigo falhas, erros e seus respectivos acertos, bem como as formas de correção dos primeiros (BRASIL, 2020, p. 6).

Ocorre que opção por uma relação intersubjetiva também pode trazer riscos dentro da colaboração de determinados participantes. Em outros termos, como a tecnologia *blockchain* está sendo executada por um ator diverso daquele que controla a API pode existir um *gap* estrutural e uma inadequação entre esses participantes. Portanto, como diretriz de governança, recomenda-se aos gestores constantes assembleias, reuniões ou convocações direcionadas ao alinhamento desses atores. No mais, recomenda-se a constante qualificação e aperfeiçoamento dos responsáveis pela gestão da API e da tecnologia *blockchain*. Assim, pode-se garantir que os envolvidos estejam adequados aos seus papéis, bem como o exerça adequadamente.

Atrelado a este fator, tem-se o risco de recursos humanos. Em outros termos, o pouco ou nenhum conhecimento sobre a tecnologia utilizada na organização pode impedir ou dificultar a execução do projeto. Portanto, recomenda-se a criação de políticas de capacitação constante em “sistemas distribuídos, arquitetura de redes, criptografia, processos de negócio e linguagens de programação para desenvolvimento de contratos inteligentes” (BRASIL, 2020, p. 8), especialmente com enfoque na ISO/TC 307, diretriz essa relacionada às tecnologias DLT.

Perceba-se que em um contexto maior, a governança direcionada e aplicada às tecnologias *Blockchain* tem como objetivo permitir que os usuários da rede



identifiquem a autoridade responsável pela sua execução, como as decisões são tomadas e porque os resultados são atingidos (explicabilidade) e como são monitorados durante o uso da plataforma. Assim, a *accountability* deve estar presente em todas as fases do ciclo de vida da *blockchain* para garantir maior eficácia e eficiência dos recursos.

No mais, tanto as diretrizes de Governança quanto de Compliance permitem que a plataforma seja adaptável às necessidades empresariais, da administração pública ou dos próprios usuários da *blockchain*. Portanto, uma estrutura transparente e eficaz pode auxiliar na redução de riscos de diferentes aplicações e o responsável pela condução pode identificar as necessidades de cada setor para tratá-los de forma adequada e conforme supervisão adequada. Como resultado, uma gama de banco de dados pode ser gerada a partir da satisfação ou insatisfação dos nós. A partir de seu processamento, permite-se com objetividade identificar as falhas e propor melhorias para métodos mais funcionais dentro da *blockchain*, ou até mesmo sua respectiva substituição. Em outros termos, as plataformas de blockchain devem ser atualizadas para corrigir bugs e adotar novas práticas e comportamento (BAUDLET et al., 2020, NABILOU, 2020). Essa prática também interfere diretamente na segurança da plataforma, que deverá garantir que a operação diária do blockchain seja feita de maneira confiável, protegendo os dados e os ativos digitais na cadeia contra ataques maliciosos e ou incidentes de segurança.

Por fim, mas não exaustivamente, como a rede *blockchain* pode contemplar inúmeros indivíduos e sujeitos de direito, conseqüentemente são necessários modelos de governança para manter a relação ordenada entre essas partes. Busca-se evitar, por exemplo, a crise de governança enfrentada na *blockchain* do Bitcoin advinda entre a tensão e o conflito entre a natureza descentralizada do *blockchain* e um modelo de governança centralizado no Bitcoin (DE FILIPPI AND LOVELUCK, 2016). Em um contexto descentralizado tal como na rede *blockchain* não permissionada, os mecanismos de governança eficientes devem fornecer às partes interessadas critérios transparentes para selecionar os objetivos dos protocolos de *blockchain* (Wright, 2019).

As propostas de diretrizes sejam de Governança sejam de Compliance não podem ser exauridas neste trabalho. Existe uma miríade de opções e ações a serem tomadas para que o resultado pretendido seja alcançado: a adequação da pessoa jurídica aos padrões normativos associado ao respeito e a concretização do direito



dos titulares envolvidos na Blockchain. Contudo, acredita-se que ficou demonstrada a necessidade de maior aprofundamento e a abertura de novos caminhos para o tema, que é de suma importância e consideravelmente instigante.

6 CONCLUSÕES

O problema de pesquisa proposto para este artigo foi o seguinte questionamento: como a tecnologia Blockchain está sendo utilizada no setor jurídico pela Administração Pública e pela Administração de Empresas e quais as diretrizes de Governança e Compliance são e podem ser utilizadas ou propostas para os referidos setores?

Após breve análise e demonstração dos instrumentos de aplicabilidade da plataforma, percebe-se que o principal objetivo da Blockchain no setor privado é a otimização da prestação de serviços. Com essa otimização, tem-se eficácia e redução dos custos de transação. Assim, há melhoria no gerenciamento dos processos para que o usuário destinatário do produto ou do serviço consiga alcançá-lo em menor tempo possível a partir do menor custo existente.

Lado outro, conforme evidenciado, pode-se deduzir que a Administração Pública está em busca de adequação tecnológica em vias de superar o paradigma burocrático. Um dos mecanismos adotados foi o uso da tecnologia Blockchain. A partir da revisão analítica realizada não se pode afirmar ou negar que há menor aplicação que na esfera privada. Contudo, pode-se afirmar que há empenho da Administração Pública em sua implementação, pois ao longo prazo poderá trazer ganhos de produtividade em consideráveis setores.

Como contribuição, as principais recomendações para criação de diretrizes de Governança e Compliance nos setores público e privado cinge-se em:

- I) Identificar os riscos envolvidos na atividade;
- II) Identificar os principais direitos que possivelmente podem sofrer violação a partir da implementação da plataforma *Blockchain*;
- III) Em relação às pessoas naturais, deve-se preceder a adequação a LGPD;
- IV) Em relação às pessoas jurídicas, deve-se estabelecer mecanismos de proteção ao direito constitucional ao sigilo dos dados;
- V) Sugere-se prezar pelo letramento informacional;



- VI) Sugere-se que todo o sistema seja transparente e auditável, em respeito à *accountability*.
- VII) Propõe-se que a *blockchain* seja constantemente atualizada para melhoria de sua adaptabilidade e segurança; e
- VIII) Propõe-se políticas de formação dos colaboradores para que tenham conhecimento sobre o uso e funcionamento da plataforma.

Todas as diretrizes e propostas são não exaustivas. Reconhece-se a limitação do estudo em razão da miríade de riscos atrelados individualmente a cada tipo de atividade. Portanto, competirá ao gestor identificá-los para melhor adequar a *blockchain* ao pretendido: aprimoramento da eficácia e gestão eficiente de recursos, com consequente redução dos custos de transação. Mas, apesar da limitação, o trabalho contribui na área e possibilita que novos estudos sejam realizados a partir deste ponto de partida em vias de aprimorar, criticar e até mesmo melhorar as diretrizes propostas.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, Eduardo Henrique Gaspar et al. **Tecnologia blockchain**: Aplicações no mercado imobiliário e seus impactos na dinâmica dos fundos de investimento imobiliário no Brasil. 2022.

ANTONUCCI, Francesca et al. A review on blockchain applications in the agri-food sector. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 14, p. 6129-6138, 2019.

AMD. **Making sense out of blockchain technologies**. Advanced Micro Devices. 2019. Disponível em: <https://www.amd.com/system/files/documents/blockchain-technology-explained.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BAHGA, A., MADISSETTI, V. K. Blockchain platform for industrial internet of things. **Journal of Software Engineering and Applications**, 9(10), 2016, p. 533-546.

BAUDLET, Matthias et al. The best of both worlds: A new composite framework leveraging pos and pow for blockchain security and governance. In: 2020 2nd Conference on Blockchain Research & Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS). **IEEE**, 2020. p. 17-24.

BERKELEY, Jhon. The Trust machine-The technology behind bitcoin could transform how the economy works. **The Economist**, v. 8962, p. 13-14, 2015.



BOSTROM, N.; SANDBERG, A. Converging cognitive enhancements. **Annals of the New York Academy of Science**, 1093, 2006, p. 201-227.

BRASIL. **Blockchain Tecnologias emergentes**. Governo Digital. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/governanca-de-dados/blockchain>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Blockchain no setor público**: Guia de conceitos e usos potenciais. TCU. Acórdão nº 1613/2020. Plenário, TC 031.044/2019-0, Rel. Min. Aroldo Cedraz, j. 24.6.2020. 2020. <https://enccla.camara.leg.br/acoes/arquivos/resultados-enccla-2020/blockchain-no-setor-publico-guia-de-conceitos-e-usos-potenciais>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Guia Programas de Compliance**. Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE). Ministério da Justiça, Brasília, 2016. Disponível em: <https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-do-cade/guia-compliance-versao-oficial.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Comunicado n 25.306, de 19 de fevereiro de 2014**. Esclarece sobre os riscos decorrentes da aquisição das chamadas "moedas virtuais" ou "moedas criptografadas" e da realização de transações com elas. Banco Central do Brasil. 2014. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=comunicado&numero=25306>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Governo começa a utilizar o blockchain na emissão da Carteira de Identidade Nacional**. Serviço Federal de Processamento de Dados – Serpro. 2023. Disponível em: <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2023/blockchain-emissao-cin>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Instrução Normativa (IN) n. 1.888 de 03/05/2019**. Institui e disciplina a obrigatoriedade de prestação de informações relativas às operações realizadas com criptoativos à Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil (RFB). Receita Federal do Brasil. 2019. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=100592>. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Lei n. 14.129 de 29 de março de 2021**. Dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública e altera a Lei nº 7.116, de 29 de agosto de 1983, a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 (Lei de Acesso à Informação), a Lei nº 12.682, de 9 de julho de 2012, e a Lei nº 13.460, de 26 de junho de 2017. Brasília, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/lei/l14129.htm. Acesso em: 14 mai. 2024.

BRASIL. **Levantamento da tecnologia blockchain**. Tribunal de Contas da União. Relator Ministro Aroldo Cedraz. Brasília: TCU, Secretaria das Sessões (Seses), 2020. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/levantamento-da-tecnologia-blockchain.htm>. Acesso em: 14 mai. 2024.



BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **Cinco modelos de capitalismo**. 2011. Disponível em: https://www.bresserpereira.org.br/papers/2011/11.32.Modelos_de_capitalismo-TD-280.pdf. Acesso em: 14 mai. 2024.

CANTO, A. L.; MONTEIRO, G.; EDUARDO, C.; MACIEL, L. H. **O que é, afinal, uma blockchain?** Departamento de Engenharia Eletrônica e de Computação - UFRJ - Redes de Computadores. 2019. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/blockchain/>. Acesso em: 14 mai. 2024.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. V. 1. 18. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2017.

CENTIERO, H. Bitcoin Proof of Work — The Only Article You Will Ever Have to Read. **Level Up Coding**. 2021.

CHAUM, David Lee. **Computer Systems established, maintained and trusted by mutually suspicious groups**. Riverside: University of California, 1979.

CROSBY, M., PATTANAYAK, P., VERMA, S. & KALYANARAMAN, V. Blockchain technology: Beyond bitcoin. **Applied Innovation**, (2), junho, 2016, p. 6-10.

CUEVA, Ricardo Villas Bôas. Funções e finalidades dos programas de compliance. In: CUEVA, Ricardo Villas Bôas; FRAZÃO, Ana (Coord.). **Compliance: Perspectivas e desafios dos programas de conformidade**. Belo Horizonte: Fórum, p. 53-69, 2018.

DE FILIPPI, Primavera; LOVELUCK, Benjamin. The invisible politics of bitcoin: governance crisis of a decentralized infrastructure. **Internet policy review**, v. 5, n. 4, 2016.

DECRYPT. Como funciona a Audius, a plataforma blockchain que quer concorrer com o Spotify. **Portal do Bitcoin**. UOL. 2021. Disponível em: <https://portaldobitcoin.uol.com.br/como-funciona-a-audius-a-plataforma-blockchain-que-quer-concorrer-com-o-spotify/>. 2021.

DONEDA, Danilo. O direito fundamental à proteção de dados pessoais. In: MARTINS, Guilherme Magalhães (Org.). **Direito Privado e Internet**. São Paulo: Atlas, 2014.

DIVINO, S. B. S. Smart Contracts: conceitos, limitações, aplicabilidade e desafios. **RJLB - Revista Jurídica Luso-Brasileira**, v. 4, p. 2771-2808, 2018.

DIVINO, S. B. S.; MAGALHAES, R. A. A proteção de dados da pessoa jurídica e a Lei 13.709/2018: reflexões à luz dos direitos da personalidade. **Scientia Iuris (Online)**, v. 23, p. 74-90, 2019.

ELLUL, Jacques. **The Technological Society**. New York: Vintage Books, 1954.

ESPING-ANDERSEN, Gøsta. **The Three Worlds of Welfare Capitalism**. Princeton: Princeton University Press, 1990.

ESCOBAR, M. G. **Contextualização e Introdução ao Blockchain**. PET Sistemas de Informação. Universidade Federal de Santa Maria. 2021. Disponível em:



<https://www.ufsm.br/pet/sistemas-de-informacao/2021/11/29/contextualizacao-e-introducao-ao-blockchain>. Acesso em: 14 mai. 2024.

FINCK, M. **Blockchain Regulation and Governance in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

FRAZÃO, Ana; OLIVA, Milena Donato; ABILIO, Vivianne da Silveira. Compliance de Dados Pessoais. In: FRAZÃO, Ana Frazão; TEPEDINO, Gustavo; OLIVA, Milena Donato (Coord). **A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais e suas Repercussões no Direito Brasileiro**. São Paulo: Revista dos Tribunais, p. 676-715, 2019.

GATTESCHI, Valentina et al. Blockchain and smart contracts for insurance: Is the technology mature enough? **Future internet**, v. 10, n. 2, p. 20, 2018.

GIBBARD, A.; VARIAN, H. R. Economic Models. **The Journal of Philosophy**, Nov., 1978, Vol. 75, No. 11 (Nov., 1978), pp. 664-677. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2025484>. Acesso em: 14 mai. 2024.

HABER, Stuart; STORNETTA, W. Scott. **How to time-stamp a digital document**. Springer Berlin Heidelberg, 1991.

HILEMAN, Garrick; RAUCHS, Michael. **Global Blockchain Benchmarking Study**. Cambridge: University of Cambridge: Judge Business School, 2017, p. A14.

HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. Inteligência Artificial como oportunidade para a regulação jurídica. **Direito Público**, v. 16, n. 90, 2019.

HUCKLE, S., BHATTACHARYA, R., WHITE, M.; BELOFF, N. Internet of things, blockchain and shared economy applications. **Procedia Computer Science** 98(1), 2016, p. 461-466

IBM. O que é a tecnologia blockchain? **IBM**. 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/blockchain>. Acesso em: 14 mai. 2024.

IERC. **Internet of Things**. 2014. Disponível em: http://www.internet-of-things-research.eu/about_iot.htm#:~:text=The%20IERC%20definition%20states%20that,us e%20intelligent%20interfaces%2C%20and%20are. Acesso em: 14 mai. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA (IBGC). **Código das melhores práticas de governança corporativa**. 5. ed. São Paulo: IBGC, 2015. Disponível em: <https://conhecimento.ibgc.org.br/Paginas/Publicacao.aspx?PubId=21138>. Acesso em: 17 de abr. 2021.

KIU, M. S.; CHIA, F. C.; WONG, P. F. Exploring the potentials of blockchain application in construction industry: a systematic review. **International journal of construction management**, v. 22, n. 15, p. 2931-2940, 2022

LEE, Kai-Fu. Inteligência Artificial. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.

LI, Shancang; DA XU, Li; ZHAO, Shanshan. The internet of things: a survey. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 243-259, 2015.



LIN, luon-Chang; LIAO, Tzu-Chun. A survey of blockchain security issues and challenges. **Int. J. Netw. Secur.**, v. 19, n. 5, p. 653-659, 2017.

LIU, Yue et al. A systematic literature review on blockchain governance. **Journal of Systems and Software**, v. 197, p. 111576, 2023.

LÚCIO, A.; SANTOS, J.; LINS, A. **HULW/UFPB lança serviço TelerRim com tecnologia do Lavid que associa vídeo digital e blockchain**. Universidade Federal da Paraíba. 2021. Disponível em: <https://www.ufpb.br/ufpb/contents/noticias/hulw-ufpb-lanca-servico-telerrim-com-tecnologia-do-lavid-que-associa-video-digital-e-blockchain>. Acesso em: 14 mai. 2024.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de gestão pública contemporânea**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

MENEZES, Alfred J.; VAN OORSCHOT, Paul C.; VANSTONE, Scott A. **Handbook of applied cryptography**. Boca Raton: CRC Press, 1996.

NABILOU, Hossein et al. Bitcoin governance as a decentralized financial market infrastructure. **Stanford Journal of Blockchain Law & Policy**, v. 4, n. 1, 2020.

NUBANK. O que é blockchain - uma explicação simples. **Nubank**. 2019. Disponível em: <https://blog.nubank.com.br/o-que-e-blockchain/>. Acesso em: 14 mai. 2024.

PILKINGTON, Mark. Blockchain technology: principles and applications. Research handbook on Digital Transformations. **Elgaronline**, 2016, p. 225-253.

POLLAN, M. **Second nature: A gardener's education**. New York, NY: Grove Press, 2003.

POLLAN, M. **Cooked: A natural history of transformation**. New York, NY: Penguin, 2013.

SAVULESCU, J.; BOSTROM, N. **Human enhancement**. London, UK: Oxford University Press, 2009.

PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcanti. **Tratado de Direito Privado: Parte Geral: Pessoas Físicas e Jurídicas**. Tomo 1. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

PORTO, Antônio Maristrello; LIMA JUNIOR, João Manoel de; SILVA, Gabriela Borges. Tecnologia Blockchain e Direito Societário: aplicações práticas e desafios para a regulação. **Revista de Informação Legislativa**, v. 56, n. 223, p. 11-30, 2019

SAVULESCU, J.; PERSSON, I. **Unfit for the future: The need for moral enhancement**. London, UK: Oxford University Press, 2012.

SIMONSEN, Ricardo. Os requisitos de um bom programa de compliance. In: CUEVA, Ricardo Villas Bôas; FRAZÃO, Ana. **Compliance: perspectivas e desafios dos programas de conformidade**. Belo Horizonte: Fórum, p. 105-128, 2018.

SMITH, Adam. **The Wealth of Nations: an inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations**. Chicago: University of Chicago Press, 1977.



SUNNY, Farhana Akter et al. A systematic review of blockchain applications. **IEEE Access**, v. 10, p. 59155-59177, 2022.

SU, Kehua; LI, Jie; FU, Hongbo. Smart city and the applications. In: 2011 international conference on electronics, communications and control (ICECC). **IEEE**, 2011. p. 1028-1031.

SZABO, Nick. Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. **Phonetic Sciences** Amsterdam. 1996.

TAMA, Bayu Adhi et al. A critical review of blockchain and its current applications. In: 2017 International Conference on Electrical Engineering and Computer Science (ICECOS). **IEEE**, 2017. p. 109-113.

TANDON, Anushree et al. Blockchain applications in management: A bibliometric analysis and literature review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 166, p. 120649, 2021.

TECH IN ASIA. Understanding Blockchain Consensus Mechanisms. **Youtube**. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ojxfbN78WFQ>. Acesso em: 14 mai. 2024.

VARIAN, Hal R.; VARIAN, Hal R. **Microeconomic analysis**. New York: Norton, 1992.

VIANNA, Fernando Ressetti Pinheiro Marques; DA SILVA, Petterson CRISTIAN GREDEL; PEINADO, Jurandir. O Blockchain e suas aplicações para além das criptomoedas: Uma revisão sistemática de literatura. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v. 9, n. 1, p. 67-81, 2020.

WANG, Qin et al. Blockchain for the IoT and industrial IoT: A review. **Internet of Things**, v. 10, p. 100081, 2020.

WERBACH, K. **The Blockchain and the new architecture of trust**. Cambridge: MIT Press, 2018.

WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. **Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia**. Artigo não publicado. Paris: Yeshiva University and Université Paris II, 2015, p. 1-58. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2580664>. Acesso em: 14 mai. 2024.

WRIGHT JR, Del. Quadratic voting and blockchain governance. **UMKC L. Rev.**, v. 88, p. 475, 2019.

XU, Min; CHEN, Xingtong; KOU, Gang. A systematic review of blockchain. **Financial innovation**, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2019.

ZHANG, Qinnan; ZHU, Jianming; WANG, Yuchen. Trustworthy dynamic target detection and automatic monitor scheme for mortgage loan with blockchain-based smart contract. In: **Blockchain and Trustworthy Systems: Second International Conference, BlockSys 2020, Dali, China, August 6–7, 2020, Revised Selected Papers 2**. Springer Singapore, 2020. p. 415-427.



