



Propriedade intelectual, *blockchains* e *smart contracts*: breve revisão sobre as relações e interações

Erik Schüler

Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

Docente EBTT, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Veranópolis, RS, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1046844040379714>

erik.schuler@ifrs.edu.br



Celso Luiz Salgueiro Lage

Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Especialista Sênior em Propriedade Industrial em Biotecnologia, Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0454490389384070>

clage@inpi.gov.br

Submetido em: 14/10/2022. Aprovado em: 02/01/2025. Publicado em: 03/09/2025.

RESUMO

Este artigo traz uma revisão bibliográfica acerca de diferentes soluções e análises realizadas quanto à utilização de *blockchains* e/ou *smart contracts* para o gerenciamento de aspectos envolvendo ativos de propriedade intelectual, tais como o adequado registro para fins de comprovação de anterioridade, rastreabilidade de titularidade, controle de cópias, automatização de pagamentos, execução de contratos, etc. As análises foram realizadas considerando-se estas tecnologias quando aplicadas ao direito autoral, à propriedade industrial, à proteção *sui generis* e aos contratos de transferência de tecnologia. A metodologia consistiu na busca por palavras-chave em bases científicas, com posterior análise qualitativa do conteúdo para extração dos pontos mais importantes de cada documento. De maneira geral, pode-se observar que a maioria das aplicações propostas refere-se aos aspectos envolvendo o direito autoral, seguido das aplicações para patentes, sendo que na maioria das soluções propostas, o registro em *blockchain* limita-se a informações sobre o ativo, sem necessariamente incluir o ativo na *blockchain*.

Palavras-chave: propriedade intelectual; *blockchain*; *smart contract*; NFT.

INTRODUÇÃO

Em 2008, após diversas e frustradas tentativas, foi finalmente proposta uma solução definitiva para a criação de uma moeda inteiramente virtual, cujas transações pudessem ser validadas inteiramente, independente da necessidade de instituições financeiras (Nakamoto, 2008). Ao mesmo tempo, em que surgia a *Bitcoin*, criava-se uma contribuição mais importante que a própria moeda: a blockchain. Inteiramente baseada em conceitos previamente conhecidos (Narayanan, 2017), tais como hash, Árvore de Merkel (*Merkel Tree*), Prova de Trabalho (*Proof of Work*), Chaves Públicas (*Public Keys*) e comunicação P2P (*peer to peer*), coube ao *white paper* que deu origem a *bitcoin* a junção destas ideias em uma proposta de cadeia de blocos descentralizada, responsável por armazenar transações financeiras, as quais são validadas (evitando-se problemas como o gasto duplo (*double spent*), cuja solução foi uma das motivadoras da criação da *Bitcoin*) pela própria rede participante (nós), registrando de modo perpétuo todas as atividades ocorridas e permitindo sua verificação em qualquer tempo.

Em 2014, também utilizando conceitos já existentes (Szabo, 1997), Buterin V., no *white paper* que deu origem à rede Ethereum, propõe a utilização de contratos inteligentes (*smart contracts*) instanciados em blockchain, de modo que, além das transações já existentes na rede *Bitcoin*, também a execução de programas de computador possa ser realizada e validada de forma descentralizada e independe da necessidade de terceiros. Mais ainda, a proposta é que se utilize nesta rede uma linguagem de programação do tipo *Turing Complete*, ou seja, cria-se a possibilidade de que qualquer programa desenvolvido em um computador possa ser “replicado” na forma de *smart contracts* (Buterin, 2014, p. 13).

Enquanto evolução óbvia, as redes baseadas em *blockchain*, com ou sem suporte de smart contracts, passaram a despertar vistas em relação a outros usos, além de suas concepções originais de transação puramente financeira (Joshi, 2018, p. 133). O surgimento dos NFT (*Non-Fungible Tokens*) (Wang, 2021; Fairfield, 2021), baseados no uso de *smart contracts* e negociados em redes *blockchain*, por mais que tenham como pano de fundo, ao menos até o momento da escrita deste artigo, quase que exclusivamente a comercialização de imagens “únicas”, com valores da ordem de dezenas de milhões de dólares (Ross; Cretu; Lemieux, 2021, p. 2263), abre diversas outras possibilidades além desta. A própria possibilidade da tokenização de ativos reais (“transposição” do físico para o virtual) amplia a gama de utilizações dos NFT, enquanto torna viável, por exemplo, a negociação de um edifício comercial “dividido” em pequenos pedaços, cada um valendo determinada porção do valor total do prédio (Allen, 2020).

Em consonância com os temas descritos, esse artigo tem por objetivo a realização de uma revisão sistemática da literatura, buscando fazer uma análise quanto ao uso destas variáveis (*blockchain*, *smart contract*, NFT e tokenização) quando confrontadas com as questões envolvendo os diversos institutos de propriedade intelectual, sejam eles aqueles envolvendo os direitos autorais, a propriedade industrial, proteções do tipo *sui generis* e a

própria transferência destes ativos. De forma geral, o texto irá se desenvolver a partir da análise de alguns possíveis usos da *blockchain*, do smart contract e do NFT/tokenização na proteção e/ou transferência de tecnologias, todos retirados da literatura disponível em bases de busca científica. Como será visto, a maioria das soluções propostas baseia-se, até o momento, no uso em situações envolvendo direito autoral, seguindo do uso para gerenciamento de patentes. Na maior parte dos casos, o registro em *blockchain* de dados vinculados aos ativos é a proposta dominante, ou seja, os ativos em si não são propriamente armazenados na *blockchain*, dada algumas restrições para tal.

Este artigo divide-se em metodologia e análise de resultados, contendo breve revisão de conceitos e apresentação das buscas realizadas. A partir do levantamento realizado, espera-se apresentar uma ampla revisão sobre os diferentes usos destas tecnologias para os variados tópicos envolvendo ativos de propriedade intelectual, indicando-se possíveis tendências, seja para a continuidade ou descontinuidade destes usos.

METODOLOGIA

O artigo baseia-se em análise documental feita a partir de breve revisão bibliográfica realizada na base de dados *Scopus*, envolvendo os termos “*blockchain*”, “*smart contract*”, “NFT” e “propriedade intelectual”, separadamente. Em complemento à referida revisão, foram feitas, também, buscas envolvendo os termos “*blockchain*”, “*smart contract*” e “NFT”, com cada um dos institutos envolvidos em cada uma das modalidades de proteção por propriedade intelectual (direitos autorais, propriedade industrial e proteções *sui generis*). De forma geral, a palavra de busca utilizada, para buscas exclusivamente no título do documento, foi formada por duas partes:

string_de_busca = parte_A + parte_B

A *parte_A* da palavra de busca manteve-se constante, constituída da seguinte forma:

parte_A = (blockchain OR NFT OR “non fungible token*” OR “smart contract”*)*

A *parte_B*, por sua vez, teve variações para pesquisa de diferentes institutos de propriedade intelectual, conforme explicado anteriormente. A tabela 1 apresenta o número de documentos encontrados exclusivamente na base *Scopus*, utilizando-se as palavras de busca descritas.

TABELA 1 – Resumo de resultados de revisão bibliográfica

parte_B string_de_busca	Número de documentos retornados
“intellectual property”	36
copyright	79
“industrial design”	00
“software registration”	00
(cultivar OR “plant variet”)	00*
trademark	01
“integrated circuit topography” OR “integrated circuit layout”	00
“geographical indication”	01
patent	07**
franchis*	00
“know how”	00
“trade secret”	00

Fonte: elaborada pelo autor, 2022.

* O termo “NFT” associado ao termo “cultivar” retorna diversos documentos, porém todos se referem a “Nutrient Film Technique”.

** A busca retorna 37 documentos, porém 30 destes se referem a patentes envolvendo a própria *blockchain*.

Além das buscas realizadas em banco de dados de bibliografia científica (*Scopus*), dada a baixa quantidade de resultados obtidos, verificou-se profícua literatura livremente acessível na Internet (*Google Scholar*, em especial) a respeito destes temas. Mantendo-se como critério mínimo a existência de revisão por pares, muito do referido material pode ser utilizado como base para o estudo.

Trata-se, portanto, de um trabalho baseado em pesquisa exploratória, com objetivo de buscar familiaridade com o problema da interrelação entre as tecnologias citadas e a propriedade intelectual, tornando-o mais claro e com possibilidade de criação de hipóteses. Os documentos retornados nas buscas foram analisados e alguns destes são apresentados neste trabalho, permitindo-se conclusões acerca dos possíveis usos das referidas tecnologias no gerenciamento da propriedade intelectual.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise e discussão de resultados está dividida em duas partes, sendo a primeira uma breve revisão dos conceitos que envolvem *blockchain*, *smart contracts*, NFT e tokenização; a segunda parte tratará, então, das possíveis interações entre estas tecnologias e diferentes ativos de propriedade intelectual.

Revisão de conceitos

Antes de qualquer análise, cabe breve revisão para entendimento mínimo das tecnologias envolvidas, abrindo-se espaço para perguntas cujas respostas irão culminar justamente em algumas das possibilidades de utilização destas tecnologias por alguns dos institutos vinculados à propriedade intelectual.

Blockchain

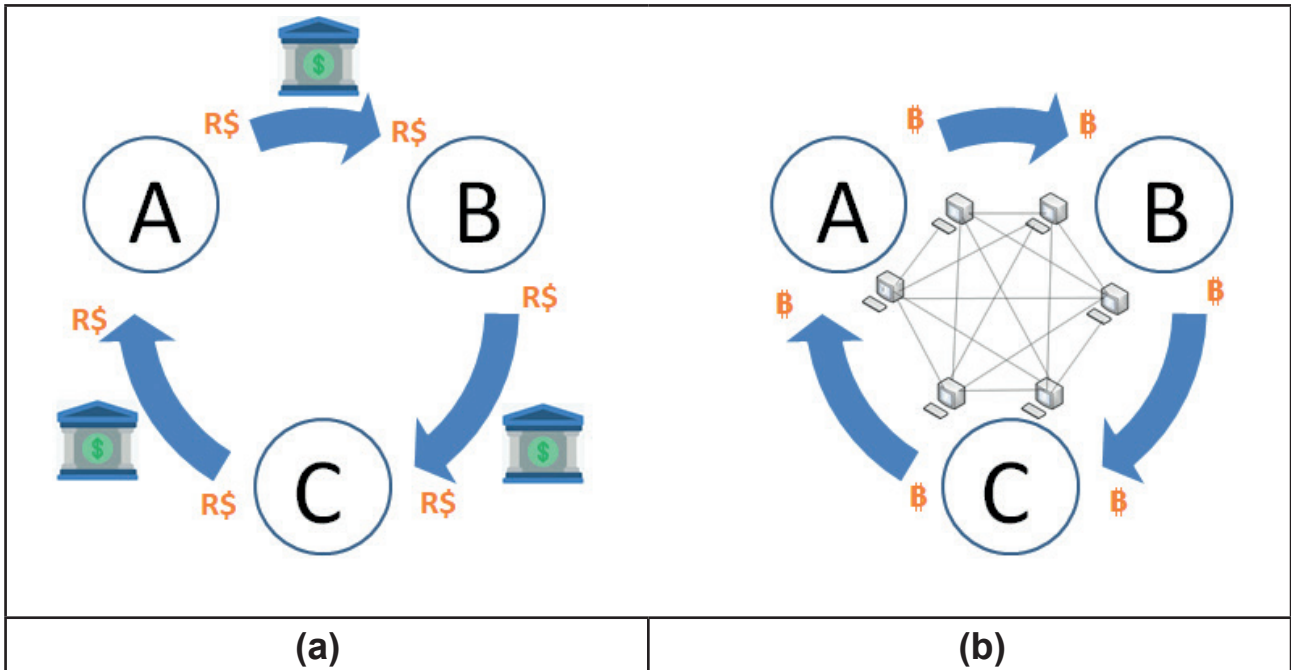
O próprio conceito de *blockchain* e a consequente associação à *Bitcoin*, por vezes leva a incompreensões. Para tentar esclarecer as diferenças entre *blockchain* e *bitcoin*, sem deixar de enfatizar a necessidade de vinculação da última com a primeira, imaginemos o caso em que um indivíduo 'A' resolve adquirir um certo produto em uma determinada loja virtual 'B'. Ao concluir a compra, a instituição financeira do indivíduo 'A' registra um "deslocamento" de uma certa quantia em reais desta instituição para a instituição financeira da loja 'B' (a mesma analogia pode ser feita no caso em que ambos possuem a mesma instituição financeira, apenas se considerando que o deslocamento de dinheiro ocorre da conta de 'A' para a conta de 'B'). De maneira análoga, ao final do mês, a loja 'B' precisa pagar o salário para seu funcionário 'C'. O pagamento, efetuado via transferência bancária da loja 'B' para a conta bancária do funcionário 'C', é realizado, novamente, pelo simples registro por parte da instituição financeira da loja 'B' da saída de certa quantidade em reais para a instituição financeira do funcionário 'C'. Finalmente, para fins de exemplo, o funcionário 'C' pega parte de seu salário e compra um produto na loja virtual pertencente ao indivíduo 'A', seguindo-se o mesmo percurso de recursos (reais) já descrito.

Percebe-se que em momento algum houve a necessidade (neste exemplo) do manuseio de moeda impressa. Todo o ciclo de utilização dos recursos financeiros pode ser feito exclusivamente pelo registro de movimentações financeiras de uma instituição para outra, ou seja, pela simples anotação de valores (números) em bancos de dados centralizados (cada instituição financeira possui seu banco de dados próprio). Em outras palavras, pode-se dizer, de maneira geral, que transações monetárias nada mais são que registros em bancos de dados de movimentações de valores. Salvo casos específicos, não há a necessidade de que papel-moeda seja trocado entre as partes.

Tomando este exemplo, se substituirmos a moeda "real (R\$)" por "*bitcoin* (B)", pode-se compreender a ideia por trás das moedas virtuais. Sem fazer qualquer juízo de valor quanto ao fato de que as moedas virtuais são ou não lastreadas, estão ou não vinculadas à produção e geração de serviço, etc., pode-se dizer que este tipo de recurso financeiro nada mais é do que a simples anotação de movimentações financeiras entre diferentes partes. Ainda neste exemplo, se substituirmos o termo "instituição financeira" por "*blockchain*", pode-se perceber a interdependência entre a moeda virtual e a referida tecnologia. A *blockchain* nada mais é do que um banco de dados descentralizado (ao contrário daqueles das instituições

financeiras do exemplo), responsável por registrar as transações financeiras realizadas. Sem entrar em questões técnicas envolvendo as diferentes formas de consenso (*Proof of Work*, *Proof of Stake*, etc.), a validação destas transações ocorre justamente quando a maioria dos participantes da rede *blockchain* (conhecidos como os nós da rede) entram em acordo quanto à autenticidade da transação realizada. Uma vez registradas as transações, tais registros passam a ser perpétuos, sem a possibilidade de alterações (Nakamoto, 2008, p. 3). Ambos os casos descritos podem ser vistos de forma esquemática na figura 1.

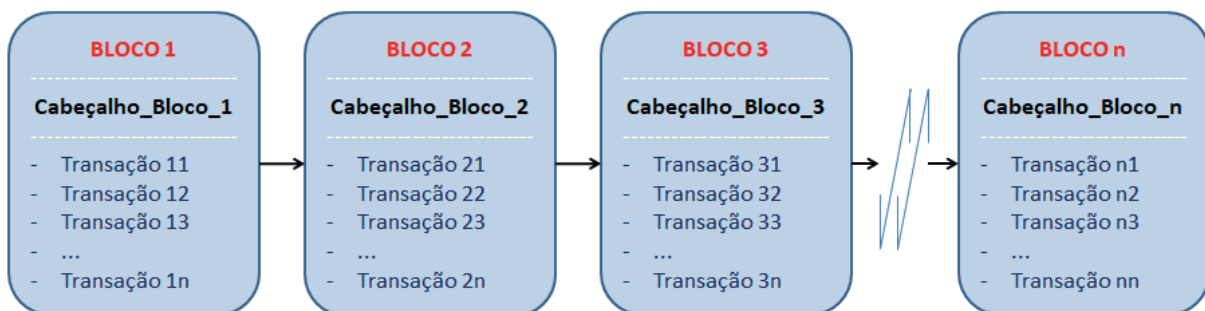
FIGURA 1 – Exemplo de transação financeira com registro de valores (a) em um banco de dados centralizado e (b) em um banco de dados descentralizado



Fonte: elaborada pelo autor, 2022.

O termo *blockchain* vem justamente do fato de que as transações são registradas em blocos que, quando devidamente preenchidos, são fechados e vinculados ao próximo bloco (via utilização de *hashes*), contendo novas transações, conforme mostra a figura 2.

FIGURA 2 – Ilustração simplificada de uma *blockchain*



Fonte: elaborada pelo autor, 2022.

Considerando-se a representação gráfica da *blockchain* (figura 2), surge uma primeira pergunta, cuja resposta pode levar a algumas possibilidades de sua utilização para gerenciamento de ativos de propriedade intelectual: e se, ao invés de transações financeiras, outras informações fossem registradas em cada bloco, tais como a venda de um determinado ativo ou o registro de utilização prévia de determinada tecnologia, sinal distintivo etc?

Smart contracts

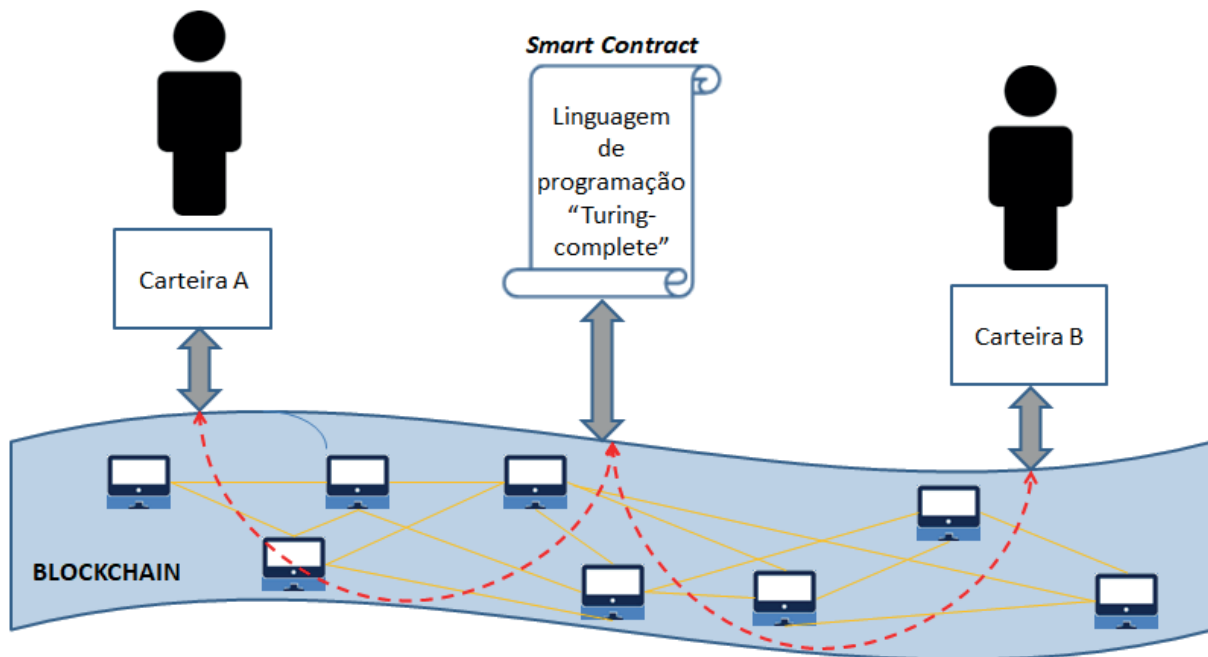
Antes de entrar nas possíveis respostas à questão posta no item 3.1.1, cabe um segundo esclarecimento acerca do conceito envolvido no *smart contract*. Fazendo uso de exemplo prático, considere aquele no qual dois usuários 'A' e 'B' realizam a troca de *bitcoins* entre si. Cada um destes indivíduos, para terem viabilizadas suas transações, necessitam estar vinculados a uma carteira digital (Buterin, 2014, p. 24).

Imaginemos, então, o surgimento de uma terceira carteira digital, a qual não está vinculada diretamente a um indivíduo, mas que se trata de uma sequência de instruções lógicas, as quais serão executadas caso ocorra alguma condição pré-determinada. Esta terceira carteira, cujas regras de participação na *blockchain* são determinadas pelo código inscrito na carteira, é o conceito de *smart contract*. A figura 3 apresenta o exemplo anteriormente sugerido.

Embora sejam tecnologias totalmente independentes uma da outra (o conceito de *smart contract* é bastante anterior ao de *blockchain*), os *smart contracts* tiveram sua utilização exponencialmente explorada a partir do surgimento da *blockchain*, enquanto, uma vez atingida(s) a(s) condição(ões) para execução (*enforcement*) do *smart contract*, as ações decorrentes são executadas e, então, validadas pela *blockchain*, a exemplo do que ocorre nas transações financeiras já descritas. Em outras palavras, a execução de determinado *smart contract* independe da necessidade de que um terceiro dê autorização para tal. Basta, para tanto, que as condições nele programadas sejam atendidas.

Apesar de serem possíveis de serem realizados na *blockchain* da *Bitcoin*, as regras pré-estabelecidas nos *smart contracts*, quando do surgimento da *blockchain Ethereum*, passaram a ter outra característica fundamental que contribuiu para a disseminação do conceito. A referida *blockchain* passa a dar suporte a *smart contracts* baseados em uma linguagem de programação do tipo *Turing Complete*, ou seja, cria-se a possibilidade de que qualquer programa desenvolvido em um computador possa ser “replicado” na forma de *smart contracts* e, assim, validados pela *blockchain* na qual está instanciado (Buterin, 2014, p. 13).

FIGURA 3 – Ilustração simplificada de um *smart contract* instanciado em uma *blockchain*



Fonte: elaborada pelo autor, 2022.

Coloca-se aqui a segunda questão envolvendo estas novas tecnologias e a propriedade intelectual: e se as regras pré-estabelecidas nos *smart contracts* fossem determinadas não apenas para realizar transações financeiras (como originalmente concebido pelo criador da rede *Ethereum*), mas para transferir outras coisas, tais como *royalties* associados a produções musicais, a titularidade de determinado ativo etc.?

NFT - Non-Fungible Tokens e Tokenização

Por último, cabe uma breve explicação acerca do conceito de *tokens*, de NFT e de tokenização. O primeiro pode ser visto como um certificado de posse de algo. Tomemos como exemplo uma ficha de pôquer. Esta não pode ser utilizada para comprar um jornal, entretanto, representa que aquele que a possui tem em mãos um certificado de posse de um certo valor vinculado à ficha (a qual só pode ser trocada por dinheiro no estabelecimento onde foi distribuída). Em termos de moedas virtuais, cada *blockchain* possui seu respectivo *token*. A *blockchain Bitcoin* tem um *token* homônimo, enquanto a *blockchain Ethereum* tem um *token* denominado *Ether*.

O NFT também possui conceito bastante simples, enquanto se compreenda a ideia de fungibilidade. Duas cédulas de cinco reais podem ser substituídas por uma cédula de dez reais, uma vez que moedas (assim como vários tipos de *commodities*) são fungíveis, ou seja, podem ser trocadas entre si, sem perda de valor intrínseco. Por outro lado, dois selos raros não podem ser trocados por um único selo (mais ou menos raro), pois tratam de itens infungíveis. Trazendo o conceito para a virtualidade da *blockchain*, pode-se trocar um *Bitcoin*

(*token* vinculado à *blockchain Bitcoin*) pelo valor correspondente em *Ether* (*token* vinculado à *blockchain Ethereum*), enquanto ambas são moedas virtuais, com valores que podem ser convertidos entre si. Por outro lado, uma imagem que apresenta um gato amarelo, em princípio, não pode ser substituída por uma imagem que apresenta um cachorro vermelho.

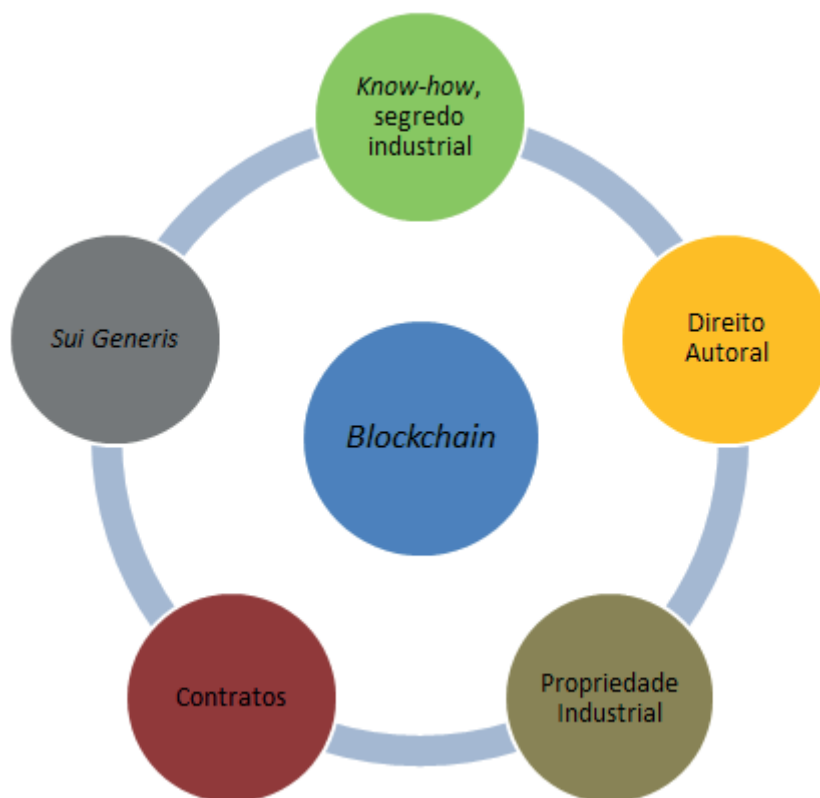
Novamente, sem fazer qualquer juízo de valor quanto à utilidade de se trocar imagens como as descritas (ou outra qualquer), o conceito de *Non-Fungible Tokens* (NFT) permanece válido. De forma genérica, pode-se dizer que um NFT é um *token* (certificado de posse) de algo que é único e, portanto, infungível. Serve para provar que determinado ativo (digital ou físico) “pertence a alguém”, ou seja, está vinculado à sua carteira digital. Sua relação está intimamente ligada à dos *smart contracts*, uma vez que o gerenciamento da propriedade e formas de transferência dos NFT são feitos a partir do uso de *smart contracts*, usando o padrão ERC-721 (Fairfield, 2021, p. 22).

Finalmente, o conceito de tokenização pode ser explicado pela ideia de que o *token* pode representar algo que já foi criado no mundo digital (tais como os famosos *Bored Ape*, *CryptoKitties*, etc.) ou pode representar algo que existe no mundo físico (tais como imóveis, títulos, obras de arte, ativos de propriedade intelectual, etc.) e que foi “transportado” para o mundo digital, ou seja, foi tokenizado. A tokenização, portanto, é a transposição de algo real (de preferência que tenha valor econômico) para o mundo virtual (mantendo o mesmo valor original, seja em um único *token* ou dividido entre vários *tokens*).

Possíveis usos para diferentes ativos de propriedade intelectual

Quando se discute a propriedade intelectual, faz-se necessário levar em consideração as diferentes subdivisões e diferentes ativos que envolvem estas subdivisões. Para este trabalho, propõe-se uma análise dos diferentes usos da *blockchain*, *smart contracts* e NFT considerando-se os aspectos da propriedade intelectual conforme apresentados na figura 4.

FIGURA 4 – Aspectos envolvidos na propriedade intelectual



Fonte: elaborada pelo autor, 2022.

De imediato, pode-se concluir por possíveis limitações ao uso das tecnologias descritas, quando vinculadas a diferentes institutos da propriedade intelectual. Por exemplo, no caso de uma patente, ativo vinculado à propriedade industrial, é seguro afirmar que o simples registro de um pedido de patente em uma *blockchain* não garante sua exclusividade, enquanto cabe ao Estado (no caso do Brasil, ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI) a análise e possível outorga da patente. Por outro lado, o registro de uma patente já concedida pode facilitar o monitoramento de seu histórico de cessão e/ou licenciamento, por exemplo (Brasil, 2020).

Nas subseções a seguir, será feita breve análise sobre cada um dos tópicos apresentados na figura 4, apresentando os possíveis usos e diferentes análises acerca das tecnologias associadas à *blockchain* em diferentes aspectos de cada um dos ativos vinculados a cada tópico.

Direito autoral

Direito de autor e copyright

Conforme o Art. 18 da Lei n.º 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que trata dos direitos autorais (direito de autor e conexos), “A proteção aos direitos de que trata esta Lei independe de registro” (Brasil, 1998a, p. 3). Assim, basta que o autor expresse sua criação em qualquer meio ou fixe-a em algum suporte para que os direitos que lhe cabem passem a ter efeito.

Por outro lado, o fato de o autor realizar registros de sua criação em um sistema imutável e facilmente averiguável, como as blockchains, poderia facilitar alguns aspectos envolvidos, seja no registro, seja na transferência da propriedade.

Algumas soluções envolvendo principalmente a proteção *copyright*¹ têm sido apresentadas na literatura. Dentre os ativos que mais apresentam soluções, a indústria da música é uma das que mais se beneficiaria. Em Gürfidan e Ersoy (2021), por exemplo, é proposta a criação de uma carteira de músicas baseada no uso de *blockchain*. A ideia é que, baseado no uso de formas criptografadas de arquivos de áudio, posteriormente armazenados em *blockchain*, apenas usuários autorizados (que possuam a chave adequada) poderiam ler os arquivos. Ainda no quesito *copyright*, Bell (2016) apresenta como problema o fato de o autor poder ou não se beneficiar da proteção de *copyright* sem ter de necessariamente revelar sua real identidade (usando um pseudônimo ou permanecendo anônimo). De forma resumida, o autor não conseguiria registrar, transferir ou reivindicar seus direitos de *copyright* sem se revelar ou sem a ajuda de um terceiro (que seja confiável a ponto de representar o autor). A análise, então, é que seria possível a utilização de chaves públicas (identidade digital associada a cada usuário de uma *blockchain*, a qual pode estar associada a pseudônimos e não necessariamente ao real nome da pessoa) para registro de transações em *blockchain*, mantendo-se, assim, seu anonimato. Desta forma, o autor poderia utilizar a *blockchain* para reivindicar a autoria de trabalhos usando assinaturas digitais, bem como prover um canal para realização de transações com interessados em licenciar ou comprar seus direitos. O texto traz ainda uma segunda e breve análise quanto à comprovação da autoria de trabalhos. A partir do uso de *timestamping*², o autor vincularia o primeiro acesso a determinado arquivo, sem necessariamente colocá-lo na *blockchain*, afinal “[...] o autor de um trabalho é sempre a primeira pessoa a ter acesso a ele” (Bell, 2016, p. 465, tradução nossa).³

Há, ainda, soluções que buscam mesclar tecnologias para conduzir a efeitos de proteção variados. Em Li (2022a), propõe-se a conversão de músicas em NFT, os quais seriam registrados em uma *blockchain*. Combinando os registros realizados a um sistema de recomendação baseado em inteligência artificial (IA), buscar-se-ia aumentar a eficiência e a

1 Mantidas as distinções entre *copyright* e o direito autoral, em princípio as soluções propostas para o primeiro podem ser adaptadas ao segundo, considerando-se cada um dos direitos envolvidos (direito de reprodução, de representação etc.).

2 Registro temporal constante em cada bloco de transações adicionados à *blockchain*, o qual garante que naquele momento específico tais transações foram realizadas.

3 Original: “The author of a work is always the first person to have access to it” (Bell, 2016, p. 465).

transparência da proteção realizada. Já em Alchaqmaqchee (2021), o ativo de proteção são imagens digitais, a partir das quais gerar-se-ia o respectivo *hash* que, em conjunto com um segundo *hash* oriundo da própria imagem e as informações de *copyright* armazenadas no *InterPlanetary File System* (IPFS)⁴, seriam armazenados em uma *blockchain*. Uma solução bastante completa é apresentada em Lin *et al.* (2020). A proposta baseia-se no registro em *blockchain* (via sistema *Maker-IP*) não apenas de *copyright*, mas também de patentes, marcas, informações sobre indicações geográficas, cultivares, entre outros. Para alguns dos ativos que este sistema registra, a utilização de conceitos de *Internet of Things* (IoT) é apresentada quando, por exemplo, deseja-se controlar produtos oriundos de determinada indicação de procedência.

As soluções propostas, por vezes, limitam-se a objetos específicos, como no caso apresentado em Ren *et al.* (2021), que propõe solução de controle de *copyright* para mapas geográficos ou, ainda, soluções específicas para controles de direitos autorais associados à indústria da moda (Burstall; Clark, 2017; Sacha, 2019). Há, por outro lado, questões que, pela movimentação financeira anual, geram soluções diversas. O problema de *copyright* envolvendo arquivos de vídeo, assim como no caso da música, está neste cenário. O fato de um vídeo disponibilizado em determinado site especializado (*e.g. YouTube*) ter como origem outro site (*e.g. Tik Tok*) pode causar problemas financeiros para ambas as plataformas caso as regras envolvendo os direitos autorais não sejam adequadamente utilizadas. Dentre as soluções usadas de maneira geral para monitoramento de vídeos, está a utilização de marcas d'água impressas nos diferentes quadros do vídeo. Relata-se, entretanto, que tal solução apresenta problemas, tais como a fragilidade quanto a ataques que visam excluir a marca d'água, deterioração da marca d'água, conforme o arquivo contendo o vídeo sofre compressões e manipulações diversas, assim como possíveis reduções de qualidade do próprio vídeo, enquanto a marca d'água pode aparecer na imagem, em função de baixa característica de invisibilidade (Wu *et al.*, 2022). Existem, por outro lado, soluções que partem do princípio da validação do registro de *copyright* por terceiros, de forma centralizada, o que torna o processo frágil nesse aspecto (Wu *et al.*, 2022, p. 2); outra baseia-se na utilização de criptografia de arquivo baseada em chaves, o que leva às questões referentes ao gerenciamento das chaves e possíveis problemas daí oriundos (Wu *et al.*, 2022, p. 2). Sob esta ótica, Wu *et al.* (2022) propõem uma solução que não utilizaria marcas d'água, baseada na extração, a partir de algoritmos diversos, de características do vídeo, as quais seriam retiradas de quadros específicos (*key frames*) das imagens que constituem o vídeo. Estas informações seriam então armazenadas em *blockchain*, permitindo que os direitos possam ser repassados e/ou verificados quanto à sua veracidade (Wu *et al.*, 2022, p. 5). De maneira semelhante, Yang e Yu (2022) apresentam como solução a detecção de expressões faciais contidas no vídeo (a partir da utilização de redes neurais), cujas características seriam armazenadas na forma de um arquivo do tipo *log*⁵ em uma *blockchain*. Cada conjunto de características,

4 Sistema de armazenamento distribuído, baseado em trocas *peer to peer* (<https://ipfs.tech/>).

5 Termo comumente utilizado para designar arquivos que são gerados por programas para registrar ocorrências e eventos resultantes da execução destes programas. Trata-se, basicamente, de um arquivo com informações sobre outro arquivo ou programa.

segundo o autor, é único e, portanto, correspondem apenas ao vídeo original. Finalmente, em Zheng *et al.* (2021) é apresentada uma solução que combina o uso de marca d'água com armazenamento de informações em *blockchain*. Após a geração de marcas d'água específicas para cada vídeo, gerar-se-ia um *hash* desta marca que, juntamente com uma identificação do proprietário do *copyright*, seriam armazenados na *blockchain* para posterior validação.

Um segundo aspecto envolvendo o direito autoral é o que se refere ao licenciamento/cessão dos direitos autorais, tendo como pano de fundo, em geral, a facilidade no controle do pagamento de *royalties* e demais valores devidos. Em Rosenblatt (2019), é apresentada uma análise acerca da questão envolvendo o *copyright* e o pagamento de *royalties*. Partindo-se do princípio que existem dois *copyrights* para cada música criada (um para a composição/letra e outro para a interpretação), propõe-se uma análise da aplicabilidade do uso de *blockchain* em dois pontos diferentes: um envolvendo a cadeia que vai desde a criação da música até a chegada destas em serviços que irão distribuí-las aos consumidores; outro cobrindo as formas como estes serviços irão distribuir as músicas aos consumidores. Para o primeiro ponto, o problema envolvendo a necessidade de que as interpretações estejam necessariamente associadas às composições nas quais elas “encarnam” poderia beneficiar-se do uso de *blockchains*. Em um cenário ideal, cada vez que um usuário realiza o *download* ou toca uma música, o distribuidor do arquivo registra - em uma *blockchain* acessível às partes interessadas - identificadores da composição e da interpretação, permitindo que cada detentor de direito (ou outro envolvido) possa ler o registro e instituir um pagamento de *royalty*, a ser realizado em uma transação via *smart contract*. As gravações e transações estariam disponíveis a todos os envolvidos, estabelecendo uma trilha para auxiliar na solução de disputas. A principal vantagem do uso de *blockchain* seria, além da automatização do pagamento de *royalties*, também a redução da dependência da indústria musical de banco de dados privados centralizados, solução que hoje é empregada. O segundo ponto, conforme o autor, apesar de poder fazer uso de *blockchain*, não beneficiar-se-ia muito deste uso. A distribuição de músicas digitais, existente há décadas, migrou de serviços de *download* para serviços de *streaming*, permitindo que usuários ouçam suas músicas preferidas a qualquer momento (*on demand*), sem, entretanto, de fato possuí-las (como era o caso do vinil e do CD, por exemplo). Em uma utilização de *blockchain*, o artista criaria e disponibilizaria a música vinculada a um *token* (registrado em *blockchain*) contendo identificadores únicos para cada usuário. Caso o usuário queira alienar seu *token* (vendê-lo, emprestá-lo, alugá-lo, etc.), bastaria transferir a propriedade deste, adicionando um novo registro na *blockchain*, o qual estabeleceria um novo proprietário. Há ainda a possibilidade de vincular-se a cada arquivo um *hash*, o qual poderia ser recalculado pelo usuário para verificar a autenticidade do arquivo e pequenas outras variações do método (Rosenblatt, 2019, p. 18).

Há ainda um terceiro aspecto a ser considerado (porém, certamente, não o último) que é o de possíveis controles sobre a territorialidade, a qual se refere à transferência dos direitos autorais. Em Bodó, Gervais, e Quintais (2018) levanta-se a seguinte questão: por mais que o registro de direitos autorais possua, em função da Convenção de Berna, uma

cobertura “automática” em todos os países signatários do referido acordo, o princípio da territorialidade deve ser mantido e, portanto, legislações locais devem ser respeitadas, seja em função das diversas formas de exploração da licença ou formas de direitos que podem ser licenciados/cedidos (tradução para uma ou mais línguas, reprodução, representação, execução, etc.). Adicionando-se a isso que o autor da criação não é obrigado a formalmente registrá-la nos 176 países signatários da convenção⁶, levanta-se a questão de como controlar estas variáveis. Os autores argumentam, então, que duas formas de coordenação devem ser consideradas para lidar com estas questões. Uma delas, as coordenações *off-chain* (questões que devem ser resolvidas entre as partes sem a utilização de *blockchains*) devem ser consideradas para a resolução de conflitos, quais sejam as causas destes. Por outro lado, as coordenações *on-chain* seriam aquelas que podem ser resolvidas de forma automatizada a partir da utilização de *smart contracts* instanciados (portanto, validados) em *blockchain*. A solução mais simples, concluem os autores, seria que os autores retenham todos os direitos e, então,

Cada autor possa permitir algumas utilizações sob licenciamento exclusivo, se e quando apropriado, e utilizar a tecnologia *blockchain* para licença em massa, de maneira não exclusiva (Bodó; Gervais; Quintais, 2018, p. 322, tradução nossa)⁷.

Enquanto o autor detém todos os direitos, os *smart contracts* validariam o uso das obras. De maneira geral, o uso de registros de transferências em *blockchain* permite a rastreabilidade de toda a cadeia de licenciamento/cessão. Enquanto todas as ações são registradas em uma sequência de blocos imutável e perene, “[...] a cadeia de informações de propriedade pode ser sempre rastreada” (Tam, 2019, p. 219, tradução nossa)⁸.

Além do uso direto de registros em *blockchain*, há uma gama de propostas que procuram associar o uso de NFT ao gerenciamento dos direitos autorais. Partindo-se da comparação entre o lançamento de NFT contendo uma nova obra de arte de determinado artista, com a impressão de gravuras para venda de cópias de obras de arte, numeradas e assinadas pelo artista, Pessler (2021) conclui que o adquirente de ambos passaria a possuir a titularidade sobre a obra, porém, não os direitos autorais. Assim, a utilização de NFT para a comercialização de obras de arte visuais apresentaria vantagens enquanto, em geral, neste mercado opera-se sob a lógica da existência de um editor

[...] o qual será o único responsável pela circulação da obra; [tem-se, assim,] um único titular, uma única obra, um único comercializador. Tanto o fã interessado naquela edição única quanto o investidor interessado em especular podem adquirir tais ativos para si, e o artista e seu editor são compensados” (Pessler, 2021, p. 257).

6 O artigo foi escrito em 2019, portanto desatualizado em relação ao atual número de signatários, que é igual a 181.

7 Original: “Each author could then allow some uses under exclusive licenses if and when appropriate, and then use blockchain technology to license mass uses on a non-exclusive basis” (Bodó; Gervais; Quintais, 2018, p. 322).

8 Original: “[...] the chain of ownership information could always be tracked” (Tam, 2019, p. 219).

A ideia, continua o autor, necessitaria de ajustes para ser utilizada no mercado da música, dado que o processo de criação de um fonograma (produto final a ser comercializado) possui diversos autores envolvidos, conforme já mencionado anteriormente. Enquanto conclusão, coloca-se que

[...] a tokenização das obras e fonogramas cominada com *smart contracts* para atribuição de direitos de uso [...] oferece o acesso às receitas recorrentes da exploração direta dos direitos patrimoniais sobre obras e fonogramas [...]” (Pessler, 2021, p. 290).

Com isso, permite-se o corte de intermediários, com consequente redução de custos de transação. De maneira análoga, Guadamuz (2021) realiza uma análise acerca do uso de NFT e o gerenciamento de direitos autorais. Uma das premissas utilizadas pelo autor é que, assim como descrito anteriormente, o NFT tem suas características definidas por um *smart contract* associado ao NFT. Em assim sendo, o uso de NFT poderia servir a diferentes aspectos envolvendo *copyright*: (1) à atribuição do *copyright*, permitindo que o autor de uma obra possa transferir a titularidade desta ao comprador; (2) ao registro de direitos, desde que haja uma autoridade verificadora (os próprios *marketplaces* de NFT poderiam realizar este papel), enquanto, conforme o autor, em tradução livre “Lixo entra, lixo sai, só porque existe uma reivindicação de titularidade registrada em uma *blockchain*, não significa que ela seja verdadeira” (Guadamuz, 2021, p. 1375, tradução nossa)⁹; (3) ao licenciamento, uma vez que, em teoria, seria possível a criação de *smart contracts* com qualquer tipo de acordo e, se tomarmos a licença como sendo um documento legal que permite ao licenciado realizar ações sobre uma obra protegida por *copyright*, então essa licença poderia estar representada em um NFT; e (4) ao controle de *royalties*, aspecto que seria o que mais tiraria proveito dos NFT uma vez que “[...] as características intrínsecas de capacidade de pagamento dos *smart contracts* permitem que os autores recebam de forma imediata pelos seus trabalhos [...]” (Guadamuz, 2021, p. 1376, tradução nossa)¹⁰. Ainda no aspecto envolvendo os *royalties*, outra possibilidade descrita seria a inclusão de cláusulas de pagamento automático no caso de revendas das obras, a partir da especificação de determinada porcentagem sobre a operação. A cada transação realizada com o *token* relacionado à obra, o autor automaticamente receberia sua remuneração.

De maneira geral, dadas as especificidades da tecnologia *blockchain* e seus agregados (*smart contracts* e NFT), o direito autoral beneficia-se (a) do fato de que cada registro tem assegurado sua unicidade, determinada pelo *hash* associado à criação; (b) do fato que o momento exato do registro será determinado por um carimbo de tempo validado (*trusted timestamping*); e (c) do fato de que a rastreabilidade do registro, bem como de suas possíveis transferências, poderá ser controlado pela utilização de *smart contracts*, não apenas para

9 Original: “Garbage in, garbage out, just because there is an ownership claim written in the blockchain, it does not mean that it is true” (Guadamuz, 2021, p. 1375).

10 Original: “[...] the built-in payment capability of the smart contract allows authors to receive immediate payment for their work [...]” (Guadamuz, 2021, p. 1376).

o correto e automático pagamento de *royalties* e demais encargos, mas também para rastreio de possíveis co-autores, registro de cadeia de proprietários dos direitos (e tipos de direitos), contabilização de cópias efetivamente vendidas pelo titular e consequente combate à contrafação, entre outros benefícios.

Programa de computador

Por mais que a proteção ao programa de computador possa envolver, em casos específicos, o uso de patentes¹¹ (quando da existência de uma solução técnica para determinado problema) ou o uso de desenho industrial (quando da proteção à interface gerada), cabe exclusivamente à proteção via direito de autor quanto esta refere-se ao código-fonte vinculado ao referido programa (Brasil, 1998b). Neste sentido, Passos (2019) discute a possibilidade de utilização de registro de programa de computador em *blockchain*, bem como a viabilidade de adoção de tais registros pelo INPI. Uma vez concluída pela viabilidade jurídica para tal, o autor propõe a utilização de *blockchain* para o registro de informações referentes aos códigos (hospedados de maneira *off-chain*, ou seja, fora da *blockchain*), sendo o sistema mantido pelo próprio INPI (Passos, 2019 p. 49). Conforme o autor, “As tarefas de validação do usuário, checagem dos dados do programa de computador e resumo *hash* do código fonte passarão a ser feitas automaticamente na plataforma [...]” (Passos, 2019, p. 50). Caberia à *blockchain* “[...] um registro seguro do controle de versionamento de cada edição feita pelo usuário e/ou terceiros que estejam participando de seu código-fonte” (Passos, 2019, p. 51).

Propriedade industrial

Conforme já mencionado anteriormente, enquanto cabe ao Estado a conferência da proteção das criações atinentes à propriedade industrial, o simples registro em *blockchain* de um pedido de patente, pedido de registro de marca etc., não garante ao titular a devida exclusividade.

De forma geral, os institutos de proteção à propriedade industrial incluem as patentes (de invenção e de modelo de utilidade), os desenhos industriais, as indicações geográficas e as marcas, todos devidamente regulamentados pela Lei n.º 9.279, de 14 de maio de 1996, conhecida como Lei da Propriedade Industrial (LPI). Há, ainda, o segredo industrial, porém, por não se tratar especificamente de uma exclusividade conferido pelo Estado, será analisado de forma separada.

11 Proteção conferida via Invenções Implementadas em Computador (IIC), conforme (Brasil, 2020).

Patentes

Em se tratando especificamente do tema patentes, em Bian (2021) é proposta a ideia de um sistema baseado em uma *blockchain* do tipo privadas (*permissioned*)¹², cujo acesso de usuários (depositantes e examinadores) seria permitido apenas após prévia autorização de uma autoridade externa. Nesta *blockchain*, os nós responsáveis pelas validações via consenso seriam os respectivos escritórios de patentes nacionais ou regionais, e nela estariam registradas todas as operações referentes ao processo de análise de pedidos de patentes, independentemente do país de depósito. Depositantes e examinadores teriam acesso à *blockchain* e, conseqüentemente, aos documentos depositados e sob análise (os quais estariam em um banco de dados descentralizado, externo à *blockchain*). De maneira análoga, Gunasekara (2022) propõe o uso deste tipo de *blockchain*, com princípios semelhantes aos propostos por Bian (2021), em uma estrutura baseada na *blockchain Ethereum*, portanto, com alto suporte de *smart contracts*. Nesta proposta, entretanto, o autor foca nos problemas envolvendo o depósito e o gerenciamento de patentes em nível mundial. Uma vez que os pedidos de patentes e patentes concedidas estivessem em um único sistema, consensualizado pelos nós participantes (escritórios nacionais e regionais), isto facilitaria as buscas de anterioridades, registros de transferências de titularidades, entre outros (Gunasekara, 2022, p. 339).

Seguindo lógica semelhante e com vistas ao gerenciamento (em especial negociação) de patentes já concedidas, Hu (2022) apresenta um sistema no qual os titulares de patentes já concedidas realizariam o *upload* da patente na própria *blockchain* (portanto, tem-se um sistema no qual as informações estariam *on-chain*). A verificação se há ou não outra patente igual já depositada ficaria por conta dos escritórios nacionais, sendo que a *blockchain* não necessariamente possuiria estes escritórios como nós validadores, mas sim os próprios usuários da rede.

Por outro lado, Li (2022b) propõe uma estrutura de armazenamento de informações de patentes que ainda não tenham sido divulgadas. Para tanto, os dados sensíveis contidos nos documentos (titular, inventor, etc.) seriam armazenados em *blockchain*; já os dados considerados não sensíveis, ou seja, o pedido de patente em si, seria armazenado *off-chain*, em um banco de dados central, de maneira fragmentada. Um *hash* destes dados não sensíveis também seria gerado e armazenado *on-chain*. Em Loke (2019) é descrito um sistema para registrar novas invenções, o qual é baseado na utilização de gráficos conceituais. A proposta é que, ao invés de descrever a invenção a partir de reivindicações contendo textos, tais reivindicações sejam documentadas utilizando-se gráficos conceituais, os quais capturam os conceitos contidos no texto, juntamente com suas relações (Loke, 2019, p. 642). Uma vez produzidos os gráficos a partir das reivindicações, gerar-se-iam seus respectivos *hashes* os quais seriam, então, armazenados em *blockchain*.

12 Ao contrário das *blockchains* do tipo *permissioned*, as do *permissionless* (públicas) permitem que qualquer usuário crie seu endereço e interaja com o sistema. Esta última é a utilizada nas criptomoedas em geral.

Em Denter (2022), apresenta-se uma revisão sistemática acerca das possibilidades de utilização da *blockchain* para o gerenciamento de portfólio de patentes. Para tanto, o autor analisa sete dimensões que constituiriam o referido portfólio: Geração (de conhecimento para produção de patentes), Execução (das formas legais de uso das patentes), Exploração (comercial das patentes), Organização (dentro da qual as patentes estão inseridas na instituição), Cultura (de produção de patentes) e Inteligência (para extração de conhecimentos de patentes existentes). A sétima dimensão é o próprio Portfólio, cujo gerenciamento estratégico prevê as especificações de sua composição. Esta dimensão é a central, estando rodeada pelas demais seis. Desta forma, não se beneficiaria diretamente do uso de *blockchain*, mas indiretamente.

O uso da *blockchain* na dimensão Geração estaria primordialmente focado na possibilidade de registro baseado em *timestamping* dos resultados obtidos das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), em especial no caso em que a empresa participe de ações envolvendo inovação aberta (*open innovation*), garantindo que os primeiros a criarem algo possuem tal registro. Na dimensão Execução, o emprego de *blockchain* estaria fundamentado na “publicação defensiva”, ou seja, quando o custo de patentear não vale a pena, a empresa opta por publicar o que foi criado, impedindo, assim, o patenteamento por parte dos concorrentes. Novamente, o uso de *timestamping* é requerido nesta dimensão. Para a dimensão Exploração, o registro em blockchain recairia no uso de “mercados de patentes descentralizados”, permitindo que vendedores e compradores negociem diretamente entre si, sem a necessidade de terceiros. A dimensão Organização, por sua vez, teria facilitado, entre outras, a criação de novas formas de organização, possibilitando, por exemplo, o aumento da rede de colaboradores (*networking*), com menor custo. Em estruturas tradicionais de *network*, conforme o autor, normalmente existe uma entidade central que gerencia a troca de conhecimento, o que não seria o caso ao se recorrer à *blockchain*. Outro exemplo para a mesma dimensão seria a livre comunicação entre academia e indústrias, sem intercessão de terceiros. Finalmente, para a dimensão Cultura, a *blockchain* estaria no princípio do incentivo à participação em processo de geração de ideias. Para empresas com sedes distribuídas, por exemplo, o uso de registro de ideias (ou tarefas) em *blockchain* poderia facilitar o monitoramento, o aumento de competitividade entre times, etc., aumentando a probabilidade de surgimento de novas patentes (Denter, 2022, p. 12).

Uma última análise no que concerne o uso de NFT para a representação de patentes enquanto ativos digitais é disponibilizada em Bamakan (2022). Enquanto uma patente pode ser registrada em determinada *blockchain* na forma de um NFT, sua negociação - seja para cessão ou para licenciamento - tornar-se-ia, a exemplo do que ocorre com obras protegidas pelo direito autoral, mais simplificada, com a possibilidade de rastreabilidade da titularidade e pagamento automático de *royalties*, por exemplo (Bamakan, 2022, p. 2). Desta forma, o autor apresenta uma estrutura baseada em cinco camadas para armazenamento (*on-chain* ou *off-chain*) das patentes, autenticação dos usuários vinculados aos NFT e que sejam titulares das

patentes (utilizando-se *smart contracts*), verificação das patentes depositadas (supostamente feita por especialistas designados pelos escritórios de patentes), gerenciamento dos ativos (utilizando-se *blockchain*) e negociação via diferentes *marketplaces* disponíveis.

Desenhos Industriais

Em relação ao instituto do Desenho Industrial, não obstante nenhum documento tenha retornado nas buscas realizadas (vide **TABELA 1**), esta forma de proteção já vem, há algum tempo, utilizando-se da *blockchain*. Exemplo disso é a união, em 2021, de duas grandes plataformas de buscas de marcas (*TM View*) e de desenhos industriais (*DS View*), ambas pertencentes ao Instituto da Propriedade Intelectual da União Europeia (EUIPO), em uma única *blockchain*, cujos nós são os escritórios europeus, para disponibilizar as marcas e desenhos industriais, aumentando-se a segurança dos registros (EUIPO, 2021).

Além disso, dadas as semelhanças que possam existir na forma de transferência e registros para fins diversos de desenhos industriais com as patentes, muitas das aplicações propostas para a segunda se aplicam ao primeiro. Citam-se, por exemplo, a rastreabilidade da titularidade, o pagamento automático de *royalties* e o registro para prova de existência.

Indicações Geográficas

No que diz respeito às Indicações Geográficas (IG) e possíveis benefícios do uso de *blockchain*, um único documento (Aronzon, 2019) foi retornado, no qual é feita uma análise da viabilidade, vantagens e desvantagens deste casamento, seja para a implantação de uma IG, seja para a manutenção de uma já existente.

Partindo-se do fato de que uma das aplicações mais bem sucedidas da *blockchain* é no controle de cadeias de suprimentos alimentícios e que uma IG baseia-se no controle do fornecimento de produtos de uma certa região geográfica, a autora conclui que a “Combinação da tecnologia *blockchain* com *smart contracts* e soluções em IoT melhorariam os benefícios” (Aronzon, 2019, p. 2, tradução nossa)¹³ para a manutenção e imposição de direitos relacionados a indicações geográficas já criadas.

Por outro lado, levando-se em consideração os aspectos legais que envolvem os requisitos para implantação de indicações geográficas nos Estados Unidos e na Europa, o documento conclui que o uso de *blockchain* “[...] adicionaria pouco valor para uma IG que esteja procurando estabelecer proteção inicialmente” (Aronzon, 2019, p. 19, tradução nossa)¹⁴.

Ainda, para as IG existentes a conclusão é que, para utilização de *blockchain*, esta deveria ser do tipo privada, com um intermediário confiável servindo como coordenação dos produtores, podendo este papel ser atribuído ao próprio grupo de produtores (monitores

13 Original: “Combining blockchain technology with smart contracts and Internet of Things solutions will enhance those benefits” (Aronzon, 2019, p. 2).

14 Original: “A blockchain application would likely add little value to the process of establishing protection for GIs” (Aronzon, 2019, p. 19).

da IG) ou à *World Intellectual Property Organization* (WIPO), caso a solução seja difundida (Aronzon, 2019, p. 42). Dentre as vantagens de utilização da *blockchain*, citam-se: coleta de informação para submissão aos monitores da IG; registro de certificações realizadas durante inspeções; prevenção quanto à possibilidade da IG se tornar genérica (perdendo, portanto, sua classificação de IG); prevenção à chegada ao mercado de produtos que não estejam em conformidade, entre outros (Aronzon, 2019, p. 43).

Marcas

Finalmente, no que concerne, ainda dentro da propriedade industrial, à proteção de marcas, é apresentado em Showkatramani (2019) um sistema baseado na utilização de *smart contracts* para armazenamento de informações referentes a marcas em *blockchain*. A proposta é a utilização de uma *blockchain* privada (*permissioned*), fundamentalmente para o registro de marcas previamente deferidas pelo respectivo órgão competente. Uma vez inserido no sistema proposto o certificado da marca (este ficaria armazenado de maneira *off-chain*) e os metadados desta (número de registro, data de depósito, data de registro, classificação, etc.), gerar-se-ia o *hash* do certificado para, juntamente com os metadados, serem armazenados na *blockchain*.

Já em Deblis (2018) apresenta-se uma análise referente ao uso de *blockchains* na regulamentação de marcas. Conforme o autor, apesar das vantagens referentes à segurança, amplo acesso, baixos custos de operação e facilidade na resolução de transações e disputas, e mesmo que governos desenvolvam regulamentações para o uso de *blockchains* para o gerenciamento de direitos relacionados às marcas, advogados ainda seriam um elemento necessário para a argumentações e interpretações em disputas, por exemplo (Deblis, 2018, p. 378).

Ressalta-se, por último, o já citado em relação à solução adotada pelo EUIPO no que tange à união dos sistemas *TM View* e *DS View*.

Sui generis

As proteções *sui generis*, como o próprio nome indica, recaem naquelas criações que, por suas naturezas, não se encaixam nas proteções já elencadas. Resumidamente, os institutos de proteção à propriedade intelectual que fazem uso desta classificação são os cultivares e as topografias de circuitos integrados. Um terceiro conjunto, nesta classificação, são o patrimônio genético e os conhecimentos tradicionais que, por suas especificidades, não serão tratados neste artigo. Resta apenas informar que buscas por estes temas, envolvendo as tecnologias aqui descritas, não retornaram documentos em pesquisa na plataforma *Scopus*.

O mesmo ocorre com as proteções via cultivares e topografia de circuito integrado. Muito embora seja evidente que ambas possam usufruir das potencialidades da *blockchain* (comprovações anteriores) e dos *smart contracts* (controle de licenciamentos/cessões), o desenvolvimento de material acerca de tais possibilidades, ainda é escasso ou inexistente.

Outros tipos de proteção

Conforme já mencionado, há formas de proteção que, por suas naturezas, não são objetos de exclusividade legal, ou seja, trata-se de conhecimentos exclusivos de seus detentores e que, portanto, não possuem sanção estatal para serem explorados na forma de exclusividade. Trata-se do segredo industrial e do *know-how*, cujas conceituações por vezes se confundem, podendo ou não serem utilizadas de maneira indistinta (Barbosa, 2003, p. 636)¹⁵. Cabe ainda, ressaltar que, apesar de não terem suas exclusividades garantidas por documento expedido (uma patente e/ou um registro), estes tipos de proteção encontram-se parcialmente resguardada na LPI que, no inciso XI do Art. 195 tipifica como possível crime de concorrência desleal àquele que “divulga, explora ou utiliza-se, sem autorização, de conhecimentos, informações ou dados confidenciais, utilizáveis na indústria [...]” (Brasil, 1996, p. 8353).

Novamente, apesar de as buscas pelos termos expostos, juntamente à *parte_A* da palavra de busca, não terem retornado informação na plataforma utilizada, documentação acerca do tema pode ser encontrada em fontes abertas (mantendo-se, como já dito, o critério de avaliação por pares).

Em Leite (2020) é feita breve análise jurídica quanto à existência de jurisprudências que tratem do uso de *blockchain* para fins de comprovação de propriedade de segredo industrial. Os autores indicam que, mesmo não havendo previsão legal referente ao “[...] uso do *blockchain* como meio de prova apta a subsidiar ações judiciais decorrentes de eventual quebra de sigilo industrial [...]” tal ferramenta poderia ser considerada como uma prova atípica e, portanto, levada em consideração quando em casos de litígio (Leite, 2020, p. 1836). Além disso, o registro em *blockchain* se enquadraria em casos que estão previstos “[...] no Código de Processo Civil, na Declaração de Direitos de Liberdade Econômica e Sistema Notarial Eletrônico [...]” (Leite, 2020, p. 1836). Por fim, os autores ressaltam que, contrariamente ao que ocorre no Brasil, alguns estados americanos, assim como a China e a Itália já teriam criado ou adaptado as respectivas legislações “[...] no que diz respeito à admissibilidade do *blockchain* como meio de prova em processos ou procedimentos judiciais [...]” (Leite, 2020, p. 1842).

Em um segundo trabalho referente ao tema, Wasim (2018) defende em sua tese de doutorado, entre outras possibilidades, a criação de um modelo que possa ser implementado em uma *blockchain* para emitir automaticamente uma liminar no caso de uma potencial

15 Em (Barbosa, 2003) são apresentados e analisados os conceitos de *know how*, *trade secret* (segredo industrial americano) e *secret de fabrique* (segredo de fábrica francês).

violação de contrato contendo segredo industrial. A proposta baseia-se na utilização de um algoritmo não supervisionado de aprendizado de máquina (*machine learning*) o qual, de maneira automática, acionaria um *smart contract*, que por sua vez lançaria a referida liminar ou uma ordem de restrição temporária. O algoritmo de aprendizado de máquina opera, conforme o autor, baseado na análise da significância da violação identificada e, desde que esta tenha determinado potencial para causar danos substanciais, o *smart contract* é acionado (Wasim, 2018, p. 102).

Finalmente, em Busnello (2022) apresenta-se um método para transferência de segredos industriais, levando-se em consideração o problema envolvendo o Paradoxo de Informação Arrow. De acordo com este paradoxo, nas palavras do próprio Arrow

[...] existe um paradoxo fundamental na determinação da demanda por informação; seu valor para o adquirente não é conhecido até que ele saiba da informação, mas neste momento ele efetivamente a adquire sem custo (Arrow, 1962, p. 615, tradução nossa)¹⁶.

Assim, Busnello propõe a utilização de *smart contract* instanciado em *blockchain* para a transferência de determinado segredo. O método baseia-se no

[...] uso de Provas de Conhecimento-Nulo, operadas por *smart contract* instanciado em *blockchain*, para controle de informações apresentadas como Provas e para efetivação automática das contraprestações sinalagmáticas, com simultâneas entregas do conhecimento e do pagamento às partes contratantes (Busnello, 2022, p. 10).

Contratos de transferência de tecnologia

Dado o exposto até então, em especial no que diz respeito aos *smart contracts*, muitas questões envolvendo a formalização, controle e execução de contratos poderiam ser realizadas utilizando-se tal ferramenta, especialmente se o *smart contract* estiver instanciado em uma *blockchain* para a devida autenticação descentralizada. Em Swanson (2014) é apresentada extensa e completa análise sobre as vantagens e desvantagens da transposição de contratos em geral para uma autoexecução via *smart contracts*.

Especificamente em se tratando de contratos envolvendo o licenciamento (para uso ou exploração) e/ou cessão de propriedade intelectual, os exemplos apresentados anteriormente corroboram com a real possibilidade de utilização de *smart contracts/blockchains* para validação/assinatura digital (exclusão de cartório), controle de *royalties*, gerenciamento de titularidade e/ou autoria, rastreabilidade de cópias, execução de sanções entre outros.

Um terceiro tipo de contrato envolvendo transferência de tecnologia é aquele que trata das franquias. Também para este universo, pesquisas têm sido realizadas para determinação

16 Original: “[...] there is a fundamental paradox in the determination of the demand for information; its value to the purchaser is not known until they know the information, but at that point they have effectively acquired it without cost” (Arrow, 1962, p. 615).

da viabilidade do uso das referidas tecnologias. Em Baron e Chaudey (2019), apresenta-se uma análise onde são identificados vários aspectos nos quais o uso de *blockchains* poderia melhorar o gerenciamento deste tipo de contrato. Segundo os autores, a cadeia de suprimento, proteção à marca, segurança e transparência no pagamento de taxas e *royalties* e acesso a informações confiáveis seriam algumas das vantagens. Referência importante é feita para os casos nos quais os *smart contracts* envolvidos no gerenciamento dos aspectos citados devem ter acesso a informações externas à *blockchain*. Para tal, os autores trazem à tona o conceito de *oracle*, ou seja, tipos específicos de *smart contracts* que possuem a capacidade de recuperar informações externas à *blockchain* e, portanto, podem se apresentar como um ponto de insegurança (Baron, 2019, p. 7). Em se tratando especificamente das vantagens supracitadas, uma das que mais se beneficiaria do uso de *blockchains* seria a própria cadeia de suprimentos relacionada à franquia. Dentre as vantagens cita-se a eliminação de intermediários, com conseqüente redução de custo, execução automática de acordos comerciais (cláusulas contratuais), auditabilidade das transações realizadas, validação de resultados por todos os participantes da rede (franqueados), entre outros. (Baron, 2019, p. 13).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento da *blockchain* possibilitou, para muito além das criptomoedas, diversas outras aplicações que, ao contrário da primeira, já possuíam soluções, mas que agora apresentam outras perspectivas.

Este artigo procurou trazer uma revisão fundamentada em publicações científicas, apresentando diferentes soluções e variados aspectos concernentes à utilização de *blockchains* e, por conseguinte, das tecnologias a ela vinculadas (*smart contract* e NFT), no que se refere à proteção e à transferência de diferentes ativos de propriedade intelectual.

Soluções e análises envolvendo o direito autoral (e o *copyright*) despontam como as mais promissoras a serem utilizadas. De forma geral, três aspectos foram considerados: registro e proteção, transferência e controle de territorialidade do ativo. Invariavelmente as propostas têm como base o registro de *hashes* e metadados dos arquivos digitais vinculados às obras, sendo que, a depender da indústria em questão (música, filmes, livros, etc.) a solução deve apresentar mais ou menos aspectos a serem considerados, tais como possibilidade de inclusão do arquivo *on chain*, utilização ou não de marcas d'água, necessidade de anonimato do autor, entre outros. Ressalta-se, na questão do direito autoral, as propostas usando NFT, dada a fácil associação entre arquivos a serem protegidos e a sua vinculação a um *smart contract* que controle um NFT.

O registro de marcas, assim como suas formas de transferência, parte de princípios semelhantes ao direito de autor. Dada a possibilidade de registro das informações vinculadas à marca (*hash*, metadados ou a própria marca), a comprovação de anterioridade de uso,

rastreabilidade de trocas de titularidade e pagamentos automatizados tornam-se soluções diretas associadas ao uso de *blockchain* e *smart contracts*. Mesmo raciocínio aplica-se aos programas de computador no que tange exclusivamente o código-fonte deste.

Para as patentes (e até certo nível desenhos industriais), as soluções contemplam desde a própria criação do produto/processo - possibilitando o registro de informações sensíveis - passando pelo controle do histórico do pedido até a concessão propriamente dita, culminando na possibilidade de rastreabilidade dos documentos (independentemente do seu país de origem) e o gerenciamento de portfólio (em seus mais variados aspectos).

Demais ativos, tais como topografias de circuito integrado, cultivares e indicações geográficas, apresentam pouca ou nenhuma solução proposta, o que abre caminho para novas ideias, seja para validar ou invalidar o uso de *blockchains* nestes casos. O mesmo pode ser extraído das aplicações envolvendo segredos industriais, apesar das análises e propostas encontradas na literatura.

Por outro lado, as questões envolvendo os contratos parecem ser bastante promissoras, uma vez consideradas as restrições exigidas por lei e, principalmente, as restrições referentes à necessidade de intervenção humana. Por mais que diversas cláusulas contratuais possam ser, de forma determinística, repassadas para a forma de execução automática via *smart contract*, há questões que necessitam de negociação, seja por falta de clareza na redação do contrato ou mesmo por assimetria de informações.

Apesar de todas as soluções aqui apresentadas serem tecnicamente viáveis, muitas delas não dependem única e exclusivamente da aceitação do mercado. Questões legais, que variam de uma nação para outra, conforme previsto no acordo TRIPS, fazem com que a adoção imediata de muitas das soluções não seja possível. A necessidade de alterações e/ou criação de regulamentações específicas, que sejam aceitas pelos países participantes de diferentes acordos envolvendo a propriedade intelectual - é sem dúvidas o ponto principal a ser considerado. Junte-se a isso que nem tudo precisa, necessariamente, ser resolvido via *blockchain*. Por mais que se tente (e se consiga) desenvolver soluções usando esta tecnologia para diversas outras aplicações, nem tudo terá seu mérito reconhecido pelo mercado e nem tudo será melhor do que soluções que já são utilizadas. Soluções já existentes e se mostram perfeitamente seguras, robustas e completas podem e devem continuar a ser usadas até que se conclua que estas não mais servem para o que foram concebidas, ou que se encontre outras mais adequadas, utilizando-se ou não da *blockchain*.

REFERÊNCIAS

ALCHAQMAQCHEE, M.; ALSAAD, N. Design scheme for copyright management system using blockchain and IPFS. **International Journal of Computing and Digital Systems**, Bagdad, v.10, n.1, May 2021.

ALLEN, M. Slice of prime Zurich real estate sold on blockchain. **swissinfo.ch**, [s. l.], 2020. Disponível em: https://www.swissinfo.ch/eng/tokenised-investment_slice-of-prime-zurich-real-estate-sold-on-blockchain/45495450. Acesso em: 28 jun. 2022.

ARONZON, S. Blockchain and geographical indications: a natural fit? **King's College London Law School Graduate Student Research**, London, n. 18, Sept. 2019. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3627352. Acesso em: 26 ago. 2022.

ARROW, K. Economic welfare and the allocation of resources for invention. *In*: Universities-national bureau committee for economic research and committee on economic growth of the social science research council (org.). **Rate and direction of inventive activity: economic and social factor**. Princeton: Princeton University Press, 1962.

BAMAKAN, S.; NEZHADSISTANI, N.; BODAGHI, O.; QIANG, Q. Patents and intellectual property assets as non-fungible tokens; key technologies and challenges. **Nature Scientific Reports**, [s. l.], v. 12, n. 2178, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05920-6>.

BARBOSA, D. **Uma introdução à propriedade intelectual**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Lumen Juris, 2003.

BARON, R.; CHAUDEY, M. Blockchain and smart-contract: a pioneering approach of inter-firms relationships? the case of franchise networks. **GATE WP 1917**, Lyon, 2019. Disponível em: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02111603>. Acesso em: 2 set. 2022.

BELL, T. Copyrights, privacy, and the blockchain. **Ohio Northern University Law Review**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 439-470, 2016.

BIAN, S.; SHEN, G.; HUANG, Z.; YANG, Y.; LI, J.; Zhang, X. PABC: a patent application system based on blockchain. **IEEE Access**, Nanjing, v. 9, Dec. 2021. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3048004.

BRASIL. Lei Nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Lei da Propriedade Industrial. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 8353, 15 maio 1996.

BRASIL. Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Lei de Direito Autoral. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 20 fev. 1998a.

BRASIL. Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Lei de Softwares. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 1, 20 fev. 1998b.

BRASIL. Portaria INPI/PR 411/2020. Institui a nova versão das diretrizes de exame de pedidos de patente envolvendo invenções em computador (IIC). Brasília, DF: INPI, 2020.

BODÓ, B.; GERVAIS, D.; QUINTAIS, J. Blockchain and smart contracts: the missing link in copyright licensing? **International Journal of Law and Information Technology**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 311-336, Sept. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/ijlit/eay014>.

BURSTALL, R.; CLARK, B. Blockchain, IP and the fashion industry. **Managing Intellectual Property**, London, Mar. 2017. Disponível em: <https://www.managingip.com/article/2a5c1r9eduy7gz8d4xkw0/blockchain-ip-and-the-fashion-industry>. Acesso em: 27 jun. 2022.

BUSNELLO, F.; SCHÜLER, E.; YANZER, A. **Método para transferência de segredos industriais por meio de smart contracts**. 2022. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Porto Alegre, Brasil. 2022.

BUTERIN, V. **A next-generation smart contract and decentralized application platform**. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

DEBLIS, M. Blockchain and trademark law: so perfect together? **Rail: the journal of robotics, artificial intelligence and law**, [s. l.], v. 1, n. 6, p. 375-380, Nov./Dec. 2018.

DENTER, N.; SEEGER, F.; MOEHRLE, M. How can Blockchain technology support patent management? a systematic literature review. **International Journal of Information Management**, [s. l.], v. 68, n. 102506, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102506>.

EUIPO. Instituto da Propriedde Intelectual da União Europeia. **EUIPO connects to TMview and DesignView through blockchain**. Notícias. Spain, 27 Apr. 2021. Disponível em: <https://euipo.europa.eu/ohimportal/pt/news/-/action/view/8662923>. Acesso em: 26 ago. 2022.

FAIRFIELD, J. Tokenized: the law of non-fungible tokens and unique digital property. **Indiana Law Journal**, New York, v. 97, n. 4, p. 1261-1313, 2021.

GUADAMUZ, A. The treachery of images: non-fungible tokens and copyright. **Journal of Intellectual Property Law and Practice**, Falmer, v. 16, n. 12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/jiplp/jpab152>.

GUNASEKARA, P.; RAJAPAKSE, C. A Blockchain-based model to improve patent authentication and management process. *In: 2nd International Conference on Advanced Research in Computing (ICARC), 2., 2022, [s. l.]. Conference [...]. [S. l.]: IEEE, 2022. DOI 10.1109/icarc54489.2022.9754086.*

GÜRFİDAN, R.; ERSOY, M. Blockchain-based music wallet for copyright protection in audio files. **Journal of Computer Science & Technology**, [s. l.], v. 21, n. 1, Apr. 2021.

HU, J.; ZHU, P.; QI, Y.; ZHU, Q.; LI, X. A patent registration and trading system based on blockchain. **Expert Systems with Applications**, [s. l.], v. 201, n. C, 1 Sept. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117094>.

JOSHI, A.; HAN, M.; WANG, Y. A survey on security and privacy issues of blockchain technology. **Mathematical Foundations of Computing**, Marietta, v. 1, n. 2, p. 21-147, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325173502_A_survey_on_security_and_privacy_issues_of_blockchain_technology. Acesso em: 27 jun. 2022.

LEITE, B.; Souza, C.; Bitencourt, G.; Jankovski, R.; Frey, I. Uso do *blockchain* para proteção do segredo industrial: uma análise da jurisprudência no direito brasileiro. *In: VI Encontro Natal de Propriedade Intelectual (ENPI), 6., 2020, Natal. Anais [...]. Natal: UFRN, v. 6, n. 1, 2020. p. 1836-1845.*

LI, N. Combination of blockchain and AI for music intellectual property protection. **Computational Intelligence and Neuroscience**, Zhengzhou, v. 22, n. 1, p. 1-8, 28 Apr. 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/4482217>.

LI, H.; LI, M. Patent data access control and protection using blockchain technology. **Nature Scientific Reports**, Beijing, v. 12, n. 2772, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05215-w>.

Lin, J.; Long, W.; Zhang, A.; Chai, Y. Blockchain and IoT-based architecture design for intellectual property protection. **International Journal of Crowd Science**, v. 4, n. 3, p. 283-293, May 2020. DOI 10.1108/IJCS-03-2020-0007.

LOKE, K. Concept timestamping on blockchain and decentralization of patents. *In: Wang, G.; El Saddik, A.; Lai, X.; Martinez Perez, G.; Choo, K. (ed.). Smart City and Informatization. Singapore: Springer, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-1301-5_50.*

NAKAMOTO, S. **Bitcoin**: a peer-to-peer electronic cash system. [S. l.], 2008. Disponível em: bitcoin.org/bitcoin.pdf. Acesso em: 27 jun. 2022.

NARAYANAN, A.; CLARK, J. Bitcoin's academic pedigree. **Communications of ACM**, [s. l.], v. 60, n. 12, Dec. 2017.

PASSOS, R.; TELES, E.; SILVA, M. **Proposta de aplicação da tecnologia *blockchain* para o registro de programas de computador no Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Instituto Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2019.

PESSERL, A. NFT 2.0: blockchains, mercado fonográfico, e distribuição direta de direitos autorais. **RRDDIS – Revista Rede de Direito Digital, Intelectual e Sociedade**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 255-294, 2021.

Ren, N.; Zhao, Y.; Zhu, C.; Zhou, Q.; Xu, D. Copyright protection based on zero watermarking and blockchain for vector maps. **International Journal of Geo-Information**, Nanjing, v. 10, n. 294, May 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi10050294>.

ROSENBLATT, B. The future of blockchain technology in the music industry. **Entertainment and Sports Lawyer**, Chicago, v. 35, n. 1, p. 12-20, 2019.

ROSS, D.; CRETU, E.; LEMIEUX, V. NFTs: tulip mania or digital renaissance? *In*: IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 2021, Orlando. **Conference [...]. [S. l.]: IEEE, 2021. DOI 10.1109/BigData52589.2021.9671707.**

SACHA, G. Blockchain and its relevance to intellectual property law in the fashion industry. **Studenckie Prace Prawnicze, Administratywistyczne i Ekonomiczne**, Kraków, v. 29, 2019.

SHOWKATRAMANI, G.; KHATRI, N.; LANDICHO, A.; LAYOG, D. A secure permissioned blockchain based system for trademarks. *In*: International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures (DAPPCON), 2019, Newark. **Conference [...]. [S. l.]: IEEE, 2019. DOI 10.1109/DAPPCON.2019.00026.**

SWANSON, T. **Great chain of numbers**: a guide to smart contracts, smart property and trustless asset management. San Francisco: [s. n.], 2014. 129 p. Disponível em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/chainbook/Great+Chain+of+Numbers+A+Guide+to+Smart+Contracts%2C+Smart+Property+and+Trustless+Asset+Management+-+Tim+Swanson.pdf>. Acesso em: 2 set. 2022.

SZABO, N. Formalizing and securing relationships on public networks. **First Monday**, [s. l.], v. 2, n. 9, 1997. DOI doi.org/10.5210/fm.v2i9.548. Acesso em: 17 jan. 2025.

TAM, T. Music copyright management on blockchain: advantages and challenges. **Albany Law Journal of Science and Technology**, London, v. 29, n. 1, p. 201-227, 2019.

WANG, Q.; LI, R.; WANG, Q.; CHEN, S. Non-fungible token (NFT): overview, evaluation, opportunities and challenges. **arXiv**, [s. l.], v. 1, 25 Oct. 2021. (preprint, submitted on 16 May 2021 (v1), last revised 25 Oct. 2021 (this version, v3). Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2105.07447>. Acesso em: 2 set. 2022.

WASIM, M. **Design and implementation of legal protection for trade secrets in cloud brokerage architectures relying on blockchains**. Tese (Doutorado em Direito, Ciência e Tecnologia) – Universidade de Bolonha, Bolonha, Itália, 2018.

WU, X.; MA, P.; JIN, Z.; WU, Y.; HAN, W.; OU, W. A novel zero-watermarking scheme based on NSCT-SVD and blockchain for video copyright. **EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking**, Haikou, v. 22, n. 20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13638-022-02090-x>.

YANG, Y.; YU, D. Short video copyright storage algorithm based on blockchain and expression recognition. **International Journal of Digital Multimedia Broadcasting**, Hangzhou, v. 22, n. 8827815, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/8827815>.

ZHENG, J.; TENG, S.; LI, P.; OU, W. ZHOU, D.; YE, J. A novel video copyright protection scheme based on blockchain and double watermarking. **Security and Communication Networks**, Hainan, v. 21, n. 6493306, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6493306>.