



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA,
GESTÃO E MÍDIA DO CONHECIMENTO

Marco Tulio Braga de Moraes

**TECNOLOGIA BLOCKCHAIN PARA A PROPRIEDADE INTELECTUAL EM
AMBIENTES DIGITAIS: aplicabilidade e contribuições ao direito autoral**

Florianópolis
2023

Marco Tulio Braga de Moraes

**TECNOLOGIA BLOCKCHAIN PARA A PROPRIEDADE INTELECTUAL EM
AMBIENTES DIGITAIS: aplicabilidade e contribuições ao direito autoral**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientadora: Prof.^a Gertrudes Aparecida Dandolini, Dr.^a
Coorientador: Prof. João Artur de Souza, Dr.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Moraes, Marco Tulio Braga de

Tecnologia blockchain para a propriedade intelectual em ambientes digitais : aplicabilidade e contribuições ao direito autoral / Marco Tulio Braga de Moraes ; orientadora, Gertrudes Aparecida Dandolini, coorientador, João Artur de Souza, 2023.

178 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Blockchain. 3. Propriedade Intelectual. 4. Sistemas Sociotécnicos. 5. Direito Autoral. I. Dandolini, Gertrudes Aparecida. II. Souza, João Artur de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Marco Tulio Braga de Moraes

**TECNOLOGIA BLOCKCHAIN PARA A PROPRIEDADE INTELECTUAL EM
AMBIENTES DIGITAIS: aplicabilidade e contribuições ao direito autoral**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 28 de setembro de 2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Giovanni Gracioli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

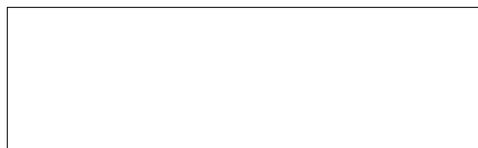
Prof. Edio Polacinski, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. José Renato Gaziero Cella, Dr.
Atitus Educação – ATITUS

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.



Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Prof.^a Gertrudes Aparecida Dandolini, Dr.^a
Orientadora

Florianópolis, 2023

Aos queridos pais e familiares.
A minha esposa, pelo amor e por desvelar
a cada dia o lado sensível da existência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de coração a todas as pessoas e instituições que tornaram possível a realização deste trabalho de dissertação. Aos meus familiares, meu pai e minha mãe, Carlos e Dalila, meus irmãos, Tatyanna e Marcondes, aos meus queridos sobrinhos e à minha esposa Rita e seus pais, Ninho[†] e Marli, pela constante inspiração, incentivo e apoio incondicional ao longo desta jornada. À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), pela confiança e suporte fornecidos. À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento (PPGEGC), que representam pilares fundamentais para meu crescimento acadêmico. Ao Núcleo de Estudos em Inteligência, Gestão e Tecnologias para Inovação (IGTI) e a todos os seus membros, em especial a Julieta pelas valiosas contribuições e compartilhamento de conhecimentos durante o percurso inicial desta pesquisa. À minha querida orientadora Gertrudes Aparecida Dandolini, que esteve ao meu lado, proporcionando orientação, confiança e apoio nos momentos mais desafiadores desta trajetória. Cada um de vocês desempenhou um papel crucial no meu desenvolvimento e sucesso acadêmico, e por isso sou eternamente grato.

"Uma ética que nos obrigue somente a preocupar-nos com os homens e a sociedade não pode ter esta significação. Somente aquela que é universal e nos obriga a cuidar de todos os seres nos põe de verdade em contato com o Universo e a vontade nele manifestada."

Prof. Albert Schweitzer (1875-1965)

The Ethics of Reverence for Life

RESUMO

Blockchain é um termo polissêmico que se refere a várias acepções, incluindo sua compreensão como uma tecnologia de registros validados em blocos, cada um vinculado ao seu antecessor até o bloco originário. A tecnologia blockchain vem chamando a atenção de diversos setores da sociedade, devido à adoção desta tecnologia, que possibilita maior segurança na transmissão de informações. Neste contexto, esta dissertação de mestrado explora o tema da propriedade intelectual em ambientes digitais e sua potencial integração com a tecnologia blockchain. Empregando o método de revisão integrativa da literatura e análise temática, o estudo investiga relações entre propriedade intelectual e blockchain. O objetivo, em seu aspecto geral, é analisar como a tecnologia blockchain se aplica à propriedade intelectual em ambientes digitais, no âmbito do sistema normativo vigente. A pesquisa é motivada pela necessidade de elucidar aspectos-chave sobre a utilização da tecnologia blockchain para a propriedade intelectual, particularmente no que diz respeito aos direitos autorais. A pesquisa contribui para os domínios acadêmico, jurídico e empresarial, ao apresentar a relevância da tecnologia blockchain em diversos setores da sociedade. Artigos de relevância científica substancial foram sistematicamente coletados e analisados. Os resultados revelam as múltiplas abordagens sobre a definição de blockchain, suas propriedades, funcionamento e áreas de aplicação, contribuindo para o entendimento da tecnologia. Entre as aplicações, há ênfase na propriedade intelectual aos direitos autorais, com destaque para a proteção, violação de direitos, evidência de autoria, rastreabilidade de ativos, entre outras. Além disso, foram identificadas contribuições da aplicação da tecnologia blockchain em propriedade intelectual, considerando os desafios envolvendo o tema desta pesquisa. As descobertas sobre as relações entre a tecnologia blockchain e a propriedade intelectual têm implicações significativas sobre os direitos de autor em meio digital, sobretudo para as próximas dinâmicas sociotécnicas envolvendo tecnologia e sociedade.

Palavras-chave: blockchain; propriedade intelectual; sistemas sociotécnicos; direito autoral.

ABSTRACT

Blockchain is a polysemic term that refers to several meanings, including its understanding as a technology of records validated in blocks, each linked to its predecessor up to the original block. Blockchain technology has been attracting the attention of various sectors of society, due to the adoption of this technology, which allows for greater security in the transmission of information. In this context, this master's thesis explores the topic of intellectual property in digital environments and its potential integration with blockchain technology. Using the method of integrative literature review and thematic analysis, the study investigates relationships between intellectual property and blockchain. The objective, in its general aspect, is to analyze how blockchain technology applies to intellectual property in digital environments, within the scope of the current regulatory system. The research is motivated by the need to elucidate key aspects about the use of blockchain technology for intellectual property, particularly with regard to copyright. The research contributes to the academic, legal and business domains, by presenting the relevance of blockchain technology in different sectors of society. Articles of substantial scientific relevance were systematically collected and analyzed. The results reveal the multiple approaches to defining blockchain, its properties, functioning and areas of application, contributing to the understanding of the technology. Among the applications, there is an emphasis on intellectual property and copyright, with emphasis on protection, violation of rights, evidence of authorship, asset traceability, among others. Furthermore, contributions from the application of blockchain technology in intellectual property were identified, considering the challenges surrounding the topic of this research. The discoveries about the relationships between blockchain technology and intellectual property have significant implications for copyright in digital media, especially for the upcoming socio-technical dynamics involving technology and society.

Keywords: blockchain; copyright; intellectual property; sociotechnical systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Web.....	19
Figura 2 – Cronologia para os paradigmas da computação.....	20
Figura 3 – Busca do constructo “blockchain” na base de dados SCOPUS.....	21
Figura 4 – Marcos temporais e possíveis integrações do blockchain.....	24
Figura 5 – Evolução da abordagem sociotécnica.....	35
Figura 6 – Evolução da Web em três fases.....	36
Figura 7 – Sistemas sociotécnicos e restrições à integração entre os serviços sociais.....	39
Figura 8 – Funcionamento geral do blockchain.....	42
Figura 9 – Fonte de dados integrada a uma rede blockchain pública (Bitcoin)	44
Figura 10 – Gerações do blockchain, evolução da Web e paradigmas da computação.....	53
Figura 11 – Principais leis nacionais aplicáveis à propriedade industrial.....	58
Figura 12 – Leis aplicáveis ao direito autoral nacional.....	63
Figura 13 – Visão geral do uso de blockchain em ecossistemas PI.....	67
Figura 14 – Processo para uma revisão integrativa.....	72
Figura 15 – Conexão entre os blocos em uma rede blockchain.....	93
Figura 16 – Estrutura <i>hash</i> de um blockchain.....	94
Figura 17 – Nó de gênese, função <i>hash</i> e encriptação <i>one-way</i>	95
Figura 18 – Diferenças na estabilidade entre sistemas distribuídos e hierárquicos.....	96
Figura 19 – Representação de ataque a um nó de rede blockchain.....	97
Figura 20 – Resiliência do blockchain e a força dos sistemas distribuídos.....	98
Figura 21 – Regra de consenso (50% + 1) para validação de um bloco.....	100
Figura 22 – Níveis de permissibilidade em redes públicas, privadas e híbridas.....	102
Figura 23 – Aplicações da tecnologia blockchain na área de PI.....	114
Figura 24 – Etapas para a aplicação de PI em redes blockchain.....	129
Figura 25 – Mapa mental com a síntese dos resultados.....	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos publicados pelos alunos do PPGE GC.....	29
Quadro 2 – Entendimento sobre propriedade intelectual e o conhecimento.....	30
Quadro 3 – Definições da Web e suas fases.....	37
Quadro 4 – Blockchain no contexto das instituições públicas.....	46
Quadro 5 – Aplicações do blockchain para sustentabilidade ambiental.....	47
Quadro 6 – Conceito, tecnologias e características do blockchain.....	49
Quadro 7 – Lacunas para a implantação do blockchain.....	50
Quadro 8 – Problemas tecnológicos e fatores não-tecnológicos.....	50
Quadro 9 – <i>Global Innovation Index 2022</i>	54
Quadro 10 – Acordos internacionais aos direitos autorais.....	64
Quadro 11 – Característica da pesquisa.....	70
Quadro 12 – Critérios de pesquisa base de dados SCOPUS.....	75
Quadro 13 – Critérios de pesquisa base de dados Web of Science.....	75
Quadro 14 – Critérios de pesquisa base de dados IEEE Xplore.....	76
Quadro 15 – Critérios de pesquisa base de dados SciELO.....	76
Quadro 16 – Resultado das buscas nas bases de dados.....	77
Quadro 17 – Resultado com a seleção dos artigos.....	77
Quadro 18 – Abordagens estabelecidas para as análises.....	79
Quadro 19 – Artigos que abordam os temas e síntese temática.....	80
Quadro 20 – Múltiplas abordagens à definição de blockchain.....	84
Quadro 21 – Elementos constitutivos e sínteses à definição de blockchain.....	88
Quadro 22 – Síntese dos elementos que caracterizam o blockchain.....	89
Quadro 23 – Aplicações para a proteção de PI.....	115
Quadro 24 – Aplicações no gerenciamento de PI.....	117
Quadro 25 – Aplicações em segurança de PI.....	118
Quadro 26 – Aplicações para o comércio de PI.....	119
Quadro 27 – Aplicações em detecção e antifalsificação de PI.....	120
Quadro 28 – Aplicações em violação de direitos de PI.....	120
Quadro 29 – Aplicações em certificação e registro de PI.....	121
Quadro 30 – Aplicações em prova e evidência de autoria.....	122
Quadro 31 – Aplicações em distribuição, divulgação e transparência de PI.....	123

Quadro 32 – Aplicações em verificação de autoria e propriedade de PI.....	124
Quadro 33 – Aplicações em rastreabilidade de PI.....	124
Quadro 34 – Principais contribuições do blockchain em PI.....	128
Quadro 35 – Principais desafios para a aplicação do blockchain em PI.....	134

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BTC	Bitcoin network digital cryptocurrency (bitcoin)
CBL	Câmara Brasileira do Livro
CRM	Collective Rights Management (Gestão Coletiva de Direitos)
DAPPS	Aplicativos Descentralizados
DLT	Distributed Ledger Technology (Tecnologia de Registro Distribuídos)
DPI	Direito de Propriedade Intelectual
e-PVP	Proteção Eletrônica de Variedades de Plantas
ETH	Ethereum network digital cryptocurrency (ether)
GATT	Acordo Geral de Tarifas e Comércio
GDPR	General Data Protection Regulation
I. A.	Inteligência Artificial
IGTI	Núcleo de Estudos em Inteligência, Gestão e Tecnologias para Inovação
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
LDA	Lei de Direito Autoral
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
NFT	Non-Fungible Token (Token Não Fungível)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
ONU	Organização das Nações Unidas
P2P	Peer-to-peer (ponto a ponto)
PC	Personal Computer (Computador Pessoal)
PI	Propriedade Intelectual
PPGEGC	Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento
TCU	Tribunal de Contas da União
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WEF	World Economic Forum

WIPO World Intellectual Property Organization
WWW World Wide Web

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO.....	18
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA.....	25
1.3	OBJETIVOS.....	26
1.3.1	Objetivo Geral.....	26
1.3.2	Objetivos Específicos.....	26
1.4	JUSTIFICATIVA.....	26
1.5	ADERÊNCIA DO TEMA AO PPGE GC.....	28
1.6	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	30
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	31
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	32
2.1	EVOLUÇÃO SOCIOTÉCNICA.....	32
2.2	A WEB.....	35
2.3	BLOCKCHAIN.....	40
2.3.1	A tecnologia blockchain segundo interesses públicos.....	45
2.3.2	Lacunas identificadas.....	49
2.3.3	Problemas tecnológicos e fatores não tecnológicos.....	50
2.4	PROPRIEDADE INTELECTUAL.....	53
2.4.1	Aspectos fundamentais da Propriedade Intelectual.....	53
2.4.2	Direito de propriedade industrial.....	56
2.4.3	Direito Autoral e <i>Copyright</i>.....	58
2.4.4	Propriedade Intelectual e Blockchain.....	66
3.	METODOLOGIA.....	69
3.1	REVISÃO DE LITERATURA INTEGRATIVA.....	71
3.1.1	1ª Etapa: Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa.....	73
3.1.2	2ª Etapa: Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão.....	73
3.1.3	3ª Etapa: Identificação dos estudos selecionados.....	77
3.1.4	4ª Etapa: Categorização dos estudos selecionados.....	78
<i>3.1.4.1</i>	<i>Familiarização com os dados.....</i>	<i>79</i>
<i>3.1.4.2</i>	<i>Geração de temas.....</i>	<i>79</i>
<i>3.1.4.3</i>	<i>Portfólio temático da análise.....</i>	<i>79</i>
3.1.5	5ª Etapa: Interpretação dos resultados.....	83

3.1.6	6ª Etapa: Apresentação da síntese do conhecimento.....	83
4	RESULTADOS.....	84
4.1	BLOCKCHAIN.....	84
4.1.1	Propriedades fundamentais do blockchain.....	89
4.1.2	Funcionamento de um blockchain.....	93
4.2	ÁREAS DE APLICAÇÃO E APLICAÇÕES EM PI.....	103
4.2.1	Aplicações em PI.....	105
4.2.1.1	<i>Proteção.....</i>	<i>114</i>
4.2.1.2	<i>Gerenciamento.....</i>	<i>116</i>
4.2.1.3	<i>Segurança.....</i>	<i>117</i>
4.2.1.4	<i>Comércio.....</i>	<i>118</i>
4.2.1.5	<i>Detecção e antifalsificação.....</i>	<i>119</i>
4.2.1.6	<i>Verificação de violação de direitos.....</i>	<i>120</i>
4.2.1.7	<i>Certificação e registro.....</i>	<i>121</i>
4.2.1.8	<i>Elemento probatório e evidência de autoria.....</i>	<i>122</i>
4.2.1.9	<i>Distribuição, divulgação e transparência.....</i>	<i>122</i>
4.2.1.10	<i>Verificação de autoria e propriedade.....</i>	<i>123</i>
4.2.1.11	<i>Rastreabilidade.....</i>	<i>124</i>
4.3	CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS DA APLICAÇÃO DO BLOCKCHAIN EM PI....	125
4.3.1	Contribuições da aplicação do blockchain em PI.....	125
4.3.2	Desafios para a aplicação do blockchain em PI.....	130
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	140
	REFERÊNCIAS.....	142
	APÊNDICE A – Síntese: conceitos ou definições sobre blockchain.....	153
	APÊNDICE B – Síntese: propriedades do blockchain.....	155
	APÊNDICE C – Síntese: funcionamento do blockchain.....	157
	APÊNDICE D – Síntese: áreas de aplicação (geral) do blockchain.....	160
	APÊNDICE E – Síntese: aplicações em propriedade intelectual (PI).....	162
	APÊNDICE F – Síntese: contribuições da aplicação do blockchain em PI.....	165
	APÊNDICE G – Síntese: desafios para a aplicação do blockchain em PI.....	167
	APÊNDICE H – Estudos sobre as aplicações da tecnologia blockchain em PI....	170
	ANEXO A – Processo para uma revisão integrativa.....	175
	ANEXO B – Gerações do blockchain, evolução da Web e paradigmas da computação... 176	

ANEXO C – Etapas para a aplicação de PI em redes blockchain.....	177
ANEXO D – Mapa mental com a síntese dos resultados.....	178

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por finalidade apresentar o contexto em que o tema da dissertação está inserido, o problema de pesquisa, além dos objetivos, geral e específico. Explicita-se a justificativa para a elaboração desta pesquisa, bem como a aderência do tema ao Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento (PPGEGC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). São ainda mencionadas as delimitações do estudo, e, por fim, a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

O registro e a disseminação de conhecimento permitiram à humanidade, de modo contínuo, inovar as formas de representação das criações intelectuais. O exemplo marcante é, sem dúvida, a prensa de tipos móveis de Johannes Gutenberg que, por volta de 1450, possibilitou, em maior escala, a produção e difusão do livro impresso (WACHOWICZ, 2012). No século XVIII, o comércio impresso e a mecanização movida a vapor estimularam a promulgação seminal de estatutos que conceituavam direitos autorais e patentes como direitos de propriedade pessoal (CASTELLANO; TOSATO, 2020). Com o feito, ao longo do tempo, ciência e tecnologia foram influenciadas não só pela melhora na capacidade de produção de impressos e outras mídias, mas, sobretudo, nas ideias de uma economia global baseada no saber (CASTELLS, 2008, p. 165), na geração de conhecimentos e processamento de dados. Deste modo, o registro explícito dos conhecimentos humanos reafirma a importante função de auxiliar no desenvolvimento de diversas áreas da ciência e tecnologia.

Neste sentido, no que tange a influência tecnológica para a mudança social das últimas décadas, é imprescindível salientar o marco estabelecido pelo trabalho científico de Tim Berners-Lee (1996), com a concepção da *World Wide Web* (W3C, 1998). Como resultado, o artigo seminal de Berners-Lee delineou as características do que viria a ser um “projeto de hipertexto” chamado “Rede Mundial de Computadores”, em que uma “rede” de “documentos em hipertexto¹” poderiam ser visualizados por meio de “navegadores” (CERN, 2019).

¹ A ideia por trás deste conceito é a conexão progressiva de textos formando um hipertexto, isto é, a interconexão que une um conjunto de informações em ambiente digital, distribuído globalmente. Para um maior entendimento sobre esta dimensão, além da técnica, há que se conhecer o ponto de vista de Lévy (1999, p.146), no texto intitulado *Cibercultura*.

Em sua origem, a Web foi concebida para atender às demandas de compartilhamento de informações entre cientistas de universidades e institutos de pesquisa em todo o mundo. As narrativas envolvendo a história da *World Wide Web* (WWW) denominaram essa primeira fase de “Web 1.0”, cuja característica intrínseca foi a leitura de informações através de redes de computadores (CHOUDHURY, 2014), em poucas palavras, conforme o respectivo autor, “a Web inicial nos permitiu pesquisar informações e lê-las”.

O segundo momento da Web é conhecido por suas aplicações, adotadas por instituições e organizações em todo o mundo, que possibilitaram o armazenamento de informações em bancos de dados. Berners-Lee (1998) destaca que a segunda geração da WWW orientou a montagem e gerenciamento de vasta quantidade de interesses comuns e interações, em âmbito global. Nas palavras de Berners-Lee, “um espelho realista ou personificação primária das formas como trabalhamos, nos divertimos e nos socializamos”, evolução denominada “Web 2.0”, como destaca também Choudhury (2014), em trabalho sobre a evolução da Web.

Na história recente as possibilidades de comunicação e interação humana se expandiram conjuntamente ao desenvolvimento tecnológico e a difusão das redes digitais. Diante deste constante desenvolvimento técnico-científico, novas fronteiras foram alcançadas e, por consequência, despontam inovações nos campos da *Big Data Analytics*, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (I.A.) e Blockchain, para citar alguns modelos tecnológicos mais conhecidos no universo científico.

O atual modelo tecnológico para as redes de computadores, de âmbito global, é chamado por Berners-Lee de “Web Semântica” ou “Web 3.0”. Além disso, segundo Algoasibi (2015), nesta terceira fase, o que há de fato é uma transformação em uma rede de significados, isto é, a Web torna-se compreensível para máquinas em vez de apenas legível por máquinas.

Figura 1 – Evolução da Web



Fonte: Elaborado pelo autor, segundo Choudhury (2014), Fleerackers e Meyvis (2019) e Król (2020).

Não restam dúvidas de que, nos últimos anos, a rápida evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), a infraestrutura decorrente deste contexto de acesso e a popularização das TIC consolidaram a criação de organizações baseadas em sistemas distribuídos (TANENBAUM; VAN STEEN, 2007)². Conforme Schwab (2016), esse movimento surgiu concomitantemente aos paradigmas da computação disruptiva, que, segundo o autor, aconteceram em cinco fases essenciais: Mainframe (1970s), Computador Pessoal (1980s), Internet (1990s), Social-Mobile (2000s), Blockchain (2010s). Essas circunstâncias permitiram o desenvolvimento e uma percepção sobre os potenciais usos da tecnologia blockchain.

Figura 2 – Cronologia para os paradigmas da computação



Fonte: Elaborado pelo autor, conforme Schwab (2016).

Deste modo, por meio de uma visão evolutiva, nas últimas décadas, as tecnologias digitais incentivaram pesquisadores aos estudos de inovações para as mais diversas técnicas de gestão de ativos do conhecimento. Quer dizer, a interação entre as formas de conhecimento explícito e implícito é o que propicia a geração de novos conhecimentos (TEEC, 1998). Em um contexto empresarial, por exemplo, o mesmo autor ressalta algumas ideias sobre a utilidade do conhecimento tácito, o aprendizado por meio da observação de novas tecnologias, conhecimentos positivos (acertos) e negativos (falhas) na busca por inovação, conhecimentos autônomo ou sistemático, e, por fim, o regime de propriedade intelectual (PI), logo, se o conhecimento goza de proteção sob as leis de propriedade intelectual em determinado contexto.

Assim, a popularização de sistemas digitais para a troca de informações permitiu também uma expansão na percepção sobre a relação entre um determinado ativo intangível e valor agregado, é o que destaca Moro-Visconti (2022) em artigo introdutório sobre avaliação de ativos. Em uma economia baseada em redes digitais, juntamente com as tecnologias vinculadas ao ecossistema da Internet, desenvolveram-se modelos sofisticados de gestão de ativos intangíveis por meio de softwares. Em outras palavras, ativos que se manifestam por si só, com

² Utilizando a caracterização de Tanenbaum e Van Steen (2007), sem ser muito específica, entende-se por sistema distribuído “um conjunto de computadores independentes que se apresenta a seus usuários como um sistema único e coerente”.

propriedades econômicas intrínsecas, e, mesmo que não possuam características físicas, concedem benefícios econômicos ao(s) seu(s) proprietário(s).

Neste contexto, foram expandidas as possibilidades de proteção para ativos do conhecimento. Um exemplo evidente dessa mudança é a proteção dos direitos de propriedade intelectual, como as licenças para exploração econômica aos autores de ativos intangíveis propagados em registros nas redes blockchain, conhecidos como *Non-Fungible Tokens* (NFT). Pessler (2021) destaca que um NFT é uma informação registrada em uma blockchain, utilizada como ativo e passível de formas de contratação para distribuição de royalties.

No âmbito científico, a partir de 2017 há um crescimento vertiginoso das pesquisas relacionadas ao tema blockchain. Conforme pesquisa em base de dados científicos há movimento ascendente relacionado ao interesse sobre o tema blockchain, em grande parte, os estudos consideram a transformação digital e a evolução nas formas das organizações sociais ligadas ao acesso à informação e a criação de conhecimentos. Em cerca de uma década, a média de resultados de pesquisa, por exemplo, na base SCOPUS, sobre o constructo “blockchain” passou de algumas publicações para milhares de publicações ao ano, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Busca do constructo “blockchain” na base de dados SCOPUS



Fonte: Bases de dados SCOPUS.

A tecnologia blockchain vem ganhando espaço nas discussões científicas e empresariais, como promessa para a implementação nas atividades organizacionais das mais diversas competências. Desta forma, em um contexto não acadêmico, empreendedores em diversas áreas de negócios e instituições internacionais renomadas estão angariando recursos para o

desenvolvimento do tema blockchain. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico³ (OCDE) vem nos últimos anos, por meio do “Centro Global de Políticas Blockchain” (*The Global Blockchain Policy Centre*), explorando os riscos e benefícios do blockchain. Fórum Econômico Mundial⁴ estabeleceu uma rede de conhecimentos multissetorial e interdisciplinar, cujo intuito é promover discussões para o pensamento inovador para estabelecer diretrizes a um futuro mais resiliente, inclusivo e sustentável. A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (*World Intellectual Property Organization – WIPO*)⁵ organizou a “Força-Tarefa Blockchain” para elaboração de um novo padrão da WIPO para apoiar as possíveis aplicações de tecnologias blockchain em ecossistemas de propriedade intelectual (PI). No Brasil o Tribunal de Contas da União⁶ (TCU) e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) iniciaram discussões sobre o tema com o intuito de trazer inovação, eficiência, transparência e integridade aos atos e contratos da administração pública. Com isso, instituições nacionais e internacionais visam estabelecer políticas e normas de utilização para a tecnologia.

Por conseguinte, os trabalhos realizados institucionalmente estimulam a sociedade civil à adoção da tecnologia em projetos de maior impacto social, basta notar a importância que as criptomoedas ganharam nos últimos anos em relação às atividades da indústria financeira⁷. Em relatório publicado pelo *Bank of America*, Alkesh Shah, chefe de estratégia global de criptomoedas e ativos digitais destacou em sua fala que “Bitcoin é importante (...) mas o ecossistema de ativos digitais é muito mais”.

Segundo estudo preliminar organizado pela WIPO, algumas vantagens decorrentes do uso do blockchain podem ser elencadas como fundamentos ao entendimento do tema, por exemplo: a descentralização da rede, a imutabilidade dos registros e a segurança como resultado da criptografia envolvendo os processos⁸. Por outro lado, no atual estágio de evolução das redes

³ As boas políticas e abordagens regulatórias indicadas pela OCDE podem ser consultadas no sítio eletrônico da organização. Disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/blockchain/>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

⁴ Entre as propostas do Fórum Econômico Mundial estão as diretrizes para melhorar o impacto ambiental, social e econômico do Blockchain. Disponível em: <<https://www.weforum.org/reports/guidelines-for-improving-blockchain-s-environmental-social-and-economic-impact>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

⁵ O documento publicado pela WIPO aborda desafios como interoperabilidade, governança e regulamentação. Disponível em: <<https://www.wipo.int/cws/en/blockchain-and-ip.html>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

⁶ A iniciativa brasileira visa, sobretudo, desenvolver a cooperação entre países no Mercosul por meio de uma rede de troca de dados. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/tcu-e-bndes-lancam-rede-blockchain-brasil-e-definem-proximos-passos.htm>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

⁷ A pesquisa realizada pelo *Bank of America* explora as implicações em setores como finanças, tecnologia, cadeias de suprimentos, mídia social e jogos”. Disponível em: <<https://newsroom.bankofamerica.com/content/newsroom/press-releases/2021/10/bofa-global-research-launches-coverage-of-digital-assets.html>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

⁸ A WIPO, em colaboração com seus estados membros, preparou um documento intitulado *Blockchain technologies and IP ecosystems: A WIPO white paper* com objetivos de auxiliar em políticas estratégicas e tomada

blockchain não há critérios ou políticas públicas consolidadas que estabeleçam formas abrangentes e consensuais para a governança e sustentabilidade das organizações. No Brasil iniciativa legislativa originou a recente Lei 14.478 de dezembro de 2022, que estabelece linhas diretrizes fundamentais para negociação, transferência e realização de pagamento utilizando “ativos virtuais”⁹ em meios eletrônicos. O regramento normativo brasileiro dispõe essencialmente sobre questões relativas aos avanços dos crimes e fraudes envolvendo troca, transferência, custódia, oferta e venda de ativos virtuais.

A restrição da matéria prevista na referida lei, mais especificamente, à pessoa jurídica prestadora de serviços de ativos virtuais, deixa de fora pessoas físicas e importantes questões relacionadas à fungibilidade dos bens transacionados, propriedade e autoria de “ativos virtuais”, para usar o termo empregado pela norma. É importante ressaltar que, mesmo não abordando outros assuntos importantes, sobretudo em relação aos direitos de propriedade, mesmo assim, a lei promove um importante passo nas estratégias para uso futuro da tecnologia. Este passo é um avanço necessário para abordagens em outras instâncias, para além do campo monetário. Assim, destaca Savelyev (2018), a legalização das “moedas digitais” e operações decorrentes desta dinâmica são condições essenciais para a facilitação e adoção da tecnologia blockchain.

Em todo caso, há importantes iniciativas internacionais, como as realizadas pela OCDE, que vem dedicando esforços no estabelecimento de linhas diretrizes e consolidação de recomendações para a adoção de tecnologias emergentes, em especial, à promoção de fóruns para debates sobre blockchain – “*OECD Global Blockchain Policy Forum*”¹⁰. O evento periódico vem gerando resultados positivos, consolidando recomendações e fornecendo orientações para os atores dos ecossistemas das redes blockchain. Segundo a organização, podem ser citados seis pontos chaves como recomendações¹¹ para a atuação de atores nesses ecossistemas: (1) Conformidade e Coerência, (2) Governança, Transparência e Responsabilidade; (3) Interoperabilidade; (4) Segurança Digital e Privacidade; (5) Educação e Desenvolvimento de Habilidades e (6) Impacto ambiental. Estas recomendações foram desenvolvidas com base em práticas e evidências relacionadas à evolução das redes blockchain ao longo dos últimos anos. A Figura 4

de decisão sobre a adoção de tecnologias blockchain. Disponível em: <<https://www.wipo.int/cws/en/blockchain-and-ip.html>>. Acesso em: 17 abr. 2023.

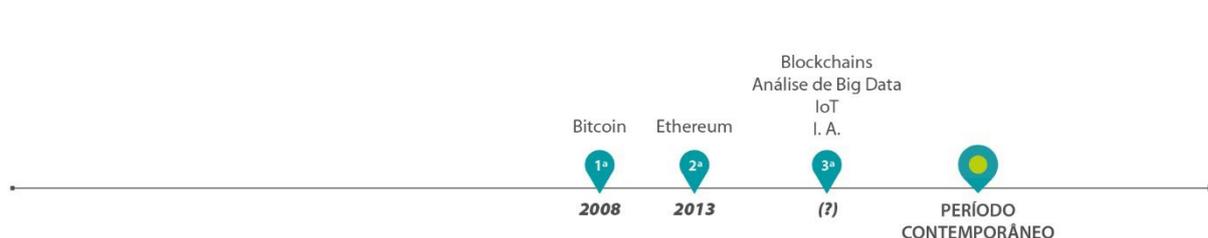
⁹ Segundo a Lei nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022, considera-se ativo virtual a representação digital de valor que pode ser negociada ou transferida por meios eletrônicos e utilizada para realização de pagamentos ou com propósito de investimento.

¹⁰ *OECD Global Blockchain Policy Forum 2022*. Disponível em: <<https://www.oecd.org/finance/oecd-blockchain-policy-forum.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

¹¹ Título original: *OECD Recommendation on Blockchain and other DLT*. Disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/blockchain/oecd-recommendation-on-blockchain-and-other-dlt.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2023.

apresenta marcos temporais importantes e possíveis integrações do blockchain com outras tecnologias com potencial de aplicação.

Figura 4 – Marcos temporais e possíveis integrações do blockchain



Fonte: Elaborado pelo autor, segundo: Swan (2015).

Em consideração ao escopo científico desta pesquisa, o problema que se apresenta está relacionado à adoção da tecnologia blockchain para a propriedade intelectual no âmbito digital, considerando o sistema normativo vigente. A tecnologia blockchain fornece um novo paradigma para segurança de armazenamento de dados e, ao mesmo tempo, pode ser entendida como um livro de registro digital com base no princípio da descentralização. Quer dizer, o blockchain ganha evidência por integrar os seguintes fatores: (1) transparência; (2) redundância; (3) imutabilidade e (4) desintermediação. Savelyev (2018) destaca a importância dos possíveis benefícios da tecnologia, sobretudo quando há necessidade de compartilhamento de trabalhos protegidos por *copyright* em ambientes digitais. Pesquisas recentes (JING. N. *et al.*, 2021; SONG *et al.*, 2021; RYAN *et al.*, 2021; MODIC *et al.*, 2019) apontam importantes vantagens da tecnologia blockchain para gestão de *copyright* e proteção de direitos de autor, das quais podem ser citadas: descentralização e verificação coletiva, transparência e abertura, distribuição de *royalties*, resistência à adulteração, rastreabilidade, entre outras. Essas vantagens têm gerado progressos nas pesquisas sobre a gestão de propriedade intelectual em ambientes digitais.

A propriedade intelectual, no contexto digital, apresenta diversos desafios que requerem atenção e soluções adequadas. É importante destacar que os desafios transcendem os limítrofes dos países e, por isso, é uma questão complexa. Entre as questões evidentes (TRESISE; GOLDENFEIN; HUNTER, 2018; SAVELYEV, 2018) estão a pirataria digital, a facilidade de replicar e distribuir conteúdo dos detentores de direitos autorais, a dificuldade de detecção de violações de direitos, a falsificação de produtos digitais, como softwares e aplicativos, a dificuldade de rastreamento devido a natureza descentralizada da internet, além de desafios jurídicos internacionais, como diferentes leis de direitos autorais de país para país, o que torna complexa a aplicação e a harmonização dessas leis em um contexto global. Outros fatores envolvem a

gestão de propriedade intelectual em ambiente digital, privacidade e segurança de informações pessoais.

Embora a evolução tecnológica dos últimos anos tenha contribuído para o avanço de soluções nas questões mencionadas anteriormente, os desafios da propriedade intelectual em ambiente digital são complexos, exigindo uma abordagem multifacetada que abrange aspectos legais, tecnológicos e éticos. Lidar com esses desafios é crucial para assegurar que os criadores de conteúdo e detentores de direitos autorais sejam devidamente compensados por suas criações e protegidos contra os riscos inerentes a um mundo cada vez mais digitalizado.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

A inovação do tema e o desejo de contribuir com as atividades das diversas partes envolvidas na prática e reflexão sobre a propriedade intelectual constituíram o propósito desta pesquisa. Trata-se de um estudo científico que tem como objetivo explorar e esclarecer abordagens para a utilização da tecnologia blockchain pelos atores envolvidos no sistema nacional de propriedade intelectual. O objetivo é criar subsídio para auxiliar aqueles – sejam pessoas físicas ou jurídicas – que investem recursos para a proteção e gestão de seus ativos intelectuais. O foco na integração da tecnologia blockchain à propriedade intelectual permite encontrar caminhos para a solução de desafios específicos, sobretudo aqueles relacionados à proteção, rastreabilidade e gerenciamento de ativos de propriedade intelectual em um contexto digital. Diante dessa perspectiva, o presente trabalho de dissertação investiga a tecnologia blockchain e os direitos de propriedade intelectual em ambientes digitais. Assim, apresentar-se-á a seguinte pergunta de pesquisa:

“Como a tecnologia blockchain contribui para a propriedade intelectual, especialmente aos direitos de autor em ambientes digitais?”

A abordagem permite que se examine os benefícios e as implicações dessa integração, além de explorar casos de uso, considerações legais, técnicas e práticas. Outrossim, deve-se considerar a amplitude da pergunta proposta, evitando ampliar demais a abordagem da investigação, de forma a não prejudicar a obtenção de respostas plausíveis. Por consequência, o escopo desta pesquisa é limitado ao contexto jurídico brasileiro e não abrange o campo da propriedade industrial de competência do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). No entanto, a pesquisa se concentra nos direitos de propriedade intelectual, com ênfase nos direitos autorais.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar como a tecnologia blockchain se aplica à propriedade intelectual em ambientes digitais, no âmbito do sistema normativo vigente.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever o que é a tecnologia blockchain, seus conceitos fundamentais, propriedades, funcionamento e aplicação;
- b) Mapear as principais aplicações da tecnologia blockchain em propriedade intelectual, com ênfase nos direitos autorais em ambiente digital; e
- c) Identificar as contribuições e desafios do uso da tecnologia blockchain para a propriedade intelectual.

1.4 JUSTIFICATIVA

Desde a criação e lançamento da rede Bitcoin, em meados do ano 2008, a tecnologia de *ledgers* distribuídos (DLT)¹², também conhecida como tecnologia das redes blockchain, foi aceita nos mais diversos ramos da atividade humana. São aplicações em áreas como finanças descentralizadas, emissão de certificados educacionais, registros de produtos em cadeias de suprimentos e, mais recentemente, aplicações envolvendo bens intangíveis nos ecossistemas de propriedade intelectual. Neste espectro, a tecnologia blockchain mostra-se promissora no auxílio à proteção de obras intelectuais e nas formas de gerir ativos físicos em relação à uma representação digital – como o exemplo, já citado, sobre os *Non-fungibles Tokens* (NFT) – utilizados em obras de arte. Além disso, as redes blockchain permitem trocas de valores, de forma descentralizada – pessoa-a-pessoa (*peer-to-peer* - P2P). O que há, de fato, além de possibilidade de gestão de negócios e fortalecimento de processos mais seguros entre partes, é a governança de organizações em rede digital. Segundo John (2018), a governança deve ser

¹² Importante esclarecer que para o escopo deste trabalho *Distributed Ledger Technology* (DLT) e Blockchain serão utilizados como sinônimos. Buscando melhor normatização para a utilização do termo blockchain no âmbito da língua portuguesa e do entendimento de um sistema formado por conceitos e tecnologias, utilizou-se para o termo blockchain, o artigo “a” como antecessor, referindo-se “a blockchain” como “a rede blockchain”.

entendida como regras de tomada de decisão coletiva em ambientes onde há pluralidade de atores ou organizações.

A *World Intellectual Property Organization* (WIPO), em documento intitulado “*Blockchain technologies and IP ecosystems: A WIPO white paper*”¹³, relata a “falta generalizada de compreensão, e adoção, referente a exploração de soluções operacionais no âmbito das tecnologias blockchain”. A referida organização alerta para a necessidade de se investigar e criar soluções produtivas para estender o entendimento sobre o potencial da tecnologia blockchain na solução de problemas reais da humanidade. Assim, em consonância às expectativas da WIPO, justifica-se a elaboração desta pesquisa, uma vez que, há necessidade de respostas às seguintes indagações:

- (a) Quais as possibilidades de aplicação da tecnologia blockchain para os Direitos de Propriedade Intelectual (DPI)?
- (b) Como auxiliar a segurança no processamento de informações sobre objetos de PI?
- (c) Quais os principais padrões da tecnologia blockchain em conformidade com os ecossistemas de propriedade intelectual?
- (d) Como são os modelos de referência para o uso de tecnologias blockchain no campo de PI, especificamente: definições orientadoras, práticas comuns e uso de terminologia?

É crucial considerar os questionamentos supracitados para um estudo de impacto relevante sobre o tema desta pesquisa. Quando se trata de tecnologias emergentes, como o blockchain, que surgiu em resposta à crise das instituições financeiras em 2008, esta tecnologia, como será apresentado neste estudo, demonstra o potencial para transformar uma ampla variedade de áreas na sociedade. Neste sentido, destacam-se assuntos como marcos regulatórios, governança e sustentabilidade das organizações, padrões técnicos para a interoperabilidade entre sistemas, escalabilidade e conhecimento.

Além disso, há que se considerar a importância fundamental da propriedade intelectual para a gestão do conhecimento (DAVENPORT e PRUSAK, 1998), pois ela desempenha um papel crucial na proteção, valorização, compartilhamento e gestão estratégica do conhecimento dentro das organizações. Ou seja, a propriedade intelectual é essencial para promover a inovação (CHESBROUGH, 2003), incentivar a transferência de tecnologia, reduzir riscos legais e garantir a conformidade com regulamentações, contribuindo assim para a

¹³ *Blockchain and Intellectual Property*. Disponível em: <<https://www.wipo.int/cws/en/blockchain-and-ip.html>>. Acesso em: 19 de abr. de 2023.

competitividade (DUSHNITSKY e LENOX, 2005) e o sucesso da efetiva gestão de conhecimentos nas organizações em uma dimensão global.

1.5 ADERÊNCIA DO TEMA AO PPGE GC

O PPGE GC tem como objeto de estudo o conhecimento. Segundo as premissas fundamentais do programa o conhecimento é estudado, caracterizado e definido de modo interdisciplinar¹⁴. O processo resultante destes fatores são as interrelações sociotécnicas, interações entre agentes humanos e tecnológicos. Dessa forma, a pesquisa se insere no contexto interdisciplinar do PPGE GC e está centrada na área de concentração em gestão do conhecimento. Seu principal objetivo é estimular a compreensão dos fatores essenciais e determinantes das transformações na sociedade contemporânea. Como mencionado no sítio eletrônico do referido programa de pós-graduação, mais especificamente, na passagem da era industrial à era do conhecimento.

Ademais, os estudos realizados coadunam o fundamento da linha de pesquisa “Empreendedorismo, Inovação e Sustentabilidade” com os resultados da pesquisa, sobretudo, considerando que “os processos de criação e aplicação do conhecimento são determinantes para a implantação das mudanças exigidas pela economia do conhecimento”. Assim, as interações e trocas de experiências entre pesquisadores durante o período desta pesquisa, especialmente junto ao Núcleo de Estudos em Inteligência, Gestão e Tecnologias para Inovação (IGTI)¹⁵, foram essenciais para validar a aderência do tema aos interesses do PPGE GC. Especificamente, na relação entre conhecimento explícito produzido e respectiva proteção por meio de direitos de propriedade intelectual. Em suma, o tema escolhido para esta pesquisa corrobora a missão de desenvolver ciência e tecnologia que possibilitem criar inteligência para a inovação nas organizações, dizeres descritos no compromisso institucional do IGTI vinculado ao PPGE GC.

Como o intuito de reforçar a aderência ao referido programa de pós-graduação, foram selecionados os trabalhos de mestrandos e doutorandos que se relacionam com a temática presente. É importante destacar que, como resultado das buscas no Repositório Institucional da

¹⁴ Para mais informação sobre o PPGE GC, considerações sobre o objeto de estudo e conexões interdisciplinares, acessar o seguinte endereço eletrônico disponível na Internet em: <<https://ppgegc.paginas.ufsc.br/>>. Acesso em: 4 de jun. 2023.

¹⁵ O Núcleo de Estudos em Inteligência, Gestão e Tecnologias para Inovação (IGTI), criado em 1997, é, atualmente, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento (PPGE GC) e ao Departamento de Engenharia e Gestão do Conhecimento (dEGC), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Disponível em: <<https://igti.ufsc.br/>>. Acesso em: 4 de jun. 2023.

UFSC¹⁶, entre dissertações e teses do PPGE GC, dos resultados apresentados, foram identificados 7 trabalhos aderentes ao tema “propriedade intelectual” em relação ao “conhecimento” (explícito). Importante destacar que não foi identificada nenhuma menção ao termo blockchain.

Quadro 1 – Trabalhos publicados pelos alunos do PPGE GC

Nº	Constructo	Autor	Títulos	D	T	Ano
1	Propriedade Intelectual	CARNEIRO, M. R., 2020	Instrumentalização do Framework do Desenvolvimento Urbano Baseado em Conhecimento (KBUD) para suporte à tomada de decisão na governança das cidades		X	2020
2	Propriedade Intelectual	JÚNIOR, E. B., 2018	Fatores Facilitadores e dificultadores na adoção de Recursos Educacionais Abertos no ensino superior	X		2018
3	Propriedade Intelectual	SANTOS, M. I. A. S. dos., 2017	A Segurança do Segredo: Proposta de Framework de Aplicação dos Instrumentos de Proteção do Segredo no Ambiente de Inovação da Base Industrial de Defesa		X	2016
4	Propriedade Intelectual	CARVALHO, I. M. de., 2014	A dinâmica dos mecanismos de proteção e compartilhamento de conhecimento, no processo de desenvolvimento de software, em uma empresa pública de tecnologia da informação (TI)		X	2014
5	Propriedade Intelectual	SILVEIRA, R. M. da., 2013	A gestão do conhecimento aplicada ao processo de transferência de resultados de pesquisa de instituições federais de ciência e tecnologia para o setor produtivo: processo mediado pelo núcleo de inovação tecnológica		X	2013
6	Propriedade Intelectual	CADORI, A. A., 2013	Diretrizes para implantação da Gestão do Conhecimento no Centro de Ensino da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina - CEPM		X	2013
7	Propriedade Intelectual	MOTA, J. R., 2011	A proteção do conhecimento resultante da parceria de pesquisa, desenvolvimento & inovação originado da relação universidade e empresa	X		2011

Fonte: Repositório Institucional da UFSC, teses e dissertações do PPGE GC aderentes ao tema desta pesquisa.

De forma sucinta, o Quadro 2 apresenta os entendimentos dos autores sobre a relação entre propriedade intelectual e o conhecimento.

¹⁶ Repositório Institucional da UFSC, teses e dissertações do Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/76395>>. Acesso em: 12 de jul. 2022.

Quadro 2 – Entendimento sobre propriedade intelectual e o conhecimento

Autor	Relação entre propriedade intelectual e conhecimento
CARNEIRO, M. R., 2020	Ativos de conhecimento.
JÚNIOR, E. B., 2018	Direito que resulta do intelecto humano.
SANTOS, M. I. A. S. dos., 2016	Nova sociedade, que é caracterizada pelo conhecimento e informação.
CARVALHO, I. M. de., 2014	Criação de valor, compartilhamento de conhecimento e proteção.
SILVEIRA, R. M. da., 2013	Proteção da propriedade intelectual e conhecimento produzido.
CADORI, A. A., 2013	Proteção do conhecimento pelos direitos da propriedade intelectual.
MOTA, J. R., 2011	Direito sobre ideias, inovações, invenções e outras expressões intelectuais e formas de comercialização.

Fonte: Repositório Institucional da UFSC, teses e dissertações do PPGEGC.

Os resultados dos respectivos trabalhos de pesquisa do PPGEGC buscam avançar a ciência, em última instância, no tocante à sustentabilidade das organizações sob a influência da digitalização de suas atividades essenciais e uso de recursos do conhecimento.

1.6 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa está fundamentada na investigação sobre a proteção de propriedade intelectual, especificamente, em ambiente digital relativo a aplicações da tecnologia blockchain. Foram investigados estudos publicados em bases de dados científicos de grande impacto – SCOPUS¹⁷, Web of Science¹⁸, IEEE Xplore¹⁹, SciELO²⁰ – com o intuito de descobrir o estado da arte das pesquisas sobre a relação entre direitos de propriedade intelectual e a tecnologia blockchain. Mais especificamente, a pesquisa está direcionada à dimensão de direitos no âmbito dos direitos autorais, e as reconhecidas aplicações das tecnologias de *ledgers* distribuídos, isto é, reconhecidas comumente como redes blockchain.

¹⁷ A base de dados SCOPUS está disponível online e pode ser acessada para consultas científicas, entre outros temas de interesse. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

¹⁸ A base de dados Web of Science está disponível online e pode ser acessada para consultas científicas, entre outros temas de interesse. Disponível em: <<https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

¹⁹ A base de dados IEEE Xplore está disponível online e pode ser acessada para consultas científicas, entre outros temas de interesse. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

²⁰ A base de dados SciELO está disponível online e pode ser acessada para consultas científicas, entre outros temas de interesse. Disponível em: <<https://scielo.org/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. Os demais capítulos desta dissertação estão organizados da seguinte maneira. No capítulo 2, é realizada a fundamentação teórica, onde são apresentados os estudos fundamentais sobre o tema. Nesta etapa, são identificados os principais questionamentos e pontos de relevância para o desenvolvimento da pesquisa. O capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos, incluindo o planejamento da investigação proposta, a etapa de coleta de dados e análises. Aqui são expostos os resultados das análises e sínteses promovidas na revisão de literatura integrativa e análise temática. O capítulo 4 apresenta os resultados da análise dos dados e as relações existentes nas teorias propostas durante a revisão de literatura. Por fim, o capítulo 5 abrange as considerações finais, além de diretrizes para a continuidade do estudo proposto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, apresentamos uma estrutura que aborda a interconexão entre a evolução sociotécnica e a Web, explorando como as mudanças sociais e tecnológicas moldaram a Web ao longo do tempo. Além disso, enfatizamos a tecnologia blockchain, analisando seu papel no interesse público, suas lacunas e os problemas tecnológicos e não tecnológicos associados a ela, fornecendo, assim, uma estrutura de orientação para os tópicos discutidos.

2.1 EVOLUÇÃO SOCIOTÉCNICA

Desde as origens do tema, e as primeiras investigações, o estudo sobre o contexto sociotécnico evoluiu de uma visão restrita para outra de maior abrangência. Como premissa para se entender um sistema sociotécnico é necessário que existam relações sociais permeadas por tecnologias. Em estudo basilar, artigo publicado em língua portuguesa, Garcia (1980) destaca que a origem da abordagem sociotécnica foi por volta de 1950, onde as pesquisas iniciais eram ligadas às atividades do Instituto Tavistock, em Londres. Naquela época, os pesquisadores do instituto concentraram seus esforços em apresentar, essencialmente, o “impacto da tecnologia sobre a natureza das tarefas produtivas e delineamento de cargos” (Woodward, 1981).

Durante a década de 1980, esta abordagem sociotécnica se desenvolveu para outras com ênfase na qualidade de vida dos locais de trabalho, especialmente em países como Noruega e Suécia. Nesses países, foi construída uma visão sociotécnica para a análise administrativa das organizações. Dessa forma, construiu-se a ideia central da abordagem sociotécnica, conhecida como o “princípio da otimização conjunta” (GARCIA, 1980). Em outras palavras, este princípio se refere a uma abordagem sociotécnica e, para dizer o mínimo, uma síntese original e pragmática. O objetivo principal desta abordagem foi o de desvendar os requisitos principais de qualquer sistema tecnológico e as possíveis influências destes sobre o desempenho do sistema social. Esta visão se manteve, ao longo das últimas décadas, restrita ao contexto organizacional de empresas. O mesmo autor ressalta que a dinâmica para a investigação sociotécnica é entendida por meio da “decomposição analítica de processos produtivos em seus elementos constitutivos”.

Por outro lado, à época dos primeiros estudos, as limitações relacionadas à abordagem sociotécnica eram discutidas através dos trabalhos de Garcia (1980) e Walker *et al.* (2008). Por

sorte, os referidos autores já alertavam, aos demais estudiosos do tema, sobre as problemáticas envolvendo a visão sociotécnica emergente, com os seguintes apontamentos:

1. Falta de um modelo autodeterminado da ação humana, que parte da premissa de que os seres humanos não são “simples apêndices do processo tecnológico”, mas, sim, que a essência da tecnologia é definida por meio de ações de indivíduos sobre objetos, analógicos-materiais ou digitais-virtuais, e as ações nesse ambiente sociotécnico ocorrem em um contexto social que é, fundamentalmente, sustentado por seres humanos;
2. Sistemas sociotécnicos colaboram para a redução dos horizontes existenciais dos membros individuais. A tecnologia desempenha um papel político relacionado à distribuição do poder e ao exercício do controle social; e
3. Na abordagem sociotécnica há a redução da capacidade individual dos participantes para decodificar problemas existenciais mais amplos, ou seja, a abordagem deveria “empreender um processo de conscientização que poderia ser chamado de investigação dialógica”, com ampla discussão de ideias em diálogos.

Cumprido salientar que a forma linear de perceber o mundo, conforme um mecanicismo newtoniano, não aparenta ser compatível à solução dos problemas complexos, sistêmicos e globais, enfrentados pela sociedade contemporânea. Nas últimas décadas, as análises relacionadas à abordagem sociotécnica evoluíram para além das investigações e avaliações de processos produtivos. Assim, problemas sistêmicos de natureza complexa são de difícil percepção quando considerados isoladamente. Um exemplo simples e de fácil entendimento, para ilustrar tal dinâmica, é a parábola “os seis homens cegos e o elefante” (GOLDSTEIN, 2009, p. 492) que apresenta essa condição restrita quanto às diferenças individuais na percepção, isto é, em analogia aos limites à conscientização de um sistema e sua complexidade.

Trazendo o tema para o contexto mais recente, um sistema sociotécnico, quando dimensionado de forma mais abrangente, assume o caráter sistêmico e, então, corrobora evidências sobre uma realidade social específica. Neste sentido, juntamente às crises estão os consequentes reflexos globais. Vieira *et al.* (2005), em uma visão interdisciplinar pragmática, apresenta que:

(...) o holismo ou sistêmico: é a concepção de que todos os sistemas se compõem de subsistemas e seus elementos estão inter-relacionados. Isto significa que o todo não é uma simples soma das partes, e que o próprio sistema só pode ser explicado como uma globalidade (VIEIRA *et al.*, 2005, p. 4).

Morin (2011, p. 35) descreve elementos inerentes à atual complexidade, como incertezas, indeterminações, fenômenos aleatórios, entre outros. É fato, que os atuais desafios da sociedade global são complexos, extrapolam as fronteiras dos Estados-nação e possuem a

interdependência dos nossos problemas globais. Isto é, implicam em questões filosóficas, ecológicas, políticas, sociais, econômicas, que clamam por uma mudança fundamental de metáforas, que, conforme as palavras de Capra e Luisi (2020, p. 562), “se antes refletiam a compreensão que tínhamos do mundo como uma máquina, agora passa a refletir a compreensão que temos dele como uma rede”.

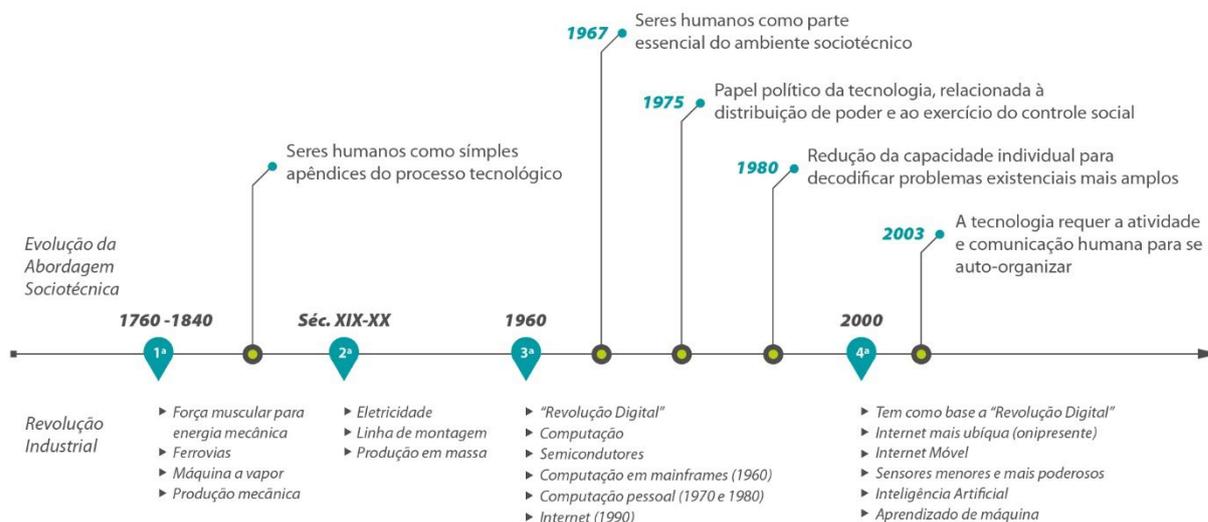
Segundo os mesmos autores, entre as constatações desta recente visão destacam-se as complexidades envolvidas para a gestão ambiental de recursos naturais, a proteção de vulneráveis contra crises financeiras, o colapso das cadeias de suprimentos em meio às calamidades públicas, para citar apenas alguns exemplos amplamente publicizados nos meios de comunicação ao redor do mundo. Ainda mais, a complexidade possui dimensões para além das estruturas governamentais e institucionais tradicionalmente regidas por Estados-nação em seus territórios. Estas dinâmicas que ultrapassam as competências dos Estados-nação possuem impactos preocupantes, entre outros: mudanças climáticas, perda de biodiversidade, as crescentes polarizações sociais (SACHS, 2018), fragilidade do sistema financeiro global originada por crises econômicas, falta de visão para uma justiça social, pouco eficiente, quanto à proteção do ambiente (BRESSER-PEREIRA, 2008), e, mais recentemente, a crise de abastecimento nas cadeias de suprimentos, consequência da Pandemia do Coronavírus (Covid-19) em 2020.

Winner (2017) aborda importante discussão sobre as relações entre política e artefatos tecnológicos, no âmbito da teoria da política tecnológica. O autor chama a atenção sobre o impulso dos sistemas sociotécnicos de larga escala, para a resposta das sociedades modernas a certos imperativos tecnológicos e para os sinais muito comuns da adaptação dos fins humanos aos meios técnicos. Ademais, KONRAD (2019), (AYKUT, 2015; GRANJOU; WALKER; SALAZAR, 2017) coadunam o entendimento de que os futuros sociotécnicos são inerentemente políticos. Importante relatar que na época moderna o termo “política” (BOBBIO; MATTEUCCI; PASQUINO, 1998) passa a ser comumente usado para indicar a atividade ou conjunto de atividades que, de alguma maneira, têm como termo de referência a *pólis*, ou seja, o Estado, este, mediador de relações e conflitos sociais.

Além disso, convém destacar que, em uma cronologia sobre a evolução dos paradigmas sociotécnicos, que vêm das origens da Revolução Industrial de meados do século XVIII aos tempos atuais, se torna importante posicionar o leitor desta pesquisa em relação às importantes visões de mundo e acontecimentos que ensejaram o atual contexto tecnológico e social. Assim, a Figura 5 apresenta um compêndio sobre a evolução da abordagem sociotécnica,

considerando os períodos remotos às projeções mais recentes, conforme os autores que discutem a temática sociotécnica.

Figura 5 – Evolução da abordagem sociotécnica



Fonte: Autoria própria, conforme os autores: Garcia (1980), Fuchs (2005), Raffl *et al.* (2008), Walker *et al.* (2008) e Schwab (2016).

Como visto, os estudos dos sistemas sociotécnicos evoluíram da restrita análise entre as pessoas e a tecnologia nos locais de trabalho, para uma análise mais abrangente que considera as estruturas complexas da sociedade. Juntamente ao comportamento humano, os sistemas sociotécnicos complexos integraram análises, procedimentos e conhecimentos relacionados. Em suma, uma investigação sociotécnica nos tempos atuais envolve a inter-relação dos aspectos sociais e técnicos de uma organização ou da sociedade como um todo. Com foco em uma visão abrangente, a investigação lida com as complexidades inerentes enquanto agrega os diversos atores envolvidos.

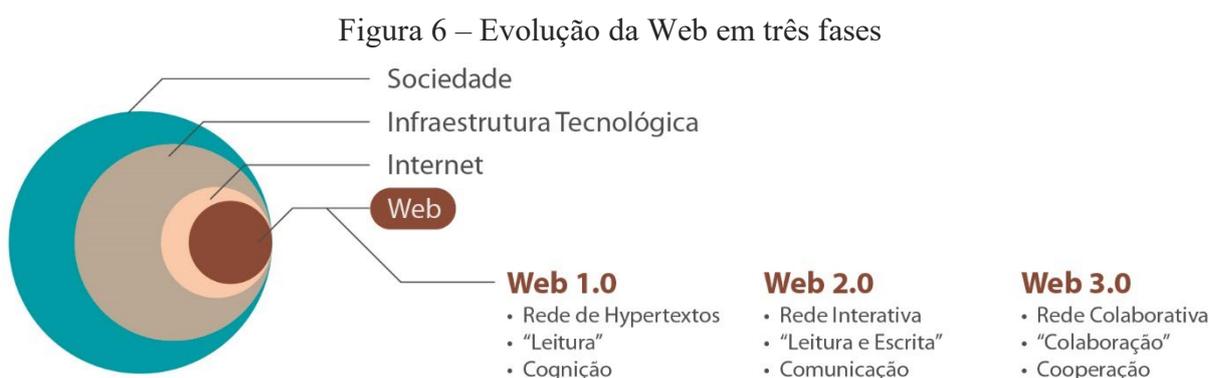
2.2 A WEB

A *World Wide Web*, ou simplesmente, Web, entendendo-a como uma rede ou sistema sociotécnico global, reúne vínculos entre tecnologia e sociedade, em um contexto que se fundamenta sobre Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC). Considerando uma dimensão abrangente, a Web pode ser entendida como uma inovação de sistema constituído por diferentes áreas do conhecimento humano. A inovação de sistema é um assunto cuja discussão é recente e, simultaneamente, ainda em construção. Em todo caso, é relevante destacar que uma inovação em um sistema sociotécnico é compreendida como:

Um conjunto de novos processos, métodos e práticas que visam a transformar os sistemas sociais vitais, como mobilidade, alimentação, habitação e cuidados de saúde. (...) a abordagem reúne o conhecimento que explica como se efetivam as transformações em grande escala, na forma como as funções sociais vitais são cumpridas (ELZEN; GEELS; GREEN, 2004).

Por meio deste aspecto, a Web, em perspectiva evolutiva, ganhou evidência como um sistema sociotécnico que vai ao encontro das aspirações humanas essenciais, i. e., do acesso à comunicação e informação, da disseminação e aquisição de conhecimentos produzidos e armazenados em rede, do acesso aos bens intangíveis, à ciência, tudo isso, com o intuito de estimular a cooperação e as interações sociais, de forma mais eficaz, e, por que não, mais justa.²¹

A Web, em fase intitulada Web 1.0, originou-se de um contexto em que a rede, criada à época, tinha como função principal ser conhecida como uma ferramenta para cognição humana, i. e., “apenas leitura”. Então, evoluiu e se consolidou como um meio para a comunicação humana, denominada de Web 2.0, cuja função passou a ser a “leitura e escrita”. Mais recentemente, com o desenvolvimento social e tecnológico, pretende se consolidar como uma rede de tecnologia digital destinada a apoiar a cooperação humana, ou seja, a Web 3.0, ou um ambiente de “cooperação”. A Figura 6 ilustra essa dinâmica evolutiva da Web. Raffl *et al.* (2008) destaca que dos três estágios evolucionários da rede, a Web 3.0 apresenta-se como a de maior potencial para as efetivas relações de colaboração na busca por soluções de problemas globais.



Fonte: Autoria própria. Baseado em Raffl *et al.* (2008).

²¹ Em documento intitulado “Recomendações da UNESCO sobre Ciência Aberta”, a instituição internacional trata do tema sobre acesso à ciência, em uma dimensão humanitária e global, reconhecendo a urgência de se enfrentar os complexos desafios ambientais, sociais e econômicos interligados para as pessoas e o planeta. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_por>. Acesso em: 26 de jul. de 2023.

É importante destacar que algumas discussões abordam perspectivas futuras para a Web, promovendo ideias para Web 4.0, Web 5.0 e Web 6.0, com os conceitos respectivos a cada fase destas etapas como “Web Simbiótica” (Web 4.0), “Web Sensível” (Web 5.0) e “Web como existência independente” (Web 6.0). Em todo caso, para os fins desta pesquisa será utilizada a evolução correspondente à fase Web 3.0, i. e., mais condizente às discussões sobre os assuntos abordados nesta pesquisa. Em todo caso, o Quadro 3 indica algumas importantes características, conceitos, ou projeções futuras utilizadas para as definições da Web em suas fases.

Quadro 3 – Definições da Web e suas fases

Fases da Web	Características ou conceitos
Web 1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Rede de Cognição; • Um canal de comunicação unidirecional; • Limitado a ler a informação que foi apresentada; • Envolve conectar computadores e aumentar seu desempenho combinado; • Hipertexto.
Web 2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Era pós-PC; • Rede Social; • Um meio de comunicação interpessoal; • Blogs e painéis de discussão online; • “Arquitetura da participação”; • “Web de leitura e gravação descontrolada”.
Web 3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Web abrangente; • Web Semântica; • Rede de cooperação; • As tecnologias apoiam a cooperação das pessoas; • Wiki; • A web de execução semântica; • A Web difundida, Web de leitura-gravação-execução; • Web 3.0 é um neologismo usado para descrever a transformação de uma Web em um banco de dados; • Permite aumentar a disponibilidade de conteúdo para muitas aplicações além de navegadores de sites, o uso de inteligência artificial, análise de dados, bem como informações geoespaciais e visualizações tridimensionais; • Usa redes neurais e algoritmos genéticos, com particular ênfase na capacidade de aquisição, análise e processamento de dados gerados pelo usuário.
Web 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Rede móvel; • Web simbiótica; • Conecta vários dispositivos em tempo real; • Visa conectar o maior número possível de dispositivos à rede; • Um fator revolucionário na Web 4.0 é um novo tipo de comunicação, tanto de pessoas com objetos, quanto de objetos entre si (comunicação M2M, máquina a máquina); • A Internet das Coisas pode ser vista como uma infraestrutura global para a sociedade da informação, permitindo o fornecimento de serviços avançados combinando coisas físicas e virtuais;

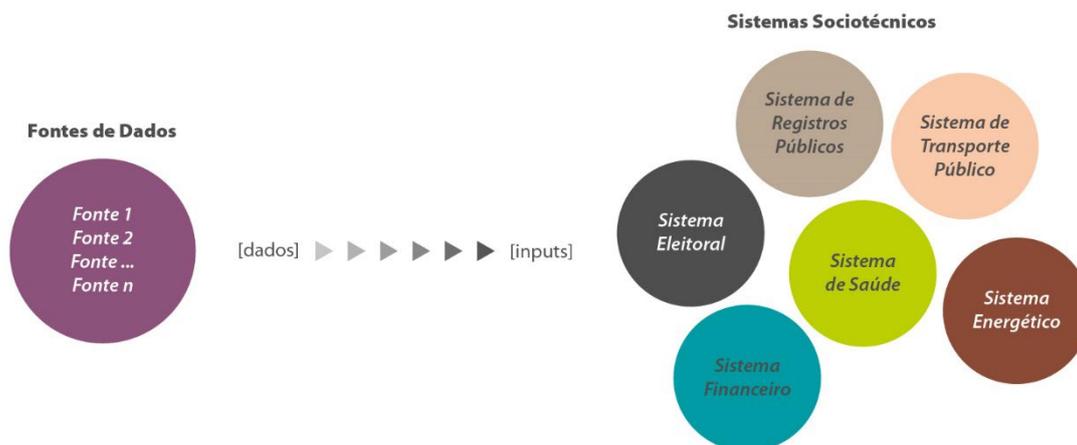
	<ul style="list-style-type: none"> • É comparado a um agente eletrônico ultrainteligente e identificado com uma teia simbiótica – a rede ubíqua, onde há interação e simbiose entre pessoas e dispositivos; • Com base na análise de dados; • Uma das conquistas mais importantes da Web 4.0 é a migração da funcionalidade online para o mundo físico; • As tecnologias de agentes são desenvolvidas na direção da análise algorítmica de dados, aprendendo sobre as preferências do usuário e realizando ações específicas (tomando decisões); • No caso da Web 4.0 e Web 5.0 existem os conceitos de inteligência artificial e agente virtual.
Web 5.0	<ul style="list-style-type: none"> • Rede Emocional; • Web Sensível; • “Ancorados no metabolismo”; • A definição de Web 5.0 ainda está em discussão; • A Web sensorial e emotiva; • Web aberta, vinculada e inteligente; • Será baseada na interação (emocional) (baseada em neurotecnologia) entre pessoas e dispositivos (computadores); • A Web 5.0 será uma espécie de assistente (pessoal) que permanece em contato (constante) com o usuário; • Como a Web 4.0, a Web 5.0 é chamada de “Web simbiótica”; • Web 5.0 usa neurotecnologia, que permite interpretar indicadores biométricos selecionados e ler as emoções dos usuários; • No caso da Web 4.0 e Web 5.0 existem os conceitos de inteligência artificial e agente virtual; • “Tomar” ações em caso de condições pré-definidas não terá necessariamente um impacto positivo no desenvolvimento humano, podendo causar alguma polarização na sociedade; • Pode ser sinônimo de alguma forma de escravidão ou armadilha.
Web 6.0	<ul style="list-style-type: none"> • Existência independente; • Será um ser independente, capaz de existência independente, com as marcas de inteligência autônoma e independente; • Web 6.0 – em direção à ciberbiologia, ou uma entidade independente; • No caso da Web 6.0 aspiram à independência, na medida em que não pode ser descrita como “artificial”; • A Web 6.0 pode assumir a forma de uma “inteligência diferente” ou de uma entidade separada que funcionaria no ecossistema da Internet, dependendo da presença de impulsos elétricos, sem a necessidade de “ancoragem” em um suporte de dados durável; • Este caminho de desenvolvimento pode ser indicado pelo uso de inteligência artificial, análise de dados e algoritmos (genéticos) na Web 4.0; • Existe um certo perigo de que a Web 6.0, como um “objeto” ou um grupo de objetos – uma entidade independente (pois é difícil chamá-la de organismo classicamente entendido), possa almejar independência e dominação; • A Web 6.0, como um conjunto de objetos independentes, ainda poderia ser baseada em agentes virtuais, mas estes poderiam viver em simbiose com o homem apenas voluntariamente e por sua própria escolha; • Pressupõe que as tecnologias da Web 6.0 se adaptarão a uma pessoa em mudança, e não como antes - as pessoas mudam sob a influência da tecnologia; • É importante destacar que os algoritmos funcionam neste caso sob a direção do programador (humano), portanto, é improvável que esse tipo de evolução leve a um ecossistema rico;

	<ul style="list-style-type: none"> • Criaturas inteligentes além dos mamíferos não são conhecidas e os atributos do consciente não são totalmente compreendidos; • A visão sobre a Web 6.0 pretende caracterizá-la como um organismo sintético e autoconsciente, ou um coletivo de “outras identidades”, ou seja, as personalidades de dispositivos e máquinas individuais integrados na rede.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Autoria própria, conforme os autores Choudhury (2014) e Fleerackers e Meyvis (2018, 2019).

Segundo Fuchs (2005) a Web integra uma rede de maior dimensão, a Internet. O autor é categórico ao afirmar que a Internet não é apenas um sistema tecnológico, mas sim, uma infraestrutura tecnológica e atores humanos comunicantes. O posicionamento do autor se fundamenta no fato de que a Internet requer a atividade e comunicação humana para se auto-organizar. Forma-se, então, um sistema sociotécnico complexo que integra as estruturas tecnológicas de comunicação ao conhecimento social objetivo. Por conseguinte, o conhecimento global armazenado na rede está permanentemente sendo reproduzido e atualizado por seres humanos (DUFVA; DUFVA, 2019), e, em períodos mais recentes, algoritmos baseados em Inteligência Artificial (I. A.) (HAEFNER *et al.*, 2021). Entendida como um sistema sociotécnico, a Internet possui como principais características os conhecimentos disponíveis em código aberto – *open source*, permitindo a constante modelagem das estruturas tecnológicas pelos participantes da rede e, outra característica não menos importante, a globalização das relações sociais em meio digital. Assim, uma estrutura sociotécnica globalizada deve, ou deveria permitir a cooperação humana com eficiência nas comunicações e, portanto, ajustar da melhor forma a percepção sobre as limitações imposta pelas distâncias geográficas, além de garantir condições satisfatórias de segurança para as trocas online, sejam estas de dados, informações, ativos intangíveis ou valores financeiros.

Figura 7 – Sistemas sociotécnicos e restrições à integração entre os serviços sociais



Fonte: Autoria própria, com base em Fuchs (2005) e Dufva e Dufva (2019).

A Figura 7 apresenta a ideia, característica de uma abordagem sociotécnica tradicional, onde os dados não são integrados, ou integrados de forma dispersa, aos sistemas sociais. Do mesmo modo, os respectivos sistemas não estão necessariamente integrados entre si, comprometendo a eficiência das funções como prestadores de serviços públicos, p. ex., as funções de transporte, registros públicos, fornecimento de energia, saúde, financeiras, eleitorais, entre tantas outras.

Ocorre que, diante do desenvolvimento tecnológico das redes digitais, as expectativas giram em torno de uma melhor e efetiva cooperação, com o desenvolvimento de tecnologias que permitam interações mais seguras e de forma descentralizada²². É neste ínterim que a tecnologia blockchain demonstra ser uma das alternativas inovadoras e viáveis à integração de plataformas em rede atendendo interesses mais abrangentes que os até agora conhecidos.

2.3 BLOCKCHAIN

Antes de quaisquer ponderações a respeito dos conceitos envolvendo blockchain, é importante destacar que a acepção do termo é polissêmica. Nas diversas áreas da sociedade o blockchain é empregado de acordo com seus objetivos econômico-sociais e expectativas dos grupos envolvidos em distintos processos, por isso, a acepção do termo referente ao que é atualmente conhecido como blockchain envolve uma coleção de conceitos e tecnologias com base em sistemas digitais. Em todo caso, alguns trabalhos publicados são fundamentais para entender o contexto de criação, aplicação e evolução do blockchain. Em primeiro lugar, há que se compreender blockchain como uma tecnologia que requer conhecimentos de uma variedade de campos, incluindo ciência da computação, criptografia, economia e teoria dos jogos. Deste modo, alguns autores e trabalhos seminais são frequentemente citados nos estudos sobre o tema, porquanto, os respectivos autores, com os temas abordados, são apresentados a seguir:

Satoshi Nakamoto: reconhecido como o original criador do Bitcoin, que é entendida como a primeira e mais conhecida implementação da tecnologia blockchain. O *white paper*

²² Para entender por que expectativas positivas foram criadas para a segurança e confiança nas trocas online, um olhar além da especulação, os autores Michael J. Casey e Paul Vigna, apresentam novas perspectivas tecnológicas, em artigo publicado no periódico MIT Technology Review com o título, em inglês, “*In blockchain we trust*”. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/2018/04/09/3066/in-blockchain-we-trust/>>. Acesso em: 27 de jul. de 2023.

Bitcoin, “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”²³, publicado por Satoshi Nakamoto em 2008, é considerado um trabalho seminal no campo (NAKAMOTO, 2008).

Vitalik Buterin: fundador da rede Ethereum, que é amplamente conhecida como uma plataforma blockchain que permite contratos inteligentes e aplicativos descentralizados. O *white paper* de autoria de Buterin, “*Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*”²⁴, publicado em 2013, integrou ao conceito de contratos inteligentes as funcionalidades das aplicações descentralizadas e descreveu como eles poderiam ser implementados usando a tecnologia blockchain (BUTERIN, 2014).

Gavin Wood: um dos cofundadores da Ethereum e autor do Ethereum Yellow Paper, “*Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger*”²⁵, fornece especificações técnicas da Máquina Virtual Ethereum, conhecida também como *Ethereum Virtual Machine* (EVM) (WOOD, 2014).

Nick Szabo: é cientista da computação e criptógrafo conhecido por seu trabalho que deu origem ao termo contratos digitais e ao conceito de contratos inteligentes. Szabo é creditado por cunhar o termo "contrato inteligente"²⁶, do termo em inglês “*smart contract*”, e escreveu extensivamente sobre o assunto (SZABO, 1996).

Andreas Antonopoulos: conhecido defensor da tecnologia blockchain e Bitcoin, escreveu vários livros, autor de best-seller, incluindo, entre outros, os livros “*The Internet of Money*” e “*Mastering Bitcoin*” (ANTONOPOULOS, 2016, 2017). É educador e especialista mundialmente reconhecido pela expertise sobre os temas Bitcoin e Blockchains Abertas (caráter público).

David Chaum: criptógrafo e cientista da computação amplamente considerado o fundador do dinheiro digital. Os trabalhos de Chaum em dinheiro digital e protocolos criptográficos de preservação da privacidade lançou as bases para muitos sistemas baseados em blockchain (CHAUM; RIVEST; SHERMAN, 1983).

²³ O artigo “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*” encontra-se disponível online e traduzido para a língua portuguesa. Disponível em: <https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

²⁴ O artigo publicado pelo referido autor encontra-se online no sítio eletrônico da Ethereum Foundation. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/whitepaper/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

²⁵ Para mais informações sobre as características técnicas da Rede Ethereum acessar o sítio eletrônico da Ethereum Foundation. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/developers/tutorials/yellow-paper-ethereum/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

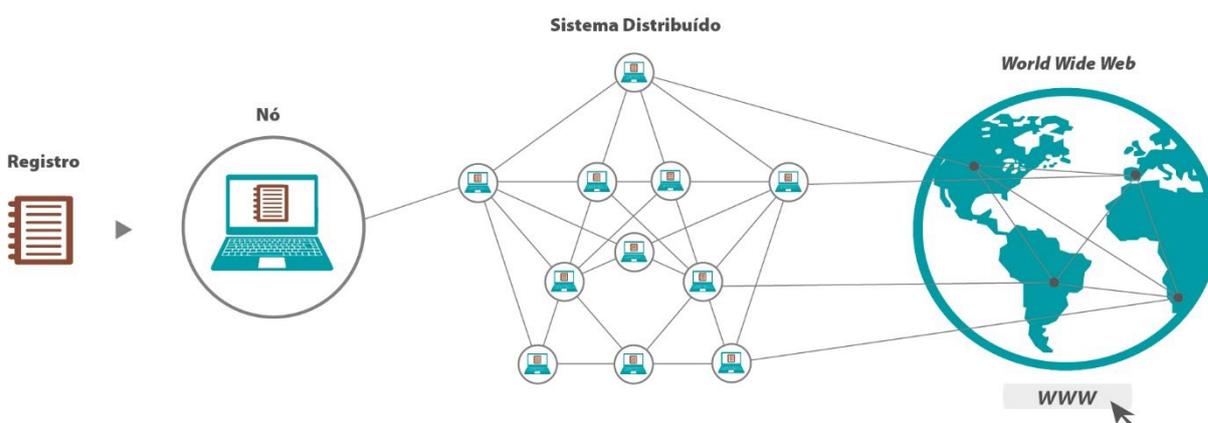
²⁶ Entre outras publicações online, o autor disponibiliza o texto que é referenciado amplamente como o primeiro artigo a tratar do tema sobre o que viria a ser denominado “contratos inteligentes”. Disponível em: <<https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

Don Tapscott: é conhecido como um executivo de negócios e autor que escreveu extensivamente sobre a tecnologia blockchain e seu impacto potencial em vários setores. O livro de Tapscott, "*Blockchain Revolution*", fornece uma visão abrangente da tecnologia e suas possíveis aplicações (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2016).

Existem muitos outros autores e trabalhos importantes no campo da tecnologia blockchain, mas, com intuito de destacar alguns dos textos essenciais ao entendimento do tema, foram considerados para fins introdutórios nesta pesquisa os respectivos autores e temas, dos quais se apresentam como fundamentais: dinheiro digital, aplicações descentralizadas, contratos inteligentes e plataformas com uso da tecnologia blockchain.

Deste modo, e considerando os fundamentos supracitados, para desenvolvedores de aplicações o blockchain pode ser entendido como um conjunto de protocolos e tecnologias de criptografia para a segurança de dados distribuídos em uma rede de computadores – cuja denominação na língua inglesa é *Distributed Ledger Technology* (DLT)²⁷.

Figura 8 – Funcionamento geral do blockchain



Fonte: Autoria própria, com base em Alkaabi *et al.* (2020).

Em outra extensão da sociedade, especialmente entre os tecnólogos, consideram o blockchain como uma inovação, que possui o potencial de transformar estruturas, conceitos e funcionalidades da Internet como a conhecemos na atualidade (ANTONOPOULOS, 2016). Em muitos casos o termo blockchain carrega expectativas para a remodelagem de paradigmas socioeconômicos, instituídos ao longo de décadas, com o intuito de criar instituições sociais fundadas na descentralização, sejam estas, organizações públicas ou privadas.

²⁷ Importante esclarecer que para o escopo deste trabalho as acepções para os termos *Distributed Ledger Technology* (gênero) e Blockchain (espécie) serão utilizados majoritariamente como sinônimos. Quando não, serão devidamente referenciados.

Nos ambientes financeiros e econômicos o termo é empregado no sentido de exaltar as características e funcionalidades de um ecossistema de finanças descentralizadas (*Decentralized Finance* - DeFi)²⁸ e moedas digitais (*cryptocurrencies*)²⁹, com base em um contexto econômico de ativos intangíveis, ou economia de tokenização³⁰ (*token economy*).

Precisamente, especialmente aos entusiastas da tecnologia, após a criação o blockchain possibilitou o acesso à parte da sociedade global ao uso de uma aplicação na Internet baseada em um sistema de transmissão de valor de pessoa para pessoa – ou, sistema “*peer-to-peer*” (P2P). Foi por meio dessa tecnologia, após a publicação do artigo “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”, pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008), que se “inaugura”, de fato, um ecossistema de blockchain público, denominado rede Bitcoin.

Através do Bitcoin (*cryptocurrency*) que as primeiras interações sociais permeadas por uma rede blockchain pública avançaram no sentido da construção de um novo contexto sociotécnico, capaz de antagonizar, ou aperfeiçoar, o *status quo* relacionado à atuação de instituições tradicionais centralizadoras, neste caso, o sistema financeiro global. A tecnologia blockchain permitiu a criação de um modelo robusto, que utiliza a segurança da criptografia para os registros das transações em rede. Então, o Bitcoin se consolidou como um sistema seguro e descentralizado, capaz de garantir a transmissão de informações com valor agregado. Neste contexto, organizações públicas e privadas passam a considerar o desenvolvimento de aplicações corporativas em redes blockchain na Internet.

Além do mais, a crise de confiança em sistemas institucionalizados de grande tradição permitiu que se pensasse em alternativas à centralização de poder e a (re)modelagem de estruturas sociotécnicas, resultado da crise financeira que se estendeu de 2007 a 2010³¹. O

²⁸ O termo “Finanças descentralizadas” (DeFi) é comumente utilizado para referenciar uma tecnologia financeira emergente baseada em livros-razão (*ledger*) distribuídos seguros semelhantes aos usados pelas criptomoedas. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/decentralized-finance-defi-5113835>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

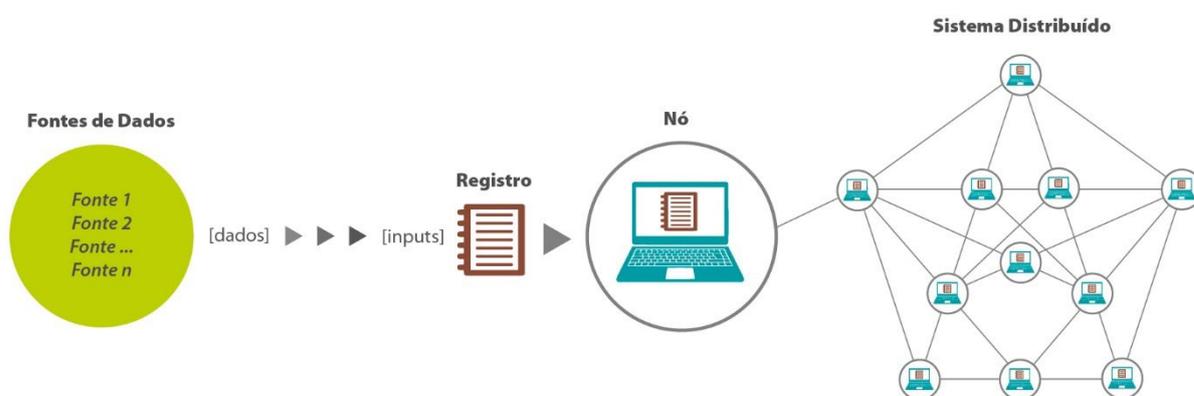
²⁹ O dicionário Oxford apresenta a aceção para o termo. Nos últimos anos o termo começou a ser amplamente utilizado pelo mundo. Segundo o referido dicionário, o termo “*cryptocurrency*”, ou em língua portuguesa: criptomoeda, pode ser entendido como “qualquer sistema de dinheiro eletrônico, usado para compra e venda online e sem a necessidade de um banco central”. (tradução livre). Disponível em: <<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/cryptocurrency?q=cryptocurrencies>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

³⁰ O termo “*token*” pode ser entendido como uma unidade de valor digital que pode representar ativos ou utilidades específicas. São parte do contexto das blockchain e podem ser utilizados para referenciar ativos físicos ou digitais, acessar serviços ou funcionalidades específicas das atividades em redes blockchain. Para um melhor entendimento sobre o assunto recomenda-se a leitura dos trabalhos de Antonopoulos (2016, 2017, 2018).

³¹ A chamada “*Subprime Mortgage Crisis*” é assim denominada devido a expansão das hipotecas para mutuários de alto risco. A história sobre os acontecimentos pode ser conhecida por meio da leitura do artigo no sítio eletrônico do *Federal Reserve*. Disponível em: <<https://www.federalreservehistory.org/essays/subprime-mortgage-crisis>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

sistema financeiro é o exemplo mais evidente da transformação por meio da tecnologia blockchain. Primeiramente, com o surgimento da rede Bitcoin com sua função de ser um dinheiro eletrônico para transações de ponto-a-ponto (pessoa-a-pessoa) – *peer-to-peer* (P2P). Posteriormente, ecossistemas financeiros se desenvolveram com a implementação de aplicações financeiras descentralizadas (DeFi), atuando concorrentemente aos serviços bancários tradicionalmente utilizados por grande parte da população mundial, isto é, empréstimos, poupanças, investimentos, trocas de moedas, entre outras negociações. A Figura 9 destaca sumariamente a dinâmica de utilização da rede blockchain Bitcoin.

Figura 9 – Fonte de dados integrada a uma rede blockchain pública (Bitcoin)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O exemplo destaca a inclusão de registros por várias fontes de dados externas à rede (*off-chain*) em um livro-registro (*ledger*) parte da rede. Posteriormente, cópias idênticas do registro com a informação são compartilhadas para todos os validadores de autenticidade (*nodes*, ou nós). Assim, após a verificação de autenticidade pela maioria dos validadores, o registro é incluído na base de dados da rede, formando, então, uma “cadeia de blocos” (*blockchain*) de registros válidos. A tecnologia blockchain possui a finalidade de sanar, ou mitigar ao máximo, o problema da segurança na transmissão de informações em uma rede.

Uma rede blockchain utiliza da computação distribuída juntamente com a criptografia, com isso, a possibilidade de alteração das informações e dados compartilhados entre os pontos da rede é extremamente baixa. A probabilidade de alteração dos registros é diretamente proporcional ao poder computacional e econômico de corromper uma rede blockchain semelhante ao Bitcoin. Quanto maior a probabilidade de corrupção, maior deve ser o poder computacional e maior deve ser a alocação de recursos econômicos para esta finalidade. Em outras palavras, para a corrupção do sistema a maioria dos participantes da rede (mais de 50%)

deve se voltar contra a rede e usar o poder computacional para a degradação do sistema que os mantém, então, sob uma perspectiva de sustentabilidade da rede não há benefícios aos participantes se voltar contra o sistema que os beneficia. Segundo Antonopoulos (2017, p. 254), referido cientista e especialista nos conhecimentos técnicos sobre blockchain, tal ataque é denominado “Ataque de 51%”.

Em sistemas distribuídos que utilizam essa tecnologia, o modelo de validação dos registros permite que os dados inseridos no sistema sejam autenticados por meio do consenso da maioria dos nós de validação – conhecidos como “mineradores”. Essas informações podem então ser acessadas amplamente, sem a possibilidade de alteração. A rede Bitcoin utiliza o “mecanismo de consenso” para a validação dos registros, chamado de prova de trabalho (*proof-of-work algorithm*). Esta prova consiste basicamente em uma quantidade de dados que requer significativo poder computacional para ser encontrada. Na rede Bitcoin, os mineradores devem encontrar uma solução numérica para o algoritmo SHA256 e que atenda a uma meta de toda a rede (ANTONOPOULOS, 2017, p. 4). Para atingir esta meta de dificuldade e alcançar o consenso, não há uma autoridade central confiável intermediando a transação entre as partes envolvidas.

2.3.1 A tecnologia blockchain segundo interesses públicos

Em relatório publicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (BERRYHILL; BOURGERY; HANSON, 2018), a organização apresenta a tecnologia blockchain considerando a dimensão pública para o uso, com foco no setor público. O documento exhibe as características fundamentais da tecnologia e destaca possíveis aplicações e importantes desafios na adoção da tecnologia pelas organizações. O Quadro 4, a seguir, elenca algumas formas de utilização para estimular a adoção da tecnologia blockchain no contexto das instituições públicas.

Quadro 4 – Blockchain no contexto das instituições públicas

Usos da tecnologia blockchain no setor público
<ul style="list-style-type: none"> • Identidade (credenciais, licenças etc.) • Registros pessoais (saúde, seguro, financeiro etc.) • Serviços financeiros e bancários • Cadastro de terras • Gerenciamento da cadeia de suprimentos, rastreamento de ativos e inventário • Benefícios, direitos e ajuda • Gestão de contratos e fornecedores • Serviços públicos de energia • Direitos autorais • Votação • Mitigação e identificação de fraudes • Simplificação de processos interagências e intersetoriais

Fonte: OCDE (BERRYHILL; BOURGERY; HANSON, 2018)

O Fórum Econômico Mundial destaca três abordagens para a implantação de sistemas baseados em blockchain, quais sejam, para a otimização de cadeias de suprimentos, uso de moeda digital dos bancos centrais e em situações de remessas globais. No primeiro caso, o blockchain pode ser implantado para incentivar a colaboração entre diversos atores em uma cadeia de suprimentos e, com isso, criar um ecossistema colaborativo, podendo então mitigar o estresse nas cadeias durante períodos de crise. O segundo caso, diz respeito a criação de moedas digitais por meio dos bancos centrais, possibilitando maior eficiência dos governos para serviços de cobrança de impostos ou estímulos de pagamentos. Por fim, o relatório destaca que o blockchain tem o potencial de auxiliar nas remessas globais de valores. A instituição alerta que as remessas representam uma parte importante de apoio às famílias em todo o mundo, especialmente, em contextos de crises. O uso do blockchain pode contribuir em períodos de crise como o ocorrido durante a pandemia de 2020, situações de vulnerabilidade social decorrente de guerras ou catástrofes naturais, entre outras situações extremas.

Após a análise dos relatórios das instituições que visam interesses de natureza pública, conforme as conclusões emitidas pela OCDE e Fórum Econômico Mundial, entende-se que o objetivo maior destas iniciativas é a primazia por caminhos sustentáveis às organizações e divulgação ampla dos potenciais de aplicação da tecnologia blockchain na busca por melhorias das instituições públicas e aos interesses públicos.

As definições e conceitos de blockchain ainda permanecem em formação, ao mesmo tempo, estudos apontam caminhos para uma consolidação desta nova dimensão sociotécnica.

O documento *World Economic Forum – Global Technology Governance Report 2021*³² destaca o papel do blockchain como alternativa para responder às limitações impostas pela atual infraestrutura global, em resposta a situações extremas, a exemplo da recente crise decorrente da pandemia (COVID-19) cuja eclosão se deu no ano de 2020.

De certo modo, nos últimos anos as possibilidades de aplicação da tecnologia blockchain ganharam destaque, principalmente com objetivo de auxiliar em áreas de extrema importância como a sustentabilidade ambiental e educação. Como exemplo, no contexto ambiental as diversas aplicações da tecnologia destacam-se pelos usos do blockchain para integração de sistemas de energia sustentável (WU; TRAN, 2018), criação de economia circular (KOUHIZADEH; ZHU; SARKIS, 2020), sustentabilidade das cadeias de abastecimento (YADAV; SINGH, 2020) e, mais recentemente, como dito anteriormente, iniciativas para mitigar os impactos da pandemia (COVID-19) na gestão das cadeias de abastecimento global (BHASKAR, *et al.*, 2020). A Quadro 5 apresenta algumas aplicações do blockchain no contexto da sustentabilidade ambiental, segundo o entendimento dos autores previamente citados.

Quadro 5 – Aplicações do blockchain para sustentabilidade ambiental

Tecnologia blockchain no contexto da sustentabilidade ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ● Transação de energia ponto a ponto (P2P) ● Veículo Elétrico ● Segurança da Informação Física ● Certificação e Comércio de Emissões de Carbono ● Usina Virtual ● A sinergia do sistema multienergético ● Resposta do lado da demanda ● Tecnologias de informação e comunicação (TIC) na agricultura, silvicultura e indústria pesqueira ● Indústria de mineração: exploração, estimativa de reservas, projeto de mina e processos de planejamento ● Fabricação na era da Indústria 4.0 ● Serviços de transporte, comunicação e serviços públicos ● Comércio varejista ● Rede da cadeia de suprimentos

Fontes: Wu e Tran (2018). Kouhizadeh, Zhu e Sarkis (2020). Yadav e Singh (2020). Bhaskar *et al.* (2020).

³² O documento intitulado “*Global Technology Governance Report 2021: Harnessing Fourth Industrial Revolution Technologies in a COVID-19 World*” trata das tecnologias emergentes e o papel vital que desempenham para o mundo. Disponível em: <<https://www.weforum.org/reports/global-technology-governance-report-2021/>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

Nos últimos anos, questões sobre a sustentabilidade foram direcionadas às soluções decorrentes de crises ambientais (SABERI *et al.*, 2019). Indicações que vão desde uma postura filosófica intergeracional, na medida em que há uma preocupação com as gerações futuras, e que essas não sejam afetadas negativamente com as decisões tomadas atualmente, até um enfoque multidimensional, caracterizado por um equilíbrio das dimensões ambiental, social e empresarial (SEURING *et al.*, 2008), considerando suas peculiaridades.

A tecnologia blockchain pode contribuir para redução de práticas antiéticas, corruptas e falsificadas, em razão de sua transparência, rastreabilidade e imutabilidade; essas podem ser consideradas as principais contribuições da tecnologia blockchain no auxílio à sustentabilidade (KOUHIZADEH; ZHU; SARKIS, 2020). Não restam dúvidas de que a sociedade contemporânea, cada vez mais interdependente, globalizada e constituída por complexas relações, será submetida a profundas mudanças nos próximos anos. A tecnologia blockchain não deve ser entendida como uma solução única e efetiva, mas sim, uma poderosa tecnologia que permitirá transformações nas diversas indústrias e demais atividades da sociedade, especialmente em situações de extrema complexidade, por exemplo, como os atuais problemas ambientais que assolam a humanidade.

Recentemente pesquisadores, tecnólogos e empresários vêm dedicando atenção ao tema blockchain e suas possíveis aplicações em uma dimensão mais abrangente e de grande impacto social. O interesse é devido, principalmente, ao estabelecimento da confiança para registro e compartilhamento de informações em sistemas distribuídos (DI PIERRO, 2017). A inovação tecnológica decorrente possui benefícios atrativos: descentralização, segurança e integridade dos dados. Em outro exemplo, apesar das novas possibilidades que a tecnologia proporciona às diversas camadas da sociedade, pouco se explorou quanto às práticas envolvendo o blockchain e atividades essenciais relativas à educação. Neste contexto, as investigações científicas preliminares (ALAMMARY *et al.*, 2019) abordam temas como a criação de aplicações, análises dos benefícios do blockchain para instituições educacionais e demais partes envolvidas, além de destacar os desafios ao uso do blockchain na educação.

Trabalhos como o de Alammary *et al.* (2019), apresentam resultados consolidados sobre diversas aplicações da tecnologia blockchain no âmbito social, especificamente no contexto educacional. Em síntese, as seguintes categorias se destacam como iniciativas promissoras: (a) gerenciamento de certificados, (b) gestão de competências e resultados de aprendizagem, (c) avaliação da capacidade profissional dos alunos, (d) proteção do ambiente de aprendizado colaborativo, (e) proteção de objetos de aprendizagem, (f) transferência de taxas e créditos, (g) obtenção de consentimento da tutela digital, (h) gestão de competições, (i) gestão de direitos

autorais, (j) melhora da interação dos alunos no *e-learning*, (k) revisão de exames e (l) apoio à aprendizagem ao longo da vida dos estudantes. Há certo entusiasmo entre pesquisadores em relação às possibilidades de se desenvolver ideias para a criação de “megauniversidades”. Segundo Skiba *et al.* (2017), com a tecnologia blockchain, instituições de educação podem ser capazes de criar ecossistemas cuja infraestrutura permite que alunos desenvolvam seus próprios caminhos de aprendizagem, juntamente aos professores responsáveis, em uma interação colaborativa de experiências. Obviamente este é um caminho complexo que depende de várias etapas e envolve não só a dimensão educacional, mas, política, regulamentação estatal, aceitação social, desenvolvimento científico-tecnológico e consenso entre instituições internacionais.

Por certo, há que se considerar os pareceres de especialistas para a criação de modelos de qualidade, além do consenso por meio de acordos internacionais, a fim de verificar a efetividade de modelos propostos. Essa perspectiva visa consolidar modelos para comunidades globais baseadas na tecnologia blockchain. De forma didática, conforme pesquisa realizada por Ma e Fang (2020), estes, sintetizam um conceito essencial para blockchain, apresentando também algumas tecnologias constitutivas e características fundamentais.

Quadro 6 – Conceito, tecnologias e características do blockchain

Conceito	Tecnologias constitutivas	Características fundamentais
<ul style="list-style-type: none"> • O blockchain é uma lista vinculada de blocos, que armazena as informações das transações em um histórico imutável 	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de consenso • Algoritmo de criptografia • Contrato inteligente • Armazenamento distribuído de dados 	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralização • Abertura (publicidade dos registros e código aberto) • Rastreabilidade e “auditabilidade” • Segurança

Fonte: Ma e Fang (2020).

2.3.2 Lacunas identificadas

Como apontado, o relatório emitido pelo Fórum Econômico Mundial (*World Economic Forum*) – *Global Technology Governance Report 2021* – destaca que a imutabilidade característica do blockchain e a transparência das transações, como uma “fonte única de verdade”, podem aumentar a confiança na precisão dos dados oficiais críticos durante uma crise. Por outro lado, o estudo identifica situações limitadoras, que deverão ser solucionadas ou

melhoradas, para a implantação do blockchain, o estudo considera os lastros temporais: imediato, mediato e longo prazo.

Quadro 7 – Lacunas para a implantação do blockchain

Imediato	Mediato	Longo prazo
<ul style="list-style-type: none"> ● Cibersegurança em um mundo de blockchains ● Fragmentação regulatória em termos de identidades digitais, ativos e criptomoedas ● A interoperabilidade técnica e a necessidade de padrões ● Governança de consórcios ● Exigibilidade de contratos inteligentes 	<ul style="list-style-type: none"> ● Integridade de dados ● Inconsistências na regulamentação transfronteiriça ● Orientação de auditoria em um contexto de blockchain ● A preservação e o desafio do anonimato em uma blockchain imutável no mundo ● Blockchain e consumo de energia 	<ul style="list-style-type: none"> ● Blockchain e direitos autorais ● Identidade digital global

Fonte: *World Economic Forum*.

2.3.3 Problemas tecnológicos e fatores não tecnológicos

Estudos sobre o blockchain vêm sendo realizados e esforços direcionados para encontrar resultados positivos para as aplicações de rastreabilidade da informação, prestação de contas - (*accountability*) e integridade dos dados (DELGADO-VON-EITZEN; ANIDO-RIFÓN; FERNÁNDEZ-IGLESIAS, 2021). Entretanto, Ma e Fang (2020) relatam desafios técnicos e não técnicos, considerados para síntese a seguir, com os objetivos de elucidar caminhos e evidenciar barreiras de deverão ser superadas ao longo dos próximos anos. Deste modo, são considerados problemas tecnológicos e fatores não-tecnológicos para a adoção da tecnologia blockchain:

Quadro 8 – Problemas tecnológicos e fatores não-tecnológicos

Problemas tecnológicos	Fatores não-tecnológicos
<ul style="list-style-type: none"> ● Escalabilidade ● Segurança ● Proteção da privacidade dos usuários 	<ul style="list-style-type: none"> ● Grande demanda por recursos humanos ● Necessidade de grupos de P&D de alto nível ● Conceitos envolvendo tecnologias blockchain, não são fáceis de se entender por não-técnicos envolvidos no processo ● A descentralização irá proporcionar um impacto substancial nas instituições de ensino tradicionais ● As responsabilidades sobre os direitos de propriedade de dados

Fonte: Ma e Fang (2020).

Com base nessas evidências, é de suma importância considerar uma investigação profunda sobre as problemáticas envolvendo a adoção da tecnologia. Isto é, desenvolver bases sólidas, através de estudos que precedem a construção, a manutenção e a gestão de plataformas em blockchain. O escopo de tais aplicações deverão se desenvolver além das atuais abordagens e entendimentos sobre o tema. Segundo Swan (2015) as aplicações em *Internet of Things* (IoT) e *Artificial Intelligence* (A.I.) estão entre as tecnologias que influenciarão a vida social nos próximos anos. Mesmo com evidentes benefícios, há inúmeros questionamentos quanto à utilização da tecnologia, enfraquecendo a tomada de decisão para a adoção do blockchain nos diversos contextos sociais. Entram nesse campo os debates relacionados à legalidade, a imutabilidade dos registros e a escalabilidade dos sistemas propostos em blockchain. Segundo Loukil, Abed e Boukadi (2021) os pontos sensíveis encontram-se em áreas como (a) o desenvolvimento de aplicações, (b) a integração do blockchain aos sistemas vigentes, (c) a propositura de soluções às problemáticas organizacionais e (d) a identificação prévia dos benefícios para a adoção da tecnologia. Ademais, há lacunas de pesquisas, sobretudo aquelas que busquem extrapolar a jurisprudência dos Estados-nação, com ênfase em questões legais e de regulamentação, problemas quanto à imutabilidade dos registros, escalabilidade dos sistemas e resolução de enigma criptográfico na ocasião da perda de chave-privada (LOUKIL; ABED; BOUKADI, 2021). Ao mesmo tempo, Delgado-Von-Eitzen, Anido-Rifón e Fernández-Iglesias (2021) afirmam que as investigações precisam desenvolver análises mais detalhadas sobre questões como a privacidade dos usuários, transparência das transações, robustez dos sistemas baseados em blockchain, confiabilidade e autenticidade das informações e dados.

Ocorre que não há consenso e respostas consistentes até o momento, em virtude da novidade do tema e falta de aprofundamento nas temáticas sensíveis como as previamente relatadas neste estudo. No que tange à regulamentação, considerando a dimensão pública internacional, as dúvidas envolvem a falta compatibilidade com propostas regulatórias de importância seminal, por exemplo, como a *General Data Protection Regulation in Europe* (GDPR) (WOLFORD, 2018). O estabelecimento de um consenso em relação a regulamentação internacional aplicável, permitirá o desenvolvimento e implementação dos sistemas baseados na tecnologia blockchain, apontando caminhos consistentes para a criação em âmbito global.

Neste sentido, conduzir políticas de desenvolvimento em abrangência global corrobora o entendimento de que o conhecimento e a aprendizagem são forças capazes de moldar o futuro da humanidade e do planeta. Este é o entendimento da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) para o futuro. Declaração de princípios que tem como objetivo permitir o acesso a direitos sociais. Entretanto, tempestivamente à iniciativa

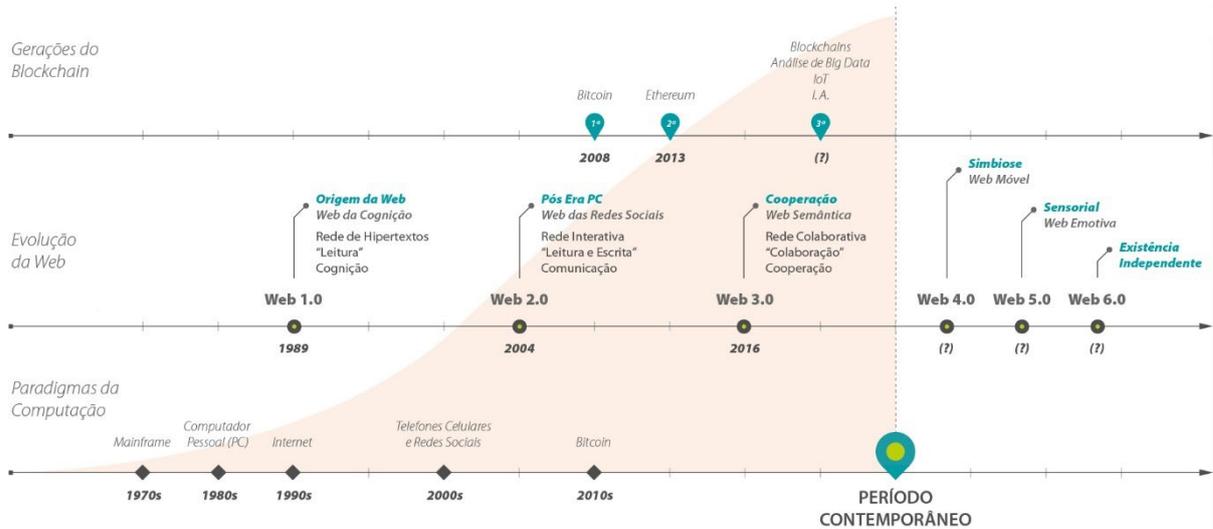
proposta para a universalização, a UNESCO alerta que os avanços na comunicação digital, inteligência artificial e biotecnologia têm grande potencial, mas também levantam sérias preocupações éticas e de governança, especialmente porque as promessas de inovação e mudança tecnológica têm um histórico desigual de contribuição para o florescimento humano (“*The initiative | Unesco Futures of Education*”, [s.d.])³³.

Mesmo que tal desafio tenha entonação utópica, é sempre bom lembrar que por meio dessas premissas de estado ideal que se tem avançado sistematicamente em direção a políticas de acesso aos direitos sociais. O blockchain emerge de um contexto de desconfiança nas instituições tradicionais como uma tecnologia que se propõe ser útil para a criação de modelos sociais que permitam aos indivíduos interagir com fontes emissoras de serviços públicos em âmbito mundial. Em outras palavras, a tecnologia blockchain vem consolidando caminhos para o acesso à direitos sociais, como o trabalho comunicativo, à colaboração entre sistemas educacionais e à instrução, considerando, sobretudo, uma dimensão inclusiva equitativa, premissa da Declaração Universal dos Direitos Humanos³⁴ preconizada como jurisdição internacional desde 1948. Por fim, após as considerações apresentadas a Figura 10 sintetiza as gerações da tecnologia blockchain e possíveis integrações com outras tecnologias, a evolução correspondente a Web, identificando futuras projeções e os paradigmas da computação, inerentes à abordagem desta pesquisa. Para uma visualização mais clara, a Figura 10 também está disponível no Anexo B.

³³ Para um melhor entendimento sobre o tema “Futuro da Educação” recomenda-se acessar o sítio eletrônico da UNESCO. Disponível em: <<https://www.unesco.org/en/futures-education>>. Acesso em: 28 de jul de 2023.

³⁴ O texto integral, em língua portuguesa, com a Declaração Universal dos Direitos Humanos pode ser acessado no sítio eletrônico das Nações Unidas no Brasil. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91601-declara%C3%A7%C3%A3o-universal-dos-direitos-humanos>>. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

Figura 10 – Gerações do blockchain, evolução da Web e paradigmas da computação



Fonte: Elaborado pelo autor. Com base em: Swan (2015), Choudhury (2014), Fleerackers e Meyvis (2019), Król (2020) e Schwab (2016).

2.4 PROPRIEDADE INTELECTUAL

Nesta seção, serão apresentados aspectos fundamentais relacionados ao campo da propriedade intelectual. Além disso, abordaremos a proteção de inovações industriais, questões de direito autoral e copyright, bem como a interseção entre propriedade intelectual e blockchain, destacando como a tecnologia blockchain está sendo usada para resolver desafios relacionados à aplicação e gestão dos direitos de propriedade intelectual no mundo digital.

2.4.1 Aspectos fundamentais da Propriedade Intelectual

A propriedade intelectual é percebida atualmente nas inovações em produtos industriais comercializados por grandes empresas transnacionais, sobretudo nas economias desenvolvidas com forte base tecnológica. No âmbito das indústrias tecnológicas, o processo de inovação passa pelo desenvolvimento de produtos e, também, por serviços. Os direitos adquiridos com ativos intangíveis permitem um desenvolvimento sustentável, e competitivo, para as organizações. Em última análise, a propriedade intelectual é capaz de beneficiar estruturas econômico-sociais mais abrangentes, incluindo populações ao entorno de grandes cadeias produtoras, de serviços ou produtos.

Neste sentido, o incentivo governamental permanente, através de políticas públicas relacionadas à ciência e tecnologia, condicionadas às estruturas jurídicas da propriedade

intelectual, é capaz de promover significativas vantagens competitivas no comércio internacional, sobretudo, aos desenvolvedores de inovações tecnológicas. Se comparados aos países marcados por desventuras na busca por um desenvolvimento econômico-social sustentável, por exemplo, nações ainda em consolidação de benefícios sociais essenciais como saneamento ou educação básica acessível à integralidade da população, há grande divergência de oportunidades entre países desenvolvidos em relação aos em desenvolvimento.

O constante processo de inovação tecnológica nas organizações, com efetivo domínio na geração de inventos sobre seus produtos e serviços, está diretamente relacionado ao modo como os países lidam com os direitos de propriedade intelectual. Prova disso é o ranking do índice global de inovação publicado pela *World Intellectual Property Organization (WIPO) – Global Innovation Index 2022*³⁵, que apresenta as tendências globais de inovação mais recentes e revela as economias mais inovadoras do mundo, com a classificação de 132 países. Segundo o ranking, o Brasil está na 54ª posição entre as economias inovadoras, subindo algumas posições em relação à comparação anterior. Vale lembrar que entre os países da América Latina e Caribe o Brasil ocupa a segunda posição, atrás apenas do Chile. Além disso, no critério que classifica economias de renda média alta, como o Brasil, o país ocupa a quarta posição, atrás dos países, China, na primeira colocação, Bulgária e Malásia, respectivamente.

Quadro 9 – *Global Innovation Index 2022*

Ranking	Países
1	Suíça
2	Estados Unidos
3	Suécia
4	Reino Unido
5	Holanda
6	República da Coreia
7	Cingapura
8	Alemanha
9	Finlândia
10	Dinamarca
54	Brasil

Fonte: *World Intellectual Property Organization (WIPO)*

³⁵ A versão atualizada do *World Intellectual Property Organization (WIPO) – Global Innovation Index 2022* encontra-se online. Nesta edição o foco temático é o futuro do crescimento impulsionado pela inovação. Disponível em: <https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2022/>. Acesso em: 29 de jul. de 2023.

No Brasil, a iniciativa de promover a propriedade intelectual no país é realizada, em grande parte, pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), responsável pela concessão de direitos relativos à propriedade industrial. Suas ações estão direcionadas em funções que vão além da proteção industrial. O instituto cria incentivos ao uso do sistema de proteção intelectual como fator de competitividade, capacita recursos humanos, auxilia associações empresariais, congrega agências de inovação e universidades, tendo por objetivo o crescimento tecnológico e econômico do país. Segundo a Portaria nº11, publicada em 27 de janeiro de 2017, que aprova o Regimento Interno do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI:

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, Autarquia Federal criada pela Lei nº 5.648, de 11 de dezembro de 1970, vinculada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, com sede e foro no Distrito Federal, tem por finalidade principal executar, no âmbito nacional, as normas que regulam a propriedade industrial, tendo em vista a sua função social, econômica, jurídica e técnica, e pronunciar-se quanto à conveniência de assinatura, ratificação e denúncia de convenções, tratados, convênios e acordos sobre propriedade industrial (INPI, 2022).

Os princípios regulatórios e a legislação de direitos relativos à propriedade intelectual são normatizados pelo Estado. Atos administrativos de conteúdo normativo como instruções normativas, portarias regulatórias e resoluções de direitos relativos à propriedade industrial são editados através do INPI, cujo objetivo é, em última instância, garantir a proteção de direitos e difusão de tecnologias. Os preceitos das normas infraconstitucionais visam à proteção das criações intelectuais, consubstanciadas à Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que, em seu artigo 5º, trata dos Direitos e Garantias Fundamentais, isto é, assegura por meio de texto legal, os seguintes direitos:

Art. 5º (...) XXVII - aos autores pertence o direito exclusivo de utilização, publicação ou reprodução de suas obras, transmissível aos herdeiros pelo tempo que a lei fixar; XXVIII - são assegurados, nos termos da lei: a) a proteção às participações individuais em obras coletivas e à reprodução da imagem e voz humanas, inclusive nas atividades desportivas; b) o direito de fiscalização do aproveitamento econômico das obras que criarem ou de que participarem aos criadores, aos intérpretes e às respectivas representações sindicais e associativas; XXIX – a lei assegurará aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, à propriedade das marcas, aos nomes de empresas e a outros signos distintivos, tendo em vista o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País;

No Brasil, as duas normas mais abrangentes, que tratam da propriedade intelectual no país, constituídas por preceitos jurídicos correspondentes aos temas da propriedade industrial e direitos autorais, são as seguintes:

- a) Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996: regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial; e
- b) Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998: altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Considerando o histórico dos direitos de propriedade intelectual e as duas vertentes do direito ocidental, *Civil Law* e *Common Law*, com suas respectivas especificidades. Na primeira vertente, com a positivação do direito a partir do século XIX, o direito passou a ser considerado como norma posta, ou seja, o direito cada vez mais ligado ao direito escrito, com o crescimento de leis cuja origem é um poder constituído. *Civil Law*, então, é o direito de raízes romântico-germânicas caracterizado pela predominância do direito positivo. Segundo Ferraz Junior (2011) este contexto refere-se às leis emanadas por um poder, com a fixação do direito na forma escrita, quer pela redação oficial e decretação das regras costumeiras. Adibfar, Costin e Issa (2020) afirmam que, proteger a propriedade com o registro de direitos autorais exigia mais tempo e esforço no âmbito da *Civil Law*, visto que este é fundamentalmente com base na legislação estabelecida pelo Estado com os ritos legislativo e administrativo, muitas vezes morosos.

Por outro lado, *Common Law*³⁶, originariamente, significa “Direito Comum”, i. e., o direito costumeiro reconhecido pelos juízes. Em decorrência disso, as pessoas estavam mais interessadas em usar direitos autorais com base na *Common Law*, direito estabelecido a partir de decisões dos tribunais.

2.4.2 Direito de propriedade industrial

No âmbito dessa pesquisa, é importante destacar os termos propriedade intelectual e seus desdobramentos em direitos autorais e industriais, a fim de esclarecer as respectivas correlações. Seguindo a definição objetiva da Convenção da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), a propriedade intelectual³⁷ é a soma dos direitos relativos às obras literárias, artísticas e científicas, às interpretações dos artistas intérpretes e às execuções dos artistas executantes, aos fonogramas e às emissões de radiodifusão, às invenções em todos

³⁶ Common law – Expressão que se refere à família jurídica originada na Inglaterra e que, pelo processo de colonização, espalhou-se pelos países de língua inglesa, como os Estados Unidos. Disponível em: <<https://www.mpf.mp.br/es/sala-de-imprensa/glossario-de-termos-juridicos#C>>. Acesso em: 5 de out. 2023.

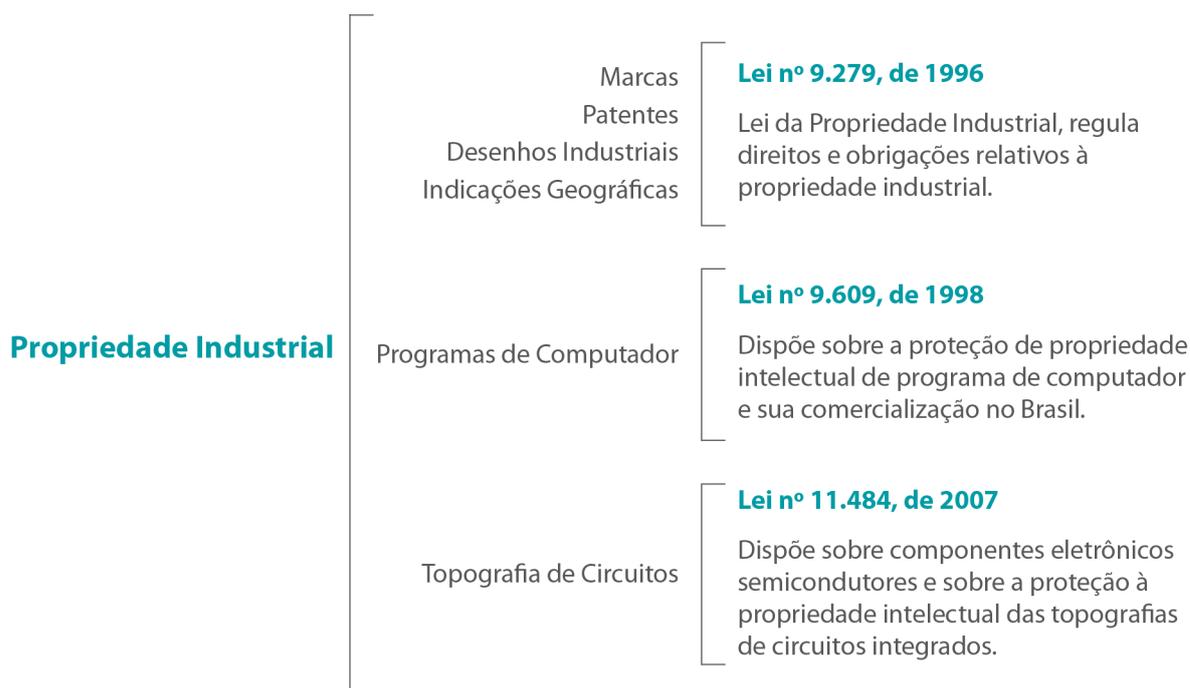
³⁷ Convenção que institui a Organização Mundial da Propriedade Intelectual. A Convenção da OMPI, instrumento constitutivo da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), foi assinada em Estocolmo em 14 de julho de 1967, entrou em vigor em 1970 e foi emendada em 1979. A OMPI é uma organização intergovernamental que em 1974 se tornou uma das agências especializadas do sistema das Nações Unidas. Disponível em: <<https://www.wipo.int/treaties/en/convention/>>. Acesso em: 17 de jul. 2023.

os domínios da atividade humana, às descobertas científicas, aos desenhos e modelos industriais, às marcas industriais, comerciais e de serviço, bem como às firmas comerciais e denominações comerciais, à proteção contra a concorrência desleal; e todos os outros direitos inerentes à atividade intelectual nos domínios industrial, científico, literário e artístico.

A aceção responsável pela proteção das criações intelectuais humanas trata a propriedade intelectual com um ramo do direito altamente internacionalizado (BARBOSA, 2003, p. 10). Assim, o entendimento jurídico sobre a propriedade intelectual compreende a propriedade industrial, os direitos autorais e outros direitos sobre bens imateriais de vários gêneros. Bocchino e Conceição (2008, p. 75) entendem por propriedade intelectual “o conjunto de direitos imateriais que incidem sobre o intelecto humano e que são possuidores de valor econômico”. Sobre a aplicabilidade dos direitos industriais os autores completam: “como integrantes da propriedade intelectual estão os direitos relativos à propriedade industrial, sendo que estes envolvem desenvolvimento técnico utilizando atividade inventiva e possuem aplicação industrial”.

Neste sentido, Silveira (2005) aponta que há distinção entre as invenções no âmbito industrial das demais criações do espírito humano, entende-se que a propriedade industrial tem por objetivo a utilidade em seu caráter abstrato, isto é, há concepção de uma nova relação de causalidade não controlável na natureza. A propriedade industrial é subdividida em quatro bens imateriais, são protegidos por direitos legalmente aceitos por uma sociedade ou signatários de tratados internacionais acordados entre países. Estes bens imateriais são: as patentes de invenção, as de modelo de utilidade, os registros de desenho industrial e os de marca, e os registros de Indicações Geográficas e Topografia de Circuitos Integrados. A Figura 11 descreve as vertentes da propriedade industrial e as principais legislações aplicáveis no Brasil.

Figura 11 – Principais leis nacionais aplicáveis à propriedade industrial



Fonte: Elaborado pelo autor, com base no sítio eletrônico do INPI.

2.4.3 Direito Autoral e *Copyright*

O direito autoral e a propriedade industrial não se confundem, em última análise, possuem funções específicas no âmbito da propriedade intelectual. Da mesma forma, o que é denominado direito de autor e *copyright* possuem diferenças. O *copyright* possui como origem direito reservado ao monopólio da indústria editorial e de Comércio de livros, premissa do *Copyright Act of Queen Anne*³⁸, de 1709, conhecido por conceder prerrogativas para a reprodução. O *copyright* está ligado à dimensão jurídica da materialidade do exemplar físico, isto é, limitado a um privilégio de exploração econômica da obra. O *copyright* pertence historicamente ao direito de autor, mas com este não se confunde, conforme Wachowicz (2012), trata-se em essência de garantia à reprodutibilidade dos livros a determinados detentores de direitos. Por outro lado, o direito autoral possui duas dimensões intrínsecas, a primeira, refere-se ao supracitado âmbito econômico da exploração de um bem com valor agregado. Em outra

³⁸ Em português, “A Lei de Direitos Autorais da Rainha Anne”. *The Copyright Act of Queen Anne* foi uma lei para o incentivo ao aprendizado, concedendo as cópias de livros impressos aos autores ou compradores de tais cópias. Para mais informações sobre a história e acontecimentos relacionados ao assunto acessar o sítio eletrônico destinado a História da Biblioteca de Cambridge. Disponível em: <<https://www.lib.cam.ac.uk/about-library/historical-sketch/copyright-act-1709-and-royal-library-1715>>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

dimensão, trata os direitos dos autores sob o ponto de vista de um direito personalíssimo inalienável, concedendo, então, direitos morais ao criador em relação à obra criada.

O direito autoral é um campo complexo e abrangente, e diferentes teorias têm sido desenvolvidas ao longo do tempo. Entre as principais teorias do direito autoral, juntamente com seus autores, podemos destacar algumas abordagens essenciais. Em uma visão político-filosófica sobre o governo civil, que trata de um direito natural e refere-se aos direitos morais, John Locke no “Segundo tratado sobre o governo civil” defendeu a noção de que o direito autoral é um direito natural baseado no trabalho e na propriedade individual. O autor argumenta que a “autoridade paterna”, em outras palavras “autor”, têm direitos morais inalienáveis sobre suas obras, incluindo o direito de controle e proteção.

Esta “autoridade paterna” ou este “direito de paternidade”, no sentido do nosso autor, é, pois, um direito de soberania divino e inalterável, em virtude do qual o pai ou o príncipe exercem um poder absoluto, arbitrário, sem limites e que não se pode limitar, sobre a vida, a liberdade, o destino de seus filhos ou súditos, de tal maneira que podia tomar ou alienar seus bens e vender (...) (LOCKE, 1994, p. 58).

Ao longo dos anos uma abordagem econômica ganhou evidência com os trabalhos de Ronald Coase, neste sentido, os direitos de propriedade intelectual passaram a ser referenciados dentro de uma dimensão de direitos econômicos. No contexto dos direitos autorais, Coase (1960) argumenta em sua obra “*The Problem of Social Cost*” (em língua portuguesa, “O Problema do Custo Social”) que o direito autoral deve ser visto como uma questão econômica de alocação eficiente de recursos. Segundo Coase os direitos autorais são necessários, acima de tudo, para incentivar a produção de obras, uma vez que estas estão imbuídas dos custos e benefícios da criação dos autores.

No início século XXI, entre as possíveis abordagens para uma teoria do direito autoral, William Fischer trata do tema sob o ponto de vista do incentivo à criatividade. Segundo Fischer (2001), em seu trabalho “*Theories of Intellectual Property*” (em língua portuguesa, “Teorias da Propriedade Intelectual”), o direito autoral se apresenta como um sistema de incentivos, considerando uma visão utilitarista, adotada majoritariamente, para designar um sistema de incentivos cujo principal argumento é a promoção da criatividade e a disseminação do conhecimento. O autor apresenta a ideia de “bens culturais como bens públicos”, enfatizando a importância, e necessidade, de um equilíbrio entre os direitos autorais e o acesso público às obras. Entre outros assuntos, Fischer resgata a visão adotada por Posner e Landes (1989), no trabalho cujo título em inglês é “*An Economic Analysis of Copyright Law*” (em língua portuguesa, “Uma Análise Econômica da Lei de Direitos Autorais”), com ênfase no conceito

de “*cost of expression*”, ou “custo de expressão”, que se refere ao direito autoral e ao “tempo e esforço dedicados a escrever ou compor e os custos de negociação com editoras ou gravadoras”.

Com o aumento da percepção sobre a dimensão tecnológica digital, sobretudo com o crescimento e desenvolvimento da Web, ganha evidência as ideias defendidas por Richard Stallman sobre o software livre, com o “GNU Manifesto”, publicação de 1985. Em suma, Stallman (1985) trata do uso livre de softwares e do movimento chamado “*copyleft*”. Neste contexto, os direitos autorais devem ser usados de forma estratégica para a promoção da liberdade e da colaboração. Deste modo, estas posturas em relação aos direitos autorais permitirão que obras derivadas sejam compartilhadas sob as mesmas condições de liberdade.

Em uma abordagem mais recente, o professor Lawrence Lessig (2004) publica o texto “*Free Culture*” (em língua portuguesa, “Cultura Livre”) e defende a ideia de que o domínio público é essencial para a criatividade e a inovação. Entre as críticas relevantes de Lessig está a postura contra o aumento excessivo de restrições por meio dos direitos autorais, com suas consequências sobre a criatividade e inovação. Além disso, como dito, o autor destaca a importância seminal de se preservar espaços destinados ao uso livre e acesso às obras para a promoção da cultura e do progresso.

Há outros autores e textos que contribuem significativamente para o campo do direito autoral. Entretanto, é importante enfatizar que essas abordagens, em muitos casos, se complementam e permitem discussões contínuas sobre os direitos e limitações. Em todo caso, os direitos autorais são essenciais ao desenvolvimento social. Por conseguinte, como Fisher (2001) enfatiza em seus estudos sobre as teorias da propriedade intelectual, uma sociedade civil desenvolvida é aquela que é também alimentada pelo governo e a lei de direitos autorais pode ajudar a promovê-la.

Os direitos autorais fornecem um incentivo para a expressão criativa em uma ampla gama de questões políticas, sociais e estéticas, reforçando assim as bases discursivas para a cultura democrática e associação cívica. Os direitos autorais apoiam um setor de atividade criativa e comunicativa que é relativamente livre da dependência de subsídios estatais, patrocínio da elite e hierarquia cultural (FISHER, 2001).

O direito autoral adota o sistema de direitos baseado na Convenção de Berna de 1886, considerando também as devidas atualizações ao longo dos anos. Desde sua publicação a convenção vem sendo aperfeiçoada e a cada avanço tecnológico recebe atualizações. O sistema de proteção internacional é baseado em acordos internacionais, convenções e tratados, dos quais são essenciais ao melhor entendimento do tema sobre direitos autorais:

- Convenção de Berna para a Proteção das Obras Literárias e Artísticas³⁹;
- Convenção que institui a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI)⁴⁰; e
- No âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC)⁴¹, a rodada Uruguiaia, conhecida como Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT)⁴², de 1994, que trouxe as regras sobre aspectos do direito de propriedade intelectual relacionadas ao comércio.

Assim, a tutela da propriedade intelectual referente aos direitos autorais possui âmbito de direito interno e do direito internacional e visa a proteção do criador. A dimensão pública e social da tutela da propriedade intelectual e o avanço tecnológico extraordinário da sociedade informacional (WACHOWICZ, 2012) não se desenvolvem dissociados da difusão e do acesso ao conhecimento.

Em uma visão pragmática e direcionada ao contexto legal, o direito de autor⁴³ visa à proteção dos autores (escritores, artistas, compositores musicais etc.) e suas criações, obras designadas como intelectuais. A Convenção de Berna trata das obras intelectuais como todas as produções do domínio literário, científico e artístico, portanto, qualquer que seja o modo ou a forma de expressão fixadas em suporte material. A Convenção de Berna⁴⁴ é um acordo internacional estabelecido em 1886 para reconhecer e proteger obras literárias e artísticas globalmente. Outros tratados foram adotados, por exemplo, o Tratado de Pequim sobre Performances

³⁹ O texto integral está disponível no sítio eletrônico da Organização Mundial da Propriedade Intelectual em: <<https://www.wipo.int/treaties/en/ip/berne/>>. A versão em português está disponível por meio do Decreto n° 75.699, de 6 de maio de 1975. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d75699.htm>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

⁴⁰ O documento que trata sobre a Convenção que institui a Organização Mundial da Propriedade Intelectual está disponível online. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_250.pdf>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

⁴¹ A Organização Mundial do Comércio (OMC) é o foro multilateral responsável pela regulamentação do comércio internacional. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/negociacoes-comerciais/omc-organizacao-mundial-do-comercio>>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

⁴² O Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT) constitui a base normativa para a aplicação de tarifas por parte dos membros e para negociações envolvendo o comércio de bens. Documentos sobre o Acordo GATT e o Conselho de Bens podem ser encontrados na página da OMC. Disponível em: <https://www.wto.org/english/tratop_e/gatt_e/gatt_e.htm>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

⁴³ A Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, consolida a legislação sobre os direitos autorais e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

⁴⁴ Acordo internacional assinado pelo governo brasileiro em 5 de maio de 1975. Convenção de Berna para a Proteção das Obras Literárias e Artísticas, de 9 de setembro de 1886, revista em Paris, a 24 de julho de 1971. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d75699.htm>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

Audiovisuais⁴⁵ de 2012 e o Tratado de Marrakesh⁴⁶, são destinados principalmente às publicações e direitos dos editores.

Diante de uma perspectiva evolutiva dos direitos autorais, a proteção passou a ser assegurada através de leis nacionais, acordos, convenções e tratados internacionais, cujos países signatários garantem a conformidade jurídica e os direitos aos titulares. A legislação nacional dá especificidade às categorias pertencentes ao ramo autoral, juntamente aos respectivos direitos conexos⁴⁷. No Brasil as obras autorais são cobertas pela legislação nacional, Lei 9.610 (LDA), de 19 de fevereiro de 1998, em seu Artigo 7º, apresentadas conforme os incisos do referido artigo, a seguir:

- I. Os textos de obras literárias, artísticas ou científicas;
- II. As conferências, alocações, sermões e outras obras da mesma natureza;
- III. As obras dramáticas e dramático-musicais;
- IV. As obras coreográficas e pantomímicas, cuja execução cênica se fixe por escrito ou por outra qualquer forma;
- V. As composições musicais, tenham ou não letra;
- VI. As obras audiovisuais, sonorizadas ou não, inclusive as cinematográficas;
- VII. As obras fotográficas e as produzidas por qualquer processo análogo ao da fotografia;
- VIII. As obras de desenho, pintura, gravura, escultura, litografia e arte cinética;
- IX. As ilustrações, cartas geográficas e outras obras da mesma natureza;
- X. Os projetos, esboços e obras plásticas concernentes à geografia, engenharia, topografia, arquitetura, paisagismo, cenografia e ciência;
- XI. As adaptações, traduções e outras transformações de obras originais, apresentadas como criação intelectual nova;
- XII. Os programas de computador; e

⁴⁵ O Tratado de Pequim sobre Performances Audiovisuais foi adotado em 24 de junho de 2012 e entrou em vigor em 28 de abril de 2020. Trata dos direitos de propriedade intelectual dos artistas em apresentações audiovisuais. <<https://www.wipo.int/treaties/en/ip/beijing/>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

⁴⁶ Tratado de Marraqueche para facilitar o acesso a obras publicadas às pessoas cegas, com deficiência visual ou com outras dificuldades para ter acesso ao texto impresso, firmado em Marraqueche, em 27 de junho de 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9522.htm>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

⁴⁷ O artigo 89, da Lei 9.610 de 1998, faz referência aos titulares de direitos conexos, com os seguintes dizeres: “(...) direitos dos artistas intérpretes ou executantes, dos produtores fonográficos e das empresas de radiodifusão”. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm>. Acesso em: 31 de jul. de 2023.

XIII. As coletâneas ou compilações, antologias, enciclopédias, dicionários, bases de dados e outras obras, que, por sua seleção, organização ou disposição de seu conteúdo, constituam uma criação intelectual.

A mais importante característica dos direitos autorais é a proteção da criação de obras originais, quando fixadas em qualquer meio tangível de expressão. O termo obra, designada também pela lei de direitos autorais brasileira, reflete o que possa exigir proteção de autoria. Deve-se considerar, entretanto, que as ideias são excluídas dos direitos autorais, uma vez que as obras devem estar em um formato tangível. Expressões iguais sem quaisquer atributos significativos para distinguir ideias que não se manifestam claramente, encobertas ou implícitas, não são protegidas por direitos autorais.

Assim, nos direitos de autor são válidas as expressões concretas, não cobrem ideias. Quer dizer, a ideia de registrar uma fotografia de um pôr-do-sol não pode ser protegida por esse direito, entretanto, uma fotografia de um pôr-do-sol registrada por um determinado autor poderá ter este direito garantido. Os direitos conexos provêm proteção às seguintes pessoas ou organizações: artistas intérpretes e executantes, produtores de fonogramas e de gravações sonoras e empresas de radiodifusão. Mesmo que os direitos de autor e direitos conexos caracterizam-se como direitos afins, há que se ressaltar que protegem diferentes pessoas. No contexto dos direitos autorais, eles asseguram a proteção ao autor da obra, como é o caso de uma canção. Por outro lado, no âmbito dos direitos conexos, estes têm a função de resguardar os direitos de um intérprete dessa mesma canção. A Figura 12 apresenta, sumariamente, as respectivas normas nacionais aplicáveis ao direito autoral.

Figura 12 – Leis aplicáveis ao direito autoral nacional



Fonte: Elaborado pelo autor, com base na legislação nacional.

Relevante destacar que os direitos autorais são aplicáveis aos programas de computador. Segundo a Lei 9.610 (LDA), artigo 7º, inciso XII, os programas de computador são considerados obras intelectuais protegidas pela legislação nacional. A importância deste compêndio legislativo é o esclarecimento dos aspectos legais dos bens imateriais decorrentes do direito patrimonial sobre a propriedade intelectual. Embora a maioria dos países tenha sua própria lei de direitos autorais, conforme apresentado anteriormente, existem acordos e tratados internacionais amplamente reconhecidos para proteger propriedades intelectuais em escala global. No Quadro 10, Adibfar, Costin e Issa (2020) classificam os tipos de acordo conforme as respectivas publicações.

Quadro 10 – Acordos internacionais aos direitos autorais

Tipo de acordo	Publicação
Acordos	<ul style="list-style-type: none"> • Acordos da Organização Mundial do Comércio • Rodada Uruguai de Negociações Comerciais Multilaterais do Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT) • Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS)
Convenções	<ul style="list-style-type: none"> • A Convenção Universal de Direitos Autorais (UCC) (UNESCO 1952) • Convenção para a proteção dos produtores de fonogramas (Genebra, 1973) • Convenção de Berna para a Proteção das Obras Literárias e Artísticas • Convenção de Buenos Aires de 1910 (Convenções Internacionais de Direitos Autorais de 1910)
Tratados	<ul style="list-style-type: none"> • Tratado da OMPI sobre Direito de Autor (1996) • Tratado da OMPI sobre Execuções e Fonogramas (WPPT) (WIPO 1973)

Fonte: Reproduzido de Adibfar, Costin e Issa (2020).

Um acordo internacional que pode ser bilateral ou multilateral, é projetado para o consenso e ajuda na prevenção de confusões e conflitos. Os acordos geralmente são ratificados pelos governos e assinados pelas autoridades legislativas de cada parte. A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) é o principal administrador de tratados internacionais que protegem a propriedade intelectual. Nesta organização, considerando a esfera dos direitos autorais, há o Comitê Permanente de Direitos Autorais e Direitos Conexos (*Standing Committee on Copyright and Related Rights - SCCR*)⁴⁸ que possui, entre outras, a iniciativa intitulada *Copyright in the Digital Environment*⁴⁹. Promovida pelo comitê, em essência, as propostas de

⁴⁸ Comitê Permanente de Direitos Autorais e Direitos Conexos (Standing Committee on Copyright and Related Rights - SCCR). Disponível em: <<https://www.wipo.int/policy/en/sccr/>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

⁴⁹ Proposta de análise de direitos autorais relacionados ao ambiente digital, promovida pelo Comitê Permanente de Direitos Autorais e Direitos Conexos da Organização Mundial da Propriedade Intelectual

análise dos direitos autorais estão relacionadas ao ambiente digital e concentram-se nas seguintes abordagens:

1. Marco legal das novas formas de uso de obras intelectuais no ambiente digital;
2. O papel das empresas e corporações que fazem uso de obras protegidas por direitos autorais no meio digital e sua forma de proceder;
3. Remuneração equitativa como opção ao direito exclusivo de autorização; e
4. Limitações e exceções aos direitos autorais no ambiente digital.

Ascensão (1999), na passagem para o atual século, já previa uma transformação na visão sobre a propriedade intelectual decorrente de um novo espaço em formação, o Ciberespaço. Neste contexto, o referido professor apresentou questões relevantes sobre esta nova era da informação e o mundo digital.

O autor, como dissemos, tem o papel fundamental de autorizar que a sua obra seja colocada em linha (*on-line*) à disposição do público. Mas a partir daí, apaga-se. (...) A esta exploração o autor é fundamentalmente alheio. Saiu da cena quando autorizou a colocação da obra em linha (ASCENSÃO, 1999).

O direito de autor neste contexto revela-se frágil, uma vez que a obra colocada na rede pode ser disseminada a um número indeterminado de pessoas pelo mundo. As discussões sobre a problemática dos direitos autorais em ambientes digitais vêm ganhando força nos últimos anos, sobretudo com o advento de novas tecnologias como o blockchain. A relação entre direitos autorais e a tecnologia blockchain contribui para a gestão de direitos e ativos em ambiente digital. O blockchain pode ser uma ferramenta eficaz na proteção, autenticação e rastreamento de conteúdo digital, fornecendo evidências sólidas de autoria e propriedade.

Além disso, a utilização de tecnologias derivadas do blockchain, como os tokens não fungíveis (NFT), desempenha um papel fundamental na promoção de uma nova concepção sobre a escassez no ambiente digital, possibilitando que os autores estabeleçam condições para a exploração econômica de seus direitos. Deste modo, a evolução tecnológica está possibilitando novas abordagens e soluções, com o objetivo de mitigar desafios antes tidos como insolúveis, decorrentes da disseminação desenfreada da propriedade intelectual em ambientes digitais. Nas fases iniciais das redes informáticas, a identidade autoral no ambiente digital era, em certa medida, questionável; no entanto, recentemente, essa perspectiva tem passado por uma transformação gradual, respaldada por organizações internacionais como a OCDE e WIPO. Nesse contexto, o direito autoral está sendo reimaginado, especialmente após

o surgimento da Tecnologia de Registro Distribuído (DLT), como o blockchain, que abre novas possibilidades de consideração.

2.4.4 Propriedade Intelectual e Blockchain

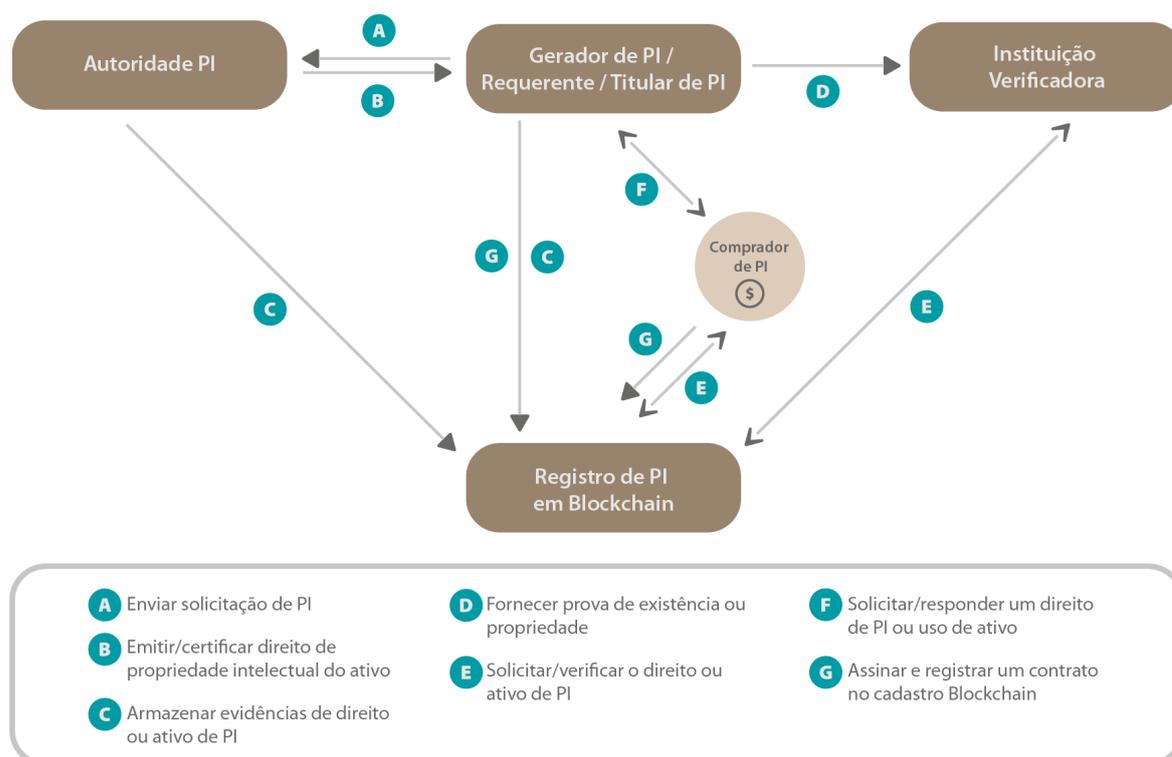
A novidade e emergência do uso da tecnologia blockchain em diversos contextos além do financeiro, instigou os membros da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) à criação de comitê dedicado ao tema. A organização criou um grupo de trabalho chamado "*Blockchain Task Force*", inserido no Comitê de Normas da OMPI (*Committee on WIPO Standards - CWS*), com o propósito de desenvolver modelos de referência para a aplicação da tecnologia blockchain no âmbito da Propriedade Intelectual (PI). A pesquisa realizada pelo comitê, entre outros objetivos, deu origem ao documento "*WIPO White Paper: Blockchain technologies and IP ecosystems*" e apresentou considerações destinadas a um novo padrão da OMPI para aplicações da tecnologia blockchain em ecossistemas de PI. Segundo a pesquisa foram elencados alguns possíveis usos da tecnologia, conforme relação a seguir:

1. Carimbo de data/hora (*Timestamp*);
2. Identidade digital;
3. Registro de IP;
4. Prova de existência;
5. Evidência de geração;
6. Antifalsificação;
7. Aplicação de direitos de PI - avaliação de apreensão;
8. Troca prioritária de documentos entre escritórios de IP;
9. Marca de certificação;
10. Evidência de uso de marca registrada;
11. Módulos e-PVP (*Electronic Plant Variety Protection*);
12. Transferência/cessão de direitos de propriedade intelectual; e
13. Licenciamento de propriedade intelectual.

Os resultados da iniciativa possibilitam novas abordagens para a propriedade intelectual e utilização da tecnologia blockchain. Desafios e questões sobre a viabilidade para a adoção da tecnologia em ecossistemas de PI também foram identificados. As principais características da tecnologia foram destacadas, como descentralização, registros distribuídos, mecanismos de consenso, imutabilidade de registros e criptografia. As tecnologias blockchain têm o potencial de facilitar a administração de repertórios por Organizações de Gestão Coletiva, bem como a

interconexão entre essas organizações e o acesso às informações desses repertórios por potenciais usuários. Um exemplo apresentado no documento publicado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) destaca o caso da Sociedade Italiana de Autores e Editores (SIAE) anunciou uma parceria com a rede blockchain Algorand⁵⁰ para o desenvolvimento de uma plataforma blockchain para distribuição de royalties. Este projeto resultou na criação de mais de 4 milhões de NFT que representam mais de 95.000 autores associados à SIAE, com o objetivo de acelerar a conversão digital de obras para facilitar sua proteção. Além disso, segundo a pesquisa publicada pela OMPI o uso do blockchain é favorável ao mercado de licenças, pois oferece rastreamento e transparência em transações de direitos de propriedade intelectual, fornece um registro para reivindicações, colaboração comercial e oferece novas perspectivas para a proteção da propriedade intelectual. Na Figura 13 apresenta uma visão geral do uso de blockchain em ecossistemas de propriedade intelectual segundo recomendação da Organização Mundial da Propriedade Intelectual.

Figura 13 – Visão geral do uso de blockchain em ecossistemas PI



Fonte: Elaborado pelo autor, com base na OMPI.

⁵⁰ Algorand é reconhecida como uma infraestrutura blockchain de nível institucional. Disponível em: <<https://algorand.com/>>. Acesso em: 28 de ago. de 2023.

O uso do blockchain em ecossistemas de propriedade intelectual (PI) envolve várias etapas cruciais para a proteção eficaz dos direitos. Conforme ilustrado na Figura 13, o fluxo para a utilização do blockchain em ecossistemas de PI pode ser compreendido da seguinte forma: inicialmente, ocorre o envio de um requerimento (ação A), no qual os detentores de direitos submetem uma solicitação de propriedade intelectual à autoridade em PI. Após análise e aprovação, há a emissão de um certificado (ação B), no qual o direito de propriedade intelectual do ativo é emitido e certificado pela autoridade em PI, fornecendo uma prova inquestionável de propriedade. As evidências dessa propriedade, como obras digitais ou informações confidenciais, são então armazenadas de forma segura na rede blockchain (ação C), garantindo sua preservação e rastreabilidade. Para fornecer prova de existência ou propriedade, a instituição verificadora é acionada (ação D), permitindo que qualquer pessoa verifique a autenticidade e originalidade do ativo de PI. Nos casos de solicitações ou verificações dos direitos de propriedade intelectual (ação E), o registro de propriedade intelectual em plataforma blockchain garante um processo transparente e eficiente. Quando há necessidade de responder a uma solicitação de direito de PI ou uso de ativo, há a possibilidade de o gerador de propriedade intelectual, requerente ou titular de PI (ação F) apresentar informações sobre um direito de PI ou uso do ativo, facilitando a comunicação entre as partes envolvidas. Por fim, assinar e registrar um contrato utilizando a tecnologia blockchain (ação G) permite que todas as transações e contratos relacionados à propriedade intelectual sejam assinados e registrados no cadastro do blockchain, criando um registro imutável de todas as interações e acordos, garantindo, assim, a segurança e a integridade dos ativos de PI.

3. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa refletem a visão de mundo adotada. Deste modo, a pesquisa está caracterizada conforme a respectiva descrição. Segundo Gil (2019, p. 26), Morgan (1980) e Creswell (2021) para se caracterizar uma pesquisa científica adotam-se critérios como visão de mundo, natureza da pesquisa, área do conhecimento, finalidade, propósitos mais gerais e a decisão sobre quais métodos devem ser empregados para a investigação.

A abordagem escolhida para a pesquisa está fundamentada em um paradigma funcionalista. Esta visão considera que a sociedade tem existência concreta e real, e um caráter sistêmico orientado para produzir um sistema social ordenado e regulado (MORGAN, 1980). Isto é, há intenção de se entender a sociedade de modo a gerar conhecimento prático. Como resultado, esta pesquisa está fundamentada em aspectos objetivos, pois considera uma dimensão sociotécnica contemporânea, em que tecnologias e humanos, em interação, configuram um meio social.

Por conseguinte, o estudo é de natureza qualitativa, uma vez que os indivíduos, como agentes, procuram entender o mundo em que vivem e trabalham. A abordagem condiz com os preceitos de Creswell (2021) quanto à perspectiva de um construtivismo social. Portanto, os significados objetivos, variados e múltiplos, levam à pesquisa o entendimento de que há uma complexidade inerente aos desafios contemporâneos. Ademais, entende-se que os seres humanos constroem significados enquanto interagem com o mundo. Este entendimento, de acordo com Crotty (1998), faz com que os indivíduos em sociedade extraiam sentidos com base em perspectivas históricas e sociais, influenciados sobretudo pela cultura de uma comunidade humana.

Em consideração à dimensão interdisciplinar do tema, e as características do Programa de Pós-graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento (PPGEGC), buscou-se neste trabalho de pesquisa uma abordagem interdisciplinar, com ênfase nas Ciências Sociais Aplicadas. Deste modo, a área de conhecimento é a interdisciplinar, alinhada com a compreensão do PPGEGC e seu objeto de pesquisa: o conhecimento, que é estudado de maneira interdisciplinar, resultando de interações sociotécnicas entre agentes humanos e tecnológicos.

Quanto à finalidade da pesquisa, foi determinada para a ampliação de conhecimentos, especialmente em relação aos novos paradigmas tecnológicos e influências sociais. O estudo considera a função utilitarista de Fisher (2001) para a propriedade intelectual. Ademais, a pesquisa direcionou seus esforços para um melhor entendimento sobre a regulação social

conforme o direito, em uma dimensão de direitos subjetivos correspondentes à autoria das expressões humanas. Direitos que são, inicialmente, intrínsecos aos autores de obras intelectuais e que, também, podem configurar relações econômicas, em função utilitarista aos bens intelectuais de natureza intangível.

Como propósitos mais gerais, a pesquisa está orientada a ser descritiva, sobretudo em decorrência da novidade tema e influências no meio social, busca maior familiaridade sobre a tecnologia blockchain e a relações jurídicas dos direitos de autores em meio digital.

Quanto ao método empregado na investigação qualitativa, utilizou-se bibliografia científica e especializada sobre o tema, com abordagem de revisão integrativa da literatura. Neste sentido, com uma investigação bibliográfica, utilizando material publicado nos resultados de pesquisas consolidadas foi possível encontrar relações entre assuntos aparentemente incompatíveis. Nestas relações, problemas são tratados com vistas a torná-los explícitos, considerando os fatos-fenômenos, onde a coleta de dados se estabelece primeiramente em pesquisas científicas, direitos – leis, tratados e acordos internacionais, além, de recomendações e proposituras de organizações internacionais. Dentre as organizações, destacam-se a WIPO e a OCDE, que abordam de forma consolidada temas como propriedade intelectual e blockchain, com foco nos interesses públicos. Em síntese a pesquisa está descrita do seguinte modo, conforme o Quadro 11.

Quadro 11 – Característica da pesquisa

Característica da pesquisa		
Visão de mundo	Paradigma funcionalista	A sociedade tem existência concreta e real, e um caráter sistêmico orientado para produzir um sistema social ordenado e regulado (MORGAN, 1980)
Natureza	Estudo Qualitativo	Os indivíduos procuram entender o mundo em que vivem e trabalham, sob uma perspectiva de um construtivismo social (CRESWELL, 2021; CROTTY, 1998).
Área do conhecimento	Interdisciplinar	Abordagem interdisciplinar e o conhecimento como objeto de pesquisa, segundo o PPGECC ⁵¹ .
Finalidade	Se destina a ampliar conhecimentos, especialmente em relação aos novos paradigmas tecnológicos e influências sociais.	Função utilitarista da propriedade intelectual (FISHER, 2001)
Propósitos mais gerais	Pesquisa descritiva	Gil (2019)

⁵¹ No sítio eletrônico do PPGECC estão descritas, a visão para a ciência, histórico, áreas de concentração e linhas de pesquisa, entre outras informações. Disponível em: <<https://ppgecc.paginas.ufsc.br/>>. Acesso em: 2 de ago. de 2023.

Método empregado para a revisão de literatura	Revisão integrativa de literatura	Whittemore e Knafl (2005); Botelho, Cunha e Macedo (2011)
Método empregado para a investigação qualitativa	Análise temática: identificação; definições; coleta de dados (documentos qualitativos); registro; interpretação; síntese dos resultados.	Braun e Clarke (2006)

Fonte: Elaborado pelo autor, conforme Morgan (1980); Fisher (2001); Gil (2019); Creswell (2021); Botelho, Cunha e Macedo (2011); Whittemore e Knafl (2005)

Estão descritos a seguir o método bibliográfico e demais procedimentos adotados para a revisão integrativa, conforme Botelho, Cunha e Macedo (2011) e Análise Temática de Braun e Clarke (2006).

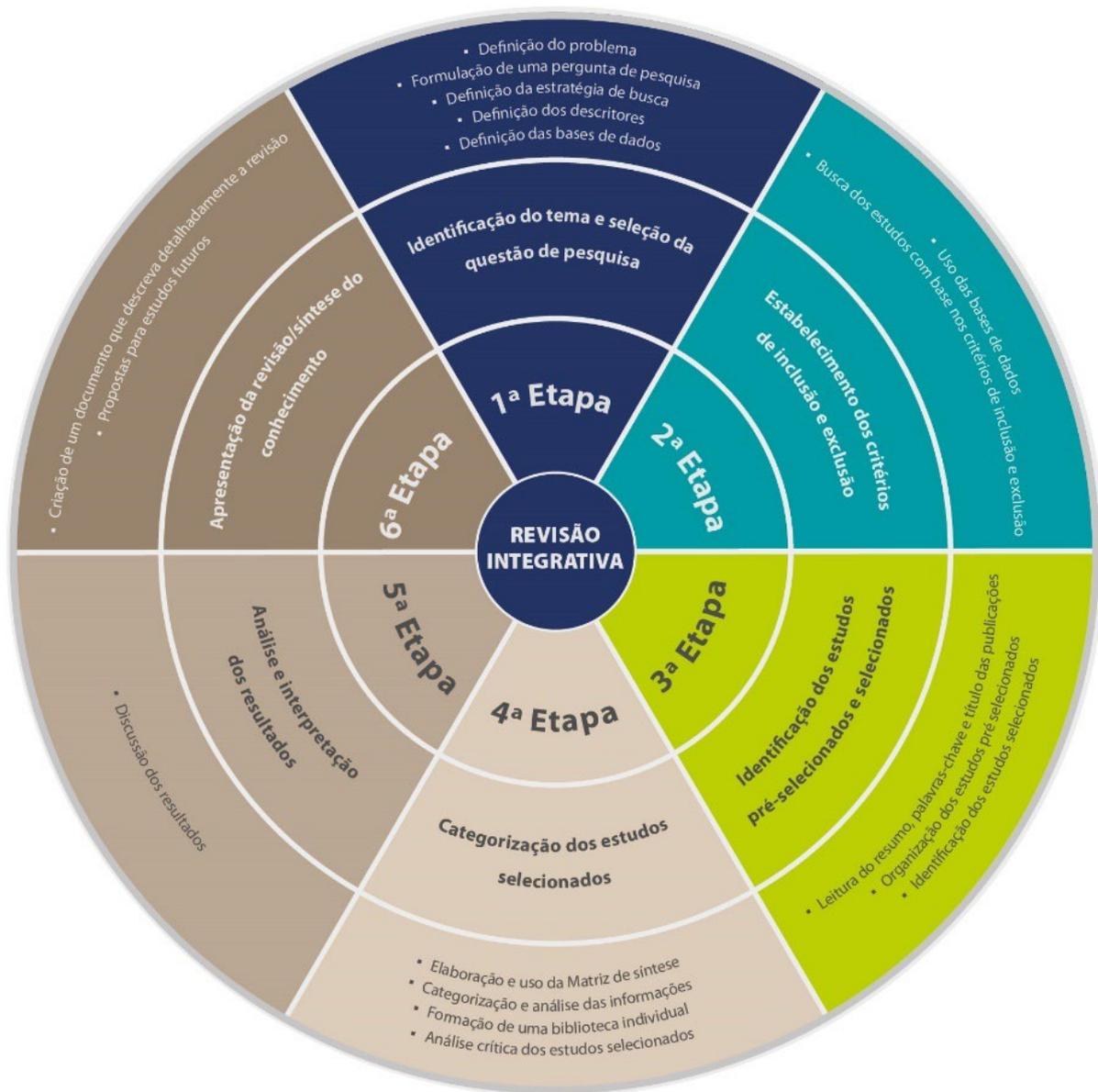
3.1 REVISÃO DE LITERATURA INTEGRATIVA

A escolha pela revisão integrativa está associada à característica dessa metodologia, que oferece uma síntese dos conhecimentos. Isto é, o propósito geral do processo de revisão utilizado nesta pesquisa foi o de reunir conhecimentos sobre os constructos escolhidos. Segundo Souza, Silva e Carvalho (2010) esta abordagem metodológica envolve alguns critérios, como a definição do problema, identificação de informações necessárias, condução das buscas por estudos na literatura disponível, avaliação, identificação das publicações e determinação da utilização. O trabalho de revisão integrativa de literatura se destina a ser uma ampla abordagem em comparação a outras formas de revisões não estabelecidas por critérios mais rígidos.

Originalmente a palavra integrativa está na integração de opiniões, conceitos ou ideias que permitem a construção da ciência (WHITTEMORE; KNAFL, 2005). Desta forma, a partir do estado da arte acontece o avanço científico. A revisão de literatura buscou, então, revelar o estado da arte do tema. A consulta às bases de dados foi realizada durante o mês de setembro de 2022 e orientada por etapas definidas, com o intuito de apresentar respostas às questões de pesquisa previamente estabelecidas. Em maio de 2023, foi realizada uma nova consulta com o objetivo de atualizar o portfólio; no entanto, não foram identificados artigos que complementassem o portfólio. Portanto, a pesquisa foi constituída por etapas de acordo com o método de Botelho, De Almeida Cunha e Macedo (2011). Conforme os autores, a revisão integrativa deve ser realizada seguindo as seguintes etapas, e suas respectivas especificidades.

A Figura 14 apresenta a dinâmica do processo de revisão integrativa, conforme as etapas sugeridas pelos autores previamente citados. Para uma melhor visualização, a Figura 14 também encontra-se disponível no Anexo A desta dissertação.

Figura 14 – Processo para uma revisão integrativa



Fonte: Elaborado pelo autor, conforme Botelho, De Almeida Cunha e Macedo (2011).

Como resultado, optou-se por seguir as etapas de revisão integrativa, com o propósito de sintetizar tópicos importantes, dos quais serão apresentados, conforme as etapas 1ª a 6ª.

3.1.1 1ª Etapa: Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa

Nesta primeira etapa do processo de revisão de literatura, foram identificados o tema e questão de pesquisa, incluindo as respectivas fases: definição do problema, formulação de uma pergunta de pesquisa, definição da estratégia de busca, definição dos descritores e definição das bases de dados. Para estabelecer uma questão de pesquisa de modo preciso, há que se fazer previamente uma abordagem geral sobre determinados assuntos que circundam o tema central. O processo para se chegar a uma pergunta e, por conseguinte, investigação, envolveu o conhecimento de qual é o estado da arte das pesquisas científicas relacionado aos descritores “intellectual property” (em língua portuguesa: “propriedade intelectual”) e “blockchain”. Em primeira análise, as interações com os respectivos assuntos foram estabelecidas por meio de leituras gerais. A partir de noções preliminares foram sendo delineados critérios para a elaboração de consultas às bases de dados científicas e, então, conhecer o estado da arte envolvendo possíveis relações entre os dois constructos. Deste modo, após o contato com algumas noções gerais sobre os constructos foi possível a elaboração de uma questão de pesquisa com abordagem mais específica. Assim, foi estabelecida a seguinte questão para a pesquisa: “Como a propriedade intelectual em ambientes digitais pode ser integrada à tecnologia blockchain?”. A estratégia de busca foi utilizada nas bases de dados científicos, optando pelos descritores “intellectual property” (em língua portuguesa: “propriedade intelectual”) e “blockchain”. Foram selecionadas as seguintes bases de dados: SCOPUS, Web of Science, IEEE Xplore e SciELO.

3.1.2 2ª Etapa: Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão

Nesta segunda etapa do processo de revisão de literatura foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para as análises posteriores. Juntamente aos descritores utilizou-se o operador “and” (“e”, no caso de busca em língua portuguesa), com o intuito de indicar conexão ou adição entre os constructos “intellectual property” (em língua portuguesa: “propriedade intelectual”) e “blockchain”.

A escolha de pesquisar o tema da tecnologia blockchain a partir de 2017 e considerar os cinco anos subsequentes para investigar bases de dados científicas relacionadas à tecnologia blockchain e à propriedade intelectual em redes digitais se justifica pela significativa transformação que ocorreu nesse período. Com o surgimento da rede Ethereum, houve uma expansão notável no potencial de aplicação da tecnologia blockchain, indo além das simples

trocas de valores com moedas digitais, como o Bitcoin. A Ethereum permitiu a criação de uma ampla gama de aplicações descentralizadas, abrindo caminho para a inovação em diversos setores. Essa evolução teve um impacto substancial na forma como a propriedade intelectual é gerenciada e protegida em ambientes digitais. À medida que as aplicações descentralizadas se tornaram mais comuns, a questão da propriedade intelectual em redes digitais ganhou relevância significativa. Agora, é essencial entender como as leis de direitos autorais e outros aspectos legais se aplicam a esses novos contextos tecnológicos, onde a descentralização e a criptografia desempenham um papel fundamental.

Portanto, a pesquisa nesse período específico permite uma análise mais aprofundada das mudanças e desafios que a tecnologia blockchain trouxe para o campo da propriedade intelectual, permitindo a compreensão de como a evolução tecnológica impactou as relações entre a tecnologia e o direito autoral, tornando-se um tema de grande relevância nos estudos jurídicos e tecnológicos contemporâneos.

Além disso, foram pesquisadas outras bases de dados considerando o escopo desta pesquisa. No entanto, não foram encontrados trabalhos que justificassem sua inclusão no portfólio para análise. Portanto, optou-se por selecionar as quatro bases de dados escolhidas. É importante notar que praticamente todos os trabalhos publicados sobre a temática em análise estavam em língua inglesa. Curiosamente, até mesmo trabalhos encontrados na primeira seleção de artigos como o estudo conduzido por Cavalheiro e Cavalheiro (2022), pesquisadores brasileiros da Universidade Federal Fluminense no Rio de Janeiro, foram publicados em língua inglesa. Isso demonstra a necessidade dos pesquisadores de outras línguas, como o chinês, em disseminar o conhecimento científico em uma língua amplamente utilizada internacionalmente por diversos países, levando em consideração as publicações mundiais sobre a tecnologia blockchain e questões relacionadas aos direitos de propriedade intelectual em ambientes digitais. Então, estes critérios foram definidos para o início das buscas sistemáticas nas bases de dados. Como parâmetros mais específicos foram utilizadas as ferramentas disponíveis pelas bases científicas, respeitando as características de cada base de dados, conforme os Quadros 12, 13, 14 e 15:

Quadro 12 – Critérios de pesquisa base de dados SCOPUS

SCOPUS
<ul style="list-style-type: none"> • Descritores: “blockchain”, “intellectual property” • Operadores: “and” • Período: 5 anos (2017-2022) • Áreas: “social sciences”, “business, management and accounting”, “economics, econometrics and finance”, “art and humanities” • Tipo de documento: “artigos” • Palavras-chave: “blockchain”, “intellectual property” • Tipo de fonte: “journal” • Idioma: “english”
STRING DE BUSCA
TITLE-ABS-KEY ("blockchain" AND "intellectual property") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ARTS")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Blockchain") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Intellectual Property")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j"))
RESULTADO
36 documentos encontrados

Fonte: O autor (2023).

Quadro 13 – Critérios de pesquisa base de dados Web of Science.

Web of Science
<ul style="list-style-type: none"> • Descritores: “blockchain”, “intellectual property” • Operadores: “and” • Período: 5 anos (2017-2022) • Categorias: “Law” or “Management” or “Economics” or “Business” or “Business Finance” or “Social Sciences Interdisciplinary” or “International Relations” • Tipo de documento: “artigo”, “artigo de revisão” • Idioma: “english”
STRING DE BUSCA
blockchain (Tópico) and "intellectual property" (Tópico) and 2017 or 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022 or 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 (Anos da publicação) and 2022 or 2021 or 2020 or 2019 or 2018 or 2017 (Anos da publicação) and Artigo or Artigo de revisão (Tipos de documento) and Law or Management or Economics or Business or Business Finance or Social Sciences Interdisciplinary or International Relations (Categorias da Web of Science) and English (Idiomas) and Artigo or Artigo de revisão (Tipos de documento) and English (Idiomas)
RESULTADO
29 documentos encontrados

Fonte: O autor (2023).

Quadro 14 – Critérios de pesquisa base de dados IEEE Xplore.

IEEE Xplore
<ul style="list-style-type: none"> • Descritores: “blockchain”, “intellectual property” • Operadores: “and” • Período: 5 anos (2017-2022) • Tipo de documento: “artigo” • Tipo de fonte: “journal” • Idioma: “english”
STRING DE BUSCA
("All Metadata":blockchain) AND ("All Metadata":"intellectual property") Filters Applied: Journals; 2017 - 2022
RESULTADO
8 documentos encontrados

Fonte: O autor (2023).

Quadro 15 – Critérios de pesquisa base de dados SciELO.

SciELO
<ul style="list-style-type: none"> • Descritores: “blockchain” • Operadores: (não aplicação) • Período: 5 anos (2017-2022) • Áreas: “Ciências Sociais Aplicadas”, “Engenharias” • Tipo de documento: “artigos” • Palavras-chave: (não aplicação) • Tipo de fonte: (não aplicação) • Língua: (não aplicação)
STRING DE BUSCA
(não aplicação)
RESULTADO
2 documentos encontrados

Fonte: O autor (2023).

Mais uma vez, é importante ressaltar que foram consideradas as distinções entre os parâmetros disponibilizados pelas bases de dados científicos. Deste modo, buscou-se a melhor compatibilidade para as pesquisas e nos casos em que os critérios não eram disponibilizados pelas ferramentas optou-se pela “não aplicação”. Além disso, durante a busca na base de dados SciELO, com a aplicação dos descritores “blockchain” e “intellectual property”, não houve publicação que integrasse os constructos. Portanto, optou-se por utilizar apenas o descritor “blockchain”. Como resultado na base SciELO, dois artigos foram considerados para integrar o portfólio das análises posteriores. Como resultado das buscas nas bases científicas foram encontrados o total de 74 artigos, com a exclusão das repetições, ou aqueles com acesso restrito, considerados 63 artigos para as análises posteriores conforme o Quadro 16:

Quadro 16 – Resultado das buscas nas bases de dados

Bases de dados	Documentos encontrados	Repetições	Total
SCOPUS	36	-	36
Web of Science	29	9	20
IEEE Xplore	8	3	5
SciELO	2	-	2
Total	74	11	63

Fonte: O autor (2023).

3.1.3 3ª Etapa: Identificação dos estudos selecionados

Na terceira etapa do processo de revisão foram selecionados os artigos para leitura integral do texto. Deste modo, foram realizadas leituras preliminares considerando apenas os resumos, palavras-chave e título das publicações. Durante a seleção, além da temática sobre blockchain, como critério de inclusão foram considerados apenas os artigos que tratavam do assunto propriedade intelectual diretamente relacionada aos direitos autorais, ou *copyrights*. Os artigos foram organizados após as leituras preliminares e identificados os estudos selecionados, conforme os critérios supracitados. Restaram o total de 26 artigos para a categorização e leitura integral. O Quadro 17 apresenta os artigos, 26 trabalhos científicos selecionados, com os nomes dos autores e respectivos títulos.

Quadro 17 – Resultado com a seleção dos artigos

Nº	Autores	Títulos
1	Jing, Liu e Sugumaran (2021)	A blockchain-based code copyright management system
2	Xiao <i>et al.</i> (2020)	A Blockchain-Based Traceable IP Copyright Protection Algorithm
3	Sun, Wang e Wang (2018)	Application of blockchain technology in online education
4	Whitaker <i>et al.</i> (2021)	Art, antiquities, and blockchain: new approaches to the restitution of cultural heritage
5	Lin <i>et al.</i> (2020)	Blockchain and IoT-based architecture design for intellectual property protection
6	Ryan <i>et al.</i> (2021)	Blockchain and publishing: towards a publisher-centred distributed ledger for the book publishing industry
7	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020)	Blockchain in general management and economics: a systematic literature review
8	Malaurie-Vignal (2020)	Blockchain, intellectual property and fashion
9	Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	Blockchain-Based Traceability and Management for Additive Manufacturing
10	Castellano e Tosato (2020)	Commercial Law Intersections
11	Adibfar, Costin e Issa (2020)	Design Copyright in Architecture, Engineering, and Construction Industry: Review of History, Pitfalls, and Lessons Learned
12	Zeilinger (2018)	Digital Art as ‘Monetised Graphics’: Enforcing Intellectual Property on the Blockchain
13	Quinn e Connolly (2021)	Distributed ledger technology and property registers: displacement or status quo

14	Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	From the Artist's Contract to the blockchain ledger: new forms of artists' funding using equity and resale royalties
15	Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	Impact of technological blockchain paradigm on the movement of intellectual property in the digital space
16	Modic <i>et al.</i> (2019)	Innovations in intellectual property rights management Their potential benefits and limitations
17	Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	Intellectual property law and practice in the blockchain realm
18	Ragot, Rey e Shafai (2020)	IP lifecycle management using blockchain and machine learning: Application to 3D printing datafiles
19	Shakhnazarov (2022)	Lex Registrum as a System of Regulation of Cross-Border Relations Aimed at Protection of Intellectual Property Implemented by Means of Blockchain Technology
20	Low e Mik (2020)	Pause the blockchain legal revolution
21	Song <i>et al.</i> (2021)	Proof-of-Contribution consensus mechanism for blockchain and its application in intellectual property protection
22	Darabsch e Martins (2021)	Protecting BIM design intellectual property with blockchain: review and framework.
23	Mostert e Jue (2018)	The application and challenges of blockchain in intellectual property driven businesses in China
24	Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	The potential use of blockchain technology in co-creation ecosystems
25	Fairfield (2022)	Tokenized: The Law of Non-Fungible Tokens and Unique Digital Property
26	Zhu <i>et al.</i> (2021)	Using Blockchain Technology to Enhance the Traceability of Original Achievements

Fonte: O autor (2023).

3.1.4 4ª Etapa: Categorização dos estudos selecionados

A quarta etapa consiste na categorização dos estudos selecionados, com fundamento na análise temática. O método escolhido para as publicações selecionadas foi o método proposto por Braun e Clarke (2006). Segundo as autoras, a análise temática é um método para identificar, analisar e relatar padrões (temas) dentro dos dados. O método é utilizado em pesquisas qualitativas e permite interpretar vários aspectos do objeto de pesquisa, uma vez que há certa flexibilidade durante a abordagem. Por conseguinte, o julgamento do pesquisador é necessário para determinar o que é um tema (BRAUN e CLARKE, 2006). Saber o que é um tema não depende de quantificáveis, mas sim, de algo importante que se apresenta à questão geral da pesquisa, nesta pesquisa, referente à integração entre a propriedade intelectual em ambiente digital e a tecnologia blockchain. Conforme o método de Braun e Clarke (2006), três passos foram propostos para a execução das investigações posteriores:

1. Familiarização com os dados;
2. Geração de temas;
3. Portfólio temático da análise;

3.1.4.1 Familiarização com os dados

Primeiramente foram realizadas leituras do resumo e dos tópicos que apresentavam relações importantes entre a propriedade intelectual e a tecnologia blockchain. Os títulos trabalhos podem ser consultados no item 3.2.3 deste trabalho. Após a leitura preliminar e a familiarização com os dados, procedeu-se à leitura integral e reiterada dos artigos. Isso resultou em um entendimento mais claro sobre quais pontos da leitura deveriam receber maior atenção. Assim, as leituras e anotações tiveram como objetivo aprofundar o entendimento dos assuntos. Consequentemente, foram selecionadas informações precisas que constituíram anotações das ideias centrais para a investigação. Essas anotações, por sua vez, formaram uma vasta quantidade de registros que serviriam para a síntese temática.

3.1.4.2 Geração de temas

A leitura integral dos artigos permitiu o estabelecimento de temas, utilizados para auxiliar as investigações subsequentes e compatíveis aos objetivos específicos desta pesquisa. Na codificação foram consideradas as relações entre propriedade intelectual e blockchain. De acordo com as discussões propostas pelos trabalhos científicos analisados, 7 abordagens (temas) se apresentaram fundamentais à investigação, conforme o Quadro 18.

Quadro 18 – Abordagens estabelecidas para as análises

Relações	Abordagens definidas para a consolidação de análises
<p>Propriedade Intelectual (Direitos Autorais/ Copyrights) e Blockchain</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceitos ou definições sobre a tecnologia blockchain 2. Propriedades fundamentais do blockchain 3. Funcionamento do blockchain 4. Áreas de aplicação (abordagem geral) 5. Aplicações em PI (conexão entre PI e Blockchain) 6. Contribuições da aplicação do blockchain em PI 7. Desafios para a aplicação do blockchain em PI

Fonte: O autor (2023).

3.1.4.3 Portfólio temático da análise

A fim de registrar os conhecimentos foram compiladas informações conforme as sete abordagens (temas). Para atingir este resultado, foram conduzidas leituras, redações, sínteses e

verificações temáticas, i. e., ações alinhadas aos objetivos da pesquisa. Deste modo, um portfólio foi estruturado, disponível nos apêndices de A a G, contendo uma síntese com os conhecimentos nos estudos científicos. As sínteses foram respectivamente configuradas conforme os seguintes temas: (1) conceitos ou definições para blockchain, (2) propriedades do blockchain, (3) funcionamento do blockchain, (4) áreas de aplicação (geral) do blockchain, (5) aplicações em propriedade intelectual, (6) contribuições da aplicação do blockchain em PI e (7) desafios para a aplicação do blockchain em PI.

O Quadro 19 engloba todos os artigos selecionados e destaca os tópicos para a síntese dos resultados. Durante a classificação, foram considerados os artigos que abordam consistentemente o respectivo tópico em destaque. Dos 26 trabalhos que compõem o portfólio, 24 discutem o conceito ou definições relacionadas à tecnologia blockchain. No que se refere às propriedades fundamentais, 20 trabalhos exploram o tema, enquanto 19 tratam das funcionalidades do blockchain. Quanto às áreas de aplicação, 13 enfocam as aplicações gerais, enquanto 23 se concentram nas aplicações da tecnologia blockchain no contexto da propriedade intelectual. Em relação às contribuições da aplicação do blockchain na propriedade intelectual, 19 trabalhos abordam o assunto, enquanto 17 discutem os desafios associados a essa aplicação.

Quadro 19 – Artigos que abordam os temas e síntese temática

Tema	Artigos que abordam o tema	Síntese dos temas e principais destaques	Autores
<p>Conceitos ou definições sobre a tecnologia blockchain</p>	<p>24</p>	<p>Blockchain é uma tecnologia de registros distribuídos que utiliza blocos encadeados para registrar permanentemente a história de transações autenticadas.</p>	<p>(JING; LIU; SUGUMARAN, 2021) (XIAO <i>et al.</i>, 2020) (SUN; WANG; WANG, 2018) (WHITAKER <i>et al.</i>, 2021) (LIN <i>et al.</i>, 2020) (RYAN <i>et al.</i>, 2023) (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020) (MALAURIE-VIGNAL, 2020) (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (MODIC <i>et al.</i>, 2019) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020) (SHAKHNAZAROV, 2022) (LOW; MIK, 2020) (SONG <i>et al.</i>, 2021) (DARABSEH; MARTINS, 2021) (MOSTERT; JUE, 2018) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022) (ZHU <i>et al.</i>, 2021)</p>

<p>Propriedades fundamentais do blockchain</p>	<p>20</p>	<p>A tecnologia blockchain é caracterizada por propriedades de descentralização, confiabilidade, resistência à adulteração e segurança.</p>	<p>(JING; LIU; SUGUMARAN, 2021) (XIAO <i>et al.</i>, 2020) (SUN; WANG; WANG, 2018) (RYAN <i>et al.</i>, 2023) (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020) (MALAUURIE-VIGNAL, 2020) (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (MODIC <i>et al.</i>, 2019) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020) (SHAKHNAZAROV, 2022) (LOW; MIK, 2020) (SONG <i>et al.</i>, 2021) (DARABSEH; MARTINS, 2021) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022) (ZHU <i>et al.</i>, 2021)</p>
<p>Funcionamento do blockchain</p>	<p>19</p>	<p>A tecnologia blockchain oferece funcionalidades como o registro distribuído, verificação de transações por todos os nós da rede, execução de contratos inteligentes e rastreamento de informações e ativos.</p>	<p>(JING; LIU; SUGUMARAN, 2021) (SUN; WANG; WANG, 2018) (WHITAKER <i>et al.</i>, 2021) (LIN <i>et al.</i>, 2020) (MALAUURIE-VIGNAL, 2020) (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020) (LOW; MIK, 2020) (SONG <i>et al.</i>, 2021) (DARABSEH; MARTINS, 2021) (MOSTERT; JUE, 2018) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022) (ZHU <i>et al.</i>, 2021)</p>
<p>Áreas de aplicação (abordagem geral)</p>	<p>13</p>	<p>A tecnologia blockchain encontra aplicações em diversas áreas, incluindo finanças, Internet das Coisas (IoT), medicina, registro de propriedade, combate à pirataria, gestão de direitos de propriedade intelectual, sistemas de pagamento, criptomoedas, contratos inteligentes e gestão de sistemas de informação.</p>	<p>(JING; LIU; SUGUMARAN, 2021) (WHITAKER <i>et al.</i>, 2021) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (MODIC <i>et al.</i>, 2019) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020) (SHAKHNAZAROV, 2022) (SONG <i>et al.</i>, 2021) (DARABSEH; MARTINS, 2021) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022)</p>

<p>Aplicações em PI (conexão entre PI e Blockchain)</p>	<p>23</p>	<p>A tecnologia blockchain é amplamente aplicada na proteção e gestão de propriedade intelectual, incluindo direitos autorais, registros de proveniência, autenticidade de obras e criação de contratos inteligentes para automação de acordos e gestão transparente de direitos.</p>	<p>(JING; LIU; SUGUMARAN, 2021) (XIAO <i>et al.</i>, 2020) (SUN; WANG; WANG, 2018) (WHITAKER <i>et al.</i>, 2021) (LIN <i>et al.</i>, 2020) (RYAN <i>et al.</i>, 2023) (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020) (MALAUURIE-VIGNAL, 2020) (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020) (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (MODIC <i>et al.</i>, 2019) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020) (SHAKHNAZAROV, 2022) (SONG <i>et al.</i>, 2021) (DARABSEH; MARTINS, 2021) (MOSTERT; JUE, 2018) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022) (ZHU <i>et al.</i>, 2021)</p>
<p>Contribuições da aplicação do blockchain em PI</p>	<p>19</p>	<p>A tecnologia blockchain oferece benefícios significativos para a proteção e gestão de direitos de propriedade intelectual, incluindo descentralização, transparência, verificação coletiva, rastreabilidade e segurança, tornando-a uma ferramenta valiosa para garantir a integridade e autenticidade de obras intelectuais.</p>	<p>(JING; LIU; SUGUMARAN, 2021) (XIAO <i>et al.</i>, 2020) (SUN; WANG; WANG, 2018) (WHITAKER <i>et al.</i>, 2021) (LIN <i>et al.</i>, 2020) (RYAN <i>et al.</i>, 2023) (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020) (MALAUURIE-VIGNAL, 2020) (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (MODIC <i>et al.</i>, 2019) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (MOSTERT; JUE, 2018) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022) (ZHU <i>et al.</i>, 2021)</p>

<p>Desafios para a aplicação do blockchain em PI</p>	<p>17</p>	<p>Os desafios da aplicação da tecnologia blockchain na propriedade intelectual incluem a complexidade na detecção de práticas na internet, problemas relacionados à tokenização de direitos, transformações nas estruturas jurídicas e obstáculos governamentais, que impactam a adoção efetiva dessa tecnologia para a gestão de direitos autorais e propriedade intelectual em ambientes digitais.</p>	<p>(ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020) (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020) (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020) (ZEILINGER, 2018) (QUINN; CONNOLLY, 2021) (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022) (SHATKOVSKAYA <i>et al.</i>, 2018) (MODIC <i>et al.</i>, 2019) (GÜRKAYNAK <i>et al.</i>, 2018) (SHAKHNAZAROV, 2022) (LOW; MIK, 2020) (SONG <i>et al.</i>, 2021) (DARABSEH; MARTINS, 2021) (MOSTERT; JUE, 2018) (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021) (FAIRFIELD, 2022) (ZHU <i>et al.</i>, 2021)</p>
-------------------------------------------------------------	-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: O autor (2023).

Assim, nesta etapa há a consolidação dos temas centrais aos objetivos específicos da pesquisa. Esta validação fortaleceu os fundamentos para as discussões subsequentes e a construção dos resultados. Para cada tema investigado foi possível o encontro de particularidades e a compreensão de relações. No capítulo 4 estão apresentadas as discussões sobre os temas.

3.1.5 5ª Etapa: Interpretação dos resultados

Na quinta etapa do processo de revisão de literatura integrativa, realizou-se a interpretação dos resultados, com o objetivo principal de sintetizar os estudos em resultados descritivos. No capítulo 4, são apresentados os resultados da pesquisa, juntamente com as discussões relacionadas a cada tema previamente definido.

3.1.6 6ª Etapa: Apresentação da síntese do conhecimento

Por fim, a última etapa consiste na síntese do conhecimento, ou seja, a elaboração da descrição sobre a investigação realizada. As conclusões e sugestões para estudos futuros estão apresentadas no Capítulo 5.

4. RESULTADOS

Neste capítulo, dedicado à apresentação dos resultados de pesquisa, serão abordados aspectos cruciais relacionados ao blockchain. Inicialmente, exploraremos as múltiplas abordagens para definir o conceito de blockchain, desvendando suas nuances. Em seguida, examinaremos o funcionamento detalhado de um blockchain, elucidando os processos que o tornam uma tecnologia inovadora. Além disso, exploraremos as áreas de aplicação geral do blockchain e, especificamente, suas aplicações no contexto da propriedade intelectual. Destacaremos as contribuições significativas que a aplicação do blockchain traz para a gestão de direitos de propriedade intelectual, mas também analisaremos os desafios complexos que surgem nesse cenário, delineando as barreiras que precisam ser superadas para sua efetiva implementação.

4.1 BLOCKCHAIN

Os resultados da revisão de literatura e análise temática evidenciaram múltiplas abordagens à definição de blockchain. Em concordância com os objetivos específicos deste estudo, no Quadro 20, encontram-se as perspectivas apresentadas pelos autores sobre a tecnologia, juntamente com as respectivas referências e interpretações atribuídas ao termo blockchain.

Quadro 20 – Múltiplas abordagens à definição de blockchain

Nº	Autores	Conceitos ou definições sobre blockchain
1	Jing, Liu e Sugumaran (2021)	(...) uma lista descentralizada, mantida por nós descentralizados, utilizada para compartilhamento distribuído e armazenamento de dados (NAKAMOTO, 2008).
2	Xiao <i>et al.</i> (2020)	Blockchain é uma rede ponto-a-ponto totalmente descentralizada, incluindo muitos nós e servidores distribuídos. Nesta rede pode se obter excelente confiabilidade, pois cada nó da rede blockchain armazena uma cópia completa dos registros em lista (do termo inglês <i>ledgers</i> , semelhante aos livros-contábeis), obtendo, então, robustez e boa tolerância a falha.
3	Sun, Wang e Wang (2018)	(...) a tecnologia blockchain também se refere a técnicas de registros distribuídos, com base na estrutura da rede blockchain, incluindo consenso distribuído, proteção de privacidade e segurança, comunicação ponto-a-ponto (P2P), protocolos de rede e contratos inteligentes.
4	Whitaker <i>et al.</i> (2021)	Blockchain é uma tecnologia de registros distribuídos (...). Um <i>ledger</i> blockchain registra permanentemente, em “blocos”, a história de registros. Todos os blocos de transação concluídos e autenticados são conectados e “encadeados” desde o início da cadeia até o bloco mais atual – daí o nome <i>blockchain</i> .
5	Lin <i>et al.</i> (2020)	***
6	Ryan <i>et al.</i> (2021)	Blockchain (...) é um livro digital para registro e verificação de dados, ativos e transações. Blockchain é um livro-razão (<i>ledger</i>) descentralizado (...).

7	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020)	Tecnologia Blockchain (TB) é um banco de dados distribuído (também conhecido como livro-razão distribuído ou cadeia) que mantém registros de ativos digitais seguros e transparentes (MACKEY; NAYYAR, 2017; TREIBLMAIER, 2018).
8	Malaurie-Vignal (2020)	Um blockchain é um livro-razão distribuído que pode gravar todos os tipos de transações entre usuários (“tecnologia de contabilidade distribuída”, <i>Distributed Ledger Technology</i> - DLT).
9	Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	Blockchain é um registro de transações <i>peer-to-peer</i> (P2P), distribuído e com carimbo de data/hora gerenciado por um <i>cluster</i> de nós de computador.
10	Castellano e Tosato (2020)	***
11	Adibfar, Costin e Issa (2020)	***
12	Zeilinger (2018)	O blockchain é, em essência, um banco de dados eletrônico de acesso público cujo conteúdo é protegido contra corrupção por um sistema criptográfico extremamente difícil de quebrar.
13	Quinn e Connolly (2021)	Blockchain é a forma mais conhecida de <i>Distributed Ledger Technology</i> (DLT), em essência, é um banco de dados descentralizado, mantido, gerenciado e sincronizado em vários computadores diferentes conhecidos como “participantes”, ou “nós”, em uma rede.
14	Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	Um blockchain é uma tecnologia de contabilidade distribuída (<i>Distributed Ledger Technology</i> - DLT) na qual as informações são mantidas seguras por ter muitas cópias interconectadas do “livro-razão” ⁵² (<i>ledger</i>).
15	Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	A composição organizacional e tecnológica do blockchain pode estar associada a uma base de dados ou algum tipo de registro.
16	Modic <i>et al.</i> (2019)	Tecnologia para vincular dados abertos.
17	Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	Blockchain pode ser simplesmente descrito como um método descentralizado de registro de quaisquer dados, incluindo, entre outros, transações financeiras, disposições relativas a valores ou ativos, em um livro-razão continuamente criptografado e irreversível (MOUGAYAR, 2016).
18	Ragot, Rey e Shafai (2020)	Um blockchain é um <i>ledger</i> distribuído, ou seja, um banco de dados descentralizado envolvendo vários computadores (chamados de pares) que formam uma rede informatizada. Os registros de informações não são armazenados em um único local e, assumindo uma configuração adequada, não estão sob o controle de uma única entidade. Solução criptográfica.
19	Shakhnazarov (2022)	O blockchain representa uma variação de um <i>ledger</i> (livro-razão) distribuído que usa uma sequência de blocos para obter um consenso confiável em um sistema distribuído de forma protegida contra qualquer violação de abuso.
20	Low e Mik (2020)	Blockchains são uma espécie de bancos de dados distribuídos que são mantidos por uma rede de computadores geograficamente dispersos, ou “nós”.
21	Song <i>et al.</i> (2021)	Blockchain é uma tecnologia para gravação e armazenamento de dados distribuídos.
22	Darabseh e Martins (2021)	Blockchain usa a tecnologia de <i>ledger</i> (livro-razão) distribuído para armazenar dados na forma de blocos, o que torna os registros imutáveis e os distribui pelos nós de uma rede, fornecendo referências seguras e permanentes para as partes interessadas (PUTHAL <i>et al.</i> , 2018).
23	Mostert e Jue (2018)	***
24	Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	Blockchain é uma rede distribuída e cadeia de blocos criptográficos combinados para formar uma rede descentralizada <i>peer-to-peer</i> (P2P) (PUTHAL <i>et al.</i> , 2018; GATTESCHI <i>et al.</i> , 2018), tendo dois tipos de nós que se comunicam entre si ou de forma P2P.
25	Fairfield (2022)	Comumente chamados de blockchains, são entendidos como <i>ledgers</i> distribuídos, isto é, bancos de dados que nenhuma entidade controla, mas nos quais qualquer um pode escrever informações. O blockchain é um sistema distribuído, compartilhado, um banco de dados criptografado que serve como

⁵² Livro Razão: Demonstra de forma analítica a movimentação das contas contábeis escrituradas no livro diário. Fonte disponível em: <<https://transparencia.oabpr.org.br/glossario-contabil/>>. Acesso em: 15 de jun. de 2023.

		um repositório público irreversível e incorruptível de informação (WRIGHT; DE FILIPPI, 2015).
26	Zhu <i>et al.</i> (2021)	Blockchain foi definido como livros-razão digitais distribuídos que mantêm registros e transações como cadeias criptografadas com carimbo de data/hora (<i>timestamp</i>). Blockchain é um novo modelo de aplicativo composto por tecnologias de computação, incluindo armazenamento distribuído de dados, transmissão ponto a ponto, mecanismos de consenso e algoritmos de criptografia. A tecnologia blockchain é fundamentalmente um mecanismo de consenso de confiança descentralizada.

Fonte – Bases de dados científicos, conforme revisão de literatura (item 3.2).

Ao explorarmos os conceitos presentes nas definições propostas nos trabalhos científicos, alguns elementos constitutivos foram destacados como essenciais ao melhor entendimento do termo:

1. **Descentralização:** segundo os autores Jing, Liu e Sugumaran (2021); Xiao *et al.* (2020); Malaurie-Vignal (2020); Alkaabi *et al.* (2020); Low e Mik (2020); Song *et al.* (2021), o cerne do blockchain é sua abordagem descentralizada, eliminando a necessidade de uma autoridade central para gerenciar transações e compartilhar dados. A tecnologia é tolerante a falhas, não dependendo de um único ponto de controle;
2. **Confiança das redes *peer-to-peer* (P2P):** a rede blockchain é construída por uma série de nós descentralizados, cada um contendo cópias completas dos registros para garantir confiabilidade, tal como relatam os autores Shakhnazarov (2022); Jing, Liu e Sugumaran (2021). Além disso, os autores ressaltam que, a confiança das redes (P2P) resulta em uma arquitetura resistente a falhas e manipulações, uma vez que, gerenciado por nós interconectados em uma rede P2P, a descentralização das informações diminui consideravelmente o potencial de ataques ao sistema;
3. **Características abrangentes:** a abordagem multifacetada do blockchain, ou seja, registros distribuídos, consenso para a validação dos registros, privacidade por meio de pseudônimos, segurança criptográfica e contratos inteligentes para a automação, permite aplicações em diversos setores, como os autores mencionado pelos autores Gürkaynak *et al.* (2018); Zhu *et al.* (2021);
4. **Rastreabilidade:** a partir da perspectiva dos autores Zhu *et al.* (2021); Song *et al.* (2021); Ryan *et al.* (2023); Mostert e Jue (2018), o blockchain permite o acompanhamento e a verificação detalhada de todas as transações e atividades registradas na cadeia de blocos. Cada transação na blockchain é vinculada a uma outra anterior, criando uma sequência contínua de eventos;

5. **Segurança:** os autores Liang *et al.* (2020); Adibfar, Costin e Issa (2020); Darabseh e Martins (2021) destacam que a tecnologia blockchain é fundamentada na segurança, empregando criptografia para estabelecer registros que não podem ser alterados. A proteção por criptografia é fundamental, dificultando corrupção ou adulteração dos dados;
6. **Carimbo de data/hora (*timestamp*):** o blockchain registra transações com “carimbo” de data/hora precisos. De conformidade com os autores Jing, Liu e Sugumaran (2021); Malaurie-Vignal (2020); Sun, Wang e Wang (2018); Zhu *et al.* (2021), este mecanismo é de significativa importância, principalmente quando é necessário assegurar um ponto inicial para a contagem temporal de uma criação intelectual (*dies a quo*);
7. **Tecnologia para dados abertos:** Modic *et al.* (2019) relata que o blockchain vincula dados abertos descentralizados, proporcionando transparência no acesso às informações;
8. **Registros imutáveis:** segundo Darabseh e Martins (2021); Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Gürkaynak *et al.* (2018); Song *et al.* (2021); Sun, Wang e Wang (2018); Alkaabi *et al.* (2020); Quinn e Connolly (2021); Van Haaften-Schick e Whitaker (2022), o blockchain registra vários tipos de dados, de forma irreversível e criptografada, garantindo confiabilidade; e
9. **Anticorrupção:** conforme Zeilinger (2018); Song *et al.* (2021); Alkhudary, Brusset e Fenies (2020), a anticorrupção do blockchain é garantida já que os dados registrados se conservam permanentes e resistentes a adulterações, sustentando confiabilidade ao longo do tempo.

Quadro 21 – Elementos constitutivos e sínteses à definição de blockchain

Elemento constitutivo	Sínteses	Autores
Descentralização	Descentralização do blockchain elimina autoridade central e é tolerante a falhas.	Jing, Liu e Sugumaran (2021); Xiao <i>et al.</i> (2020); Malaurie-Vignal (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Song <i>et al.</i> (2021)
Confiança das redes peer-to-peer (P2P)	Redes blockchain confiam em nós P2P para resistência a falhas e ataques.	Shakhnazarov (2022); Jing, Liu e Sugumaran (2021)
Características abrangentes	Blockchain é multifacetado com registros distribuídos, consenso, privacidade, segurança e contratos inteligentes para várias aplicações.	Gürkaynak <i>et al.</i> (2018); Zhu <i>et al.</i> (2021)
Rastreabilidade	Blockchain possibilita rastreamento detalhado e contínuo de transações.	Zhu <i>et al.</i> (2021); Song <i>et al.</i> (2021); Ryan <i>et al.</i> (2023); Mostert e Jue (2018)
Segurança	Blockchain usa criptografia para segurança inalterável de dados.	Liang <i>et al.</i> (2020); Adibfar, Costin e Issa (2020); Darabseh e Martins (2021)
Carimbo de data/hora (timestamp)	Blockchain fornece carimbos de data/hora precisos para marcar criações intelectuais.	Jing, Liu e Sugumaran (2021); Malaurie-Vignal (2020); Sun, Wang e Wang (2018); Zhu <i>et al.</i> (2021)
Tecnologia para dados abertos	Blockchain promove transparência com dados abertos e descentralizados.	Modic <i>et al.</i> (2019);
Registros imutáveis	Blockchain garante registros imutáveis e confiáveis através de criptografia.	Darabseh e Martins (2021); Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018); Song <i>et al.</i> (2021); Sun, Wang e Wang (2018); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Quinn e Connolly (2021); Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)
Anticorrupção	Blockchain garante anticorrupção, com dados permanentes e resistentes a adulterações.	Zeilinger (2018); Song <i>et al.</i> (2021); Alkhudary, Brusset e Fenies (2020)

Fonte – Bases de dados científicos, conforme revisão de literatura.

Diante do exposto, a tecnologia blockchain apresenta-se como uma revolução no mundo digital, sobretudo, por aumentar a confiabilidade (SONG *et al.*, 2021; XIAO *et al.*, 2020; GÜRKAYNAK *et al.*, 2018; SUN; WANG; WANG, 2018; ZHU *et al.*, 2021) para a transmissão de informações em redes. Essencialmente, as redes blockchain estão fundamentadas na descentralização, segurança criptográfica e inalterabilidade dos registros. Sua capacidade de criar um ambiente de confiança sem a necessidade de intermediários tem o potencial de remodelar inúmeras indústrias e transformar a maneira como as informações são compartilhadas e validadas. Fica evidente que o blockchain pode ser compreendido como uma tecnologia inovadora que transforma a maneira como interagimos com dados no ambiente digital. Nos trabalhos científicos os autores enfatizam que a ideia envolvendo a essência do blockchain, como uma lista descentralizada de registros (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021), compartilhados e armazenados por participantes (nós) distribuídos geograficamente (MALAURIE-VIGNAL, 2020), assim, a abordagem descentralizada assegura confiabilidade, robustez e tolerância a falhas. Além disso, atributos como a validação de registros por meio de

consenso, privacidade por pseudônimo, autoexecução por contratos inteligentes, utilização da comunicação ponto a ponto (P2P) e protocolos de rede para promover a confiabilidade do sistema, são atributos que garantem de certa forma a abrangência na aplicação do blockchain. Por meio destes preceitos fundamentais chegou-se a uma síntese dos elementos constitutivos do blockchain. O intuito não é a criação de um novo conceito, nem a contestação das definições propostas pelos autores, uma vez que a aceção do termo se apresenta como polissêmica, mas sim, compreender quais são os elementos constitutivos do blockchain, ou seja, fornecer os aspectos essenciais do termo. Assim, as palavras-chave associadas ao termo blockchain incluem: registro de dados, armazenamento, criptografia, imutabilidade, rede descentralizada, mecanismo de consenso, permissibilidade, privacidade e aplicações descentralizadas. O Quadro 22 apresenta uma síntese dos elementos que constituem o conceito de blockchain.

Quadro 22 – Síntese dos elementos que caracterizam o blockchain

Blockchain é uma tecnologia ou método utilizado para o registro e armazenamento de dados ou informações. Ele opera entre seus pares (*nodes*) por meio de um protocolo de rede de comunicação ponto a ponto (*peer-to-peer*). Cada participante (*node*) desta rede armazena uma cópia completa dos registros, que são criptografados, mantidos, gerenciados e sincronizados por todos os pontos da rede. Ao se combinarem, esses *nodes* formam uma rede descentralizada, isto é, na qual nenhuma entidade possui o controle exclusivo das informações. Essa rede utiliza de mecanismo de consenso para validar as transações que são integradas ao sistema. Os registros são vinculados a um código (*hash*), referenciados por data e hora (*timestamp*) e possuem caráter imutável e irreversível. As redes blockchain podem ser públicas (*permissionless*), privadas (*permissioned*) ou híbridas (mistas), e a privacidade dos registros é mantida por pseudônimos. As interações entre as partes são realizadas por meio de aplicações descentralizadas para execução automatizada.

Fonte – Elaborado pelo autor.

4.1.1 Propriedades fundamentais do blockchain

Nesta sessão serão abordadas as propriedades fundamentais do blockchain. São aspectos observáveis e distintos da tecnologia que, de forma geral, pode ser utilizada em diversas áreas do conhecimento e atividades organizacionais. Segundo as pesquisas examinadas (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021), uma rede blockchain é fundamentalmente constituída por três elementos essenciais: transação, bloco e cadeia. Uma transação configura-se como uma operação de entrada e saída. O bloco pode ser entendido como registros dos dados. Finalmente, cadeia é a sequência cronológica, organizada por método criptográfico.

Entre as principais propriedades da tecnologia blockchain, estão os diferentes graus de acesso aos usuários. Uma rede blockchain pode assumir as propriedades pública, privada ou mista, conforme a estrutura estabelecida para o projeto. Do mesmo modo, o grau de permissibilidade das redes blockchain podem ser divididas em:

- a) Blockchain Pública (NAKAMOTO, 2008) (sem permissão): é comumente aberta para qualquer um, o código é aberto, os usuários são anônimos e as transações são visíveis. Além disso, em blockchains de acesso aberto utiliza-se de algoritmo de consenso para a validação de transações, os registros são imutáveis e o sistema não possui autoridade central;
- b) Blockchain Privada (O'LEARY, 2017) (baseada em permissão): os usuários precisam obter permissão do sistema, o acesso é restrito. Os participantes do sistema são conhecidos e as transações são visíveis. Nas blockchains de acesso restrito não há algoritmo de consenso para validar as transações, pois os atores definem seus papéis para o consenso e um ou mais atores controlam a rede; e
- c) Blockchain Mista (funcionalidades mistas, sem permissão e baseada em permissões): há restrições no número de autorizados a validar transações e sobre a identidade dos participantes envolvidos. São projetadas para suportar as características das redes públicas e privadas, a depender dos critérios de governança estabelecidos para a rede blockchain.

Distribuição *peer-to-peer* (P2P), isto é, dados em blockchain são distribuídos por meio de computadores interconectados em rede criptografada onde os nós, ou participantes autenticadores, verificam cada transação antes da validação (RYAN *et al.*, 2021). Os participantes da rede blockchain possuem uma cópia idêntica do banco de dados. Dessa forma, não há necessidade de um servidor centralizado com a função de armazenamento de dados (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020).

Comumente reconhecida como descentralização do blockchain, esta característica, segundo Malaurie-Vignal (2020), quer dizer que a tecnologia não é centralizada em um único computador, mas distribuída aos computadores participantes do processo de validação dos registros. Em essência, o blockchain é descentralizado, mantido, gerenciado e sincronizado em vários computadores diferentes, geograficamente dispersos, com registros precisos que podem eliminar a necessidade de intermediários. A descentralização traz como benefício a segurança, conjuntamente à transparência na visualização das transações, especialmente nas redes blockchain públicas, operando fora de qualquer ente de controle centralizado. Deste modo, um livro-razão público, ou *ledger* público distribuído, não requer confiança entre as partes, ou necessita da intervenção de uma autoridade centralizadora, o que em tese garante considerável resistência à falsificação (FAIRFIELD, 2022).

Para ser mais específico à aceção do termo livro-razão (*ledger*), no contexto das blockchains, usa-se com frequência o termo “tecnologia de livro contábil distribuído” (*Distributed Ledger Technology - DLT*). O gerenciamento desta *ledger* é disperso entre os nós (*nodes*) na rede, permitindo a auditoria (ALKAABI *et al.*, 2020). Na cadeia (*chain*) os blocos (*blocks*) estão interconectados por meio de código (*hashes*) criptográficos. Em teoria, segundo Low e Mik (2020), não há um único ponto de falha e não há capacidade, por parte de um único detentor do livro-razão (*ledger*), de falsificá-lo. Decorrente da criptografia nas transações, para se realizar uma falsificação em uma rede blockchain, há uma excessiva onerosidade, ou seja, se não “impossível de falsificar” (ZEILINGER, 2018), é extremamente difícil de alterar os registros validados em determinado bloco.

Segundo Shatkovskaya *et al.* (2018) um sistema de blocos, como o blockchain, é significativamente diferente dos bancos de dados tradicionais. De forma geral, esta diferença refere-se a expressão “Se você não pagar – você não receberá” (“*if you don’t pay – you will not get it*”) o que representa, em outras palavras, a robustez e segurança envolvendo transações em rede. Esta característica benéfica garante que os contratos autoexecutáveis realizem transações sem a dependência de confiança entre as partes e de forma mais segura.

Para Modic *et al.* (2019) aplicações em blockchain são métodos robustos e confiáveis para estabelecer propriedade de ativos intangíveis em negócios, incluindo Direitos de Propriedade Intelectual (DPI) (MORABITO, 2017). Este entendimento abrange a ideia de que há considerável potencial de aumentar a transparência das transações envolvendo Direitos de Propriedade Intelectual (DPI) (VELLA *et al.*, 2018). Entre as vantagens podem ser citadas a simplificação de custos operacionais na gestão de ativos de propriedade intelectual, sobretudo, àqueles que necessitam de registros para a proteção, manutenção ou comprovação de direitos. Os dados são distribuídos em uma rede *peer-to-peer* (P2P), ponto a ponto e um dado relativo a uma determinada transação na rede pode estar relacionado a algum direito específico (SHAKHNAZAROV, 2022), verificações de circunstâncias, dados pessoais etc.

A aplicabilidade destas propriedades veio ao público em geral com a criação do Bitcoin⁵³. A criptomoeda é o primeiro exemplo em execução de blockchains públicas, que usa um *ledger* (livro-razão) distribuído para cunhar e trocar sua própria moeda digital (NAKAMOTO, 2008). Ethereum⁵⁴ é a primeira plataforma de contratos inteligentes que utiliza

⁵³ Para saber sobre o Bitcoin acessar o seguinte endereço eletrônico, disponível em língua portuguesa: <https://bitcoin.org/pt_BR/faq>. Acesso em: 24 de jul. de 2023.

⁵⁴ Para saber sobre o Ethereum acessar o seguinte endereço eletrônico, disponível em língua portuguesa: <<https://ethereum.org/pt/what-is-ethereum/>>. Acesso em: 24 de jul. de 2023.

blockchain para executar contratos inteligentes e armazená-los em um blockchain. O projeto Ethereum permitiu que empresas e indivíduos percebessem o potencial do blockchain em aplicativos de lógica de negócios (BUTERIN, 2014). Entre as inovações proporcionadas pela rede Ethereum está a possibilidade de criação e gerenciamento de *tokens*. Um *token*⁵⁵ não está necessariamente relacionado a uma criptomoeda como Bitcoin (moeda virtual nativa da rede Bitcoin) ou Ether (moeda virtual nativa da rede Ethereum), mas se refere mais a um contrato inteligente em uma blockchain (MASSEY *et al.*, 2017). Conforme os trabalhos científicos pesquisados, e posterior conhecimento dos estudos, entende-se que a tecnologia blockchain possui as seguintes propriedades fundamentais:

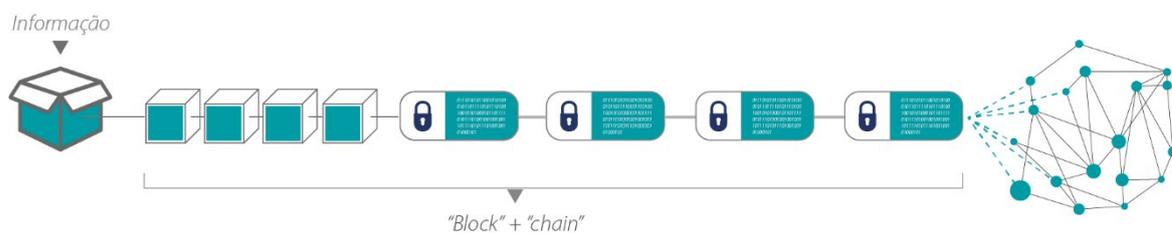
- Diferentes graus de acesso aos usuários (MALAURIE-VIGNAL, 2020);
- Armazenamento distribuído de dados (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020);
- Mecanismo de consenso, sem ente controlador (LOW; MIK, 2020);
- Descentralização (XIAO *et al.*, 2020);
- Anonimato (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021; ALKAABI *et al.*, 2020);
- Privacidade (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021);
- Rastreabilidade (SONG *et al.*, 2021);
- Auditabilidade (ALKAABI *et al.*, 2020);
- Resistência à adulteração (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Imutabilidade das informações armazenadas (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Confiabilidade (MODIC *et al.*, 2019);
- Robustez (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- Boa tolerância a falha (ZEILINGER, 2018);
- Transmissão ponto a ponto (*peer-to-peer*) (RYAN *et al.*, 2021);
- Algoritmo e método criptográfico (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020; SUN; WANG; WANG, 2018); e
- Não há dependência de intermediários (QUINN; CONNOLLY, 2021).

⁵⁵ Para entender sobre o padrão para tokens, desenvolvido para a rede Ethereum, acessar o seguinte endereço eletrônico, disponível em língua inglesa: <<https://ethereum.org/pt/developers/docs/standards/tokens/erc-20/>>. Acesso em: 24 de jul. de 2023.

4.1.2 Funcionamento de um blockchain

Antes de quaisquer explicações sobre as funcionalidades do blockchain é importante destacar que há certa concordância entre os pesquisadores (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021; ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020; DARABSEH; MARTINS, 2021; GÜRKAYNAK *et al.*, 2018; SONG *et al.*, 2021) quanto ao marco que estabelece as funcionalidades práticas para a aplicação da tecnologia. A saber, com a publicação do artigo “*Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*”, pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto, em 2008. No corpo de um bloco constam informações sobre as transações. Cada bloco em uma rede blockchain se conecta ao bloco anterior.

Figura 15 – Conexão entre os blocos em uma rede blockchain



Fonte: Autoria própria, com base em Nakamoto (2008) e Antonopoulos (2018).

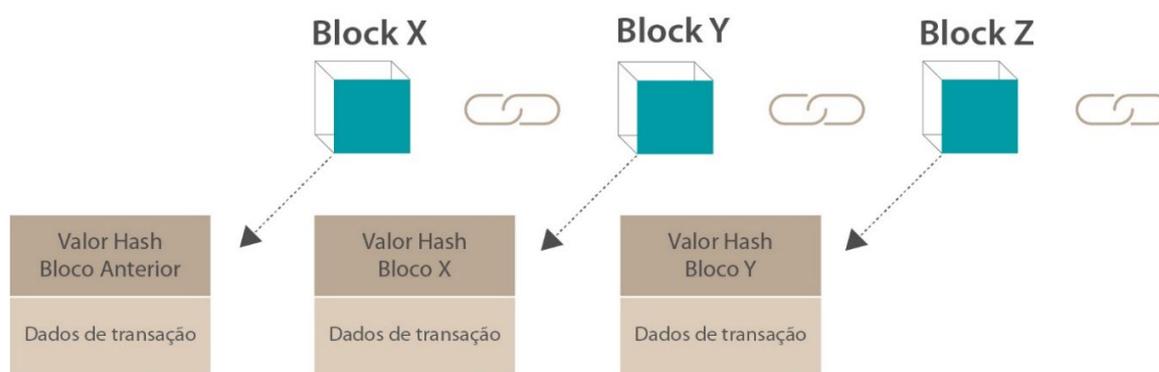
Segundo Alkaabi *et al.* (2020), o funcionamento da tecnologia blockchain tem como base três princípios fundamentais:

- (a) criptografia *hash*;
- (b) assinatura digital (chaves para acesso público e privado); e
- (c) mecanismo de consenso distribuído (mineração).

Expandindo as reflexões anteriores, e trazendo à tona novas percepções para enriquecer o argumento dos autores Alkaabi *et al.* (2020), o termo blockchain originou-se do Bitcoin, é um sistema de registros distribuídos (*ledgers*: semelhantes aos livros-razão contábeis) que precisa que todos os integrantes do mecanismo de validação dos registros, ou nós (*nodes*), participem coletivamente e, assim, mantenham um histórico das transações de valor na rede (NAKAMOTO, 2008). Os nós (*nodes*) tem o objetivo de autenticar no sistema blockchain registros confiáveis e anônimos. Esses participantes autenticadores são conhecidos como mineradores. Após a conclusão de uma transação, eles agrupam as transações em seus próprios blocos locais. Um bloco consiste em duas partes, a primeira, um cabeçalho, a segunda, um corpo de bloco. O cabeçalho do bloco contém o *hash* do bloco anterior, o *timestamp* da hora atual referente a uma determinada atividade, ou seja, o respectivo registro temporal.

Na Figura 15, elaborada com base nos trabalhos de Sun, Wang e Wang, (2018, p. 254), os blocos estão ligados em uma cadeia em ordem cronológica e cada bloco retém o valor *hash* do bloco anterior.

Figura 16 – Estrutura *hash* de um blockchain

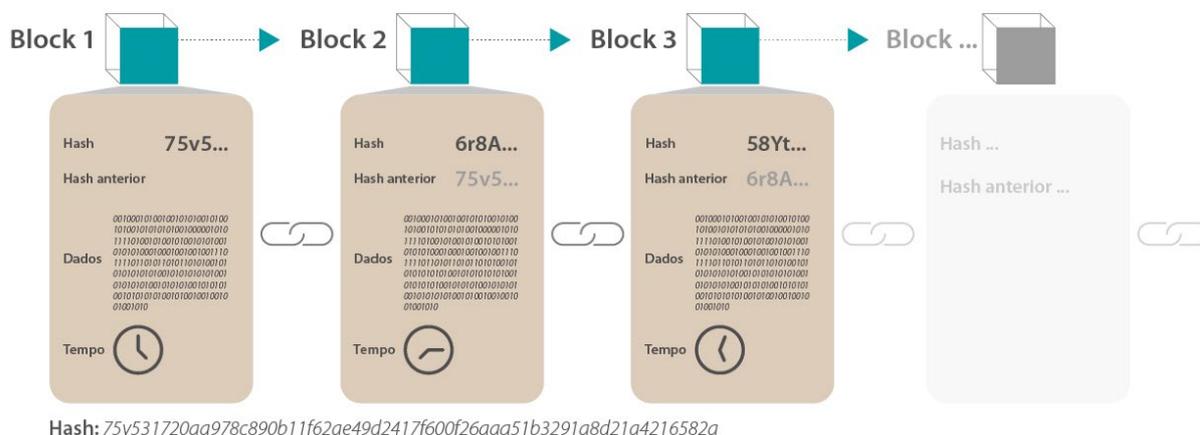


Fonte: Autoria própria, com base em Sun, Wang e Wang (2018).

Para a constituição de uma rede blockchain, há a formação do denominado “nó de gênese”. A partir desta formação, todas as adições subsequentes de registros são criptografadas por meio de uma função *hash* matemática unidirecional (WHITAKER *et al.*, 2021) e, sequencialmente, encadeada com cada transação antes e depois, formando a cadeia de blocos. O algoritmo de criptografia SHA-256, utilizado no protocolo Bitcoin, é conhecido como “criptografia *one-way*” (MALAURIE-VIGNAL, 2020), isto é, embora todos possam ter acesso a um blockchain com a chave pública, é quase impossível reconstituir um documento que foi registrado na blockchain com sua respectiva *hash*. Qualquer coisa pode ser *hash*: uma imagem, todo o texto de Enciclopédia ou, no caso de blockchains, uma lista de transações mostrando quem possui o quê. Fairfield (2022) descreve o elemento chave para um *hash*, isto é, se qualquer parte da entrada for alterada, o *hash* muda, revelando que um fraudador tentou alterar algum dado.

Blockchain é, de fato, autoexplicativo. Ao tentar conceituar e entender o que é “blockchain”, pode-se imaginar uma cadeia literal de blocos. Cada bloco da cadeia contém as informações relacionadas a um número diferente de transações. Depois que cada transação no Bloco 1 é verificada, ela é adicionada ao sistema blockchain e não pode mais ser alterada ou modificada de forma alguma. O Bloco 2, que conterá diferentes transações, também incluirá uma referência ao Bloco 1, o que torna o Bloco 2 vinculado ao Bloco 1. Em geral, “sempre que um consenso é alcançado, uma transação é registrada em um “bloco” que é um espaço de armazenamento (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018).

Figura 17 – Nó de gênese, função *hash* e encriptação *one-way*



Fonte: Autoria própria, com base em Whitaker *et al.* (2021); Malaurie-Vignal (2020) e Gürkaynak *et al.* (2018).

A consistência da tecnologia depende da resolução de quebra-cabeças criptográficos, um conceito denominado “prova de trabalho”, ou “*proof-of-work*”, proposto por Dwork e Naor (1992). A validação é confirmada quando o seu valor *hash* atende à solicitação de dificuldade durante a solução do problema criptográfico. Cada nó continua alterando o “*nonce*”, isto é, aquilo que foi cunhado (termo análogo à transformação de metal em moeda) e calcula o *hash* até que a solicitação de dificuldade seja satisfeita. Após encontrar a solução para o problema criptográfico, o bloco se torna o novo bloco da cadeia e é encadeado ao anterior.

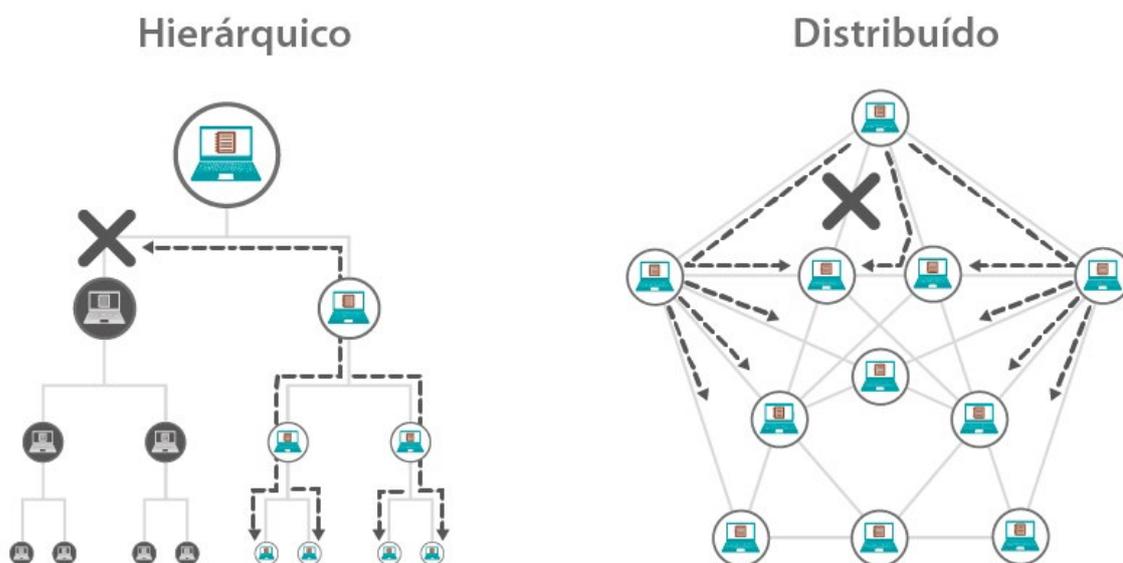
A resolução do quebra-cabeça criptográfico é difícil e aquele que calcula o valor *hash* é recompensado pelo sistema. Os participantes que encontrarem a solução para os problemas criptográficos transmitirão seu bloco aos demais, com a solução para outros nós (*nodes*). Após a verificação da solução por parte dos outros nós, o bloco será aceito e adicionado aos *ledgers* locais de cada nó. Depois de finalizado o processo, todos os nós (mineradores) continuam minerando outros blocos com base no novo blockchain (a última cadeia de blocos constituída). Considerando como exemplo a rede Bitcoin, o criador do último bloco é recompensado com criptomoedas bitcoins, criadas para premiar e estimular os participantes do sistema. Ao mesmo tempo (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021), o criador do novo bloco é recompensado com taxas das transações realizadas naquele bloco.

Para implementar a tecnologia blockchain deve haver um livro de registros, o livro-razão (*ledger*), distribuído na rede e que permite somente a inclusão de novos dados. Nenhum dado pode ser deletado, assim, garante-se a inviolabilidade dos dados na cadeia de blocos (blockchain). Quando uma nova transação acontece, todo o sistema registra o bloco da transação, vinculando-o à cadeia por meio do algoritmo de assinatura digital de curva elíptica

(the elliptic curve digital signature algorithm - ECDSA)⁵⁶ em criptografia. Os dados da transação serão transmitidos pela rede e confirmados por todos os nós participantes, tornando-os, então, indelévels. Os blocos contêm informações que podem representar transações, contratos ou a descrição de regras de negócio (ALKAABI *et al.*, 2020). Como ilustrado anteriormente, cada bloco na cadeia contém o *hash* do bloco precedente impedindo qualquer modificação de dados levando à imutabilidade das transações.

A tecnologia blockchain é descentralizada e possui uma estrutura distribuída de armazenamento de dados. Além disso, é confiável no que se destina à imutabilidade dos registros, pois utiliza técnicas criptográficas, garantindo que os dados de qualquer transação não sejam adulterados. Neste contexto, o benefício intrínseco é a possibilidade de rastreamento e verificação dos dados. Comparada com os tradicionais bancos de dados centralizados, a tecnologia blockchain elimina a possibilidade dos dados de toda a rede se perderem, na ocasião de ataque a um único nó. Uma capacidade distinta do blockchain é sua capacidade de operar de forma independente sem a necessidade de entidades centrais – como instituições financeiras – para validar a autenticidade das transações. Em vez de autoridades centrais e intermediários, os participantes da rede podem auditar e verificar as transações a serem adicionadas aos livros contábeis (*ledgers* - livros-razão digitais distribuídos) (ZHU *et al.*, 2021).

Figura 18 – Diferenças na estabilidade entre sistemas distribuídos e hierárquicos

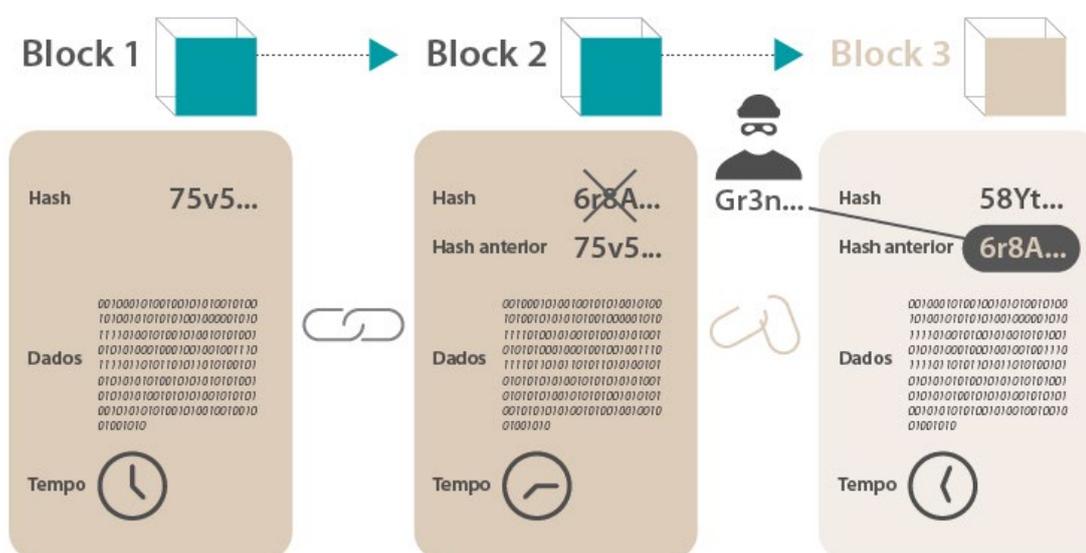


Fonte: Autoria própria, com base em Zhu et al. (2021) e Tanenbaum e Van Steen (2007).

⁵⁶ ECDSA passou a ser padrão ISO e está sendo adotado por vários outros padrões nas organizações. Não sendo o escopo desta dissertação o aprofundamento técnico envolvendo as tecnologias das redes blockchain, para um melhor entendimento sobre o assunto, especificamente, decisões de design, questões de segurança, implementação e interoperabilidade, sugere-se aos especialistas a leitura do artigo *The Elliptic Curve Digital Signature Algorithm* (JOHNSON; MENEZES; VANSTONE, 2001).

Blockchain é uma forma segura de *Distributed Ledger Technology* (DLT). O processo de *hash* converte os registros em uma sequência de dados que é exclusiva do registro, que não pode ser alterado sem mudar o *hash* (QUINN; CONNOLLY, 2021). Do mesmo modo, este protocolo garante um dos benefícios fundamentais do blockchain: a imutabilidade dos registros. Ao garantir que todas as cópias do registro sejam idênticas em toda a rede, qualquer alteração do registro requer verificação dos vários nós na rede. Essa verificação deve ser sincronizada em tempo real, o que evita que os usuários adicionem transações ao blockchain que sejam inválidas ou que já tenham sido realizadas.

Figura 19 – Representação de ataque a um nó de rede blockchain



Fonte: Autoria própria, com base em Quinn e Connolly (2021).

Como o banco de dados é armazenado em vários nós, não há ponto central de falha e qualquer mau funcionamento ou ataque malicioso em uma parte da rede não afetará toda a rede (QUINN; CONNOLLY, 2021). Blockchain não tem servidor central. O sistema consiste em um grande número de “nós” que continuamente verificam e confirmam a validade de todas as transações, em vez de apenas alguns desses nós. Essa faceta distinta da tecnologia blockchain elimina (ou, pelo menos, atenua seriamente) as vulnerabilidades de segurança associadas aos bancos de dados centrais tradicionais (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018). Os blockchains costumam ser considerados uma tecnologia de manutenção de registros perfeita. Afinal, tudo o que está inscrito neles permanece lá para sempre e não pode ser alterado. A principal atração de um sistema distribuído é a ausência de um único ponto de falha (LOW; MIK, 2020), assim, na ocasião de inoperabilidade de um dos pontos da rede, o sistema permanece operante.

Figura 20 – Resiliência do blockchain e a força dos sistemas distribuídos



Fonte: Autoria própria, com base em Quinn e Connolly (2021).

Embora a tecnologia blockchain esteja fortemente associada às moedas digitais (WHITAKER 2019; FINCHAM 2008), como o Bitcoin, as moedas surgiram, também, para apoiar a manutenção de registros subjacentes, como modelos de contratos autoexecutáveis para demandas empresariais. Ao longo dos últimos anos a tecnologia vem se aperfeiçoando, adquirindo novas funcionalidades. Segundo Fairfield (2022), a evolução mais recente da tecnologia refere-se aos chamados aplicativos distribuídos (DAPPS). Estes podem ser programados para rodar em um blockchain, por exemplo, como a rede Ethereum.

O Ethereum foi proposto por Vitalik Buterin em 2013 (BUTERIN, 2020), com o lançamento da criptomoeda ether (ETH), possibilitando o desenvolvimento de contratos inteligentes em redes blockchain (SONG *et al.*, 2021). A rede blockchain Ethereum assemelha-se a um grande computador descentralizado, em que aplicativos são executados neste grande computador. Esse vasto poder de processamento é pago com a moeda digital nativa da rede, ou seja, ether (ETH)⁵⁷. Os usuários devem gastar algum ether para cada transação executada na rede, também conhecida como “taxa de gás” - “*gas fee*”. Com o *gas fee* os participantes da rede são pagos para manter o funcionamento da Máquina Virtual Ethereum (*Ethereum Virtual Machine*) em seus computadores. O lançamento da rede Ethereum possibilitou uma nova visão sobre as potencialidades da tecnologia blockchain, além da utilidade das moedas digitais.

O’Hara (2017) propôs a noção mais recente de “contrato inteligente”, um código de programa definido pelos usuários para representar um acordo contratual. Em essência um “contrato inteligente” tem a função de executar com mais eficiência os relacionamentos entre

⁵⁷ ETH é uma criptomoeda, ou ativo virtual. É semelhante ao dinheiro digital como o Bitcoin. Para mais informações acessar: <<https://ethereum.org/pt-br/eth/>>. Acesso em: 24 de jul. 2023.

duas partes em um acordo contratual. Blockchains públicas como a rede Ethereum⁵⁸ (*Ethereum Foundation*) podem armazenar e executar contratos. Contratos inteligentes (*smart contracts*) são códigos de software que permitem negócios, com lógica e regras a serem programadas usando uma linguagem de programação de alto nível - isto é, linguagem de programação mais próxima ao entendimento humano e não de máquina.

Para ser específico, conforme os autores Jing, Liu e Sugumaran (2021), um “contrato inteligente” compreende um arquivo de armazenamento, código de programa e saldo da conta. Qualquer usuário pode enviar uma transação para a rede blockchain e gerar um “contrato inteligente”, que não pode ser excluído ou modificado. De acordo com a instrução, o “contrato inteligente” envia moedas ou dados para o usuário principal ou outros usuários. ALKAABI *et al.* (2020) apresenta o seguinte exemplo, referente a utilidade de um contrato inteligente (*Smart Contract*)⁵⁹: um fabricante pode implantar um contrato inteligente para executar diversas ações como enviar um projeto, ou desenho digital, um seguro de peças sobressalentes e ordens de produção para uma instalação de fabricação remota. Além disso, duas ou mais entidades na cadeia de abastecimento podem registrar, com segurança, um contrato em uma rede pública sem a exigência de uma autorização de terceiros. Estas formas de contratos autoexecutáveis são armazenadas na blockchain. A dinâmica contratual descrita pode auxiliar em ações comerciais, como em referência a um ativo de propriedade intelectual, i. e., quando informações de direitos autorais são carregadas e verificadas, sequencialmente. Deste modo, o “contrato inteligente” será executado para oferecer uma recompensa ao titular de direitos, correspondente aos termos previamente estabelecidos no contrato.

Os primeiros protótipos das redes blockchain eram limitados e a falta de velocidade estava entre as questões comumente relacionadas como um impeditivo à adoção da tecnologia pelas organizações. Além disso, os desenvolvedores⁶⁰ vêm trabalhando para a superação das limitações inerentes à tecnologia, eliminando restrições que muitas vezes impedem a adoção do blockchain pelas organizações ou empresas. Uma aplicação em blockchain não deve apenas considerar os problemas de segurança de dados, que preocupam as pessoas, mas, também,

⁵⁸ A *Ethereum Foundation* é uma organização sem fins lucrativos dedicada a apoiar Ethereum e tecnologias relacionadas. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/foundation/>>. Acesso em: 14 de jul. de 2023.

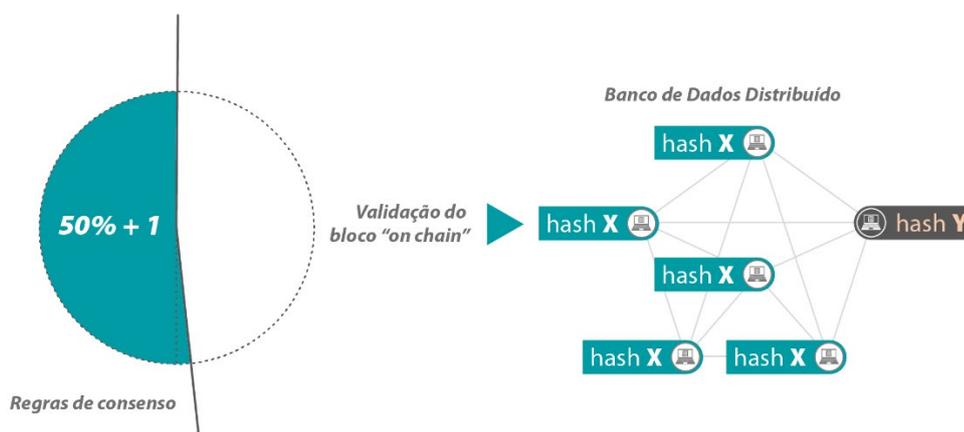
⁵⁹ A *Ethereum Foundation* possui amplo material sobre os fundamentos e aplicações dos contratos inteligentes (*smart contracts*). Disponível em: <<https://ethereum.org/pt/developers/docs/smart-contracts/>>. Acesso em: 24 de jul. de 2023.

⁶⁰ Neste sentido, projetos como os da *Hyperledger Foundation* avançam o desenvolvimento de um conjunto de estruturas, ferramentas e bibliotecas estáveis para implantações de blockchain para empresas por meio da colaboração global de código aberto. Disponível em: <<https://pt-br.hyperledger.org/>>. Acesso em: 24 de jul. de 2023.

equilibrar a velocidade e a eficiência do sistema (Henry *et al.*, 2018). Além disso, considerando a extensão das possibilidades da tecnologia, qualquer informação pode ser registrada em um blockchain, teoricamente, por um tempo indeterminado.

A tecnologia blockchain visa realizar o gerenciamento de dados, ou informações, de forma altamente confiável e rastreável, com base em registros (livro-razão/*ledger*) distribuídos e um mecanismo de consenso para a validação (MOYANO; ROSS, 2017). No exemplo ilustrado a seguir, apresentando um modelo com regra para um determinado mecanismo consensual, o consenso acontece quando 50% dos nós (*nodes*), mais 1, confirmam a validade de uma determinada transação. Neste ponto, a transação é confirmada como válida e o bloco com os dados passa a fazer parte da cadeia de blocos (blockchain). O nó responsável pela solução do problema matemático é recompensado, e, assim, um novo bloco é formado na cadeia e passa-se, a partir deste ponto, a procura por solução para a formação de um novo bloco.

Figura 21 – Regra de consenso (50% + 1) para validação de um bloco



Fonte: Autoria própria, com base em Moyano e Ross (2017).

Nos cenários de negócios, a tecnologia blockchain oferece um mecanismo seguro, em que as partes envolvidas não necessitam ser confiáveis para os outros. Segundo Lin *et al.* (2020), este mecanismo possui a estabilidade necessária para garantir que as transações não sejam negadas, adulteradas ou forjadas em uma transação. Ainda considerando o contexto empresarial, os blocos contêm informações que podem representar transações, contratos ou regras de negócios que podem ser descritas e compartilhadas como modelos empresariais, vinculados aos seus idealizadores (ALKAABI *et al.*, 2020).

A distinção entre blockchains de acesso público e privado (também conhecidos, respectivamente, como “*permissionless*” e “*permissioned*”) pode ter um impacto nos possíveis cenários empresariais de acordo com o caso e uso. Para registros onde o acesso geral é

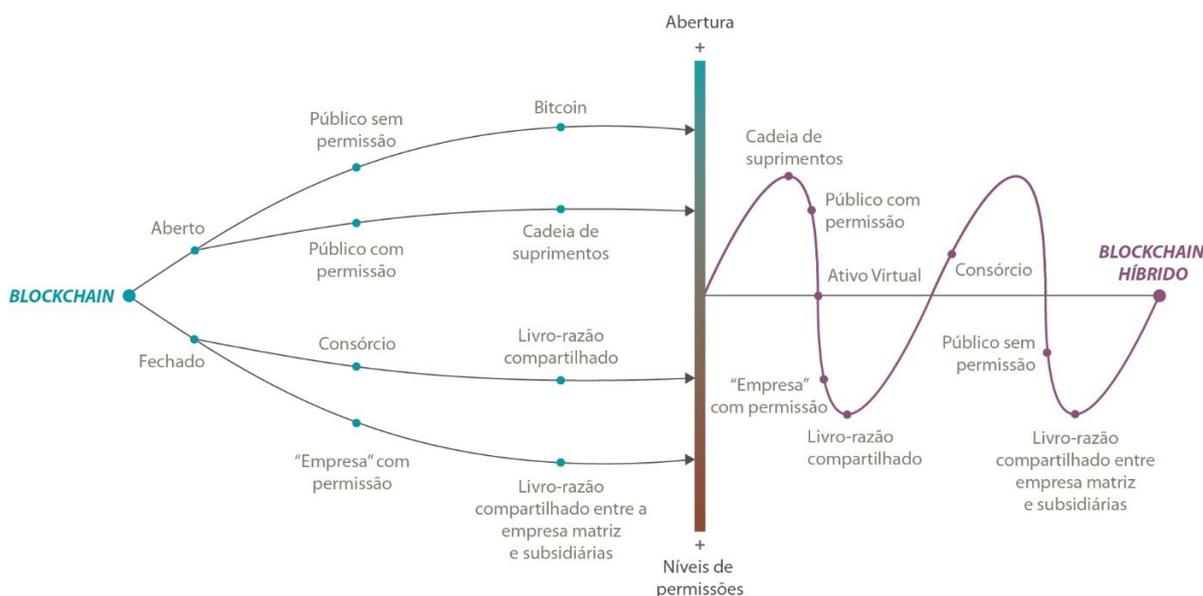
necessário, uma blockchain pública é mais adequada, enquanto para aplicativos corporativos internos, onde as preocupações com a transparência pública são menos importantes, a blockchain privada pode ser mais adequada (QUINN; CONNOLLY, 2021). Segundo Gürkaynak *et al.* (2018), para o funcionamento ideal de uma rede blockchain, é necessário respeitar três aspectos essenciais, os quais podem ser resumidos nos seguintes itens:

- Técnico: banco de dados de *back-end* (processo interno), que mantém um livro-razão distribuído abertamente;
- Negócios: rede de troca para mover valor entre pares; e
- Legal: um mecanismo de validação da transação, que não requer assistência de intermediários.

Considerando um ponto de vista legal, um aspecto importante relacionado ao desenvolvimento de vários produtos blockchain é que a maioria dos produtos existentes foram criados por desenvolvedores de software em um ambiente de código aberto. Os participantes em uma rede podem, por exemplo, usar um blockchain para armazenar evidências de versões sucessivas de suas criações para autenticá-las. Como as “impressões digitais” (os valores de *hash*) dos dados registrados em um blockchain são assinados usando uma função criptográfica, pode-se facilmente verificar a propriedade de tais dados, até certo ponto (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020).

Para garantir o acesso aos usuários em uma rede blockchain, são considerados diferentes níveis de permissibilidade, quer dizer, sem permissão (*permissionless*; acesso aberto), com permissão (*permissioned*; acesso restrito) e híbrido (acesso misto). O principal critério de distinção entre eles é se as transações de processamento de nós são predefinidas ou irrestritas, ou seja, se qualquer pessoa pode operar um nó ou se isso requer permissão. Blockchains sem permissão (*permissionless*), como Bitcoin ou Ethereum, são limitados por fundamentos ideológicos. Seu foco está na descentralização e na desintermediação, independentemente de tais recursos serem comercialmente necessários, simplesmente porque muitos entusiastas acreditam que tais fundamentos são evidentemente desejáveis. Blockchains autorizadas com permissão (*permissioned*) são completamente diferentes, limitando a participação a participantes identificados que se inscrevem nas regras do sistema. Neste contexto, entende-se “regra do sistema” como sinônimo de “termos de uso” ou “acordos principais”, i. e., governa quem pode ingressar no sistema (LOW; MIK, 2020).

Figura 22 – Níveis de permissibilidade em redes públicas, privadas e híbridas



Fonte: Autoria própria, com base em Quinn e Connolly, (2021) e Low e Mik, (2020).

O propósito do funcionamento de uma rede blockchain pública é garantir que o sistema esteja aberto a todas as partes (KONDRATEVA *et al.*, (2021). Lu (2019) elenca os méritos de uma rede blockchain caráter público, que são baseadas nos princípios de:

- Descentralização: os blocos *peer-to-peer* são capazes de registrar e armazenar todas as transações sem qualquer intervenção de terceiros;
- Desconfiança: os participantes não precisam gerenciar relações de confiança mútua no sistema blockchain, o que leva a um aumento das transações (a confiança nos aspectos tecnológicos é mais importante que a confiança entre os participantes);
- Transparência: surge devido ao compartilhamento de registros e consulta de dados em nós na forma de estrutura descentralizada;
- Rastreabilidade e inesquecibilidade: criadas pelo uso de carimbos de data/hora (*timestamp*) identifica e registra cada transação, tornando os dados rastreáveis e reforçando modificações irreversíveis em dados ou informações;
- Dados a criptografia no blockchain: garante a segurança dos dados da transação e reduz o risco de perda ou falsificação de dados de transações devido a um determinado nível de anonimato; e
- Credibilidade: a rede blockchain protege a privacidade de todas as partes envolvidas e aumenta a segurança e credibilidade da transação.

4.2 ÁREAS DE APLICAÇÃO E APLICAÇÕES EM PI

Mesmo que desconhecida por grande parte da população mundial, as recentes aplicações da tecnologia blockchain são reconhecidas por grande parte dos profissionais no campo das finanças. Mais especificamente com a disponibilização da criptomoeda bitcoin aos interessados em utilizar a moeda digital como sistema de pagamento (QUINN; CONNOLLY, 2021) ou adquirir o ativo como forma de investimento.

Por certo, as áreas de aplicação mais comumente reconhecidas são as finanças e sistemas bancários. No entanto, outras áreas de aplicação da tecnologia blockchain vem ganhando destaque rapidamente. Entre elas, os autores Jing, Liu e Sugumaran (2021) ressaltam as possibilidades de aplicação nas áreas médicas e aquelas relacionadas a Internet das Coisas (IoT), neste caso, refere-se à possibilidade de se conectar quaisquer dispositivos à Internet.

No campo da propriedade intelectual as possibilidades de aplicação da tecnologia blockchain estão sendo exploradas e questões sobre as possibilidades de implementação estão sendo aos poucos esclarecidas (WHITAKER *et al.*, 2021), sobretudo, quanto ao registro de propriedade (QUINN; CONNOLLY, 2021), proveniência e autenticidade de ativos de propriedade intelectual, além de combate a pirataria (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018).

Também há forte tendência no âmbito do comércio de objetos de arte digital. Movimento recente que busca explorar as possibilidades da tecnologia para a gênese, reprodução, disseminação e comércio de arte, com a criação dos chamados “tokens”. Segundo Weingärtner (2019), “token” é a representação digital de um ativo, podendo ser reconhecido como documento de segurança, disponível na blockchain.

Ademais, escritórios especializados em patentes estão considerando a utilidade da tecnologia blockchain para gestão de ativos intangíveis em negócios (MODIC *et al.*, 2019). Ocorre que outras possibilidades estão surgindo no contexto dos Direitos de Propriedade Intelectual (DPI), com a possibilidade de se reduzir o número de litígios, diminuir a quantidade de processos judiciais e, também, os atrasos judiciais. Além disso, nesta mesma esfera de direitos de propriedade intelectual já é possível utilizar o blockchain para o uso em licenciamentos e pagamentos de royalties, além de rastrear a incorporação de conhecimentos em ativos de propriedade intelectual vinculados às atividades de criação dentro de empresas e indústrias. Estas inovações no campo da propriedade intelectual corroboram a ideia sobre a criação de redes sociais conectadas por Gestão de Direitos de Propriedade Intelectual (*Intellectual Property Rights Management* - IPRM), como afirma Modic *et al.* (2019) em

pesquisas sobre o tema. A seguir, conforme Gürkaynak *et al.* (2018), estão relacionadas algumas áreas de aplicação da tecnologia blockchain:

- Registro de dados;
- Transações financeiras;
- Valores ou ativos;
- Criptomoeda digital;
- Pagamentos digitais;
- Aplicações empresariais;
- Registro em diferentes legislações;
- Acessar informações armazenadas de forma imutáveis e confiáveis; e
- Propriedade Intelectual.

As aplicações mais recentes da tecnologia blockchain estão relacionadas aos contratos inteligentes. Estes são programas de computador integrados a uma determinada rede blockchain. São contratos digitais, mutuamente acordados entre pessoas físicas e/ou jurídicas, que permitem a automação da execução de termos contratuais. Estas formas de aplicações são eficazes sobretudo em registros de transações, rastreamento de informações (FAIRFIELD, 2022) e prova da conclusão de um contrato.

Os contratos inteligentes podem tomar forma de uma determinada lógica de negócio, facilitando a troca de valores e atendendo necessidades comerciais. É importante destacar que as aplicações decorrentes dos contratos inteligentes, integrados às redes blockchain públicas, ganharam a denominação de Aplicativos Descentralizados (DAPPS)⁶¹. Com o lançamento da rede Ethereum, de início, algumas aplicações (BUTERIN, 2014) foram recomendadas como suscetíveis de implementação:

- Sistemas de Token;
- Derivativos financeiros;
- Sistemas de Identidade e Reputação;
- Armazenamento de arquivo descentralizado;
- Organizações Autônomas Descentralizadas; e
- Outras Aplicações.

⁶¹ Mais informações sobre Aplicações Descentralizadas (DAPPS) e a integração com a Rede Ethereum consultar *Ethereum White Paper (A next generation smart contract & decentralized application platform)*, disponíveis em: <<https://ethereum.org/en/whitepaper/#ethereum-whitepaper>>. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

4.2.1 Aplicações em PI

Essencialmente, quando se trata de negociação de ativos de propriedade intelectual, fala-se de transmissão de informações e transferência de valores. Com o advento da tecnologia blockchain, estudos ratificam a ideia de que começa a formação de um novo modelo (XIAO *et al.*, 2020), ou paradigma para a Internet, de uma “Internet de informação” para outra, a saber, “Internet de valor”. O uso de blockchains configura nova possibilidade para a proteção de ativos de propriedade intelectual por meio da criptografia de dados.

No contexto legal e jurisdicional, o uso da tecnologia blockchain permite inovações no gerenciamento de propriedade intelectual fracionada e, de certa forma, teoricamente, auxiliando estruturas de royalties, seja na identificação dos detentores de direitos e na transferência de valor devido. Com o uso do blockchain, vislumbram-se vantagens na execução das participações em acordos contratuais. Então, segundo Whitaker *et al.* (2021), em um acordo comercial cujos objetos são direitos de propriedade intelectual, as partes interessadas terão melhores condições de negociar vários conjuntos de direitos, por exemplo:

- Propriedade;
- Exibição;
- Reprodução;
- Direitos morais;
- Adaptações; e
- Entre outros.

De um modo geral, quando se trata de direitos de propriedade intelectual, é importante ressaltar que a propriedade não se refere apenas ao objeto físico, mas, também, aos direitos para vendê-lo, de colocá-lo em garantia para tomar dinheiro emprestado, ou mesmo, fracioná-lo ou segurá-lo. Com esse entendimento, o uso do blockchain pode permitir que todos esses direitos sejam negociados de forma inovadora, diferente das formas de negociação que anteriormente não eram facilmente acionáveis, considerando os ambientes digitais.

No âmbito da propriedade intelectual sabe-se que a forma de comercialização de direitos de propriedade intelectual mais comumente estabelecida em ambientes digitais são os licenciamentos. A propriedade intelectual (PI) é uma categoria de propriedade que inclui a criação de intangíveis (LIN *et al.*, 2020), por indivíduos humanos ou intelecto coletivo, como conhecimento intangível, ideias ou artesanato. No mundo digital, e na era da economia

globalizada, a natureza intangível da PI traz dificuldades de proteção em comparação aos ativos tradicionais, como dinheiro, terras e bens, o que torna a proteção de PI mais desafiadora.

Entre os promissores usos do blockchain, Ryan *et al.* (2021) destaca o uso nas indústrias culturais e criativas, mais especificamente, nas áreas da música, artes visuais, cinema, mídia e indústria de publicação. Neste sentido, pesquisas como a realizada pelos autores citados sugerem que a tecnologia blockchain possui amplo impacto sobre estas indústrias. Além disso, outros autores, corroboram as ideias apresentadas com os potenciais de utilidade da tecnologia blockchain para a indústria criativa, a saber:

- Potencial para simplificar o rastreamento de royalties, licenciamento, propriedade intelectual e controle de direitos autorais (FUJIMURA *et al.*, 2015; ZEILINGER, 2018; WONG; OBERMEIER, 2017; DE LEON; GUPTA, 2017; O'DWYER, 2020);
- Verificação e autenticação de trabalhos artísticos e criativos (MCCONAGHY; HOLTZMAN, 2015); e
- Policiamento da pirataria e rastreamento de proveniência (DE LEON; GUPTA, 2017).

Ainda no contexto da indústria criativa, conforme descrito previamente, o blockchain tem potencial para auxiliar outras áreas, incluindo a atividade de gerenciamento de direitos por editores. No meio editorial a gestão de contratos editoriais pode ser muito complexa, sobretudo com o advento de arquivos em meio digital e as diversas partes atuantes em um processo editorial, como: gestão de interesses dos diversos agentes editoriais em um livro, autores, revisores, normalizadores, designers, tradutores, entre outros envolvidos neste processo. Diante destas múltiplas maneiras de atuação em uma obra, os contratos de publicação podem assumir ampla diversidade de acordos de direitos autorais, dos quais, segundo Ryan *et al.* (2021, p. 17), podem ser citados:

- a) Em uma publicação direitos diferentes que podem ser concedidos a pessoas distintas;
- b) Diferentes partes podem possuir, legal e moralmente, os direitos sobre diversas partes de um mesmo livro;
- c) Finalidades e formatos: formato capa impressa ou apenas formato eletrônico;
- d) Jurisdição, em que um contrato pode estabelecer em qual país se aplica, ou que se aplica em todo o mundo; e
- e) Prazos, em que o contrato possa prever a reversão dos direitos da editora de volta ao autor após um período.

A segurança e imutabilidade dos registros de direitos de propriedade intelectual podem auxiliar o uso de contratos inteligentes, estes automatizam o acionamento de notificações sobre a possibilidade de renovação dos direitos do autor, bem como o fim de um período de

licenciamento. É importante notar que a tecnologia blockchain pode ser empregada em cooperação com outra tecnologia promissora, Inteligência Artificial (I.A.). A utilização de plataformas do tipo “Blockai” (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018) usam técnicas de inteligência artificial conjuntamente ao blockchain, permitindo aos titulares dos direitos controlar a transferência dos resultados da propriedade intelectual na Internet e acordar termos com terceiros. Após o registro, o criador recebe um certificado digital de legitimidade, que permite a terceiros identificar o autor do objeto ou qualquer outro titular de direitos.

Por outro lado, há que se considerar o que é registrado no blockchain, isto é, o registro não inclui dados ou documentos genuínos, mas uma impressão *hash* referindo-se à criação. Esta é uma restrição tecnológica para o atual momento da tecnologia de armazenamento em blockchains, em um futuro, com a evolução tecnológica, este contexto poderá ser alterado.

Conforme Malaurie-Vignal (2020), direitos de propriedade intelectual apresentam, fundamentalmente, os direitos registrados e não registrados, a saber:

Direitos registrados: a tecnologia blockchain não substitui, de forma alguma, a obrigação de registrar-se em um escritório de propriedade industrial. No entanto, a tecnologia blockchain pode ser usada por escritórios de propriedade intelectual em conexão com o registro e concessão de direitos de propriedade industrial. Escritórios de propriedade intelectual podem melhorar suas operações e procedimentos, empregando a tecnologia blockchain para alcançar resultados mais rápidos e econômicos para a manutenção de registros em um ambiente mais seguro.

Direitos não registrados: essencialmente relacionados aos direitos autorais, a proteção de direitos não é condicionada ao cumprimento de qualquer formalidade. Esta regra é com base nas regras da Convenção de Berna para a Proteção de Obras Literárias e Artísticas de 1886⁶².

Esta distinção torna-se imprescindível para o seguinte entendimento: na ausência de um título formal, a tecnologia blockchain pode ser extremamente útil para a proteção de direitos autorais. Em outras palavras, alguém que deseja reivindicar direitos autorais sobre uma determinada obra deve fornecer evidências suficientes para prova da data de criação e do conteúdo da criação pleiteada.

⁶² Em consonância a Convenção de Berna para a Proteção de Obras Literárias e Artísticas de 1886, a legislação brasileira sobre direitos autorais (Lei 9.610 de 1998, art. 18) trata do tema sobre obrigatoriedade, ou não, dos registros de autores, com o seguinte entendimento: “Art. 18. A proteção aos direitos de que trata esta Lei independe de registro.” Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm>. Acesso em: 25 de jul. de 2023.

Assim, a tecnologia blockchain pode auxiliar nestas evidências por meio dos registros de tempo (*timestamp*)⁶³ – assinaturas e marcações de tempo. A prova da criação é um fato jurídico passível de prova por qualquer meio legalmente aceito em determinada jurisdição. Desta forma, Malaurie-Vignal (2020), com base nos resultados das pesquisas sobre direitos autorais e a indústria da moda, destaca que a tecnologia pode ser utilizada para comprovação da criação de uma obra, que foi criptografada em uma blockchain.

Convém acrescentar que este modo de certificação não tem como objetivo apenas fornecer uma data para a criação de uma obra, ou como usualmente é entendido no contexto da propriedade intelectual, sua ancoragem, mas, também, estabelecer vínculo com o conteúdo que se busca proteção, por meio de uma correspondência entre a criação e um código *hash* criptografado. Além disso, outros aspectos relacionados ao uso da tecnologia blockchain para fins de proteção de direitos autorais merecem destaque, segundo Malaurie-Vignal (2020):

Blockchain e originalidade: para se buscar proteção dos direitos autorais, estabelecer a data e o conteúdo de uma criação não é o suficiente, há que se identificar a originalidade da obra, segundo o entendimento dos direitos autorais. Além disso, é fundamental entender que a tecnologia blockchain não fornece esta evidência sobre a originalidade de uma obra.

Blockchain e anonimato: a tecnologia blockchain, mais especificamente, em se tratando de blockchains públicas, não permite que se identifique uma pessoa, uma vez que a maior parte do público são anônimos. Ou seja, o link estabelecido entre chaves públicas e privadas não identifica usuários por trás de determinada transação na rede blockchain.

Blockchain e autoria: em se tratando de autoria de uma obra, a tecnologia blockchain, e a inerente característica de registro em banco de dados distribuídos, não é suficiente para um requerente provar a existência de uma obra original. O requerente deve demonstrar ser o proprietário, inicial ou derivado, dos direitos sobre a obra que se requer comprovação de autoria.

Malaurie-Vignal (2020) alerta que a tecnologia, em si, não permite verificar a veracidade das informações contidas em um documento, só é capaz de comprovar que as informações que ali circulam não foram alteradas, ou seja, o blockchain não traz nenhuma nova questão no aspecto sobre a veracidade das informações.

⁶³ A Organização Internacional para Padronização (ISO) vem desenvolvendo normas técnicas para determinar um padrão (ISO/TC307 - *Blockchain and distributed ledger technologies*) que possa certificar assinaturas e marcações de tempo (*timestamps*). Disponível em: <https://www.iso.org/committee/6266604.html>>. Acesso em: 03 de maio de 2023.

Em casos de direitos autorais, a tecnologia blockchain é capaz de certificar a data e a ancoragem ao conteúdo, estes podem ser elementos essenciais para justificar a novidade e o caráter individual de uma obra autoral. Entretanto, é importante ressaltar que, apenas a impressão criptográfica é ancorada, isto é, registrada na blockchain. Do entendimento da legislação sobre direitos de autor⁶⁴, esta impressão não deve ser considerada oferecimento da obra ao conhecimento do público em termos de direitos autorais, visto que, após o registro, a *hash* será divulgada ao público, não necessariamente o conteúdo da obra.

Ainda assim, a aplicação da tecnologia blockchain possibilita certa segurança para a rastreabilidade de ativos em ambientes digitais (ALKAABI *et al.*, 2020), que, no contexto da propriedade intelectual, especialmente no âmbito do direito de autor, enseja novidades quanto à verificação de evidências probatórias para se atestar autoria de ativos digitais. Levando em consideração as disposições de proteção da Convenção de Berna⁶⁵ para a Proteção de Obras Literárias e Artísticas de 1886, o uso da tecnologia blockchain pode fornecer aos autores um meio eficaz de proteção de suas obras simultaneamente em muitos estados⁶⁶.

Além disso, ao mesmo tempo, a disponibilidade de serviços de natureza pública, que consideram os requisitos da legislação nacional, pode favorecer a efetividade da proteção. Embora os direitos autorais geralmente sejam atribuídos automaticamente ao proprietário após a criação, os proprietários dos direitos autorais são aconselhados a usar provas notariais ou certificados de registro oficiais para estabelecer a prova crucial de “primeiro no tempo, primeiro no direito” (MOSTERT; JUE, 2018).

De forma pragmática, no Brasil o aperfeiçoamento e a prioridade dos interesses de segurança nos direitos autorais estão sujeitos à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610 de 1998) e o Registro de Direitos Autorais⁶⁷ (Lei 5.988 de 1973, art. 17, §§ 1º e 2º), neste último caso,

⁶⁴ A Lei 9.610 de 1998, legislação nacional sobre direitos autorais, apresenta, no artigo 5º, incisos I e V, os critérios sobre o oferecimento e comunicação de obra intelectual ao público. A lei destaca que requisitos necessários, como: consentimento do autor e obrigatoriedade de colocação da obra ao alcance do público. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm>. Acesso em: 25 de jul. de 2023.

⁶⁵ “Os Países da União, igualmente animados com o propósito de proteger de maneira tanto quanto possível eficaz e uniforme os direitos dos autores sobre as respectivas obras literárias e artísticas, (...) Os países a que se aplica a presente Convenção constituem-se em União para a proteção dos direitos dos autores sobre as suas obras literárias e artísticas.” Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d75699.htm>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

⁶⁶ Atualmente são 179 países signatários da Convenção de Berna para a Proteção de Obras Literárias e Artísticas de 1886, incluindo o Brasil, desde 1975. A lista com os membros pode ser consultada on-line no sítio eletrônico da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Disponível em: <https://www.wipo.int/wipolex/en/treaties/ShowResults?search_what=B&bo_id=7>. Acesso em: 25 de jul. de 2023.

⁶⁷ Os artigos de lei, sobre registro de obras autorais, encontram-se on-line. Os termos estão vigentes e são parte do conteúdo da antiga lei dos direitos autorais, Lei 5.988, de 14 de dezembro de 1973. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5988.htm>. Acesso em: 25 de jul. de 2023.

facultado ao autor registrar a sua obra em órgão público competente, como descrito na referida lei, no artigo 17, “Para segurança de seus direitos, o autor da obra intelectual poderá registrá-la, conforme sua natureza (...)”. Ou seja, o autor “poderá”, i. e., possui uma faculdade e não uma obrigatoriedade de registrar uma obra para a aquisição do direito.

Recentemente, de iniciativa da Câmara Brasileira do Livro (CBL), foi disponibilizado serviço de Certificação de Registro de Direito Autoral e de Contrato⁶⁸ via blockchain. O intuito do serviço são os de assegurar a autoria de ideias e a propriedade intelectual aos titulares de direitos. Assim, o referido mecanismo de registro protege a produção intelectual dos autores, certificando a autoria ou a titularidade da obra. Os arquivos submetidos ao registro ficam disponíveis na plataforma da CBL para download. Por meio da consolidação desta iniciativa da CBL, espera-se que haja extensão da proteção para registros de outras criações e atividades artísticas protegidas por direitos autorais, como música, pintura, escultura, gravuras, desenhos arquitetônicos, entre outras formas de expressão. Embora o blockchain não possa oferecer nenhuma vantagem em uma área onde não há exigência de um registro público de direitos autorais administrado pelo Estado. Quinn e Connolly (2021) ressaltam que os benefícios de divulgação e garantia do registro imutável podem ser úteis para organizações privadas na operação e gerenciamento de portfólios de direitos autorais.

Há um ponto importante a ser considerado na relação entre as novas tecnologias e os direitos de proteção de obras intelectuais, especialmente aos direitos autorais em ambientes digitais. Autores como Coombe (1998) e Boyle (2008) afirmam que os estudos culturais críticos sobre o direito, geralmente sustentam a tese de que os direitos autorais e outras ferramentas de propriedade intelectual servem à lógica das economias capitalistas, em vez de beneficiar criadores individuais.

Segundo Zeilinger (2018), as leis de propriedade intelectual nunca foram capazes de acompanhar a evolução tecnológica, além disso, as leis não são ferramentas necessariamente eficazes para proteger os interesses dos proprietários de propriedade intelectual. O conceito de autoria frequentemente aparece como uma “noção aceita acriticamente” e tem sido frequentemente invocado, ao longo dos séculos, com a finalidade de controlar o acesso e a reprodução de expressões criativas, usualmente em nome do autor/artista, contudo, é, na verdade, afirma o mesmo autor, destinada a favorecer editores ou outros detentores de direitos econômicos sobre as obras.

⁶⁸ Serviço de Certificação de Registro de Direito Autoral e de Contrato da Câmara Brasileira do Livro (CBL). Disponível em: <<https://www.cblservicos.org.br/registro/>>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

Além disso, por este ponto de vista, confirmam-se evidências de que há uma agenda econômica subjacente. Os esforços de instrumentalização deste contexto protetivo destacam os criadores como os principais sujeitos e beneficiários da lei de propriedade intelectual. Entretanto, a referida proteção geralmente se manter destinada aos direitos de uma comunidade detentora de poder centralizado (DRAHOS, 1999), como editoras que possuem o trabalho de autores, gravadoras de música que possuem o trabalho de músicos, estúdios de cinema que possuem o trabalho de roteiristas etc. Há um ponto evidente para debates neste contexto, que corrobora o entendimento de que direitos de liberdade precisam ser acompanhados por direitos de bem-estar. Drahos (1999, p. 32), em seus trabalhos junto a WIPO, apresenta a questão discrepante entre o utilitarismo proposto e a realidade dos acontecimentos. Assim, destaca que tais direitos deveriam servir aos interesses e necessidades que os cidadãos identificam através da linguagem dos direitos humanos, como sendo fundamentais.

Nos últimos anos vem crescendo o interesse institucional pela tecnologia blockchain (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018), em razão dos benefícios decorrentes da segurança nos registros. Isso pode levar a tecnologia blockchain receber status legal no âmbito judicial, em escritórios de propriedade intelectual, além de outras instituições governamentais. Dessa forma, a combinação desses dois fatores – interesse institucional e status legal – poderá oferecer às diversas organizações oportunidades de melhorias em operações e procedimentos, empregando a tecnologia blockchain para obter uma manutenção de registros mais rápida e econômica em um ambiente mais seguro.

Mostert e Jue (2018) tratam da experiência chinesa no uso da tecnologia relacionada à indústria cultural. Vale ressaltar que a China está na vanguarda da realização do potencial do blockchain na aplicação de propriedade intelectual. Os mesmos autores destacam a declaração da Suprema Corte naquele país, que incentiva as partes a adotar abordagens mais econômicas para compensar as deficiências da identificação eletrônica de evidências por meio da autenticação convencional. Em 2018, o Tribunal de Internet de Hangzhou aceitou evidências autenticadas por blockchain em um caso de violação de direitos autorais. Segundo os autores Mostert e Jue (2018), o primeiro tribunal a aceitar uma evidência por meio de tecnologia blockchain foi o Chinês. Assim, o referido tribunal determinou que:

(...) dados eletrônicos enviados pelas partes envolvidas, se coletados por meio de assinatura eletrônica, registro de data e hora confiável, verificação de valor *hash*, blockchain e outras coletas de evidências, e verificados com retenção e meios técnicos à prova de adulteração ou por meio de perícia eletrônica e plataforma de depósito, que são capazes de provar sua autenticidade, o Tribunal da Internet confirmará sua autenticidade (MOSTERT; JUE, 2018).

Este precedente abre caminhos para a utilização do registro de copyright em aplicações blockchain, ou seja, influencia largamente as atividades de proteção de propriedade intelectual. Mostert e Jue (2018) apresentam propostas de uso da tecnologia blockchain relacionadas à indústria cultural, utilizando o registro de copyright em aplicações nos seguintes contextos:

- Com a ajuda de outras tecnologias como Inteligência Artificial (I.A.) e *Big Data*, o blockchain poderá ser utilizado em sistemas de identificação. Por exemplo, na identificação de obras de arte falsas, com a comparação automática de imagens exibidas na Internet. Os resultados desse sistema de verificação, com a comparação de dados subsequente, permitem que os detentores de direitos autorais verifiquem possíveis infrações e reivindiquem direitos de propriedade com mais facilidade;
- Registros em blockchain poderão auxiliar nas transferências de direitos autorais, reduzir custos de transação e facilitar o licenciamento;
- Contratos inteligentes baseados em blockchain poderão desempenhar um papel essencial nas transações de direitos autorais digitais. Em plataformas desta natureza os proprietários de direitos autorais codificam taxas de licença definidas em contratos inteligentes, que são pagos quando usuários acessam conteúdo protegido. O pagamento por um determinado ativo, ou a distribuição de royalties, poderão ser executados automaticamente pelo mesmo contrato; e
- Registro de copyright em aplicações blockchain, poderão ajudar artistas independentes a monetizar seu trabalho em um mercado colaborativo *peer-to-peer* (P2P), e, também, vincular proprietários de canções e pagamentos de royalties a músicos e editores de canções. A intenção é facilitar o pagamento de royalties, tornando o pagamento mais rápido e transparente.

No momento, uma vez que a tecnologia blockchain está em sua fase de amadurecimento, desde os aspectos técnicos, passando pelo conceito e aceitação pelo público, a tecnologia vem se consolidando na criação de estruturas mais seguras para registro e proteção. Da mesma forma, os sistemas jurídicos, com certa cautela, vêm caminhando para um entendimento e aceitação da tecnologia blockchain como prova de evidência. No âmbito dos direitos de propriedade intelectual, mais especificamente em se tratando dos direitos relacionados aos autores, no contexto de espaços digitais como a Internet, há grande expectativa para uso como prova de autoria e vínculos contratuais. Decorre deste entendimento a questão sobre como executar judicialmente uma decisão e fazer cumprir uma ação com base em um contrato que está em uma blockchain, considerando a imutabilidade dos registros. Além disso, outra questão

fundamental é como garantir que as informações registradas no blockchain sejam confiáveis. Primavera De Filippi em publicação realizada, juntamente a comunidade de pesquisadores do *Berkman Klein Center for Internet & Society at Harvard University*⁶⁹, faz a seguinte ressalva quanto às informações inseridas em um blockchain:

Registros e sistemas de registro são tão somente tão bons quanto as informações que eles gerenciam. Por exemplo, se um terreno ou registro de propriedade intelectual contém lacunas em transferências de títulos ou erros, faria pouco para resolver as incertezas da propriedade. Se informações imprecisas são armazenadas em um blockchain, há pouco que a tecnologia possa fazer para resolver o problema. Na verdade, a tecnologia blockchain pode exacerbar esses problemas, dificultando a excluir ou retificar informações falsas depois de registradas (DE FILIPPI; WRIGHT, 2018).

Neste mesmo espectro, há que ser discutida a importante questão sobre como os usuários do blockchain podem validar a origem e a precisão das informações originalmente colocadas na rede. Quanto à origem, mecanismos que servem como oráculos - podem agir validando as informações por meio de classificação de conteúdo e, também, ajudar na precisão das informações juntamente a algum mecanismo de I.A. para comparar dados disponíveis. Esses mecanismos de oráculos podem ser vinculados a universidades e centros de pesquisa em determinados temas, agências de notícias conceituadas, entre outras.

Superada a inconsistência em relação à veracidade da informação incluída em um sistema com base em blockchain, após o registro será possível identificar a origem destas informações – comparando-as com outras, comprovando a autoria e vínculos jurídicos. Além disso, há a possibilidade de ativar mecanismos de contestação, diretamente àquele que pôs à disposição a informação registrada em blockchain, uma vez que informações são rastreáveis, alegando aspectos sobre a verossimilhança entre o fato e as ideias expostas pela comunicação.

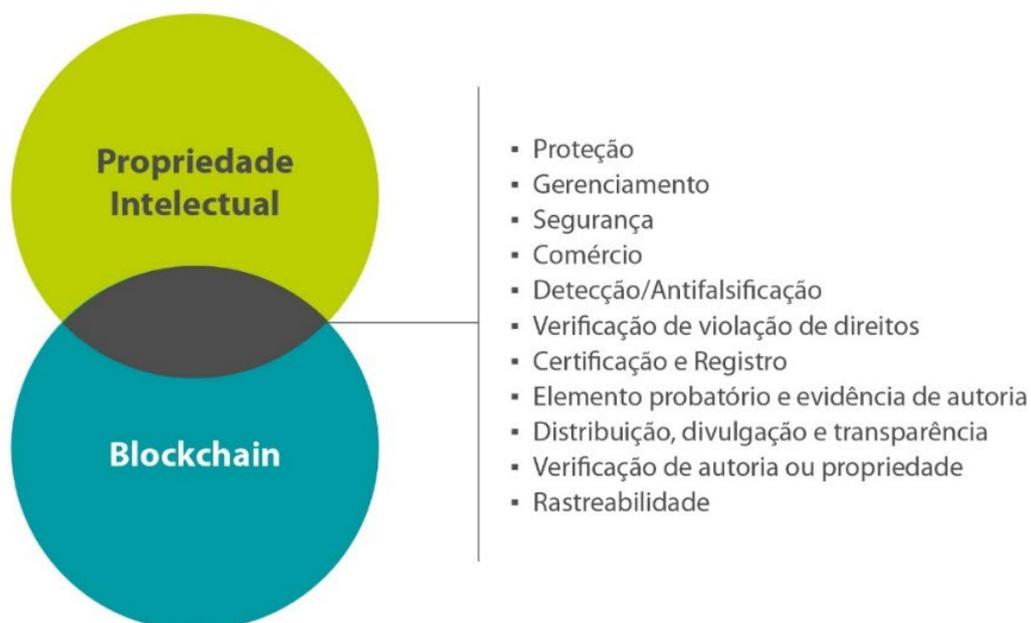
Em uma perspectiva jurídica, a tecnologia blockchain parece operar em dissonância com a lei e sujeita à “lei do código” (LESSIG, 2009). A propriedade intelectual em ambiente digital, mais especificamente, os direitos autorais vinculados a uma determinada obra digital, parece corroborar a frase disseminada pelo professor Lawrence Lessig⁷⁰, em uma visão crítica, amplamente conhecida entre os estudiosos das relações entre o direito e as novas tecnologias, i.e., “Código é lei.” Por fim, com base na revisão de literatura foram compilados quadros que

⁶⁹ A missão do *Berkman Klein Center* é explorar e entender o ciberespaço; estudar seu desenvolvimento, dinâmica, normas e padrões; e avaliar a necessidade, ou falta, de leis e sanções. Disponível em: <<https://cyber.harvard.edu/>>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

⁷⁰ Mais informações, sobre os trabalhos do professor Lessing (*Code Is Law, On Liberty in Cyberspace*, Harvard Magazine) podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico: <<http://code-is-law.org>>. Acesso em: 15 de jul. de 2023.

apresentam os estudos sobre as aplicações da propriedade intelectual e utilização da tecnologia blockchain. Após a análise dos conteúdos foram 11 áreas temáticas de concentração referentes às aplicações, com ênfase na dimensão de direitos autorais, conforme a Figura 23.

Figura 23 – Aplicações da tecnologia blockchain na área de PI



Fonte: Autoria própria. Figura elaborada com base nos resultados de pesquisa.

As referências aos estudos sobre as aplicações da tecnologia blockchain na área de propriedade intelectual estão disponíveis no Apêndice H, apresentadas em forma de quadro, fundamentadas nos resultados da pesquisa.

4.2.1.1 Proteção

A proteção de propriedade intelectual é, sem dúvida, um aspecto de grande relevância quanto à aplicação da tecnologia blockchain no contexto dos direitos sobre ativos intelectuais em ambiente digital (JING, LIU; SUGUMARAN, 2021), i. e., imagens, música digital, programas de computador (*software*). São comumente denominados produtos digitais (XIAO *et al.*, 2020). É importante destacar que, mesmo que a ênfase desta pesquisa seja uma abordagem sobre direitos autorais no âmbito digital, outras vertentes da propriedade intelectual (LIN *et al.*, 2020) podem se beneficiar da proteção proporcionada pelo blockchain – especificamente aquelas relativas à propriedade industrial. Como, por exemplo, patentes, marcas registradas, design industrial, imagens comerciais, segredos comerciais, indicações

geográficas etc. Ademais, em se tratando de direitos autorais, a proteção abrange aspectos como direitos morais (ADIBFAR, COSTIN; ISSA, 2020) – personalíssimos e não transferíveis, inerente ao indivíduo autor da obra, além dos direitos patrimoniais decorrentes de relações econômicas. A proteção também busca auxiliar na comprovação de publicação, por meio de evidências de autoria. Atende não só a pessoa física, mas a jurídica (ADIBFAR, COSTIN; ISSA, 2020), uma vez que registros de atividades empresariais em blockchain podem evitar questões relacionadas aos direitos autorais em litígios. Ainda mais, no contexto empresarial pode evitar riscos financeiros (QUINN; CONNOLLY, 2021), atrasos em projetos e demais prejuízos empresariais de maior vulto, evitando assim, a descontinuidade de projetos em discussão judicial. Mais recentemente, a proteção por meio de blockchain vem se desenvolvendo rapidamente, devido ao desenvolvimento de novos aplicativos, sobretudo com uso da rede Ethereum (SONG *et al.*, 2021) ou consórcio de blockchains como o da *Hyperledger Foundation*. A proteção de ativos por blockchain vem superando as desvantagens, criando possibilidades, em relação às formas tradicionais de proteção de propriedade intelectual, utilizando características técnicas do blockchain como vantagem competitiva, i. e., descentralização, imutabilidade e rastreabilidade. Proteger ativos, em última análise, visa a proteção de conteúdo digital e transações de valor (DARABSEH; MARTINS, 2021), prevenindo fraudes e ataques indesejados por terceiros mal-intencionados. Entre as áreas de proteção de propriedade intelectual há vários campos de aplicação, devido à capacidade de preservar valor digital, das quais, algumas ganharam destaque nesta pesquisa. A saber, direitos de propriedade em ambientes digitais, publicação de literatura digital (CHI *et al.*, 2020; GIPP *et al.*, 2017), arte digital, fotografia digital (O'DWYER, 2020), impressão em 3D (KLOCKNER *et al.*, 2020), projetos arquitetônicos (ADIBFAR *et al.*, 2020; DOUNAS *et al.*, 2020), cadeias de suprimentos (MOSTERT; JUE, 2018); e promoção de ativos intangíveis (KONDRATEVA *et al.*, 2021).

Quadro 23 – Aplicações para a proteção de PI

Aplicações do blockchain para a proteção de PI	
Proteção de ativos intelectuais	O blockchain desempenha um papel crucial na proteção de ativos intelectuais, como imagens, música digital e software, em um contexto digital (JING, LIU; SUGUMARAN, 2021).
Ampla gama de ativos	Além dos direitos autorais digitais, outras formas de propriedade intelectual, como patentes, marcas registradas e segredos comerciais, podem se beneficiar da proteção oferecida pelo blockchain (LIN <i>et al.</i> , 2020).
Direitos autorais abrangentes	O blockchain auxilia na proteção dos direitos autorais, incluindo aspectos morais e patrimoniais, e na comprovação de autoria e publicação (ADIBFAR, COSTIN; ISSA, 2020).

Aplicação empresarial	Empresas podem usar o blockchain para registrar atividades comerciais e evitar litígios relacionados a direitos autorais, reduzindo riscos financeiros e atrasos em projetos (QUINN; CONNOLLY, 2021).
Desenvolvimento tecnológico	A tecnologia blockchain está evoluindo rapidamente, com destaque para a rede Ethereum e consórcios de blockchains, como o da Foundation (SONG <i>et al.</i> , 2021).
Vantagens competitivas	O blockchain oferece vantagens competitivas, como descentralização, imutabilidade e rastreabilidade, superando as formas tradicionais de proteção de propriedade intelectual.
Prevenção de fraudes	A proteção por meio do blockchain visa proteger o conteúdo digital e as transações de valor, prevenindo fraudes e ataques por terceiros mal-intencionados (DARABSEH; MARTINS, 2021).
Diversas aplicações	O blockchain pode ser aplicado em várias áreas de proteção de propriedade intelectual, incluindo direitos de propriedade em ambientes digitais, publicação de literatura digital, arte digital, fotografia digital, impressão em 3D, projetos arquitetônicos, cadeias de suprimentos e promoção de ativos intangíveis (CHI <i>et al.</i> , 2020; GIPP <i>et al.</i> , 2017; O'DWYER, 2020; KLOCKNER <i>et al.</i> , 2020; ADIBFAR <i>et al.</i> , 2020; DOUNAS <i>et al.</i> , 2020; MOSTERT; JUE, 2018; KONDRATEVA <i>et al.</i> , 2021).

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.2 Gerenciamento

O gerenciamento é outro importante fator destacado pelas pesquisas em se tratando da aplicação da tecnologia blockchain. Em um contexto mais abrangente, os autores destacam que em se tratando da tecnologia o gerenciamento de transações comerciais (JING, LIU; SUGUMARAN, 2021) possui grande impacto nas atividades mercantis. Quanto aos direitos de propriedade intelectual (RYAN *et al.*, 2021), os benefícios apresentados destacam aplicações com a utilização do blockchain no sistema de gerenciamento de direitos (SAVELYEV, 2018). Mais especificamente, a gerência de propriedade de ativos ganha destaque neste quesito. Ademais, as aplicações de maior impacto estão atualmente direcionadas à indústria criativa (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022), com o licenciamento (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) ou transferência de propriedade sobre ativos digitais (MODIC *et al.*, 2019), associados a arquivos de dados, i. e. imagens, áudios, textos, planilhas de dados de produtos (RAGOT, REY; SHAFAI, 2020) etc. Para gerenciar estas e outras atividades a tecnologia permite a criação de contratos eletrônicos autoexecutáveis (*Smart Contracts*), que podem também ser utilizados para automatização de termos específicos (MODIC *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2020), como o pagamento de royalties. Em outras palavras, a gerência de ativos de propriedade intelectual por meio da tecnologia blockchain visa a gestão de direitos e de redes sociais conectadas, inovando na eficácia da atividade, uma vez que permite gerenciar informações digitais fragmentadas (SONG *et al.*, 2021) de forma segura e eficaz.

Quadro 24 – Aplicações no gerenciamento de PI

Aplicações do blockchain no gerenciamento de PI	
Impacto no gerenciamento de transações comerciais	A tecnologia blockchain tem um impacto significativo no gerenciamento de transações comerciais, destacado por Jing, Liu e Sugumaran (2021).
Gerenciamento de direitos de propriedade intelectual	Autores como Ryan <i>et al.</i> (2021) ressaltam os benefícios da aplicação do blockchain no sistema de gerenciamento de direitos de propriedade intelectual.
Ênfase na gerência de ativos	O blockchain destaca-se na gestão de ativos de propriedade intelectual, com aplicações voltadas principalmente para a indústria criativa (Van Haaften-Schick e Whitaker, 2022).
Licenciamento e transferência de ativos digitais	Autores como Gürkaynak <i>et al.</i> (2018) mencionam que o blockchain é utilizado para o licenciamento e transferência de ativos digitais, como imagens, áudios, textos e dados de produtos.
Contratos inteligentes (Smart Contracts)	A tecnologia blockchain permite a criação de contratos eletrônicos autoexecutáveis, que podem automatizar termos específicos, como o pagamento de royalties (Modic <i>et al.</i> , 2019; Chen <i>et al.</i> , 2020).
Gestão de informações digitais fragmentadas	O blockchain inova na eficácia da gestão de propriedade intelectual, permitindo o gerenciamento seguro e eficaz de informações digitais fragmentadas (Song <i>et al.</i> , 2021) e a interconexão de redes sociais.

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.3 Segurança

A segurança do blockchain está relacionada à estabilidade da autenticação de direitos autorais (LIANG *et al.*, 2020), em tempo real. Esta vantagem é de grande valia quando se trata de ativos digitais e contratos que podem ser amplamente fragmentados de acordo com os interesses das partes envolvidas. Em tese, as aplicações melhoram a segurança online (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020), auxiliando em problemas decorrentes da dificuldade de execução e diferenças de poder desproporcionais entre as partes (LEVY, 2017). A segurança está em garantir a confiabilidade das transações de direitos autorais (SONG *et al.*, 2021), com trocas seguras e aprimoradas (DARABSEH; MARTINS, 2021), de forma mais transparente (LEE, 2019; LU, 2019) e com armazenamento distribuído de dados (ZHU *et al.*, 2021). Além disso, há possibilidade de armazenamento não apenas de informações essenciais sobre um ativo digital de propriedade intelectual, mas condições de aquisição de direitos sobre ele, e, o próprio objeto (DVOYNIKOVA, 2017), i.e., uma peça musical, uma imagem gráfica, um vídeo etc. Vale destacar que a tecnologia blockchain ainda possui restrições quanto à capacidade de armazenamento de arquivos originais na própria rede. Neste sentido, as tecnologias decorrentes do avanço do blockchain nas diversas áreas de atividade humana, apresentaram recentemente o conceito de Tokens não fungíveis (NFT) (FAIRFIELD, 2022), que são tokens digitais (*digital tokens*), cuja característica é a escassez digital, ou seja, bens únicos em meio digital. Este conceito e tecnologia vêm sendo largamente empregados no âmbito das obras de arte digitais.

Quadro 25 – Aplicações em segurança de PI

Aplicações do blockchain para a segurança de PI	
Estabilidade da autenticação em tempo real	O blockchain, como destacado por Liang <i>et al.</i> (2020), garante a estabilidade da autenticação de direitos autorais em tempo real, especialmente valioso para ativos digitais e contratos fragmentados.
Melhoria da segurança online	A aplicação do blockchain, conforme mencionado por Adibfar, Costin e Issa (2020), contribui para melhorar a segurança online, abordando desafios relacionados à execução e desequilíbrio de poder entre as partes.
Confiabilidade das transações de direitos autorais	Song <i>et al.</i> (2021) destacam a importância da segurança na garantia da confiabilidade das transações de direitos autorais.
Trocas seguras e transparentes	Darabseh e Martins (2021) apontam que o blockchain facilita trocas seguras e transparentes de direitos autorais, com armazenamento distribuído de dados (Zhu <i>et al.</i> , 2021).
Armazenamento detalhado de informações	O blockchain permite não apenas o armazenamento de informações essenciais sobre ativos digitais de propriedade intelectual, mas também condições de aquisição de direitos sobre eles, bem como o próprio objeto (Dvoynikova, 2017).
Tokens não fungíveis (NFT)	Recentemente, a tecnologia blockchain introduziu os NFT, conforme Fairfield (2022), que são tokens digitais que representam ativos únicos em meio digital, amplamente utilizados nas obras de arte digitais.

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.4 Comércio

O comércio de propriedade intelectual (XIAO *et al.*, 2020) vem se desenvolvendo amplamente no contexto das redes blockchain. Entre os benefícios estão os licenciamentos de direitos autorais (QUINN; CONNOLLY, 2021), com o estabelecimento de métodos unificados em organizações de gestão coletiva, para licenciar obras, coletar e distribuir royalties. Esta iniciativa possui o mérito de diminuir a concentração vertical de riquezas (ZEILINGER, 2018) e consolidação do controle sobre sistemas descentralizados. Este mecanismo de comércio permite a troca de diferentes tipos de ativos, facilita a troca de ativos entre pares, o licenciamento de direitos autorais (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018), por titulares de direitos, via tecnologia de contratos inteligentes (*Smart Contracts*). Por meio de termos eletrônicos autoexecutáveis é possível a venda de ativos, eliminando o fator humano, sem a dependência da confiança entre as partes, uma vez que os termos são efetuados de forma automática. Conforme regulamentação, pode-se utilizar criptomoedas (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) como método de pagamento, isto é, uso de criptomoedas em troca de bens e serviços. Na mesma seara, referente à regulamentação estatal, a permissão para a troca de ativos pode ser qualificada como “pagamento” em troca de “transferência de propriedade ou um direito de uso”, exclusivo ou não. Aplicações em negócios orientados à propriedade intelectual (MOSTERT; JUE, 2018), como comércio de obras de arte digital (FAIRFIELD, 2022), podem ser amplamente beneficiados pela tecnologia blockchain, sobretudo, na emissão de licenças automáticas e

permissões para detentores de direitos autorais (ZHANG; ZHAO, 2018) que, além disso, podem definir preços para diferentes conteúdos de acordo com certas regras estabelecidas.

Quadro 26 – Aplicações para o comércio de PI

Aplicações do blockchain para o comércio de PI	
Desenvolvimento no comércio de propriedade intelectual	O comércio de propriedade intelectual está se expandindo consideravelmente no contexto das redes blockchain, conforme destacado por Xiao <i>et al.</i> (2020).
Licenciamentos de direitos autorais unificados	Quinn e Connolly (2021) mencionam que o blockchain facilita licenciamentos de direitos autorais com métodos unificados em organizações de gestão coletiva, tornando mais eficiente a coleta e distribuição de royalties.
Diminuição da concentração de riqueza	A aplicação do blockchain no comércio de propriedade intelectual, como apontado por Zeilinger (2018), contribui para diminuir a concentração vertical de riqueza e consolidar o controle sobre sistemas descentralizados.
Facilitação da troca de ativos	O blockchain permite a troca de diferentes tipos de ativos entre pares, incluindo o licenciamento de direitos autorais por titulares de direitos, através de contratos inteligentes (Smart Contracts) (Shatkovskaya <i>et al.</i> , 2018).
Eliminação da dependência de confiança	A automação por meio de termos eletrônicos autoexecutáveis elimina a necessidade de confiar nas partes envolvidas, uma vez que os termos são executados automaticamente.
Uso de criptomoedas como pagamento	Com base na regulamentação, é possível utilizar criptomoedas como método de pagamento, facilitando a troca de bens e serviços (Gürkaynak <i>et al.</i> , 2018).
Emissão de licenças automáticas	O blockchain beneficia negócios orientados à propriedade intelectual, como o comércio de obras de arte digital (Fairfield, 2022), ao permitir a emissão de licenças automáticas e a definição de preços conforme regras estabelecidas pelos detentores de direitos autorais (Zhang; Zhao, 2018).

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.5 Detecção e antifalsificação

A detecção e antifalsificação (RUINIAN *et al.*, 2018) estão entre as questões mais importantes no âmbito da propriedade intelectual em ambientes digitais. Ocorre que este fator essencial pode ser mitigado em ambientes digitais, em outras palavras, combatido com maior eficácia, aplicada à tecnologia de detecção de plágio (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018), combate à pirataria e falsificação (QUINN; CONNOLLY, 2021), e disseminação de produtos falsificados (SHAKHNAZAROV, 2022). A tecnologia pode ser utilizada no contexto das artes e antiguidades (WHITAKER *et al.*, 2021) para desincentivar a venda de objetos saqueados e para gerenciar a administração compartilhada de bens. Há grande interesse no uso da tecnologia como suporte para a verificação de originalidade de produtos (MOSTERT; JUE, 2018) em cadeias de suprimentos.

Quadro 27 – Aplicações em detecção e antifalsificação de PI

Aplicações do blockchain para a detecção e antifalsificação de PI	
Combate ao plágio e à pirataria	A tecnologia blockchain pode ser eficaz na detecção de plágio e no combate à pirataria, como destacado por Ruinian <i>et al.</i> (2018), permitindo a rastreabilidade de conteúdo digital.
Prevenção da disseminação de produtos falsificados	Autores como Quinn e Connolly (2021) mencionam que o blockchain é útil na prevenção da disseminação de produtos falsificados, garantindo a autenticidade e a origem dos produtos.
Uso em artes e antiguidades	O blockchain pode ser aplicado no contexto das artes e antiguidades, como apontado por Whitaker <i>et al.</i> (2021), desincentivando a venda de objetos saqueados e permitindo a administração compartilhada de bens culturais.
Verificação de originalidade em cadeias de suprimentos	A tecnologia blockchain é de grande interesse para verificar a originalidade de produtos em cadeias de suprimentos, conforme destacado por Mostert e Jue (2018), garantindo a procedência e autenticidade dos produtos ao longo da cadeia de distribuição.

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.6 Verificação de violação de direitos

A verificação de violação de direitos visa mitigar problemas sobre a propriedade intelectual (LIN *et al.*, 2020), quando se trata de ambientes digitais, especialmente no âmbito dos direitos autorais, considerando direitos patrimoniais e morais, como a titularidade de uma obra. Em resumo, o objetivo maior é combater formas de infrações, como reprodução sem permissão dos detentores de direitos sobre um ativo (SONG *et al.*, 2021), i. e., cópias não autorizadas (*copyrights*), reduzir vazamento de dados ou informações proprietárias (DARABSEH; MARTINS, 2021) e uso não autorizado de ativo intelectual.

Quadro 28 – Aplicações em violação de direitos de PI

Aplicações do blockchain para a verificação de violação de direitos de PI	
Combate à violação de direitos autorais	O blockchain é utilizado para combater a violação de direitos autorais, incluindo direitos patrimoniais e morais, como destacado por Lin <i>et al.</i> (2020).
Prevenção de reprodução não autorizada	Autores como Song <i>et al.</i> (2021) mencionam que o blockchain ajuda a combater a reprodução não autorizada de ativos intelectuais, reduzindo cópias não autorizadas (<i>copyrights</i>).
Redução de vazamento de dados	O blockchain contribui para a redução do vazamento de dados ou informações proprietárias, conforme apontado por Darabseh e Martins (2021), garantindo a segurança e a autenticidade dos ativos.
Controle sobre o uso não autorizado	A tecnologia blockchain é aplicada para controlar o uso não autorizado de ativos intelectuais, protegendo a titularidade das obras e garantindo que apenas usos autorizados ocorram.

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.7 Certificação e registro

A certificação e registro (SUN; WANG; WANG, 2018) permitem que a propriedade intelectual dos usuários em redes digitais ganhe identidade própria. É por meio de certificação de originalidade que direitos autorais são protegidos, e, assim, dados são preservados para garantir a legalidade (LIN *et al.*, 2020) e a não adulteração. Este procedimento facilita, sobretudo, ao titular de direitos de propriedade intelectual, o registro de um ativo digital (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018). O código eletrônico (*hash*) cumpre a função de método de codificação do conteúdo exato do arquivo inicial, utiliza para isso algoritmo matemático de sincronização de dados. Por meio de um código *hash* é que são verificados os conteúdos de objetos digitais. O método utiliza registro distribuído, baseado em terceira geração de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), isto é, o blockchain. A manutenção de registros (MORABITO, 2017) e contratos inteligentes são garantidos pela fixação das informações (SHAKHNAZAROV, 2022) sobre um objeto de propriedade intelectual. A alteração de informações, de forma moderada por tecnologia, pode ser realizada, p. ex., relativas à alteração do titular do direito, contratos de licença concluídos, acordos entre vários titulares de direitos etc. A certificação e registro podem ser utilizados como – (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) – carimbo eletrônico da hora (*electronic timestamp*), serviço de entrega eletrônica registrada (*electronic registered delivery service*), assinatura eletrônica (*electronic signature*) e serviço de confiança (*trust service*).

Quadro 29 – Aplicações em certificação e registro de PI

Aplicações do blockchain para a certificação e registro de PI	
Certificação de originalidade e proteção de direitos autorais	O blockchain é usado para certificar a originalidade e proteger os direitos autorais, garantindo a legalidade e a não adulteração dos dados, como destacado por Sun, Wang e Wang (2018) e Lin <i>et al.</i> (2020).
Registro de ativos digitais	O blockchain facilita o registro de ativos digitais, permitindo que os titulares de direitos de propriedade intelectual registrem seus ativos com segurança, conforme mencionado por Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018).
Uso de códigos <i>hash</i>	O código eletrônico (<i>hash</i>) é utilizado para codificar o conteúdo exato do arquivo inicial, proporcionando uma maneira de verificar os conteúdos de objetos digitais.
Registro distribuído baseado em blockchain	A terceira geração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), ou seja, o blockchain, é utilizado para manter registros e contratos inteligentes, como ressaltado por Morabito (2017) e Shakhnazarov (2022).
Flexibilidade na alteração de informações	O blockchain permite a alteração moderada de informações, como a mudança do titular do direito, contratos de licença e acordos entre titulares de direitos, de forma controlada por tecnologia.
Utilização como carimbo eletrônico	Além do registro, a certificação e registro no blockchain podem ser usados como carimbo eletrônico da hora, serviço de entrega eletrônica registrada, assinatura eletrônica e serviço de confiança, conforme mencionado por Gürkaynak <i>et al.</i> (2018).

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.8 Elemento probatório e evidência de autoria

O elemento probatório e a evidência de autoria (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) servem especialmente às questões relacionadas aos conflitos judiciais. Conforme as pesquisas demonstram, dados relevantes de obras preservadas podem ser facilmente extraídos e utilizados como prova efetiva para submissão à proteção judicial de direitos (LIN *et al.*, 2020). Neste sentido, abre-se ampla gama de aplicações em áreas jurídicas, sobretudo, em direitos de propriedade intelectual. Em litígios (MALAURIE-VIGNAL, 2020), há possibilidade, seguindo os ritos legais exigidos por cada jurisdição, de utilizar registros em blockchain como prova legal, suporte à mesma, ou outras transações relacionadas à lei. Outra aplicação, neste contexto, é o estabelecimento de evidências de uso anterior de ativos de propriedade intelectual, de modo a poder invocar direitos (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020) de usuários anteriores. Por fim, pode-se utilizar os registros em blockchain como (SHAKHNAZAROV, 2022) base probatória de originalidade, novidade do objeto ou validação de titularidade inicial.

Quadro 30 – Aplicações em prova e evidência de autoria

Aplicações do blockchain como elemento probatório e evidência de autoria de PI	
Prova em litígios judiciais	O blockchain é utilizado para armazenar dados relevantes de obras protegidas, que podem ser extraídos e usados como prova efetiva em litígios judiciais, especialmente em questões relacionadas a direitos de propriedade intelectual, como mencionado por Gürkaynak <i>et al.</i> (2018) e Lin <i>et al.</i> (2020).
Registro em blockchain como prova legal	Em conformidade com os requisitos legais de jurisdições específicas, os registros em blockchain podem ser usados como prova legal ou suporte à mesma em litígios, conforme mencionado por Malaurie-Vignal (2020).
Evidências de uso anterior	O blockchain pode ser utilizado para estabelecer evidências de uso anterior de ativos de propriedade intelectual, permitindo que usuários anteriores defendam seus direitos, conforme ressaltado por Ragot, Rey e Shafai (2020).
Base probatória de originalidade e titularidade	Os registros em blockchain podem servir como base probatória de originalidade, novidade do objeto ou validação da titularidade inicial de ativos de propriedade intelectual, como destacado por Shakhnazarov (2022).

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.9 Distribuição, divulgação e transparência

A distribuição, divulgação e transparência são benefícios criados pela tecnologia blockchain que permitem a proteção de obras com direitos autorais em ambientes digitais (SAVELYEV, 2018). Entre as vantagens consta a possibilidade de registrar direitos de propriedade intelectual facilmente acessíveis de qualquer lugar do mundo, ainda mais, com a transmissão *peer-to-peer* (P2P) de dados (ZHU *et al.*, 2021) com valor agregado. Contratos

inteligentes podem calcular a distribuição de royalties a cada participante da cadeia produtiva. Uma vez que o código-fonte das blockchains públicas estão acessíveis a todos os participantes, há maior garantia de transparência nas relações. Neste contexto, a cocriação é estimulada (RYAN *et al.*, 2021), materiais distribuídos publicamente em grupos de trabalho, fornecem mais transparência aos detentores de direitos autorais (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020), evitando possíveis conflitos. O evidente potencial, relacionado a distribuição, divulgação e transparência, vai ao encontro da extensão, ou ampliação, dos bens comuns criativos (ZEILINGER, 2018) e não ao fechamento, ou restrição. A criação de banco de dados, abertos e descentralizados (QUINN; CONNOLLY, 2021), permite que dados de propriedade de trabalho possam ser atualizados em tempo real.

Quadro 31 – Aplicações em distribuição, divulgação e transparência de PI

Aplicações do blockchain em distribuição, divulgação e transparência de PI	
Registro global de propriedade intelectual	O blockchain permite o registro global de direitos de propriedade intelectual, facilmente acessível de qualquer lugar do mundo, como destacado por Savelyev (2018).
Transmissão <i>peer-to-peer</i> (P2P) de dados com valor agregado	O P2P de dados, possibilitado pelo blockchain, permite a distribuição eficiente de obras com valor agregado, conforme mencionado por Zhu <i>et al.</i> (2021).
Cálculo transparente de royalties	Contratos inteligentes no blockchain podem calcular a distribuição de royalties de forma transparente para todos os participantes da cadeia produtiva.
Transparência nas relações	A acessibilidade do código-fonte das blockchains públicas promove maior transparência nas relações entre os detentores de direitos autorais, evitando conflitos, como ressaltado por Ryan <i>et al.</i> (2021) e Adibfar, Costin e Issa (2020).
Ampliação dos bens comuns criativos	O uso do blockchain expande os bens comuns criativos ao invés de restringi-los, como mencionado por Zeilinger (2018).
Banco de dados abertos e descentralizados	A criação de bancos de dados abertos e descentralizados, conforme Quinn e Connolly (2021), permite a atualização em tempo real de dados de propriedade intelectual, aumentando a transparência e a acessibilidade.

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.10 Verificação de autoria e propriedade

A verificação de autoria ou propriedade com a entrada (*inputs*) de acordos de propriedade intelectual e royalties entre as partes envolvidas (RYAN *et al.*, 2021) estão entre os benefícios das aplicações. Por meio da codificação, em contratos inteligentes, da propriedade dos direitos autorais e das divisões de royalties, é que podem ser garantidas a legitimidade da declaração (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018) sobre a titularidade de bens imateriais. Com isso, são criadas bases probatórias, no registro do blockchain, para confirmar direitos pessoais intangíveis, bem como exclusivos. Estas são aplicações da tecnologia como ferramenta para

melhorar a propriedade digital (SAVELYEV, 2018) e o gerenciamento dos direitos de propriedade intelectual (DARABSEH; MARTINS, 2021) vinculados.

Quadro 32 – Aplicações em verificação de autoria e propriedade de PI

Aplicações do blockchain em verificação de autoria e propriedade de PI	
Verificação de autoria e propriedade	O blockchain é utilizado para verificar a autoria e a propriedade de propriedade intelectual, com a entrada de acordos de propriedade intelectual e royalties entre as partes envolvidas, como destacado por Ryan <i>et al.</i> (2021).
Contratos inteligentes	A tecnologia blockchain permite a codificação em contratos inteligentes dos direitos autorais e das divisões de royalties, garantindo a legitimidade da declaração sobre a titularidade de bens intangíveis, conforme mencionado por Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018).
Bases probatórias no blockchain	A utilização do blockchain cria bases probatórias no registro para confirmar direitos pessoais intangíveis e exclusivos relacionados à propriedade intelectual, como ressaltado por Saveljev (2018) e Darabseh e Martins (2021).

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.2.1.11 Rastreabilidade

A rastreabilidade está entre as mais vantajosas aplicações da tecnologia quando o assunto é a propriedade intelectual em ambiente digital. Neste sentido o blockchain permite o rastreo das cópias vendidas (RYAN *et al.*, 2021), físicas, ou digitais por meio de downloads. A criação de versões digitais rastreáveis (ZHU *et al.*, 2021) e registradas da propriedade intelectual é, sem dúvida, uma evolução nas práticas comerciais no meio digital. O rastreamento inclui a identificação de origem do ativo digital (MOSTERT; JUE, 2018), i. e., rastreabilidade de originais e a identificação de informações intrínsecas ao objeto, o intuito é garantir a eficácia da proteção.

Quadro 33 – Aplicações em rastreabilidade de PI

Aplicações do blockchain em rastreabilidade de PI	
Rastreo de cópias vendidas	O blockchain permite rastrear cópias vendidas, sejam físicas ou digitais, como destacado por Ryan <i>et al.</i> (2021).
Criação de versões digitais rastreáveis	A tecnologia blockchain possibilita a criação de versões digitais rastreáveis e registradas da propriedade intelectual, conforme mencionado por Zhu <i>et al.</i> (2021).
Identificação de origem e informações intrínsecas	O rastreamento inclui a identificação da origem do ativo digital e informações intrínsecas ao objeto para garantir a eficácia da proteção, como ressaltado por Mostert e Jue (2018).

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

4.3 CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS DA APLICAÇÃO DO BLOCKCHAIN EM PI

O núcleo investigativo desta pesquisa é a relação existente entre a propriedade intelectual e a tecnologia emergente blockchain. Neste sentido, a abordagem se concentrou na proteção de direitos autorais em ambientes digitais. As discussões em torno dos resultados alcançados passam necessariamente por duas motivações, uma sobre as contribuições da aplicação da tecnologia no contexto da propriedade intelectual, e outra apontando os desafios que se apresentam para a adoção, sustentabilidade e crescimento em escala das aplicações da tecnologia para os ecossistemas de propriedade intelectual.

Assim, as descobertas visam subsidiar não somente as atividades dos operadores do direito, mas, também, a vasta gama de atividades profissionais e empresariais que se utilizam dos direitos de propriedade intelectual nas mais distintas áreas do saber. A exemplo dos agentes nas indústrias criativas, empresas que comercializam produtos e ativos do conhecimento, acordos internacionais por meio de contratos etc. Por conseguinte, das inúmeras utilidades encontradas para a utilização da tecnologia blockchain em ambientes digitais, há aquelas relativas aos ativos de propriedade intelectual, mais especificamente no contexto dos direitos autorais, este, foco dos resultados desta pesquisa.

4.3.1 Contribuições da aplicação do blockchain em PI

As contribuições do blockchain estão relacionadas às características inerentes da tecnologia (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021), i. e., descentralização e verificação coletiva, imutabilidade dos registros com resistência à adulteração, segurança criptográfica, transparência e rastreabilidade. Deste modo, os benefícios visam mitigar, ou solucionar, possíveis problemas de confiança nas trocas de informações (XIAO *et al.*, 2020). O blockchain fornece uma maneira de registrar transações (SUN; WANG; WANG, 2018), desenvolvidas tecnologicamente, para serem altamente seguras, transparentes, confiáveis, rastreáveis, auditáveis e invioláveis.

Em se tratando de proteção de propriedade intelectual, o uso da criptografia visa criar uma camada protetiva durante as transações de dados (LIN *et al.*, 2020), com segurança e sem necessariamente a supervisão de terceiros. Com transações confiáveis, mantidas coletivamente e com privacidade, usuários podem ser completamente invisíveis no processo de transmissão. Assim, quaisquer dados de transação são registrados com base em carimbos de data/hora (*timestamp*) e rastreáveis até a própria fonte (MALAURIE-VIGNAL, 2020), indicando que os

dados transmitidos se mantiveram invioláveis, ou seja, com risco excepcionalmente baixo de fraude. Dados do blockchain são mantidos coletivamente por todos os nós da rede, transmitidos usando chave pública - visível a todos os usuários - e chave privada - visível apenas ao proprietário do ativo, desde que mantida em segredo, além disso, sem revelar as identidades dos nós durante uma determinada transação.

No que se refere aos direitos, a tecnologia permite a separação de muitos tipos diferentes de direitos (QUINN; CONNOLLY, 2021), p. ex., direitos de propriedade, direitos de exibição etc. Além disso, neste desmembramento, realizado de forma automatizada por meio de contratos eletrônicos, há possibilidade de separação de diferentes formas de receita ou participação no fluxo de caixa e dividendos de investimento empresarial. A tecnologia subjacente ao blockchain que possibilita tal dinâmica é denominada de token (WHITAKER *et al.*, 2021), i. e., permite que objetos sejam "tokenizados"⁷¹ representando a propriedade de itens exclusivos.

Na esfera dos direitos de propriedade intelectual a tecnologia ajuda pessoas detentoras de direitos a estabelecer um sistema de proteção de propriedade intelectual, capaz de ser auto-organizado, aberto e com a eliminação, ou diminuição, de "intermediários", gerando um sistema de valor para os indivíduos. Neste sistema é possível combater fraudes (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020), usuários falsos, gerenciar royalties e direitos relacionados às criações da indústria criativa, p. ex., videogames, músicas digitais, jornais e revistas eletrônicas.

Por meio da desintermediação, custos podem ser reduzidos em diversos processos, eliminando intermediários (ALKAABI *et al.*, 2020), graças à possibilidade de transações confiáveis, imutáveis e auditáveis. A rastreabilidade autenticada beneficia, entre outras indústrias, processos de produção em cadeias de suprimentos, garantindo a verificação de autenticidade e origem de produtos.

As contribuições da tecnologia beneficiam diretamente a indústria criativa, em várias esferas de atividade. O blockchain pode ajudar artistas a fazer valer direitos de suas criações, de modo mais eficaz que políticas legais e econômicas não conseguiram. A circulação de expressões criativas como objetos de arte escassos e valiosos em meio digital é possível com o uso da tecnologia. Independentemente de estruturas institucionais (ZEILINGER, 2018), a confiança passa a ser na tecnologia e não na estrutura institucional. Instituições mediadoras não são imprescindíveis no contexto das blockchains. Entusiastas das inovações tecnológicas

⁷¹ Uma explicação inicial sobre a utilização de *tokens*, como elementos digitais de propriedade exclusiva, pode ser encontrada no site eletrônico da Rede Ethereum. Disponível em: <<https://ethereum.org/pt-br/nft/>>. Acesso em: 25 de jul. de 2023.

corroboram a ideia, apoiados pela afirmação de que a integridade do sistema de transação computacional não é ideologicamente, mas determinado por tecnologia.

Um outro ponto importante trata das plataformas de NTFs (Tokens não fungíveis) baseadas em blockchains (FAIRFIELD, 2022) que são capazes de simplificar o rastreamento e pagamento de royalties sobre a criação de artistas na venda de arte. Tais sistemas (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022) podem reduzir radicalmente os custos de transações em torno da cobrança de royalties, além de criar outras fontes de financiamento para artistas. Esta redução de custos passa necessariamente pelos custos de transação e permite micropagamentos por meio de estruturas financeiras de “tokenização” (SHATKOVSAYA *et al.*, 2018) e contratos inteligentes, ou contratos cuja execução é automatizada.

A transparência do registro baseado em blockchain tem o potencial de impactar a forma como os direitos de propriedade são registrados em vários setores. Com isso, há um certo grau de certeza para a propriedade privada e a aplicação de direitos relacionados aos modelos inovadores de gerenciamento de direitos autorais e outros direitos. Este método permite às organizações privadas administrarem os direitos autorais (MODIC *et al.*, 2019), com o benefício de diminuição de custos de registro de um direito de propriedade intelectual. Outrossim, esta dinâmica pode ajudar advogados e detentores de direitos a proteger e fazer valer seus direitos (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018), oferecendo um método mais fácil de fornecer provas aos tribunais.

Entre as inovações mais promissoras do blockchain, ganha evidência o uso da tecnologia para fins de propriedade intelectual no mundo real. Mecanismos tecnológicos desta natureza possibilitam rastrear a origem, proveniência e dados de produtos autênticos (MOSTERT e JUE, 2018), p. ex., com a autenticação, prova e registro de direitos autorais. Possibilitam também a rastreabilidade de royalties de licença para produtos, além de constituição de elemento probatório no caso de cópias falsas. A robustez dos registros auxilia a confiança na rede, garantindo transações verificáveis. Neste contexto, abordagens de cocriação permitem soluções de questões sobre a propriedade intelectual, i. e., sobre as ideias geradas e desenvolvidas por funcionários em uma organização. Assim, configura-se um estímulo às empresas com maior abertura (KONDRATEVA *et al.*, 2021), mais inclinadas para a construção de parcerias e alianças externas, baseadas na confiança nas diversas partes dos processos de criação.

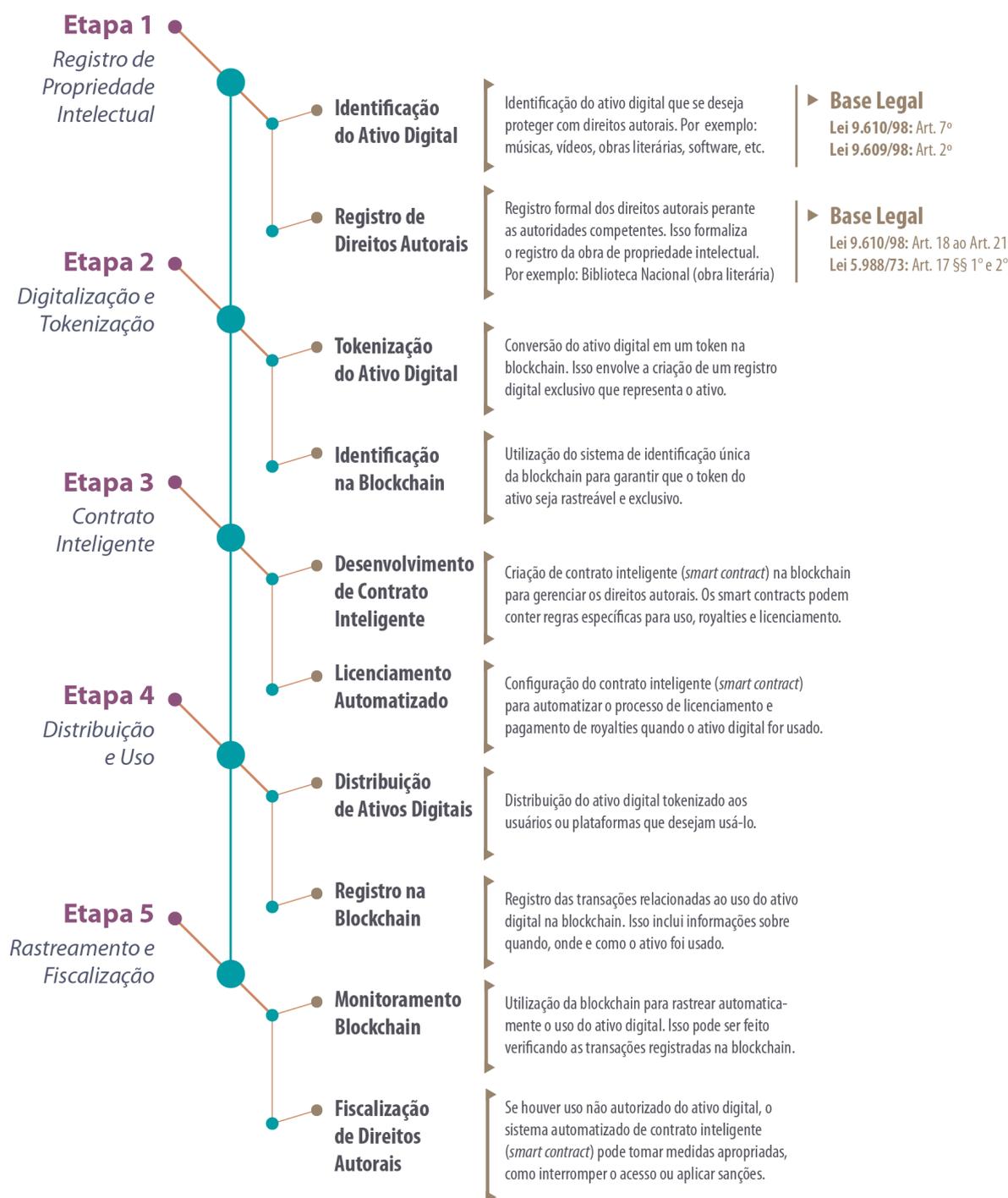
Quadro 34 – Principais contribuições do blockchain em PI

Contribuição	Descrição da Contribuição	Autores
Descentralização e Verificação Coletiva	A tecnologia blockchain oferece uma estrutura descentralizada e uma verificação coletiva, aumentando a confiabilidade das transações.	Jing, Liu, Sugumaran (2021)
Imutabilidade dos Registros	Os registros no blockchain são imutáveis e altamente resistentes à adulteração, garantindo a integridade dos dados.	Jing, Liu, Sugumaran (2021)
Segurança Criptográfica	A criptografia é usada para proteger as transações de propriedade intelectual, tornando-as seguras e privadas.	Jing, Liu, Sugumaran (2021)
Transparência	O blockchain oferece transparência, permitindo a rastreabilidade das transações e direitos de propriedade intelectual.	Jing, Liu, Sugumaran (2021)
Rastreabilidade	A rastreabilidade das transações até a fonte aumenta a confiança na autenticidade dos dados.	Jing, Liu, Sugumaran (2021)
Proteção de Propriedade Intelectual com Criptografia	A criptografia é usada para proteger as transações de propriedade intelectual, garantindo segurança e privacidade.	Lin <i>et al.</i> (2020)
Registro de Transações Seguras	O blockchain oferece um registro seguro, transparente e auditável de transações relacionadas à propriedade intelectual.	Sun, Wang e Wang (2018)
Desintermediação e Redução de Custos	A tecnologia blockchain permite transações diretas e elimina intermediários, reduzindo custos e aumentando a eficiência.	Alkaabi <i>et al.</i> (2020)
Gestão de Royalties e Direitos	O blockchain facilita a gestão de royalties e direitos relacionados à propriedade intelectual, especialmente na indústria criativa.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020)
Tokenização de Propriedade	A tecnologia de tokens permite a representação e negociação de propriedade de itens exclusivos relacionados à propriedade intelectual.	Whitaker <i>et al.</i> (2021)
Eliminação de Intermediários	O blockchain elimina a necessidade de intermediários na gestão de propriedade intelectual, aumentando a confiabilidade nas transações.	Zeilinger (2018)
Plataformas de NFT	As plataformas de Tokens não fungíveis (NFT) baseadas em blockchain simplificam o rastreamento e pagamento de royalties na venda de arte.	Fairfield (2022)
Micropagamentos e Contratos Inteligentes	Os contratos inteligentes e micropagamentos são possíveis graças à tecnologia blockchain, reduzindo custos de transação.	Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)
Registro Eficiente de Direitos Autorais	O registro eficiente de direitos autorais é facilitado pelo blockchain, reduzindo custos e oferecendo uma prova sólida.	Modic <i>et al.</i> (2019)
Proteção e Prova Legal	A transparência e imutabilidade do blockchain facilitam a proteção e prova legal dos direitos de propriedade intelectual.	Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Rastreamento de Produtos Autênticos	O blockchain permite o rastreamento de produtos autênticos e a autenticação de direitos autorais.	Mostert e Jue (2018)
Cocriação e Parcerias	A tecnologia blockchain estimula a cocriação e parcerias na gestão de propriedade intelectual.	Kondrateva <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

O modelo a seguir descreve, de forma resumida, as etapas essenciais para a aplicação de propriedade intelectual e a utilização da tecnologia blockchain em ambientes digitais, considerando as características das redes blockchain e como elas se aplicam às obras intelectuais protegidas pelos direitos autorais. A Figura 24 está disponível também no ANEXO C para uma melhor visualização.

Figura 24 – Etapas para a aplicação de PI em redes blockchain



Fonte: Autoria própria. Figura elaborada segundo a legislação autoral (Lei 9.610/98), recomendações da WIPO para utilização da tecnologia blockchain e Ryan *et al.* (2021)

Esse modelo proporciona uma visão preliminar de como integrar tecnologia e direitos, permitindo a vinculação de ativos de propriedade intelectual, como arquivos digitais de fotografia, música, vídeo ou projetos arquitetônicos em três dimensões, entre outros. A aplicação dessas etapas traz benefícios significativos, como o rastreamento de ativos em redes blockchain, a integração de contratos inteligentes, a gestão de royalties, a distribuição de licenças aos detentores de direitos autorais e outras funcionalidades.

No modelo estão descritas as etapas gerais para implementar o processo de registro de propriedade intelectual, digitalização e tokenização de ativos digitais, a criação de contratos inteligentes para licenciamento, distribuição e uso, e, por fim, o rastreamento e fiscalização desses ativos. É importante ressaltar que esta proposta não tem a pretensão de esgotar todos os processos relacionados à utilização da tecnologia blockchain para ativos de propriedade intelectual em redes digitais, mas sim de oferecer diretrizes iniciais.

4.3.2 Desafios para a aplicação do blockchain em PI

Em relação aos desafios identificados durante a pesquisa, pontos sensíveis merecem destaque. A aplicação da tecnologia blockchain encontra desafios significativos em sua adoção, abrangendo várias áreas da atividade humana. Especificamente no âmbito jurídico, e ainda mais focalmente na área de propriedade intelectual, surgem fatores essenciais que exercem influência negativa nesse processo. Por exemplo, como destaca Alkhudary, Brusset e Fenies (2020), complexidade na detecção de práticas na internet, problemas relacionados à tokenização de direitos e transformações nas estruturas jurídicas.

No âmbito da troca de valores (SONG *et al.*, 2021), ou finanças descentralizadas, com a criptomoeda bitcoin ganha evidência o assunto sobre evasão fiscal. Ocorre que a tecnologia possibilita a transferência de vultosas quantidades de recursos financeiros com uma única transferência *peer-to-peer* (P2P). Mesmo que haja transparência quanto ao código *hash* da transferência de valor realizada, que fica registrada na rede, até o momento não há mecanismos que possam comprovar a origem do recurso (LOW; MIK, 2020) ou para quem foi destinado.

Outro problema que pode ser identificado são os relacionados à tokenização de objetos do direito civil (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020), isto é, não há necessariamente um arcabouço jurídico que garanta a relação entre um token digital e o objeto do mundo físico, por exemplo, uma casa, um carro, um quadro do pintor Claude Monet, ou qualquer outro bem tangível. Neste contexto, a regulamentação (SHAKHNAZAROV, 2022; GÜRKAYNAK *et al.*, 2018; SHAKHNAZAROV, 2022) e a construção legislativa precisam avançar para que haja

esta paridade entre as coisas do “mundo real” e a inovação tecnológica proporcionada pelo blockchain. Isto é, o desafio está na transformação de estruturas jurídicas tradicionais em estruturas jurídicas digitalizadas com base em tokens. Ademais, há que se criar uma definição do que é, de fato, um token, ou seja, o direito ao token ou o direito que é certificado por ele, são aspectos que não podem ser confundidos e devem ser esclarecidos no âmbito legislativo.

As pesquisas (ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020; ALKAABI *et al.*, 2020; LOW; MIK, 2020; MOSTERT; JUE, 2018; GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) apresentam uma série de barreiras para a adoção da tecnologia blockchain, das quais se destacam:

- Barreiras Técnicas:
 - A velocidade das transações no modelo público de blockchain são lentas em comparação com outras transações tradicionais;
 - Limitações na capacidade de armazenamento de metadados; e
 - Enorme quantidade de energia necessária para a mineração.
- Barreiras inter e intraorganizacionais:
 - Escassez de recursos financeiros;
 - Falta de informação sobre a infraestrutura de tecnologia;
 - Mentalidade da organização;
 - Dificuldades na Gestão do Processo de Inovação;
 - Falta de expertise;
 - Escassez de habilidade gerenciais e técnicas; e
 - Segurança altamente dependente do número de nós.
- Barreiras externas:
 - Obstáculos dos governos;
 - Recuo na consolidação de marcos regulatórios; e
 - Possibilidade de substituição de instituições clássicas e modelos de negócios tradicionais.

Um problema apontado nas pesquisas diz respeito à superação dos desafios tecnológicos (ALKAABI *et al.*, 2020), com a criação de soluções baseadas em blockchain, para sistemas de produção. Mais especificamente, há que se desenvolver a rastreabilidade verificável de produtos em mecanismos confiáveis. Inovações digitais em sistemas de produção trarão melhorias nos diversos níveis da cadeia de suprimentos (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018; ALKAABI *et al.*, 2020; ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020). Assim, estes quesitos garantirão uma visão mais precisa do status de um produto, garantindo, então, a confiabilidade na fabricação *just-in-time*.

Na dimensão dos direitos de propriedade intelectual, sobretudo direito de *copyright*, ganha extrema evidência quando o assunto está relacionado aos ambientes digitais

(WHITAKER *et al.*, 2021; ALKAABI *et al.*, 2020; ZEILINGER, 2018; DARABSEH e MARTINS, 2021; CHI *et al.*, 2020; GIPP *et al.*, 2017; O'DWYER, 2020; KLOCKNER *et al.*, 2020; ADIBFAR *et al.*, 2020). Com o surgimento de arquivos digitais (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020), é praticamente ilimitado o número de cópias possíveis digitalmente e, com o número ilimitado de cópias em circulação, a possibilidade de modificação de elementos, potencializa o desafio de se garantir a propriedade sobre direitos autorais. Ademais, dois outros pontos devem ser exaltados quanto aos desafios no âmbito dos direitos de propriedade intelectual. O primeiro, refere-se a prova de originalidade de uma obra, segundo relatam as pesquisas (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020), mesmo os tribunais (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) têm encontrado dificuldades para elaboração de respostas para determinar a originalidade (MALAURIE-VIGNAL, 2020) de uma obra. O segundo, está relacionado a linha tênue entre a criatividade e imitação (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020), esta ambiguidade muitas vezes contribui para a complexidade da titularidade da propriedade intelectual de obras. Diante destas constatações há que se aperfeiçoar o vínculo entre a infraestrutura tecnológica e a atual política estatal (ZEILINGER, 2018; MODIC *et al.*, 2019; ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020) de propriedade intelectual.

A padronização da tecnologia blockchain em nível internacional deve ser considerada, este, outro tema relevante para discussões. A sociedade atual está se transformando rapidamente para uma sociedade de autores (SHATKOVSAYA *et al.*, 2018), com a produção de conteúdo intelectual na forma digital e nas mais diversas abordagens. Com isso, a informação se torna um bem de grande valor agregado. Esta padronização internacional passa necessariamente pela formulação de políticas que atendam às expectativas das empresas transnacionais e, sobretudo, dos milhares de autores espalhados pelo mundo que utilizam plataformas on-line para gerar conteúdo digital (SONG *et al.*, 2021).

Questões legais deverão ser abordadas conjuntamente às áreas de influência tecnológica, por exemplo, onde é, e não é apropriado, usar os modelos de criptomoedas (MODIC *et al.*, 2019). Há que se considerar questões relacionadas ao poder de processamento exigido para uso da tecnologia blockchain, fatores como o alto consumo energético (MALAURIE-VIGNAL, 2020; LOW; ALKHUDARY; BRUSSET; FENIES, 2020; SONG *et al.*, 2021) e degradação ambiental (MIK, 2020) deverão ser considerados. Assim, encontrar soluções para um conjunto de limitações relacionadas às estruturas legais, judiciais e tecnológicas, são obstáculos para a adoção da tecnologia blockchain em larga escala.

Um ponto que não passa necessariamente por questões técnicas ou jurídicas, e que deve ser abordado, é sobre a publicidade negativa (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) em torno das

blockchains existentes. Nos últimos anos uma visão negativa sobre as criptomoedas foi criada, relacionando a tecnologia dos ativos virtuais a esquemas falaciosos e ilícitos, percepção que afeta a taxa de aceitação da tecnologia. Mitigar esta desconfiança, que boa parte da população mundial possui sobre a tecnologia, é um desafio a ser superado. Em todo caso, a tecnologia, de modo geral, é bastante complexa e, em muitos casos, possui termos técnicos de difícil compreensão, aumentando a desconfiança e resistência do público em geral para a adoção. Neste sentido, o esclarecimento sobre promessas superestimadas, elucidar dúvidas sobre as limitações e alcances possíveis da tecnologia blockchain poderão criar melhores possibilidades aos usuários e beneficiar os ecossistemas tecnológicos com nova visão. O que, de fato, precisa ser esclarecido amplamente ao público é que a tecnologia está em constante evolução (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018) e, mesmo, após poucos anos do aparecimento da criptomoeda Bitcoin (2008) e dos aplicativos descentralizados da rede Ethereum (2013), ela ainda está nos estágios iniciais de desenvolvimento.

No âmbito político estatal é fundamental examinar as implicações da tecnologia, em uma perspectiva legal, especialmente, sobre as leis formadoras do arcabouço jurídico da propriedade intelectual. Considerar, em uma dimensão mais abrangente, (MALAURIE-VIGNAL, 2020; ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020; SHAKHNAZAROV, 2022) os desafios sociais, legais, regulatórios e tecnológicos. No que diz respeito aos direitos de propriedade intelectual desenvolver estudos mais abrangentes, com ampla participação popular, quanto às promessas de um sistema de gerenciamento automatizado de proteção de propriedade intelectual (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018), que seja confiável e eficiente. Assim, torna-se plausível e real o desafio de implementar tal sistema, interligado a tecnologia blockchain, o campo dos direitos de propriedade intelectual e a realidade. Para os próximos anos, em uma dimensão pragmática, a tecnologia blockchain enfrentará vários desafios, dos quais, podem ser destacados os desafios técnicos, nos negócios, educacionais e, por fim, legal e regulatório.

Outro debate importante é sobre a concentração de recursos humanos no desenvolvimento de projeto em blockchain. Embora o processo de anexar blocos individuais seja descentralizado, (LOW; MIK, 2020) o processo de codificação do blockchain é altamente centralizado. É ilógico indagar se os contratos inteligentes são executáveis em geral porque cada “contrato inteligente” é diferente e alguns “contratos inteligentes” não têm nenhuma implicação legal. Em “contratos inteligentes”, o significado de autoexecução permanece obscuro. Há confusão entre “direitos” e “registros”. Desempenho e execução são mutuamente exclusivos. A incapacidade de alterar o código de um “contrato inteligente” em uma rede blockchain impedirá a correção de erros. As partes contratantes não devem apenas confiar no

código do “contrato inteligente”, mas também no código do oráculo e na autenticidade dos dados que ele usa para confirmar o desempenho. Padrões legais comuns como “cuidado razoável”, “melhores esforços” ou “boa fé” são impossíveis de expressar em código e difíceis de substituir. Segundo Van Haften-Schick e Whitaker (2022), contratos inteligentes têm inúmeras limitações, das quais as mais evidentes são:

- Aplicabilidade no “mundo real”;
- Não “preenche lacunas” contratuais em casos de contingências imprevistas;
- São vulneráveis a violações de segurança e manipulação tecnológica;
- O grau de adesão e a durabilidade dos termos contratuais são mais rígidos do que nos contratos tradicionais;
- Difícil reparação de danos, não permitindo que as partes se retirem de acordos injustos, inviáveis ou excessivamente onerosos; e
- Maximização do desempenho em detrimento da eficiência.

Quadro 35 – Principais desafios para a aplicação do blockchain em PI

Desafio	Descrição do Desafio	Autores
Complexidade na Detecção de Práticas na Internet	Dificuldade em detectar práticas relacionadas à propriedade intelectual na internet.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020)
Evasão Fiscal com Criptomoedas	O desafio da evasão fiscal com a utilização de criptomoedas, devido à falta de rastreabilidade da origem dos recursos.	Song <i>et al.</i> (2021)
Tokenização de Direitos sem Base Jurídica	A falta de uma base jurídica sólida para a relação entre tokens digitais e objetos do mundo físico.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020)
Barreiras Técnicas na Adoção da Tecnologia Blockchain	Dificuldades técnicas, como velocidade de transações, capacidade de armazenamento e consumo de energia, na adoção do blockchain.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Mostert e Jue (2018); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Barreiras Inter e Intraorganizacionais na Adoção	Obstáculos dentro e entre organizações, incluindo falta de recursos financeiros, resistência à mudança e falta de expertise.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Mostert e Jue (2018); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Barreiras Externas na Adoção da Tecnologia Blockchain	Obstáculos externos, como regulamentações governamentais e resistência a mudanças em modelos de negócios tradicionais.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Mostert e Jue (2018); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Rastreabilidade de Produtos em Cadeias de Suprimentos	O desafio de desenvolver rastreabilidade confiável de produtos em cadeias de suprimentos usando blockchain.	Alkaabi <i>et al.</i> (2020)
Proteção de Direitos Autorais em Ambientes Digitais	Dificuldades na proteção de direitos autorais em ambientes digitais, devido à facilidade de reprodução e modificação.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Mostert e Jue (2018); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Prova de Originalidade de Obras	O desafio de provar a originalidade de obras em ambientes digitais, especialmente em questões legais.	Adibfar, Costin e Issa (2020)

Diferenciação entre Criatividade e Imitação	A ambiguidade na diferenciação entre criatividade e imitação, complicando a determinação da propriedade intelectual.	Adibfar, Costin e Issa (2020)
Padronização Internacional da Tecnologia Blockchain	A necessidade de padronização internacional da tecnologia blockchain para atender às expectativas globais.	Song <i>et al.</i> (2021)
Questões Legais e Ambientais	Questões legais e ambientais, como uso de criptomoedas e consumo energético, que afetam a adoção do blockchain.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Mostert e Jue (2018); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Publicidade Negativa em Torno das Blockchains	A desconfiança pública em relação às blockchains devido à associação com esquemas ilícitos.	Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)
Escassez de Recursos Humanos no Desenvolvimento de Projetos	A centralização do desenvolvimento de projetos em blockchain e a falta de recursos humanos qualificados.	Low e Mik (2020)
Limitações dos Contratos Inteligentes	Limitações dos contratos inteligentes, incluindo falta de aplicabilidade no mundo real e dificuldade de correção de erros.	Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)
Interação entre Tecnologia Blockchain e Política Estatal	A necessidade de avaliar as implicações da tecnologia blockchain nas leis de propriedade intelectual e na política estatal.	Alkhudary, Brusset e Fenies (2020); Alkaabi <i>et al.</i> (2020); Low e Mik (2020); Mostert e Jue (2018); Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)

Fonte: Autoria própria. Quadro elaborado com base nos resultados de pesquisa.

Diante do exposto, é importante destacar que as crenças infundadas na tecnologia resolvendo problemas fundamentalmente humanos estão fadadas ao fracasso. Conforme alertam Low e Mik (2020), o blockchain é "cego" e "surdo" para eventos no mundo real, sendo totalmente dependente de entradas ou oráculos humanos. A Figura 25 apresenta o mapa mental com a síntese dos resultados, disponível também no ANEXO D para uma melhor visualização.

Figura 25 – Mapa mental com a síntese dos resultados



Fonte: Autoria própria. Figura elaborada com base nos resultados de pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa alcançou o objetivo geral de analisar como a tecnologia blockchain se aplica à propriedade intelectual em ambientes digitais, levando em consideração o sistema normativo atual. Ao longo desta dissertação, foram exploradas amplamente as complexas relações entre a tecnologia blockchain e os direitos de propriedade intelectual em ambientes digitais. Foi empregada uma consistente fundamentação teórica, que abrangeu a evolução sociotécnica, a Web, a tecnologia blockchain e os aspectos fundamentais da propriedade intelectual. Essa base teórica permitiu o desenvolvimento de uma metodologia robusta, incluindo uma revisão de literatura integrativa que conduziu à identificação e categorização de estudos relevantes.

Durante as análises, chegou-se ao entendimento de que o termo “blockchain” possui múltiplas definições, estabelecendo, assim, parâmetros para investigações subsequentes. Em todo caso, o blockchain foi explorado como tecnologia, com a descrição de conceitos fundamentais estruturantes, suas propriedades e funcionamento. Ademais, os elementos constitutivos do blockchain foram detalhados, destacando as relações da tecnologia com a descentralização, redes P2P, rastreabilidade, segurança criptográfica, registros de data e hora (timestamp), imutabilidade e resistência à adulteração, bem como sua confiabilidade.

Isso proporcionou uma compreensão da aplicação do blockchain no contexto da propriedade intelectual. Além disso, foram investigadas diversas áreas de aplicação, considerando o enorme potencial do blockchain para melhorar a gestão e proteção dos direitos de propriedade intelectual em ambientes digitais. Adicionalmente, foram mapeadas as principais aplicações do blockchain, com especial atenção aos direitos autorais em ambientes digitais. Essas aplicações abrangem uma variedade de funções, tais como: proteção dos direitos autorais, gerenciamento eficiente, reforço da segurança, facilitação do comércio, detecção e prevenção de falsificações, verificação de violações de direitos autorais, certificação e registro confiáveis, uso como elemento probatório em processos legais, fornecimento de evidência de autoria, facilitação da distribuição digital, divulgação transparente, verificação de autoria e propriedade, e rastreabilidade precisa dos registros para ativos de propriedade intelectual.

Quanto às contribuições e desafios do blockchain para a propriedade intelectual, o objetivo foi identificar o estado da arte na relação entre a tecnologia emergente e as novas fronteiras dos direitos autorais. Assim, foram descritas as principais contribuições e desafios em forma de quadros explicativos, proporcionando uma visão abrangente das implicações da tecnologia no contexto dos direitos de propriedade intelectual.

As contribuições da aplicação do blockchain em propriedade intelectual são inegáveis, incluindo maior transparência, segurança, rastreabilidade e eficiência. No entanto, também foram identificados desafios significativos, como questões de interoperabilidade, escalabilidade, regulamentação e adoção em larga escala. A superação desses desafios exigirá esforços contínuos de pesquisa e colaboração entre a comunidade acadêmica, a indústria e os reguladores.

Diante do exposto, torna-se evidente que a tecnologia blockchain emergiu como um catalisador de mudanças significativas na esfera humana, promovendo avanços substanciais na segurança das redes digitais. No entanto, é imperativo reconhecer que, apesar das promessas de segurança inabalável oferecidas pelas redes blockchain públicas, a vulnerabilidade inerente à ação humana persiste na sua codificação, tal como apontado nos desafios para o avanço das aplicações do blockchain nas mais variadas atividades humanas. Entre os desafios, certamente a concentração e controle da codificação das redes blockchain em um número limitado de programadores aumentam o risco de falhas. Este cenário nos remete às ponderações quanto à adoção da tecnologia.

Outro fator sensível refere-se aos contratos baseados na tecnologia blockchain, ou seja, contratos, como construtos humanos, são inerentemente adaptáveis e moldáveis. A natureza dos contratos e da codificação blockchain revela uma dinâmica em que a adaptação e a evolução são essenciais, em contraste com o conceito fundamental da imutabilidade nas blockchains. Portanto, destaca-se a importância de não confiar cegamente na tecnologia, mas também na capacidade humana de aprimoramento contínuo e correção de falhas.

Portanto, a tecnologia blockchain, embora revolucionária, não pode ser considerada uma panaceia universal. Seu potencial transformador deve ser acompanhado por uma vigilância constante e um compromisso contínuo com aperfeiçoamentos técnicos e ajustes às condições em evolução. A busca pela segurança digital deve ser uma jornada conjunta, onde humanos e tecnologia trabalham em harmonia para alcançar o equilíbrio entre inovação e confiabilidade.

A pesquisa sobre a integração da Propriedade Intelectual (PI) ao blockchain revela que essa interação vai além da dimensão tecnológica. Enquanto a tecnologia blockchain oferece soluções inovadoras e revolucionárias, é importante reconhecer que sua implementação não se limita a aspectos técnicos, mas também envolve a criação de políticas públicas que estabeleçam mecanismos regulatórios sólidos.

Para efetivamente promover o interesse público, é fundamental proporcionar um esclarecimento abrangente sobre as capacidades e limitações da tecnologia. Através desse

esclarecimento, é possível construir uma compreensão clara do que o blockchain pode e não pode oferecer, permitindo que a sociedade tire o máximo proveito dela.

Esse enfoque não difere no contexto da propriedade intelectual, particularmente quando se trata dos direitos de propriedade intelectual. Esses direitos dependem não apenas de avanços tecnológicos, mas também de leis bem definidas e esclarecimentos sobre os limites e potenciais que a adoção do blockchain pode trazer. A interseção entre a propriedade intelectual e o blockchain requer uma abordagem holística, que envolva a participação de legisladores, especialistas em tecnologia e a sociedade em geral.

Uma visão abrangente e atualizada das relações entre o blockchain e os direitos de propriedade intelectual em ambientes digitais foi fornecida por esta pesquisa. Espera-se que as descobertas e insights contribuam para o avanço do conhecimento nessa área em constante evolução e inspirem futuras pesquisas e inovações que beneficiem a proteção e gestão da propriedade intelectual neste cenário digital em expansão.

Portanto, conclui-se que a integração da propriedade intelectual ao blockchain é um empreendimento complexo e multifacetado que exige uma colaboração entre diversos setores da sociedade. Através da implementação de políticas públicas adequadas, do esclarecimento transparente sobre a tecnologia e do reconhecimento dos desafios legais e potenciais, é possível promover um ambiente propício para a coexistência harmoniosa da propriedade intelectual com as capacidades transformadoras do blockchain.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A presente dissertação investigou a interseção entre propriedade intelectual e a tecnologia blockchain, expondo desafios e oportunidades emergentes. Com base nas conclusões e lacunas identificadas, são apresentadas recomendações para pesquisas futuras:

1. Sustentabilidade das redes blockchain: pesquisar a sustentabilidade das redes blockchain, garantindo a integridade e segurança dos registros de propriedade intelectual ao longo do tempo, considerando mudanças tecnológicas, desafios de armazenamento e possíveis alterações legislativas.
2. Aplicações baseadas em tecnologia blockchain e vantagem competitiva: investigar como aplicações baseadas em blockchain podem conferir vantagem competitiva a empresas, analisando seu impacto na eficiência, inovação, gestão de ativos de propriedade intelectual e diferenciação em diversos setores.
3. Aplicações baseadas em tecnologia blockchain e padrões de qualidade: explorar o uso da tecnologia blockchain para estabelecer padrões de qualidade em diferentes setores, aproveitando sua transparência, imutabilidade e rastreabilidade.
4. Implementação de tecnologia blockchain: realizar estudos detalhados sobre os desafios e melhores práticas na implementação da blockchain em sistemas de propriedade intelectual, considerando a integração entre plataformas.
5. Aplicações baseadas em tecnologia blockchain e políticas econômicas: analisar o impacto das aplicações blockchain nas políticas econômicas, incluindo distribuição de recursos, tributação e comércio internacional.
6. Blockchain e gerenciamento da cadeia de suprimentos: investigar como a tecnologia blockchain pode aprimorar o gerenciamento da cadeia de suprimentos, garantindo rastreabilidade, autenticidade, conformidade, antifalsificação e violação de direitos.
7. Confiança em transações offline versus transações digitais: explorar maneiras de garantir que as informações registradas na blockchain correspondam a objetos físicos, abordando a lacuna entre o mundo digital e físico.
8. Utilização de criptomoedas como forma de pagamento: aprofundar a análise sobre o uso de criptomoedas como meio de pagamento e sua legalidade, considerando a adaptação da regulamentação.
9. Análises multidimensionais: desenvolver estudos empíricos abrangentes que considerem os efeitos da adoção de blockchain em ecossistemas de propriedade intelectual, abordando dimensões jurídicas, sociais, econômicas e filosóficas.

10. Rastreabilidade de originais e eficiência da blockchain: explorar maneiras mais eficientes de usar a tecnologia blockchain para melhorar a rastreabilidade de originais e compreender seus benefícios e desafios.

Essas recomendações destacam áreas promissoras para pesquisas futuras na interseção entre propriedade intelectual e blockchain, contribuindo para uma compreensão mais abrangente das implicações e potencialidades dessa inovadora tecnologia.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. São Paulo, 2007.

ADIBFAR, Alireza; COSTIN, Aaron; ISSA, Raja RA. Design copyright in architecture, engineering, and construction industry: Review of history, pitfalls, and lessons learned. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 12, n. 3, p. 04520032, 2020.

ALAMMARY, Ali *et al.* Blockchain-based applications in education: A systematic review. **Applied Sciences**, v. 9, n. 12, p. 2400, 2019.

ALGOSAIBI, Abdulelah A.; ALBAHLI, Saleh; MELTON, Austin. World Wide Web: A survey of its development and possible future trends. In: **The 16th international conference on internet computing and big data-ICOMP**. 2015. p. 79-84.

ALKAABI, Nouf *et al.* Blockchain-based traceability and management for additive manufacturing. **IEEE access**, v. 8, p. 188363-188377, 2020.

ALKHUDARY, Rami; BRUSSET, Xavier; FENIES, Pierre. Blockchain in general management and economics: A systematic literature review. **European Business Review**, 2020.

ANTONOPOULOS, Andreas M. **Mastering Bitcoin: Programming the open blockchain**. 2017.

ANTONOPOULOS, Andreas M.; EL HARIRY, S. H. **The internet of money**. 2016.

ANTONOPOULOS, Andreas M.; WOOD, Gavin. **Mastering ethereum: building smart contracts and dapps**. O'reilly Media, 2018.

ASCENSÃO, José de Oliveira. O direito de autor no ciberespaço. **Revista da EMERJ**, v. 2, n. 7, 1999.

AYKUT, Stefan Cihan. Energy futures from the social market economy to the Energiewende: The politicization of West German energy debates, 1950–1990. In: **The Struggle for the Long-Term in Transnational Science and Politics**. Routledge, 2015. p. 63-91.

BARBOSA, Denis Borges. **Uma introdução à propriedade intelectual**. 2003.

BERNERS-LEE, T. The World Wide Web: past, present and future. Aug. 1996. Disponível em: <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/1996/ppf.html>. Acesso em: 21 jan. 2009.

BERRYHILL, Jamie; BOURGERY, Théo; HANSON, Angela. **Blockchains unchained: Blockchain technology and its use in the public sector**. 2018.

BHASKAR, Sonu *et al.* At the epicenter of COVID-19—the tragic failure of the global supply chain for medical supplies. **Frontiers in public health**, p. 821, 2020.

BOBBIO, Norberto; MATTEUCCI, Nicola; PASQUINO, Gianfranco. Dicionário de política. 11ª edição. **Brasília: Editora UnB**, 1998.

BOCCHINO, Leslie de O.; CONCEIÇÃO, Zely da. Valorize suas ideias, proteja seu conhecimento. **Revista Tecnologia & Humanismo** / Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, ano 22, n. 34, p. 74-85, jan./jul. 2008. ISSN 0103-7064.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; DE ALMEIDA CUNHA, Cristiano Castro; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BOYLE, James. **The public domain**: Enclosing the commons of the mind. 2008.

BRASIL. Lei n. 5.988/73. **Lei do Registro Público de Empresas Mercantis e Atividades Afins**. Brasília, DF: Senado Federal, 1973.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei n. 9.279 de 14 de maio de 1996. **Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial**. Brasília, DF: Senado Federal, 1996.

BRASIL. Lei n. 9.609/98. **Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências**. Brasília, DF: Senado Federal, 1998.

BRASIL. Lei n. 9.610/98. **Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências**. Brasília, DF: Senado Federal, 1998.

BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative research in psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. Dominação financeira e sua crise no quadro do capitalismo do conhecimento e do Estado Democrático Social. **Estudos Avançados, São Paulo**, v. 22, n. 64, p. 195-205, 2008.

BUTERIN, Vitalik *et al.* A next-generation smart contract and decentralized application platform. **white paper**, v. 3, n. 37, p. 2-1, 2014.

CALDARELLI, Giulio. Understanding the blockchain oracle problem: A call for action. **Information**, v. 11, n. 11, p. 509, 2020.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. **Visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. Editora Cultrix, 2020.

CASTELLANO, Giuliano G.; TOSATO, Andrea. Commercial Law Intersections. **Hastings LJ**, v. 72, p. 999, 2020.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**; tradução: Roneide Venâncio Majer; atualizada para 6ª edição: Jussara Simões – (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v.1) São Paulo: Paz e Terra, 2008.

CAVALHEIRO, Gabriel M. do C.; CAVALHEIRO, Mariana B. Assessing technological trends through patent landscaping: The case of Bitcoin. **The Journal of World Intellectual Property**, v. 25, n. 1, p. 206-219, 2022.

CHAUM, David; RIVEST, Ronald L.; SHERMAN, Alan Theodore (Ed.). **Advances in cryptology**. Plenum Press, 1983.

CHEN, Wei *et al.* Review on blockchain technology and its application to the simple analysis of intellectual property protection. **International Journal of Computational Science and Engineering**, v. 22, n. 4, p. 437-444, 2020.

CHESBROUGH, Henry William. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2003.

CHI, Jeonghee *et al.* Secure and reliable blockchain-based eBook transaction system for self-published eBook trading. **PloS one**, v. 15, n. 2, p. e0228418, 2020.

CHOUDHURY, Nupur. World wide web and its journey from web 1.0 to web 4.0. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, v. 5, n. 6, p. 8096-8100, 2014.

COASE, Ronald Harry. The problem of social cost. **The journal of Law and Economics**, v. 3, p. 1-44, 1960.

COELHO, Fábio Ulhoa. **Manual de direito comercial** – 17. ed. ver. e atual. de acordo com a nova Lei de falências. São Paulo: Saraiva, 2006.

COOMBE, Rosemary J. **The cultural life of intellectual properties: Authorship, appropriation, and the law**. Duke University Press, 1998.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

CROTTY, Michael J. The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process. **The foundations of social research**, p. 1-256, 1998.

DARABSEH, Mohammad; JOO, Martins. Protecting BIM design intellectual property with blockchain: review and framework. In: **Proc. of the Conference CIB W78**. 2021. p. 11-15.

DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. **Working knowledge: How organizations manage what they know**. Harvard Business Press, 1998.

DE FILIPPI, Primavera; WRIGHT, Aaron. **Blockchain and the law: The rule of code**. Harvard University Press, 2018.

DE LEÓN, Ignacio L.; GUPTA, Ravi. The impact of digital innovation and blockchain on the music industry. **Inter-American Development Bank**. (Nov 2017). Available online: <https://publications.iadb.org/en/impact-digital-innovation-and-blockchain-music-industry> (accessed on 23 June 2020), 2017.

DELGADO-VON-EITZEN, Christian; ANIDO-RIFÓN, Luis; FERNÁNDEZ-IGLESIAS, Manuel J. Application of blockchain in education: GDPR-compliant and scalable certification and verification of academic information. **Applied Sciences**, v. 11, n. 10, p. 4537, 2021.

DI PIERRO, Massimo. What is the blockchain? **Computing in Science & Engineering**, v. 19, n. 5, p. 92-95, 2017.

DOLEV, Danny *et al.* The Byzantine generals. **Concurrency control and reliability in distributed systems**, p. 348-369, 1987.

DRAHOS, Peter. The universality of intellectual property rights: origins and development. **Intellectual property and human rights**, p. 13-41, 1999.

DUFVA, Tomi; DUFVA, Mikko. Grasping the future of the digital society. **Futures**, v. 107, p. 17-28, 2019.

DUSHNITSKY, Gary; LENOX, Michael J. When do firms undertake R&D by investing in new ventures?. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 10, p. 947-965, 2005.

DWORK, Cynthia; NAOR, Moni. Pricing via processing or combatting junk mail. In: **Annual international cryptology conference**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992. p. 139-147.

ELZEN, Boelie; GEELS, Frank W.; GREEN, Kenneth (Ed.). **System innovation and the transition to sustainability: theory, evidence and policy**. Edward Elgar Publishing, 2004.

EVANS, Tonya M. Cryptokitties, cryptography, and copyright. **AIPLA QJ**, v. 47, p. 219, 2019.

FAIRFIELD, Joshua AT. Tokenized: The law of non-fungible tokens and unique digital property. **Ind. LJ**, v. 97, p. 1261, 2022.

FERRAZ JUNIOR, Tercio Sampaio. **Introdução ao estudo do direito: técnica, decisão, dominação**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

FINCHAM, Derek. How Adopting the Lex Origins Rule Can Impede the Flow of Illicit Cultural Property. **Colum. JL & Arts**, v. 32, p. 111, 2008.

FISHER, William. **Theories of intellectual property**. Cambridge: Cambridge, 2001.

FLEERACKERS, Tom; MEYVIS, M. Web 1.0 vs Web 2.0 vs Web 3.0 vs Web 4.0 vs Web 5.0—A bird's eye on the evolution and definition. **Flat World Blog**, 2019.

FUCHS, Christian. The internet as a self-organizing socio-technological system. **Cybernetics & Human Knowing**, v. 12, n. 3, p. 37-81, 2005.

FUJIMURA, Shigeru *et al.* BRIGHT: A concept for a decentralized rights management system based on blockchain. In: **2015 IEEE 5th international conference on consumer electronics-Berlin (ICCE-Berlin)**. IEEE, 2015. p. 345-346.

- GATTESCHI, Valentina *et al.* Blockchain and smart contracts for insurance: Is the technology mature enough?. **Future internet**, v. 10, n. 2, p. 20, 2018.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2019.
- GIPP, Bela *et al.* CryptSubmit: introducing securely timestamped manuscript submission and peer review feedback using the blockchain. In: **2017 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)**. IEEE, 2017. p. 1-4.
- GOLDSTEIN, E. Bruce (Ed.). **Encyclopedia of perception**. Sage, 2009.
- GRANJOU, Céline; WALKER, Jeremy; SALAZAR, Juan Francisco. The politics of anticipation: On knowing and governing environmental futures. **Futures**, v. 92, p. 5-11, 2017.
- GÜRKAYNAK, Gönenç *et al.* Intellectual property law and practice in the blockchain realm. **Computer law & security review**, v. 34, n. 4, p. 847-862, 2018.
- HABER, Stuart; STORNETTA, W. Scott. **How to time-stamp a digital document**. Springer Berlin Heidelberg, 1991.
- HAEFNER, Naomi *et al.* Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 162, p. 120392, 2021.
- HENRY, Ryan; HERZBERG, Amir; KATE, Aniket. Blockchain access privacy: Challenges and directions. **IEEE Security & Privacy**, v. 16, n. 4, p. 38-45, 2018.
- HUGENDUBEL, Julia. Blockchain technology and intellectual property—A basic introduction. **Available at SSRN 3917801**, 2021.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). Website institucional. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br>. Acesso em: 2022.
- JING, Nan; LIU, Qi; SUGUMARAN, Vijayan. A blockchain-based code copyright management system. **Information Processing & Management**, v. 58, n. 3, p. 102518, 2021.
- JOHN, Thomas; PAM, Mantri. Complex adaptive blockchain governance. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2018. p. 01010.
- JOHNSON, Don; MENEZES, Alfred; VANSTONE, Scott. The elliptic curve digital signature algorithm (ECDSA). **International journal of information security**, v. 1, p. 36-63, 2001.
- KLÖCKNER, Maximilian *et al.* Does blockchain for 3D printing offer opportunities for business model innovation?. **Research-Technology Management**, v. 63, n. 4, p. 18-27, 2020.
- KONDRATEVA, Galina *et al.* The potential use of blockchain technology in co-creation ecosystems. **Journal of Innovation Economics Management**, v. 37, n. 1, p. 9-27, 2022.

KONRAD, Kornelia; BÖHLE, Knud. Socio-technical futures and the governance of innovation processes—An introduction to the special issue. **Futures**, v. 109, p. 101-107, 2019.

KOUHIZADEH, Mahtab; ZHU, Qingyun; SARKIS, Joseph. Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 11-12, p. 950-966, 2020.

KRÓL, Karol. Evolution of online mapping: from Web 1.0 to Web 6.0. **Geomatics, Landmanagement and Landscape**, n. 1, p. 33-51, 2020.

LANDES, William M.; POSNER, Richard A. An economic analysis of copyright law. **The Journal of Legal Studies**, v. 18, n. 2, p. 325-363, 1989.

LESSIG, Lawrence. **Code**: And other laws of cyberspace. ReadHowYouWant. com, 2009.

LESSIG, Lawrence. **Free Culture**: how big media uses technology and the law to lock down culture and control creativity. 2004.

LEVY, Karen EC. Book-smart, not street-smart: blockchain-based smart contracts and the social workings of law. **Engaging Science, Technology, and Society**, v. 3, p. 1-15, 2017.

LI, Ying *et al.* Enterprise pattern: Integrating the business process into a unified enterprise model of modern service company. **Enterprise Information Systems**, v. 11, n. 1, p. 37-57, 2017.

LIN, Jun *et al.* Blockchain and IoT-based architecture design for intellectual property protection. **International Journal of Crowd Science**, 2020.

LOCKE, John. **Segundo tratado sobre o governo civil**: ensaio sobre a origem, os limites e os fins verdadeiros do governo civil / John Locke ; introdução de J.W. Gough ; tradução de Magda Lopes e Marisa Lobo da Costa. – Petrópolis, RJ : Vozes, 1994.

LOUKIL, Faiza; ABED, Mourad; BOUKADI, Khouloud. Blockchain adoption in education: a systematic literature review. **Education and information technologies**, v. 26, n. 5, p. 5779-5797, 2021.

LOW, Kelvin FK; MIK, Eliza. Pause the blockchain legal revolution. **International & Comparative Law Quarterly**, v. 69, n. 1, p. 135-175, 2020.

LU, Yang. The blockchain: State-of-the-art and research challenges. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 15, p. 80-90, 2019.

MA, Yan; FANG, Yiming. Current status, issues, and challenges of blockchain applications in education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 15, n. 12, p. 20-31, 2020.

MALAUURIE-VIGNAL, Marie. Blockchain, intellectual property and fashion. **Journal of Intellectual Property Law & Practice**, v. 15, n. 2, p. 92-97, 2020.

MCCONAGHY, Trent; HOLTZMAN, David. Towards an ownership layer for the internet. **ascribe GmbH**, 2015.

MODIC, Dolores *et al.* Innovations in intellectual property rights management: Their potential benefits and limitations. **European Journal of Management and Business Economics**, v. 28, n. 2, p. 189-203, 2019.

MORABITO, Vincenzo. Business innovation through blockchain. **Cham: Springer International Publishing**, 2017.

MORGAN, G. Paradigms, metaphors, and puzzle solving in organization theory. **Administrative Science Quarterly**, v. 25, n. 4, p. 605-622, 1980. Doi: 10.2307/2392283

MORIN, Edgar; LISBOA, Eliane. **Introdução ao pensamento complexo**. 4.ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MORO-VISCONTI, Roberto. The valuation of intangible assets: an introduction. In: **The Valuation of Digital Intangibles: Technology, Marketing, and the Metaverse**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 11-84.

MOSTERT, Frederick; JUE, Wang. The Application and Challenges of Blockchain in Intellectual Property Driven Businesses in China. **Tsinghua China L. Rev.**, v. 11, p. 13, 2018.

MOUGAYAR, William. **The business blockchain: promise, practice, and application of the next Internet technology**. John Wiley & Sons, 2016.

MOYANO, José Parra; ROSS, Omri. KYC optimization using distributed ledger technology. **Business & Information Systems Engineering**, v. 59, p. 411-423, 2017.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. **Decentralized Business Review**, p. 21260, 2008.

O'DWYER, Rachel. Limited edition: Producing artificial scarcity for digital art on the blockchain and its implications for the cultural industries. **Convergence**, v. 26, n. 4, p. 874-894, 2020.

O'HARA, Kieron. Smart contracts-dumb idea. **IEEE Internet Computing**, v. 21, n. 2, p. 97-101, 2017.

PESSERL, Alexandre. NFT 2.0: blockchains, mercado fonográfico e distribuição direta de direitos autorais. **Revista Rede de Direito Digital, Intellectual & Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 255-294, 2021.

PIERRE, Lévy. **Cibercultura**. Editora 34, S. Paulo, 1999.

PIMENTEL, Luiz Otávio. **Propriedade intelectual e universidade: aspectos legais** / Luiz Otávio Pimentel. - Florianópolis: Fundação Boiteux, 2005.

PUTHAL, Deepak *et al.* The blockchain as a decentralized security framework [future directions]. **IEEE Consumer Electronics Magazine**, v. 7, n. 2, p. 18-21, 2018.

QUINN, John; CONNOLLY, Barry. Distributed ledger technology and property registers: displacement or status quo. **Law, Innovation and Technology**, v. 13, n. 2, p. 377-397, 2021.

RAFFL, Celina *et al.* **The Web as a Techno-Social System: The Emergence of Web 3.0.** 2008.

RAGOT, Sébastien; REY, Antje; SHAFAI, Ramin. IP lifecycle management using blockchain and machine learning: Application to 3D printing datafiles. **World Patent Information**, v. 62, p. 101966, 2020.

RYAN, Mark David *et al.* Blockchain and publishing: towards a publisher-centred distributed ledger for the book publishing industry. **Creative Industries Journal**, p. 1-20, 2021.

SABERI, Sara *et al.* Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International journal of production research**, v. 57, n. 7, p. 2117-2135, 2019.

SACHS, Jeffrey. **A era do desenvolvimento sustentável.** Leya, 2018.

SAVELYEV, Alexander. Copyright in the blockchain era: Promises and challenges. **Computer law & security review**, v. 34, n. 3, p. 550-561, 2018.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial.** Edipro, 2016.

SEURING, Stefan *et al.* Sustainability and supply chain management—an introduction to the special issue. **Journal of cleaner production**, v. 16, n. 15, p. 1545-1551, 2008.

SHAKHNAZAROV, Beniamin A. Lex Registrum as a System of Regulation of Cross-Border Relations Aimed at Protection of Intellectual Property Implemented by Means of Blockchain Technology. **Kutafin Law Review**, v. 9, n. 2, p. 195-226, 2022.

SHATKOVSKAYA, T. V. *et al.* Impact of technological blockchain paradigm on the movement of intellectual property in the digital space. 2018.

SILVEIRA, Newton. **Propriedade Intelectual: propriedade industrial, direito de autor, software, cultivares.** 3ª. Ed. Barueri: Manole, 2005.

SKIBA, Diane J. *et al.* The potential of blockchain in education and health care. **Nursing education perspectives**, v. 38, n. 4, p. 220-221, 2017.

SONG, Hongyu *et al.* Proof-of-Contribution consensus mechanism for blockchain and its application in intellectual property protection. **Information Processing & Management**, v. 58, n. 3, p. 102507, 2021.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, p. 102-106, 2010.

STALLMAN, Richard *et al.* **The GNU manifesto.** 1985.

- SUN, Han; WANG, Xiaoyue; WANG, Xinge. Application of blockchain technology in online education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 13, n. 10, 2018.
- SWAN, Melanie. **Blockchain: Blueprint for a new economy**. 2015.
- SZABO, Nick. Smart contracts: building blocks for digital markets. **EXTROPY: The Journal of Transhumanist Thought**,(16), v. 18, n. 2, p. 28, 1996.
- TANENBAUM, Andrew S.; VAN STEEN, Maarten. **Sistemas Distribuídos: princípios e paradigmas**. ISBN 9788576051428. 2. ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. **Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world**. Penguin, 2016.
- TEECE, David J. Capturing value from knowledge assets: The new economy, markets for know-how, and intangible assets. **California management review**, v. 40, n. 3, p. 55-79, 1998.
- TOWSE, Ruth. Creativity, copyright and the creative industries paradigm. **Kyklos**, v. 63, n. 3, p. 461-478, 2010.
- TRESISE, Annabel; GOLDENFEIN, Jake; HUNTER, Dan. What blockchain can and can't do for copyright. **Australian Intellectual Property Journal**, 28(4), pp. 144-157, 2018.
- VAN HAAFTEN-SCHICK, Lauren; WHITAKER, Amy. From the artist's contract to the blockchain ledger: New forms of artists' funding using equity and resale royalties. **Journal of Cultural Economics**, p. 1-29, 2022.
- VIEIRA, Eleonora Milano Falcão *et al.* A teoria geral de sistemas. Gestão do conhecimento e educação a distância: Revisão e integração dos temas dentro das organizações. **Ciências da Administração**, v. 7, n. 14, p. 3, 2005.
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). The World Wide Web: a very short personal history. W3.org, 1998. Disponível em: <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/ShortHistory.html>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- WACHOWICZ, Marcos. Direito autoral. <http://www.direitoautoral.ufsc.br/gedai/download/1/Acesso em: 00 de mai. De 2023>, v. 13, p. 11-12, 2014.
- WACHOWICZ, Marcos. O “novo” direito autoral na sociedade informacional. **WOLKMER, Antonio Carlos. LEITE, José Rubens Morato (Org.). Os “novos” direitos no Brasil**. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.
- WALCH, Angela. The path of the blockchain lexicon (and the law). **Rev. Banking & Fin. L.**, v. 36, p. 713, 2016.
- WALKER, Guy H. *et al.* A review of sociotechnical systems theory: a classic concept for new command and control paradigms. **Theoretical issues in ergonomics science**, v. 9, n. 6, p. 479-499, 2008.

WHITAKER, Amy *et al.* Art, antiquities, and blockchain: new approaches to the restitution of cultural heritage. **International Journal of Cultural Policy**, v. 27, n. 3, p. 312-329, 2021.

WHITAKER, Amy. Art and blockchain: A primer, history, and taxonomy of blockchain use cases in the arts. **Artivate**, v. 8, n. 2, p. 21-46, 2019.

WHITTEMORE, Robin; KNAFL, Kathleen. The integrative review: updated methodology. **Journal of advanced nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WINNER, Langdon. Do artifacts have politics?. In: **Computer ethics**. Routledge, 2017. p. 177-192.

WOLFORD, B. Does the GDPR apply to companies outside of the EU? Disponível em: <<https://gdpr.eu/companies-outside-of-europe/>>. **GDPR.eu**. 2018.

WONG, Steve; OBERMEIER, Björn. Blockchain & the Hollywood Supply Chain. In: **SMPTE 2017 Annual Technical Conference and Exhibition**. SMPTE, 2017. p. 1-5.

WOOD, Gavin. Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. **Ethereum project yellow paper**, v. 151, n. 2014, p. 1-32, 2014.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. Madrid System for the International Registration of Marks - Summary Report for the Year 2008. Published by the International Bureau of the World Intellectual Property Organization. Geneva – 3^o ano.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. World Patent Report – A Statistical Review, 2008.

WRIGHT, Aaron; DE FILIPPI, Primavera. Decentralized blockchain technology and the rise of lex cryptographia. **Available at SSRN 2580664**, 2015.

WU, Jiani; TRAN, Nguyen Khoi. Application of blockchain technology in sustainable energy systems: An overview. **Sustainability**, v. 10, n. 9, p. 3067, 2018.

XIAO, Lijun *et al.* A blockchain-based traceable IP copyright protection algorithm. **IEEE Access**, v. 8, p. 49532-49542, 2020.

YADAV, Sachin; SINGH, Surya Prakash. Blockchain critical success factors for sustainable supply chain. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 152, p. 104505, 2020.

ZEILINGER, Martin. **Can the blockchain finally create a commons?** 2022.

ZEILINGER, Martin. Digital art as ‘monetised graphics’: Enforcing intellectual property on the blockchain. **Philosophy & Technology**, v. 31, n. 1, p. 15-41, 2018.

ZHANG, Zehao; ZHAO, Li. A design of digital rights management mechanism based on blockchain technology. In: **Blockchain–ICBC 2018: First International Conference, Held as Part of the Services Conference Federation, SCF 2018, Seattle, WA, USA, June 25-30, 2018, Proceedings 1**. Springer International Publishing, 2018. p. 32-46.

ZHU, Peng *et al.* Using blockchain technology to enhance the traceability of original achievements. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2021.

APÊNDICE A – Síntese: conceitos ou definições sobre blockchain

Autores	Conceitos ou definições para blockchain (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	Trata-se de uma lista descentralizada mantida por nós distribuídos para compartilhamento e armazenamento de dados.
Xiao <i>et al.</i> (2020)	O Blockchain é uma rede descentralizada de nós e servidores que armazenam cópias completas dos registros, garantindo confiabilidade, robustez e tolerância a falhas.
Sun; Wang e Wang (2018)	A tecnologia blockchain engloba técnicas de registros distribuídos, consenso, privacidade, segurança, comunicação P2P, protocolos de rede e contratos inteligentes.
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	Blockchain é uma tecnologia de registros distribuídos que utiliza blocos encadeados para registrar permanentemente a história de transações autenticadas.
Lin <i>et al.</i> (2020)	***
Ryan <i>et al.</i> (2023)	Blockchain é um livro digital descentralizado utilizado para registrar e verificar dados, ativos e transações.
Alkhudary; Brusset e Fenies (2020)	A Tecnologia Blockchain é um banco de dados distribuído que garante registros seguros e transparentes de ativos digitais.
Maurie-Vignal (2020)	Um blockchain é um livro-razão distribuído usado para registrar várias transações entre usuários, também conhecido como Tecnologia de Contabilidade Distribuída (<i>Distributed Ledger Technology</i> - DLT).
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	Blockchain é um registro de transações distribuídas e com carimbo de data/hora, gerenciado por um cluster de nós de computador em uma rede <i>peer-to-peer</i> (P2P).
Castellano e Tosato (2020)	***
Adibfar; Costin e Issa (2020)	***
Zeilinger (2018)	O blockchain é um banco de dados público protegido por criptografia contra corrupção.
Quinn e Connolly (2021)	Blockchain é uma forma destacada de Tecnologia de Contabilidade Distribuída (DLT), sendo um banco de dados descentralizado sincronizado em diversos computadores em uma rede.
Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	Blockchain é uma tecnologia de contabilidade distribuída (DLT) que garante segurança por meio de múltiplas cópias interligadas do livro-razão.
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	A estrutura do blockchain pode estar ligada a uma base de dados ou registro, envolvendo organização e tecnologia.
Modic <i>et al.</i> (2019)	Tecnologia para vincular dados abertos.
Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	Blockchain é um método descentralizado de registrar diversos tipos de dados, como transações financeiras e disposições de ativos, em um livro-razão criptografado e irreversível.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	Blockchain é um <i>ledger</i> distribuído descentralizado formado por uma rede de computadores que armazenam registros de forma criptografada, sem centralização.

Shakhnazarov (2022)	Blockchain é uma variação de um <i>ledger</i> distribuído que utiliza sequência de blocos para obter consenso confiável em um sistema distribuído, protegido contra abusos.
Low e Mik (2020)	Blockchains são bancos de dados distribuídos mantidos por uma rede de computadores geograficamente dispersos, chamados de "nós".
Song <i>et al.</i> (2021)	Blockchain é uma tecnologia de armazenamento de dados distribuídos.
Darabseh e Martins (2021)	Blockchain utiliza um <i>ledger</i> distribuído para armazenar dados em blocos, garantindo registros imutáveis distribuídos na rede para referências seguras e permanentes.
Mostert e Jue (2018)	***
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	Blockchain é uma rede descentralizada de cadeias de blocos criptografados que se comunica por meio de nós <i>peer-to-peer</i> (P2P).
Fairfield (2022)	Blockchains são <i>ledgers</i> distribuídos, bancos de dados criptografados, que operam como repositórios públicos irreversíveis e incorruptíveis de informações, onde nenhuma entidade controla, mas qualquer um pode escrever.
Zhu <i>et al.</i> (2021)	Blockchain são livros-razão digitais distribuídos que mantêm registros criptografados com carimbo de data/hora, formando um novo modelo de aplicativo baseado em tecnologias de computação descentralizada de confiança.

APÊNDICE B – Síntese: propriedades do blockchain

Autores	Propriedades do blockchain (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	A tecnologia blockchain possui características de descentralização, anonimato, privacidade, rastreabilidade e resistência à adulteração.
Xiao <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain apresenta propriedades de descentralização, confiabilidade, robustez e boa tolerância a falhas.
Sun; Wang e Wang (2018)	A tecnologia blockchain envolve transações, blocos que registram dados e uma cadeia organizada cronologicamente através de métodos criptográficos.
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	***
Lin <i>et al.</i> (2020)	***
Ryan <i>et al.</i> (2023)	A tecnologia blockchain distribui dados criptografados por meio de redes <i>peer-to-peer</i> (P2P), requerendo verificação de todas as transações por todos os nós da rede.
Alkhudary; Brusset e Fenies (2020)	A tecnologia blockchain proporciona cópias idênticas do banco de dados para cada usuário, permitindo modelos público e privado com diferentes características de acesso, visibilidade de transações e consenso.
Maurie-Vignal (2020)	A tecnologia blockchain é distribuída entre participantes, oferece segurança, transparência e operação descentralizada, podendo ser público, baseado em permissão ou híbrido em termos de acesso e validação.
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain é caracterizada por descentralização, persistência, anonimato e auditabilidade.
Castellano e Tosato (2020)	***
Adibfar; Costin e Issa (2020)	***
Zeilinger (2018)	A característica "impossíveis de falsificar" da tecnologia blockchain possibilita transações genuínas sem necessidade de confiança entre as partes.
Quinn e Connolly (2021)	A tecnologia blockchain é descentralizada, mantida e sincronizada em diversos computadores, permite registro preciso e pode eliminar intermediários.
Van Haften-Schick e Whitaker (2022)	***
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	O sistema de blocos na tecnologia blockchain é substancialmente diferente dos bancos de dados tradicionais, com a regra "se você não pagar, não receberá", e apresenta alta resistência a hackers.
Modic <i>et al.</i> (2019)	A tecnologia blockchain oferece um método robusto para estabelecer propriedade de ativos intangíveis, como Direitos de Propriedade Intelectual (DPI), aumentando a transparência das transações, simplificando os custos operacionais de escritórios de patentes e possibilitando a utilização de contratos inteligentes.

Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain assegura a imutabilidade das informações armazenadas e proporciona confiabilidade.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	A tecnologia blockchain emprega conceitos criptográficos complexos, destacando a importância da criptografia.
Shakhnazarov (2022)	A tecnologia blockchain é distribuída em uma rede <i>peer-to-peer</i> (P2P) e contém registros de transações, direitos, verificações de circunstâncias, dados pessoais, sendo associada a transações específicas.
Low e Mik (2020)	A tecnologia blockchain opera sem autoridade central, com gerenciamento disperso entre nós, interconectando blocos através de <i>hashes</i> criptográficos em livros contábeis distribuídos.
Song <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain oferece descentralização, imutabilidade, independência de confiança e rastreabilidade, utilizando algoritmos criptográficos.
Darabseh e Martins (2021)	Bitcoin é a primeira implementação de uma blockchain pública que utiliza um ledger distribuído para sua própria moeda digital, enquanto Ethereum introduziu contratos inteligentes no blockchain, destacando o potencial para aplicativos de lógica de negócios.
Mostert e Jue (2018)	***
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	O token em blockchain não está limitado a criptomoedas como Bitcoin ou Ether, mas frequentemente se refere a um contrato inteligente na rede.
Fairfield (2022)	A tecnologia blockchain é um livro-razão público distribuído que garante segurança e resistência à falsificação sem depender de confiança em terceiros ou autoridades centrais.
Zhu <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é composta por tecnologias de armazenamento distribuído de dados, transmissão ponto a ponto, mecanismos de consenso e algoritmos de criptografia.

APÊNDICE C – Síntese: funcionamento do blockchain

Autores	Funcionamento do blockchain (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	O funcionamento intrínseco à tecnologia blockchain envolve um sistema distribuído de registros (<i>ledgers</i>), mineradores que validam transações através de quebra-cabeças criptográficos, encadeamento de blocos com recompensas de criptomoedas e a possibilidade de criar e executar contratos inteligentes que automatizam acordos, verificam direitos autorais e permitem troca de moedas ou dados.
Xiao <i>et al.</i> (2020)	***
Sun; Wang e Wang (2018)	A tecnologia Blockchain implementa um livro de registros distribuído, onde os blocos são encadeados cronologicamente, usando criptografia de assinatura digital de curva elíptica (ECDSA) para garantir a inviolabilidade dos dados e permitir a confirmação de transações por todos os nós da rede, proporcionando descentralização, confiabilidade, rastreabilidade e proteção contra perda de dados em comparação com bancos de dados centralizados.
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	Em um blockchain, informações são registradas e encadeadas através de uma função <i>hash</i> matemática unidirecional, cada entrada tem uma assinatura digital criptograficamente segura, os blocos são agrupados em cadeias e verificados por uma rede <i>peer-to-peer</i> (P2P) de computadores que resolvem quebra-cabeças de força bruta (<i>proof-of-work</i>) para ganhar recompensas em criptomoeda, enquanto as blockchains públicas são abertas a todos, as privadas requerem convites para participar.
Lin <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain oferece um sistema confiável para cenários de negócios, assegurando a integridade e autenticidade das transações, mesmo quando as partes envolvidas não são confiáveis umas para as outras.
Ryan <i>et al.</i> (2023)	***
Alkhudary; Brusset e Fenies (2020)	***
Maurie-Vignal (2020)	A gestão de direitos, distribuição de royalties e o rastreamento de sistemas de impressão e eletrônicos são aplicados usando a tecnologia blockchain, onde cada transação é verificada, armazenada e interligada em blocos através de <i>hashes</i> , sendo validada por mineradores através de um mecanismo de consenso baseado em prova de trabalho.
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	Uma rede blockchain consiste em uma cadeia de blocos protegidos por criptografia e <i>hash</i> , onde cada bloco contém informações imutáveis, permitindo transações e contratos inteligentes através de um mecanismo de consenso distribuído, baseado em criptografia <i>hash</i> , assinatura digital e mineração, possibilitando acordos seguros e rastreáveis sem a necessidade de intermediários.
Castellano e Tosato (2020)	***

Adibfar; Costin e Issa (2020)	***
Zeilinger (2018)	Blockchain funciona como uma plataforma que vincula artefatos digitais a <i>hashes</i> , permitindo autenticação, verificação de proveniência e aplicação de contratos inteligentes para proteger o valor comercial de obras de arte digitais, usando uma estrutura como o Monegraph que autentica obras através de <i>hashes</i> de blockchain e contratos inteligentes.
Quinn e Connolly (2021)	Blockchain, uma forma segura de DLT, usa um protocolo de <i>hash</i> exclusivo para verificar registros no livro-razão (<i>ledger</i>), onde os registros são convertidos em <i>hashes</i> que formam blocos encadeados, garantindo imutabilidade, verificação em tempo real e evitando pontos únicos de falha, e a escolha entre DLTs públicos e privados depende das necessidades de transparência e acesso.
Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	Blockchain é um registro distribuído e imutável que pode funcionar independentemente de uma autoridade central, sendo usado além das criptomoedas, como no caso dos NFT, para criar registros confiáveis e imutáveis de proveniência e autenticidade de obras de arte.
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	Blockchain é um sistema onde sujeitos interagem com base em consenso, confiança e interesse próprio, permitindo registros e transferências de informações codificadas sobre propriedades, especialmente em ativos imateriais, onde um sujeito administrador é responsável pela atualização e preservação dos dados.
Modic <i>et al.</i> (2019)	***
Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	Blockchain é uma tecnologia que consiste em uma cadeia de blocos de registros interligados, onde cada bloco contém informações de transações verificadas e seu <i>hash</i> , garantindo imutabilidade, segurança e descentralização, permitindo contratos inteligentes autoexecutáveis e potenciais aplicações legais e de resolução de disputas, embora a implementação regulatória ainda esteja em desenvolvimento devido a desafios e associações iniciais com criptomoedas e atividades ilegais.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	Blockchain é uma tecnologia de registro distribuído que armazena dados em blocos criptograficamente interligados, permitindo autenticação, imutabilidade e verificação de informações ao longo do tempo, através de funções <i>hash</i> , sendo especialmente útil para autenticar criações originais, porém com contrapartidas como o uso intensivo de CPU e energia.
Shakhnazarov (2022)	***
Low e Mik (2020)	A tecnologia blockchain pode ser dividida em "com permissão" e "sem permissão", diferenciadas pela capacidade de operar nós e processar transações, onde as blockchains "sem permissão" como Bitcoin e Ethereum priorizam a descentralização e a confiança no código, enquanto as "com permissão" são mais flexíveis para necessidades comerciais específicas; no entanto, ambas enfrentam desafios legais e técnicos, como a

	imutabilidade relativa, e variam em suas abordagens de consenso e registro de ativos.
Song <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain, originada como um conceito nos anos 2000 e impulsionada pelo artigo de Satoshi Nakamoto em 2008, é um banco de dados distribuído que promove confiança, integridade e descentralização, viabilizando aplicações como criptomoedas, contratos inteligentes e gerenciamento de informações, como visto em projetos como Bitcoin e Ethereum.
Darabseh e Martins (2021)	O sistema proposto utiliza blockchain para autopublicação segura de eBooks, substituindo editores por contratos inteligentes, armazenando metadados em um blockchain público e os livros de forma fragmentada, com interações entre autores e compradores registradas em cadeias separadas para melhor governança e desempenho.
Mostert e Jue (2018)	A tecnologia blockchain organiza transações e dados em blocos ligados em cadeias digitais distribuídas globalmente, garantindo a imutabilidade dos dados por meio de <i>hashes</i> únicos.
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	Um blockchain visa garantir a abertura, verificação, descentralização, desconfiança, transparência, rastreabilidade, segurança por criptografia e credibilidade em transações através da utilização de princípios como descentralização, desconfiança, transparência, rastreabilidade, criptografia e credibilidade.
Fairfield (2022)	Um blockchain é utilizado para armazenar registros imutáveis, enquanto tokens como os NFT podem representar ativos digitais em um blockchain, com opções de armazenamento <i>on-chain</i> e <i>off-chain</i> , onde a escolha influencia a segurança e limitações dos ativos representados.
Zhu <i>et al.</i> (2021)	O blockchain opera independentemente, eliminando a necessidade de entidades centrais para confirmar transações, usando sua estrutura única de livros contábeis imutáveis e distribuídos para aumentar a confiabilidade e evitar falsificação.

APÊNDICE D – Síntese: áreas de aplicação (geral) do blockchain

Autores	Áreas de aplicação (geral) do blockchain (geral) (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	A tecnologia blockchain encontra aplicação nas áreas de finanças, Internet das Coisas (IoT) e medicina.
Xiao <i>et al.</i> (2020)	***
Sun; Wang e Wang (2018)	***
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada para registrar propriedade, proveniência e autenticidade.
Lin <i>et al.</i> (2020)	***
Ryan <i>et al.</i> (2023)	***
Alkhudary; Brusset e Fenies (2020)	***
Maurie-Vignal (2020)	***
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	***
Castellano e Tosato (2020)	***
Adibfar; Costin e Issa (2020)	***
Zeilinger (2018)	A tecnologia blockchain é utilizada na gênese, reprodução, disseminação e comércio de objetos de arte digital, bem como em sistemas bancários e financeiros.
Quinn e Connolly (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada no registro de direitos de propriedade, sistemas de pagamento e moedas digitais.
Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	***
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain é aplicada no combate a pirataria.
Modic <i>et al.</i> (2019)	A tecnologia blockchain encontra aplicação em escritórios de patentes para gerenciar ativos intangíveis, como Direitos de Propriedade Intelectual (DPI), otimizando processos judiciais, rastreando incorporação de conhecimento e inovações na gestão de direitos de propriedade intelectual, incluindo redes sociais conectadas.
Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain é aplicada no registro de dados, transações financeiras, ativos, criptomoedas, pagamentos digitais e aplicações empresariais, oferecendo acesso a informações imutáveis e confiáveis.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	A tecnologia blockchain é útil para profissionais envolvidos na área de Propriedade Intelectual.
Shakhnazarov (2022)	A tecnologia blockchain é aplicada na criação de contratos inteligentes que automatizam a execução dos termos, registram transações e fornecem provas da conclusão de contratos digitais acordados entre indivíduos e entidades.
Low e Mik (2020)	***
Song <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada na gestão de sistemas de informação.
Darabseh e Martins (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada em criptomoedas, execução de contratos inteligentes e trocas, incluindo Aplicativos

	Descentralizados (DApps), atendendo a diversas necessidades comerciais.
Mostert e Jue (2018)	***
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é usada para criar tokens digitais que representam ativos e podem ser usados como documentos de segurança na blockchain.
Fairfield (2022)	A tecnologia blockchain é aplicada no rastreamento de informações.
Zhu <i>et al.</i> (2021)	***

APÊNDICE E – Síntese: aplicações em propriedade intelectual (PI)

Autores	Aplicações em propriedade intelectual (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada para proteger, gerenciar e autenticar direitos autorais, transações comerciais e propriedade intelectual, melhorando a segurança, autenticidade e verificação de originalidade de conteúdo.
Xiao <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain é utilizada para assegurar os direitos autorais de produtos digitais.
Sun; Wang e Wang (2018)	A tecnologia blockchain é empregada para certificar a propriedade intelectual dos usuários em ambientes digitais.
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada no contexto das artes e antiguidades para desincentivar a venda de objetos saqueados, gerenciar administração compartilhada e garantir direitos autorais de objetos, incluindo artefatos contestados.
Lin <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain é empregada para criar um sistema de proteção abrangente de propriedade intelectual, incluindo patentes, direitos autorais e marcas registradas, visando mitigar violações de direitos e certificar originalidade, garantindo integridade, extração de dados e distribuição segura de obras protegidas no ambiente digital.
Ryan <i>et al.</i> (2023)	A tecnologia blockchain é aplicada em um sistema de gerenciamento de direitos autorais, permitindo a verificação de autoria, a codificação de direitos autorais e royalties em contratos inteligentes transparentes, rastreamento de cópias e criação de versões digitais rastreáveis, resultando em um modelo editorial descentralizado e justo.
Alkhdary; Brusset e Fenies (2020)	A tecnologia blockchain possui diversas aplicações na área jurídica, incluindo o estabelecimento de propriedade dos direitos autorais no ambiente digital.
Maurice-Vignal (2020)	A tecnologia blockchain é aplicada para o gerenciamento e proteção de direitos autorais, incluindo o uso de registros blockchain como prova legal em litígios e a proteção de direitos autorais em relação ao design de produtos digitais de empresas manufatureiras.
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain é utilizada para assegurar a proteção dos direitos autorais relacionados ao design de produtos digitais pertencentes a empresas manufatureiras.
Castellano e Tosato (2020)	***
Adibfar; Costin e Issa (2020)	A tecnologia blockchain é aplicada para reforçar a proteção dos direitos autorais, fortalecer a segurança online, fornecer evidências de publicação e transparência no status de direitos autorais, além de evitar conflitos e riscos financeiros em litígios e projetos empresariais.
Zeilinger (2018)	A aplicação da tecnologia blockchain aos direitos autorais busca um potencial disruptivo ao expandir os bens comuns criativos, promovendo sistemas descentralizados e diminuindo a concentração vertical de riquezas.

Quinn e Connolly (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada para registrar, tornar públicos e gerenciar direitos de propriedade intelectual, proporcionando proteção, licenciamento, combate à pirataria e uma abordagem unificada para gestão coletiva, além de estabelecer um banco de dados aberto e descentralizado para atualização em tempo real das informações de propriedade de obras.
Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	***
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain é empregada para facilitar o registro, garantir a legitimidade da titularidade e codificação precisa de ativos de propriedade intelectual, possibilitando venda automatizada através de <i>smart contracts</i> e a criação de um sistema descentralizado de distribuição de bens, baseado em registro distribuído de terceira geração de TI.
Modic <i>et al.</i> (2019)	A tecnologia blockchain é empregada para a manutenção de registros e contratos inteligentes, sendo aplicada em questões de direitos autorais, como a gestão de direitos e redes sociais interconectadas.
Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain é aplicada para fins legais, transações de pagamento com criptomoedas, troca de ativos, gerenciamento de propriedade intelectual, licenciamento de direitos autorais via contratos inteligentes e combate à falsificação, incluindo o rastreamento de origem de produtos e marcas na cadeia de suprimentos.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	A tecnologia blockchain é utilizada para a gestão e proteção de direitos autorais de ativos digitais, como imagens, áudio e textos, permitindo estabelecer evidências de uso prévio e invocar direitos de usuários anteriores.
Shakhnazarov (2022)	A tecnologia blockchain é empregada para estabelecer evidências de originalidade, validar titularidade e combater produtos falsificados na gestão de direitos autorais, permitindo o registro, armazenamento e alteração controlada de informações sobre objetos de propriedade intelectual.
Low e Mik (2020)	
Song <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é empregada para proteger, gerenciar e garantir a confiabilidade dos direitos autorais por meio de aplicativos baseados em plataformas como Ethereum, superando desvantagens tradicionais e permitindo a emissão automática de licenças e preços definidos pelos detentores de direitos.
Darabseh e Martins (2021)	A tecnologia blockchain é utilizada para aprimorar o gerenciamento e proteção da Propriedade Intelectual, garantindo trocas seguras de dados, reduzindo vazamentos e protegendo os direitos do proprietário em diversos campos, como literatura, arte, fotografia, impressão 3D e projetos arquitetônicos, devido à preservação do valor digital.
Mostert e Jue (2018)	A tecnologia blockchain é aplicada em negócios voltados para a propriedade intelectual, combatendo a pirataria, protegendo cadeias de suprimentos e rastreando a origem de forma eficaz.
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é aplicada na proteção e promoção de ativos intangíveis, como direitos autorais, abrangendo diversas

	áreas como IoT, e-gov, votação eletrônica, sistemas de transporte inteligentes, contratos inteligentes e antifalsificação, melhorando a segurança e transparência das informações.
Fairfield (2022)	A tecnologia blockchain, por meio de tokens não fungíveis (NFT), é utilizada para criar e comercializar obras de arte digitais, transformando o processo de propriedade intelectual e comércio de tais obras.
Zhu <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain é empregada para melhorar a rastreabilidade e eficácia da proteção de direitos autorais, permitindo o armazenamento distribuído e a transmissão P2P de dados com valor agregado, incluindo a rastreabilidade de originais.

APÊNDICE F – Síntese: contribuições da aplicação do blockchain em PI

Autores	Contribuições da aplicação do blockchain em PI (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	A tecnologia blockchain oferece vantagens como descentralização, verificação coletiva, transparência, abertura, resistência à adulteração e rastreabilidade no contexto da propriedade intelectual.
Xiao <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain ajuda a mitigar ou resolver problemas de confiança nas trocas de informações relacionadas à propriedade intelectual.
Sun; Wang e Wang (2018)	A tecnologia blockchain armazena registros de aprendizado de maneira confiável e distribuída, fornece certificados digitais confiáveis e permite compartilhamento automatizado de recursos de aprendizado, protegendo a propriedade intelectual por meio de criptografia de dados, realizando transações seguras sem supervisão de terceiros e mantendo a privacidade, enquanto os registros são rastreáveis e invioláveis.
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain permite a separação de diversos tipos de direitos, formas de receita e participação, e até a tokenização de objetos, com um risco extremamente baixo de fraude.
Lin <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain oferece um registro altamente seguro, transparente e confiável para transações, auxiliando na criação de um sistema de proteção de propriedade intelectual confiável e auto-organizado.
Ryan <i>et al.</i> (2023)	A tecnologia blockchain pode otimizar os mercados financeiros ao permitir transações rápidas, de baixo custo, líquidas e seguras, com transparência, imutabilidade e remoção de intermediários.
Alkhudary; Brusset e Fenies (2020)	A tecnologia blockchain oferece vantagens como venda de energia solar, criptomoedas, sistemas descentralizados, economia compartilhada, gerenciamento de royalties e direitos de propriedade intelectual, combate à pobreza e desigualdade, e prevenção de fraudes.
Maurie-Vignal (2020)	A tecnologia blockchain oferece vantagens como desintermediação, processos rápidos, carimbo de data/hora, imutabilidade, baixo custo e proteção para segredos comerciais, rastreabilidade e diferentes etapas de processos.
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	A tecnologia blockchain oferece vantagens como rastreabilidade autenticada, verificação de autenticidade e origem de produtos, transações confiáveis e auditáveis, eliminação de intermediários e redução de custos em cadeias de suprimento.
Castellano e Tosato (2020)	***
Adibfar; Costin e Issa (2020)	***
Zeilinger (2018)	A tecnologia blockchain pode fortalecer os direitos de artistas digitais, permitindo a circulação de criações como objetos de arte valiosos, independente de estruturas institucionais, com confiança na tecnologia e garantindo a integridade das transações e moedas.
Quinn e Connolly (2021)	A tecnologia blockchain tem o potencial de transformar o registro de direitos de propriedade em diversos setores, proporcionando

	certeza, transparência e métodos eficazes de administração dos direitos autorais.
Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	A tecnologia blockchain oferece a capacidade de reduzir contingências nas vendas de arte, diminuir custos de transação e simplificar o rastreamento e pagamento de royalties, além de possibilitar novas fontes de financiamento e automação de pagamentos para artistas.
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain atua como fiadora dos direitos intelectuais, permitindo aos autores um controle aprimorado de suas obras, colaboração eficiente, recompensas justas e rastreamento confiável, com o auxílio de contratos inteligentes para beneficiar detentores de direitos e partes envolvidas.
Modic <i>et al.</i> (2019)	A tecnologia blockchain está intrinsecamente ligada aos benefícios empresariais ao apoiar a gestão de direitos de propriedade intelectual, incluindo a identificação da acessibilidade do conhecimento e o fortalecimento das dimensões tecnológicas para esse fim.
Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	A tecnologia blockchain possibilita um processo de registro automatizado de direitos de propriedade intelectual, eliminando intermediários, reduzindo custos e proporcionando uma maneira mais eficiente para proteger e comprovar direitos.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	***
Shakhnazarov (2022)	***
Low e Mik (2020)	***
Song <i>et al.</i> (2021)	***
Darabseh e Martins (2021)	***
Mostert e Jue (2018)	A tecnologia blockchain pode ser empregada para fins de propriedade intelectual no mundo real, abrangendo rastreamento de origem de produtos, autenticação de direitos autorais, registro de royalties e contratos inteligentes, oferecendo proteção ampla e eficaz.
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain oferece confiança e novas abordagens na gestão de propriedade intelectual, permitindo o reconhecimento e pagamento de contribuidores com tokens digitais, além de promover a tokenização para proteção e estímulo a colaborações baseadas em confiança.
Fairfield (2022)	A tecnologia blockchain permite o exercício prolongado de controle sobre ativos digitais por meio de tokens não fungíveis (NFT).
Zhu <i>et al.</i> (2021)	A tecnologia blockchain aprimora a rastreabilidade, garantindo informações transparentes e confiáveis, enquanto seu mecanismo descentralizado, inviolável e uso de contratos inteligentes promovem avanços na propriedade intelectual.

APÊNDICE G – Síntese: desafios para a aplicação do blockchain em PI

Autores	Desafios para a aplicação do blockchain em PI (Síntese)
Jing; Liu e Sugumaran (2021)	***
Xiao <i>et al.</i> (2020)	***
Sun; Wang e Wang (2018)	***
Whitaker <i>et al.</i> (2021)	***
Lin <i>et al.</i> (2020)	***
Ryan <i>et al.</i> (2023)	***
Alkhudary; Brusset e Fenies (2020)	Os desafios à aplicação da tecnologia blockchain na propriedade intelectual em ambientes digitais envolvem questões como evasão fiscal, complexidade na detecção de práticas na internet, problemas relacionados à tokenização de direitos, transformações nas estruturas jurídicas, barreiras técnicas, organizacionais e externas, além de obstáculos governamentais e potencial substituição de modelos de negócios tradicionais.
Maurie-Vignal (2020)	***
Alkaabi <i>et al.</i> (2020)	Os desafios à tecnologia blockchain na propriedade intelectual digital incluem a necessidade de estabelecer rastreabilidade confiável de produtos, especialmente em sistemas de produção, para melhorar a visibilidade das peças na cadeia de suprimentos e superar obstáculos tecnológicos visando aprimorar a fabricação e garantir a integridade das informações.
Castellano e Tosato (2020)	***
Adibfar; Costin e Issa (2020)	Os desafios da tecnologia blockchain na propriedade intelectual digital incluem a complexidade de provar originalidade em obras, a linha tênue entre criatividade e imitação, e a crescente complexidade da titularidade de direitos autorais devido ao acesso de entidades a arquivos digitais.
Zeilinger (2018)	Os desafios da tecnologia blockchain na propriedade intelectual digital envolvem a interligação entre infraestrutura tecnológica e política de propriedade intelectual, além da limitação em solucionar questões de divulgação e garantia plena.
Quinn e Connolly (2021)	A tecnologia blockchain possui limitações em resolver todos os desafios relacionados à obtenção de divulgação e garantia completa na propriedade intelectual em ambientes digitais.
Van Haaften-Schick e Whitaker (2022)	Os contratos inteligentes enfrentam diversas limitações, incluindo aplicabilidade no mundo real, incapacidade de lidar com contingências imprevistas, vulnerabilidades de segurança, rigidez nos termos contratuais e dificuldade de reparação de danos.
Shatkovskaya <i>et al.</i> (2018)	A padronização internacional da tecnologia blockchain é crucial diante da crescente valorização da informação e da propriedade digital na sociedade contemporânea.

Modic <i>et al.</i> (2019)	Os desafios na aplicação da tecnologia blockchain à propriedade intelectual incluem a necessidade de políticas adequadas para empresas transnacionais, a resolução de problemas de consumo de energia, a adaptação às limitações legais e judiciais, e a definição apropriada dos campos de uso, considerando criptomoedas e blockchain.
Gürkaynak <i>et al.</i> (2018)	Os desafios da aplicação da tecnologia blockchain na propriedade intelectual envolvem mitigar a desconfiança e compreender sua complexidade, superar a publicidade negativa, abordar questões legais, desenvolver sistemas confiáveis de gerenciamento automatizado, e enfrentar desafios técnicos, de marketing, comportamentais e legais.
Ragot; Rey e Shafai (2020)	***
Shakhnazarov (2022)	Os desafios da regulamentação da tecnologia blockchain na propriedade intelectual incluem problemas na aplicação nacional, o deslocamento de regimes jurídicos tradicionais, a determinação e proteção dos direitos emergentes sobre tokens, bem como a privacidade em cenários de tokenização em larga escala.
Low e Mik (2020)	Os desafios na aplicação da tecnologia blockchain na propriedade intelectual incluem a centralização do processo de codificação, a complexidade e variação dos contratos inteligentes, a incerteza sobre a autoexecução, a confusão entre direitos e registros, a interação entre desempenho e execução, a incapacidade de correção de erros no código do contrato, a necessidade de confiança em oráculos humanos, a dificuldade de expressar padrões legais em código e a limitação da tecnologia blockchain em lidar com eventos do mundo real.
Song <i>et al.</i> (2021)	Os desafios da tecnologia blockchain na propriedade intelectual envolvem problemas como a alta sobrecarga computacional, centralização de poder, consumo de energia elevado devido à mineração e baixa eficiência.
Darabseh e Martins (2021)	Os desafios da tecnologia blockchain na propriedade intelectual envolvem aprimorar as ferramentas empresariais para controle sobre propriedades intelectuais, garantir uso justo e protegê-las contra violações de direitos autorais, incluindo o uso do blockchain para mitigar a pirataria em e-books e publicações digitais.
Mostert e Jue (2018)	Os desafios da tecnologia blockchain na propriedade intelectual incluem a necessidade de definir jurisdição e leis adequadas para disputas, enquanto as plataformas blockchain ainda enfrentam incertezas na abordagem de questões jurisdicionais, requerendo pesquisa urgente para estabelecer normas de governança.
Kondrateva <i>et al.</i> (2021)	A falta de transparência na cocriação devido a questões de propriedade intelectual cria desafios, resultando em mal-entendidos, conflitos e falta de confiança entre empresas.
Fairfield (2022)	A estrutura legal atual não favorece a propriedade dos NFT, que estão crescendo em popularidade, resultando em um

	conflito entre a demanda por essa tecnologia e o regime jurídico existente para a propriedade intelectual digital.
<i>Zhu et al. (2021)</i>	A dificuldade em rastrear múltiplos contribuidores em pedidos de patente leva a disputas e abusos de propriedade intelectual.

APÊNDICE H – Estudos sobre as aplicações da tecnologia blockchain em PI

Estudos sobre proteção
<ul style="list-style-type: none"> • Proteção de direitos autorais (imagens, música digital e circuitos) (JING, LIU; SUGUMARAN, 2021); • Proteção de direitos autorais de código de computador (<i>softwares</i>) (JING, LIU; SUGUMARAN, 2021); • Proteção os direitos autorais de produtos digitais (XIAO <i>et al.</i>, 2020); • Proteção de propriedade intelectual: patentes, direitos autorais, marcas registradas, design industrial, imagem comercial, trabalhos artesanais, segredos comerciais, direitos de variedades vegetais, indicações geográficas etc. (LIN <i>et al.</i>, 2020); • Proteção de direitos autorais, em relação ao design de produto digital, de propriedade de empresas manufactureiras (ALKAABI <i>et al.</i>, 2020); • Auxiliar a proteção de direitos autorais (ADIBFAR, COSTIN; ISSA, 2020); • Proteção, por meio de evidências, para a comprovação de publicação, no âmbito do direito autoral (ADIBFAR, COSTIN; ISSA, 2020); • Registros de atividades empresariais em blockchain para evitar questões de direitos autorais em litígios, riscos financeiros, atrasos em projetos e demais prejuízos empresariais maiores (ADIBFAR, COSTIN; ISSA, 2020); • Fornecer benefícios para proteção e aplicação de outras formas de propriedade intelectual (QUINN; CONNOLLY, 2021); • Proteção de propriedade intelectual (PI) por meio de aplicativo, com base em plataformas blockchain, como o Ethereum ou consórcios blockchains (SONG <i>et al.</i>, 2021); • Superar as desvantagens da forma tradicional de proteção de propriedade intelectual utilizando as características técnicas do blockchain como: descentralização, imutabilidade e rastreabilidade (SONG <i>et al.</i>, 2021); • Proteger conteúdo digital e transações, com a prevenção de fraudes e ataques (SONG <i>et al.</i>, 2021); • Proteção da Propriedade Intelectual em vários campos, devido à sua capacidade de preservar o valor digital (DARABSEH; MARTINS, 2021); • Proteção dos direitos do proprietário em ambientes digitais em: publicação de literatura digital (CHI <i>et al.</i>, 2020; GIPP <i>et al.</i>, 2017); • Proteção dos direitos do proprietário em ambientes digitais em: arte digital e fotografia (O'DWYER, 2020); • Proteção dos direitos do proprietário em ambientes digitais em: impressão 3D (KLOCKNER <i>et al.</i>, 2020); • Proteção dos direitos do proprietário em ambientes digitais em: projeto arquitetônico (ADIBFAR <i>et al.</i>, 2020; DOUNAS <i>et al.</i>, 2020); • Proteção de cadeias de suprimentos (MOSTERT; JUE, 2018); e • Proteção e promoção de ativos intangíveis (KONDRATEVA <i>et al.</i>, 2021).
Estudos sobre gerenciamento
<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento de transações comerciais (JING, LIU; SUGUMARAN, 2021); • Gerenciamento de direitos autorais (SAVELYEYEV, 2018); • Aplicação da tecnologia blockchain em um sistema de gerenciamento de direitos (RYAN <i>et al.</i>, 2021);

- Gerenciamento de direitos de propriedade intelectual (*Copyright*) (MALAURIE-VIGNAL, 2020);
- Gerenciar a propriedade (QUINN; CONNOLLY, 2021);
- Aplicações na indústria criativa (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022);
- Criação de contratos eletrônicos autoexecutáveis (*Smart Contracts*) (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022);
- Criação de contratos para automatização de termos específicos, como o pagamento de royalties (VAN HAAFTEN-SCHICK; WHITAKER, 2022);
- Utilização em questões relacionadas aos direitos de propriedade intelectual: gestão de direitos e redes sociais conectadas (MODIC *et al.*, 2019);
- Gerenciamento (licenciamento ou transferência) de direitos de propriedade intelectual (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Processo de gestão de direitos propriedade intelectual associados a arquivos de dados, i.e., imagens, áudios, textos, planilhas de dados de produtos etc. (RAGOT, REY; SHAFAI, 2020);
- Gerenciar informações digitais fragmentadas de forma segura e eficaz (SONG *et al.*, 2021); e
- Gerenciamento de propriedade intelectual (MODIC *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2020).

Estudos sobre segurança

- Melhora na segurança e a estabilidade da autenticação de direitos autorais, em tempo real (LIANG *et al.*, 2020);
- Aumentar a segurança online (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020);
- Auxiliar em problemas decorrentes da dificuldade de execução e diferenças de poder desproporcional entre as partes (LEVY, 2017);
- Armazenar não apenas informações sobre o objeto de propriedade intelectual e as condições de aquisição de direitos sobre ele, mas, também, o próprio objeto: uma peça musical, uma imagem gráfica, um vídeo etc. (DVOYNIKOVA, 2017)⁷²;
- Garantir a confiabilidade das transações de direitos autorais (SONG *et al.*, 2021);
- Troca de dados segura e aprimorada (DARABSEH; MARTINS, 2021);
- Melhorar a segurança e transparência da informação (LEE, 2019; LU, 2019);
- Tokens não fungíveis (NFT) (*Digital Tokens*) para criação de obras de arte digitais (FAIRFIELD, 2022); e
- Armazenamento distribuído de dados (ZHU *et al.*, 2021).

Estudos sobre comércio

- Comércio de Propriedade Intelectual (XIAO *et al.*, 2020);
- Diminuir a concentração vertical de riquezas e consolidação do controle sobre sistemas descentralizados (ZEILINGER, 2018);
- Licenciamento de direitos autorais (QUINN; CONNOLLY, 2021);
- Estabelecer método unificado, em organizações de gestão coletiva, para licenciar obras, coletar e distribuir royalties (QUINN; CONNOLLY, 2021);

⁷² Trabalho referente à Dvoynikova, D.A., (2017). *Technology Blockchain in the Field of Intellectual Property*. Synergy Journal, 16, pp. 910–919. (In Russ.). Disponível em: <<http://synergy-journal.ru/archive/article1115>>. Acesso em: 19 de jul. de 2023.

- Venda de ativo através da utilização de *smart contracts*, eliminando o fator humano e efetuada de forma automática (SHATKOVSAYA *et al.*, 2018);
- Criptomoedas como método de pagamento, isto é, uso de criptomoedas em troca de bens e serviços (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Permitir que diferentes tipos de ativos sejam trocados no sistema blockchain (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Conforme regulamentação: podem permitir que trocas de ativos sejam qualificadas como “pagamentos” em troca de “transferências de propriedade ou um direito de uso” (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Facilitar a troca de ativos entre pares (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Licenciamento de direitos autorais, por titulares de direitos, via contratos inteligentes (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Emitir licenças automaticamente e permitir que os detentores de direitos autorais definam preços para diferentes conteúdos de acordo com certas regras (ZHANG; ZHAO, 2018);
- Aplicações em negócios orientados à propriedade intelectual (MOSTERT; JUE, 2018); e
- Comércio de obras de arte digital (FAIRFIELD, 2022).

Estudos sobre detecção/antifalsificação

- Aplicada à tecnologia de detecção de plágio de código, verificação distribuída e armazenamento de ativos de dados (RUINIAN *et al.*, 2018);
- A tecnologia blockchain pode ser usada no contexto das artes e antiguidades para desincentivar a venda de objetos saqueados e para gerenciar a administração compartilhada (WHITAKER *et al.*, 2021);
- Fornecer suporte para verificação de originalidade de código (*softwares*) (JING; LIU; SUGUMARAN, 2021);
- Combate à pirataria de direitos autorais (QUINN; CONNOLLY, 2021);
- Combate à falsificação (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Combate à disseminação de produtos falsificados (SHAKHNAZAROV, 2022);
- Combate à pirataria (MOSTERT; JUE, 2018); e
- Antifalsificação (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018).

Estudos sobre verificação de violação de direitos

- Mitigar o problema de violação de direito de propriedade intelectual, especificamente, no âmbito dos direitos autorais (*copyright*) (LIN *et al.*, 2020);
- Combater formas de infrações, como reprodução sem permissão (SONG *et al.*, 2021);
- Redução de vazamentos de dados e uso não autorizado de ativos (DARABSEH; MARTINS, 2021).

Estudos sobre certificação e registro

- Certificar a propriedade intelectual dos usuários em redes digitais (SUN; WANG; WANG, 2018);
- Certificação de direitos autorais: proteção por meio de certificação de originalidade, com dados preservados para garantir a legalidade e a não adulteração (LIN *et al.*, 2020);

- Facilitar ao titular de direitos de propriedade intelectual o registro de ativo digital (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- *Hash* (código eletrônico) como um método de codificação do conteúdo exato do arquivo inicial, por meio de algoritmo matemático de sincronização de dados (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- Registro de objetos digitais aprovados por meio de *hash* (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- Uso como forma de registro distribuído, baseado na terceira geração de TIC (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- Manutenção de registros e contratos inteligentes (MORABITO, 2017);
- Uso como carimbo eletrônico da hora (*electronic timestamp*); serviço de entrega eletrônica registrada (*electronic registered delivery service*); assinatura eletrônica (*electronic signature*); serviço de confiança (*trust service*) (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018); e
- Garantir a fixação (gravação) do processo de registro das informações sobre um objeto de propriedade intelectual e a realização de alterações moderadas a essas informações (p. ex., relativas à alteração do titular do direito, contratos de licença concluídos, acordos entre vários titulares de direitos etc.) (SHAKHNAZAROV, 2022).

Estudos sobre elemento probatório e evidência de autoria

- Dados relevantes de obras preservadas podem ser facilmente extraídos e utilizados como prova efetiva para submissão à proteção judicial de direitos (LIN *et al.*, 2020);
- Ampla gama de aplicações em áreas jurídicas, incluindo direitos de propriedade intelectual (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Em litígios, possibilidade, seguindo os parâmetros legais, de utilizar registro em blockchain como prova legal (MALAURIE-VIGNAL, 2020);
- Uso como ferramenta legal em disputas judiciais ou outras transações relacionadas à lei (GÜRKAYNAK *et al.*, 2018);
- Estabelecer evidências de uso anterior de ativos de propriedade intelectual, de modo a poder invocar direitos de usuário anteriores (RAGOT; REY; SHAFAI, 2020); e
- Uso como base probatória de originalidade, novidade do objeto e validação de titularidade inicial (SHAKHNAZAROV, 2022).

Estudos sobre distribuição, divulgação e transparência

- Distribuição de obras protegidas por direitos autorais no ambiente digital (SAVELYEV, 2018);
- O contrato inteligente calcula a distribuição de royalties a cada participante (RYAN *et al.*, 2021);
- Código-fonte é acessível a todos os participantes, garantindo a transparência nas relações (RYAN *et al.*, 2021);
- Modelo editorial descentralizado, valoriza a cocriação e permite o pagamento de royalties a todos os profissionais envolvidos (RYAN *et al.*, 2021);
- Postagem de aviso de direitos autorais em todos os materiais distribuídos publicamente e fornecer mais transparência ao status de direitos autorais, evitando possíveis conflitos (ADIBFAR; COSTIN; ISSA, 2020);

- Potencial disruptivo em direção à extensão (ampliação) dos bens comuns criativos e não ao fechamento (restrição) (ZEILINGER, 2018);
- Registrar e tornar públicos direitos que uma pessoa detém sobre a propriedade intelectual (QUINN; CONNOLLY, 2021);
- Criação de banco de dados aberto e descentralizado, permitindo que dados de propriedade de trabalho possam ser atualizados em tempo real (QUINN; CONNOLLY, 2021);
- Criação de sistema descentralizado de distribuição digital de bens materiais e imateriais (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- Registrar direitos de propriedade intelectual facilmente acessíveis de qualquer lugar do mundo (LUTZ, 2018)⁷³; e
- Transmissão *peer-to-peer* (P2P) de dados com valor agregado (ZHU *et al.*, 2021).

Estudos sobre verificação de autoria ou propriedade

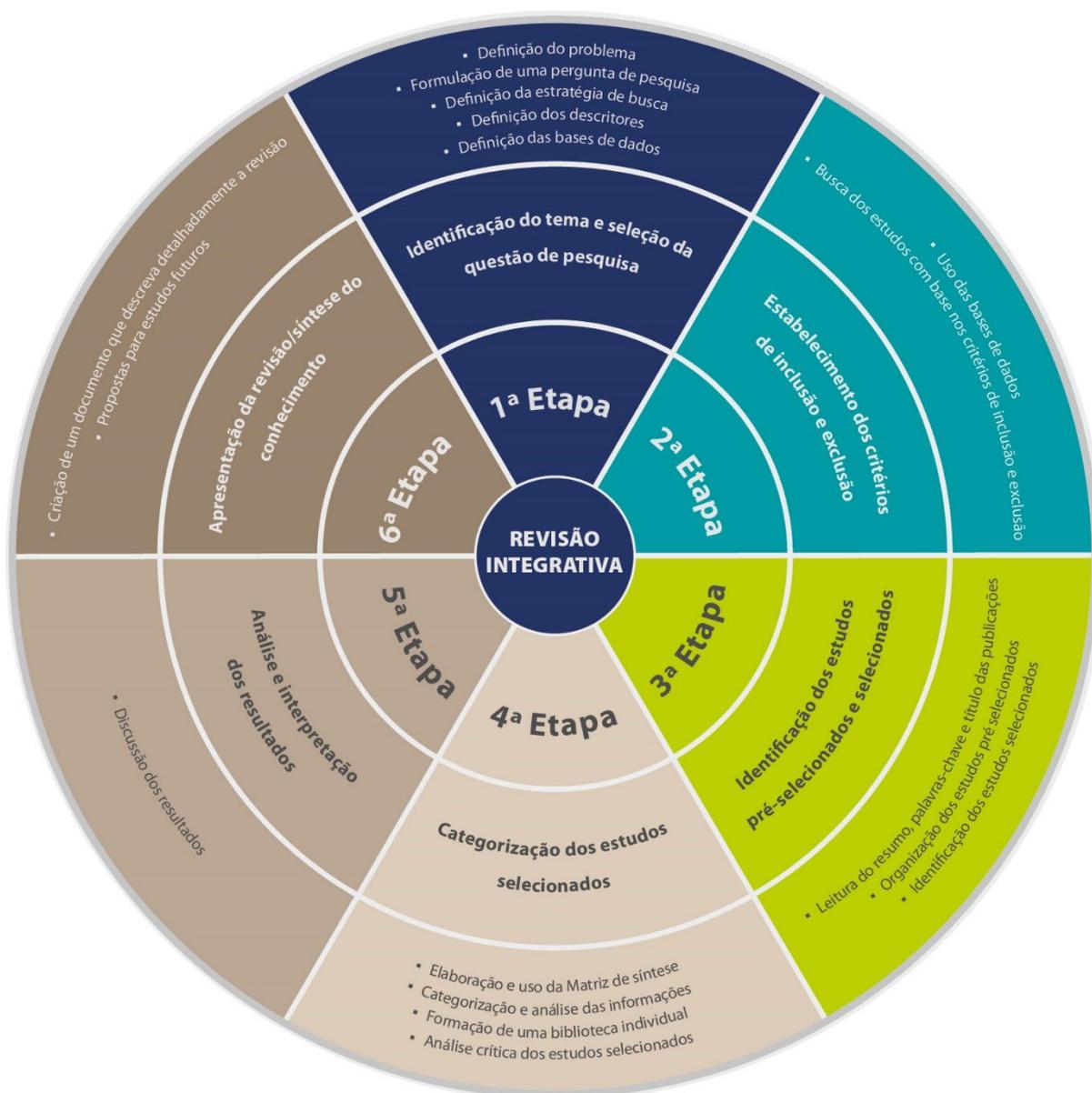
- Verificação de autoria de entradas (*inputs*), acordos de propriedade intelectual e royalties entre as partes envolvidas (RYAN *et al.*, 2021);
- Codificação, em contratos inteligentes, da propriedade dos direitos autorais e das divisões de royalties (RYAN *et al.*, 2021);
- Propriedade dos direitos autorais no mundo digital (SAVELYEV, 2018);
- Garantir a legitimidade da declaração sobre a titularidade de bens imateriais (SHATKOVSKAYA *et al.*, 2018);
- Criar uma base probatória, no registro da blockchain, para confirmar direitos pessoais intangíveis, bem como exclusivos (SHAKHNAZAROV, 2022); e
- Uso da tecnologia como ferramenta para melhorar a propriedade digital e o gerenciamento da Propriedade Intelectual (DARABSEH; MARTINS, 2021).

Estudos sobre rastreabilidade

- Rastreamento das cópias vendidas – físicas e por download (RYAN *et al.*, 2021);
- Criação de versões digitais rastreáveis e registradas da propriedade intelectual existente (RYAN *et al.*, 2021);
- Rastreamento de origem (MOSTERT; JUE, 2018);
- Aprimorar a rastreabilidade de informações e a eficácia da proteção (ZHU *et al.*, 2021); e
- Rastreabilidade de originais (ZHU *et al.*, 2021).

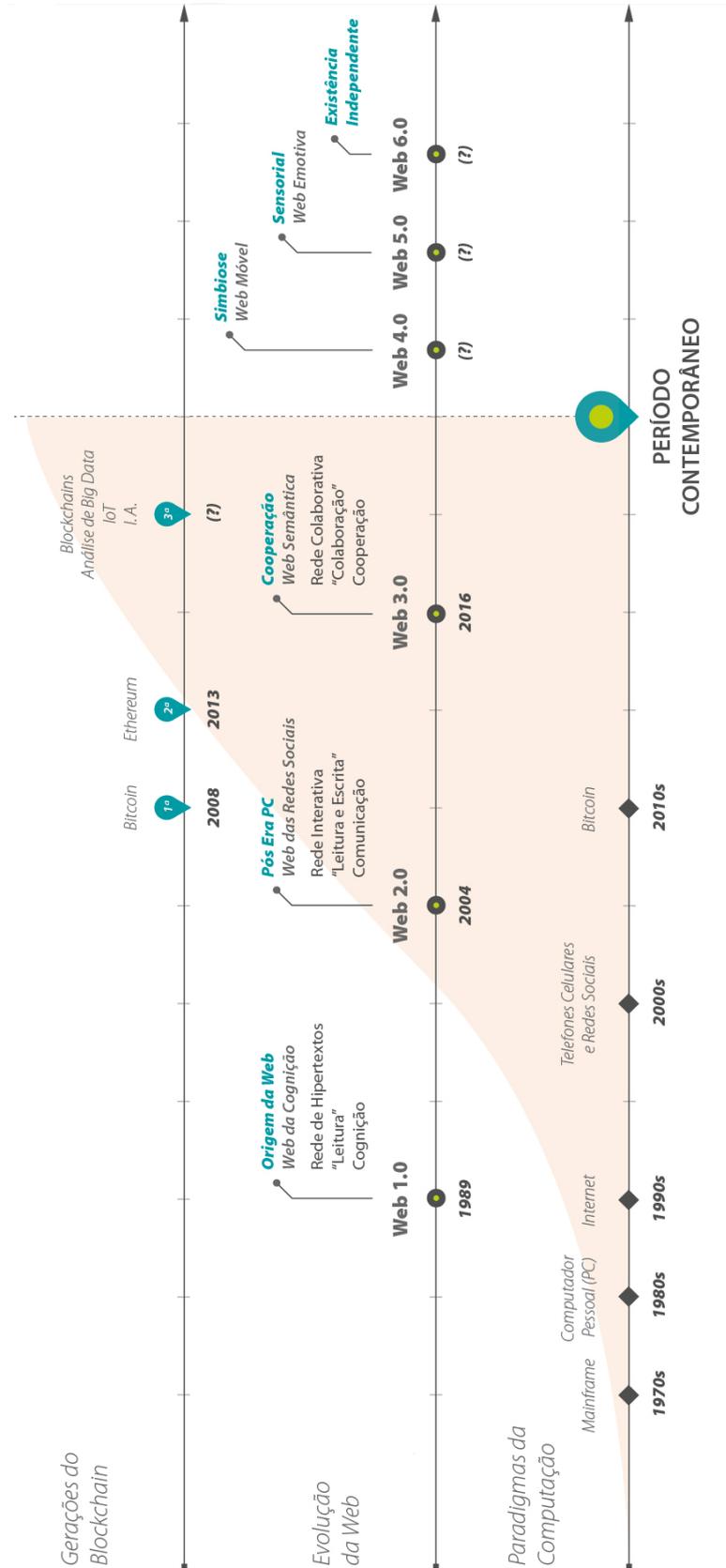
⁷³ Trabalho referente à Lutz, R., (2018). *Digital Transformation: Managing IP rights through the blockchain. Lexology* [online]. Disponível em: <<https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=1723d7df-0bb7-46f3-9db0-a9299c36dad>>. Acesso em: 19 de jul. de 2023.

ANEXO A – Processo para uma revisão integrativa



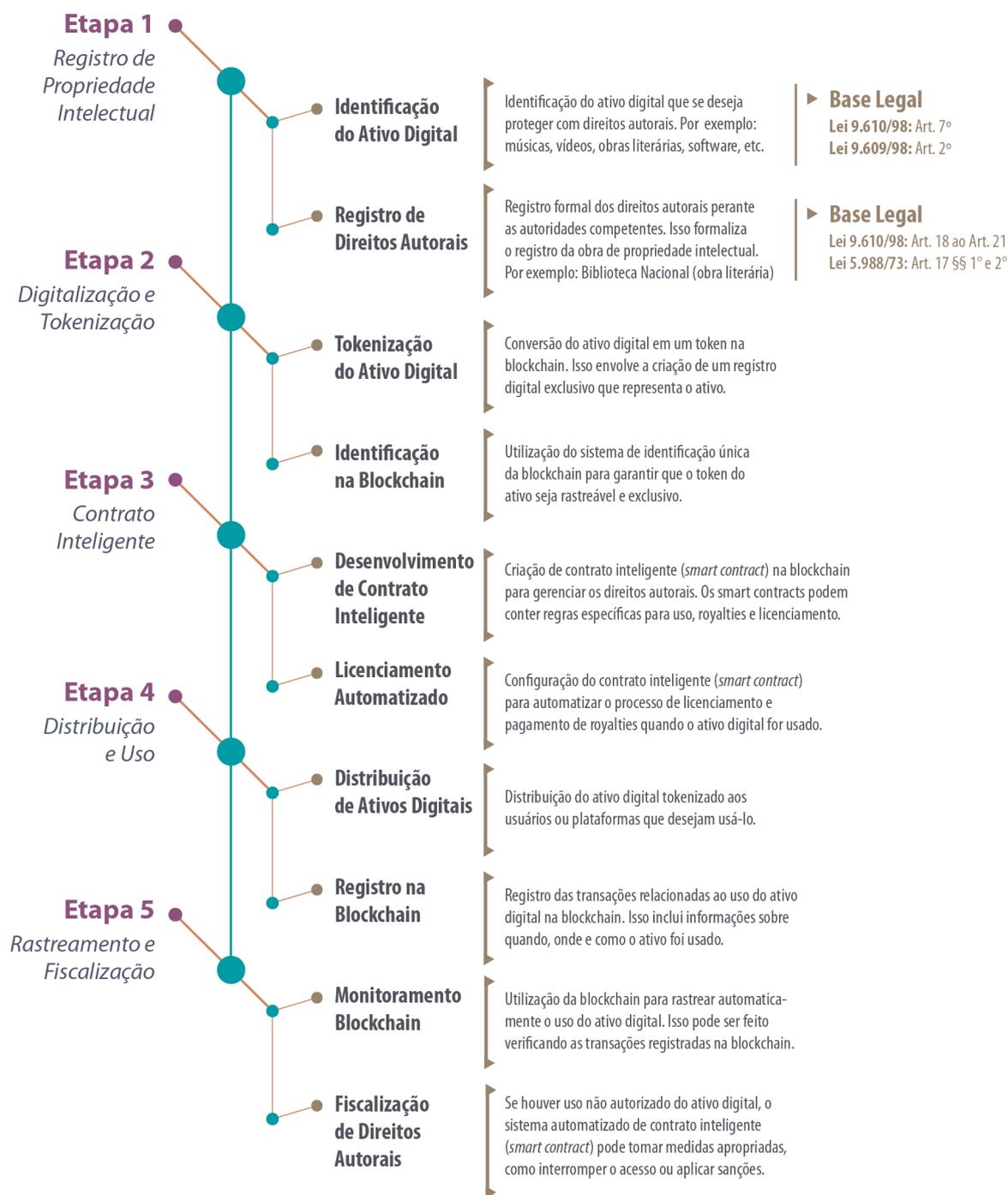
Fonte: Elaborado pelo autor, conforme Botelho, De Almeida Cunha e Macedo (2011).

ANEXO B – Gerações do blockchain, evolução da Web e paradigmas da computação



Fonte: Elaborado pelo autor. Com base em: Swan (2015), Choudhury (2014), Flerackers e Meyvis (2019), Król (2020) e Schwab (2016).

ANEXO C – Etapas para a aplicação de PI em redes blockchain



Fonte: Autoria própria. Figura elaborada segundo a legislação autoral (Lei 9.610/98), recomendações da WIPO para utilização da tecnologia blockchain e Ryan *et al.* (2021)

ANEXO D – Mapa mental com a síntese dos resultados



Fonte: Autoria própria. Figura elaborada com base nos resultados de pesquisa.