



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, BLOCKCHAIN E A CADEIA DE CUSTÓDIA DA PROVA NO PROCESSO PENAL

DOI: <https://doi.org/10.35699/2965-6931.2023.47605>

MATHEUS ARAÚJO*

RESUMO: O presente estudo visa discutir o emprego da Inteligência Artificial e Blockchain no procedimento da cadeia de custódia de provas e vestígios digitais. A pesquisa é de natureza qualitativa e a metodologia utilizada consistiu em método hipotético-dedutivo, por meio da revisão bibliográfica de autores que versam sobre inteligência artificial, tecnologia, cadeia de custódia da prova e direito processual penal. Assim, será feita uma análise do funcionamento da Inteligência Artificial e do Blockchain, bem como serão examinados os principais aspectos da cadeia de custódia, a fim de constatar a compatibilidade desta com as referidas tecnologias. Concluiu-se, ao final, pela possibilidade de utilização da Inteligência Artificial e do Blockchain para auxiliar no registro e preservação da cadeia de custódia, no âmbito do direito brasileiro, diante da segurança que esse tipo de tecnologia fornece.

PALAVRAS-CHAVE: inteligência artificial; cadeia de custódia; provas digitais; blockchain; direito processual penal.

Artificial intelligence, blockchain and the chain of custody in criminal procedure

ABSTRACT: This study aims to discuss the use of Artificial Intelligence (AI) and Blockchain in the Chain of Custody of Digital Evidence and traces. The research is qualitative, and the methodology is based on a hypothetical-deductive method, through the bibliographical review of authors who deal with AI, Blockchain, technology, and criminal procedural law. Thus, an analysis of the functioning of artificial intelligence and blockchain will be carried out, as well as the main aspects of the chain of custody will be examined, in order to verify its compatibility with the referred technologies. It was concluded, in the end, for the possibility of using AI and Blockchain to assist in the registration and preservation of the chain of custody, within the scope of Brazilian law, given the security that this type of technology provides.

KEYWORDS: artificial intelligence; chain of custody; digital evidence; blockchain; criminal procedure law.

* Universidade Federal de Minas Gerais

1 A definição legal de Cadeia de Custódia está prevista no art. 158-A do Código de Processo Penal, qual seja, “[...] o conjunto de todos os procedimentos utilizados para manter e documentar a história cronológica do vestígio coletado em locais ou em vítimas de crimes, para rastrear sua posse e manuseio a partir de seu reconhecimento até o descarte.” (BRASIL, 2019).

2 Cumpre aqui fazer uma breve diferenciação entre vestígios e provas, uma vez que sua distinção é extremamente relevante. O art. 158-A, § 3º, do Código de Processo Penal define vestígio como “todo objeto ou material bruto, visível ou latente, constatado ou recolhido, que se relaciona à infração penal.” Prova, por sua vez, são meios utilizados para a reconstrução da história de um fato. Lopes Jr. (2019, p. 425) destaca as principais características da prova, quais sejam, “1. estão dirigidos a convencer o juiz de uma afirmação; 2. estão a serviço do processo e integram o processo penal; 3. dirigem-se a formar a convicção do juiz para o julgamento final - tutela de segurança; 4. servem à sentença; 5. exigem estrita observância da publicidade, contraditório e imediação; 6. são praticados ante o juiz que julgará o processo.”

Introdução

O presente artigo tem como objetivo discutir o emprego da Inteligência Artificial (IA) e do *Blockchain* na preservação de provas digitais, bem como na Cadeia de Custódia da Prova no Processo Penal Brasileiro. Para tanto, o objeto deste trabalho será limitado para responder às seguintes perguntas: (i) o ordenamento jurídico brasileiro autoriza o uso da Inteligência Artificial e do *Blockchain* na preservação de provas digitais?; (ii) como a Inteligência Artificial pode ser empregada em harmonia com os princípios e regras que regem o processo penal brasileiro?; e (iii) como a Inteligência Artificial e o *Blockchain* podem ser aplicadas ao procedimento da cadeia de custódia? Ao final, pretende-se demonstrar que o uso da inteligência artificial e do *Blockchain* é um importante meio para aprimorar o instituto da cadeia de custódia da prova, principalmente quando tratar-se da preservação de vestígios e provas digitais.

No tocante à metodologia de pesquisa empregada, a abordagem do problema parte de uma pesquisa de natureza qualitativa, sendo adotado o método de abordagem indutivo, que será desenvolvido a partir da pesquisa bibliográfica de livros e artigos científicos que versam sobre os seguintes conceitos: Processo Penal; Cadeia de Custódia; Vestígios Digitais; Metadados; Inteligência Artificial; *Machine Learning*, *Blockchain* e Cadeia de Custódia.

A hipótese adotada nesta pesquisa é a de que a Inteligência Artificial e o *Blockchain* podem ser empregados no procedimento da cadeia de custódia, especialmente quando se tratar de vestígios e provas digitais, diante da possibilidade de análise dos metadados pela inteligência artificial, com o escopo de identificar eventuais alterações nos vestígios digitais e, posteriormente, o *Blockchain* serviria para preservar a integridade e a autenticidade das informações contidas nas provas digitais, que são mais suscetíveis de manipulação e, conseqüentemente, demandam proteção maior do que os vestígios físicos. Para fundamentar a referida hipótese pretende-se utilizar as obras de Geraldo Prado, Janaína Matida e Aury Lopes Jr., no intuito de traçar as principais características

do instituto da cadeia de custódia, bem como os princípios aplicáveis ao instituto, a fim de verificar sua compatibilidade com as tecnologias mencionadas. Também serão consultadas as obras de Leonardo Parentoni, Marina Chatterjee, Vishal Maini e Karl Wüst, com o objetivo de compreender o funcionamento da inteligência artificial e do *blockchain*, de modo a constatar as formas de aplicação dessas tecnologias no âmbito da cadeia de custódia das provas digitais. Outras fontes e autores serão consultados ao longo desta pesquisa.

Ao final, pretende-se demonstrar a compatibilidade da IA e do *Blockchain* com a cadeia de custódia da prova digital no ordenamento jurídico brasileiro, demonstrando sua aplicação no procedimento de preservação de vestígios digitais, descrevendo, ainda, as vantagens que essas tecnologias oferecem na manutenção da integridade e autenticidade das provas digitais. Por outro lado, serão enumerados os cuidados que devem ser observados no emprego desse tipo de tecnologia, a fim de não comprometer princípios que regem o processo penal brasileiro.

3 PRADO, Geraldo. A cadeia de custódia da prova no processo penal. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 144.

A cadeia de custódia da prova no processo penal brasileiro

A Cadeia de Custódia¹ foi positivada no ordenamento jurídico brasileiro por meio da Lei nº 13.964/19, que introduziu os artigos 158-A ao 158-F no Código de Processo Penal. Os referidos dispositivos legais descrevem uma série de procedimentos que devem ser adotados pelos órgãos encarregados pela persecução penal, a fim de se preservar os vestígios² e provas encontradas ao longo de uma investigação. Prado define a cadeia de custódia como um procedimento necessário para “saber se um determinado elemento probatório está em condições de ser avaliado, ou seja, se o elemento probatório pode ser objeto de avaliação (...)”³. O objetivo, ao final, é assegurar a integridade e a autenticidade dos elementos colhidos durante a fase de investigação até o final do processo. A integridade pode ser entendida como algo que se encontra inteira, isto é, que não sofreu qualquer diminuição ou perda de sua inteireza. A autenticidade, por sua vez, corresponde ao caráter de legitimidade do vestígio, que não teve seu conteúdo adulterado ou corrompido.

4 LOPES JR., Aury. *Direito processual penal*. 17. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020, p. 411.

5 LOPES JR., Aury. *Direito processual penal*. 17. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020, p. 412.

6 “O Estado não deve ser superior ao criminoso apenas pelo ângulo do monopólio do exercício legítimo da coação. Sua superioridade antes de qualquer coisa deve ser ética.” PRADO, Geraldo. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 216.

7 PRADO, Geraldo. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 194.

8 Não é o foco desse trabalho discutir as consequências jurídicas da quebra da cadeia de custódia, por isso optou-se por uma abordagem breve deste tema. Recomenda-se a leitura dos autores mencionados nas notas de rodapé para se aprofundar acerca do tema.

9 O entendimento mencionado é sustentado por Gustavo Badaró e Deltan Dallagnol. Badaró explica que: “Por outro lado, no caso de vícios mais graves, em que se tenham dúvidas sobre a autenticidade ou a integridade da fonte de prova, em que haja uma probabilidade de que ela tenha sido adulterada, substituída ou modificada, isso enfraquecerá seu valor, cabendo ao julgador, motiva-

A doutrina identifica dois princípios que regem a cadeia de custódia, quais sejam a mesmidade e a desconfiança. Segundo Lopes Jr., o primeiro princípio estabelece que “a prova valorada é exatamente e integralmente aquela que foi colhida, correspondendo, portanto, “a mesma”⁴, ou seja, o procedimento visa assegurar a integridade do vestígio, desde o momento de sua coleta até a sua apresentação em juízo, de modo a evitar alterações no vestígio ao longo do percurso. O princípio da desconfiança, por sua vez, “consiste na exigência de que a prova (documentos, DNA, áudios etc.) deva ser “acreditada”, submetida a um procedimento que demonstre que tais objetos correspondem ao que a parte alegar ser.”⁵ O referido princípio decorre da lógica de que não se deve atribuir, automaticamente, confiança aos elementos de prova colhidos ao longo de uma investigação pelo simples fato de ser o Estado⁶ atuando, muito pelo contrário, compete à autoridade policial e ao Ministério Público comprovarem que a não houve perda ou adulteração de um vestígio. Portanto, a integridade e a autenticidade de uma prova não são presumidas, mas sim comprovadas por meio da cadeia de custódia, de modo que “durante a investigação é que deve ficar demonstrado que o elemento probatório não foi manipulado pelo seu detentor original e pelos agentes do Estado responsáveis pela custódia, e que, portanto, está preservado e íntegro à disposição da defesa e do juiz.”⁷

A consequência jurídica⁸ da violação da cadeia de custódia é bastante discutida na doutrina, havendo, pelo menos, três entendimentos acerca de sua inobservância. O primeiro entendimento⁹ é de que a violação da cadeia de custódia, por si só, não acarreta a inadmissibilidade do elemento de prova, mas, tão somente, o enfraquecimento de seu valor probatório no momento de sua avaliação pelo juízo. De outro lado, o segundo entendimento¹⁰ defende que a violação da cadeia de custódia implica na inadmissibilidade do elemento de prova, de modo que este não poderá ser avaliado pelo juízo, devendo ser excluído do processo. Por fim, identifica-se um entendimento intermediário¹¹, que avalia o grau de violação da cadeia de custódia para estabelecer se haverá a inadmissibilidade da prova ou o enfraquecimento de seu valor no momento do julgamento. A posição defendida por Prado e Matida parece a mais adequada, especialmente quando se tratar de vestígios digitais, que são mais suscetíveis de sofrer alterações e modificações no seu conteúdo.

O procedimento da cadeia de custódia

Conforme mencionado anteriormente, a cadeia de custódia é um procedimento descrito nos artigos 158-A ao 158-F do Código de Processo Penal, sendo que os referidos dispositivos legais não esgotam o tema, tampouco estabelecem quais as técnicas que devem ser empregadas para preservação dos elementos de prova encontrados ao longo da investigação, o que abre margem para adoção de diversas técnicas, especialmente o emprego de meios tecnológicos para se atingir os fins pretendidos pelo legislador.

Em síntese, a cadeia de custódia¹² tem início com a identificação de vestígios que sejam de interesse para a apuração de um crime, sendo que os vestígios deverão ser descritos conforme se encontram no local, sendo possível o registro em fotografia e filmagem. Identificados os vestígios, proceder-se-á ao isolamento do ambiente, a fim de evitar a alteração do estado em que se encontra. Após o isolamento do local, os vestígios serão coletados e acondicionados em embalagens individualizadas e lacradas, contendo anotação da data, hora e o nome do responsável pela coleta e acondicionamento do vestígio. Dessa forma, os vestígios devidamente acondicionados serão transportados até a central de custódia, onde serão recebidos. No momento do recebimento dos vestígios, é de suma importância que haja a documentação do número de procedimento, da autoridade policial responsável, local de origem, nome de quem transportou o vestígio, código de rastreamento, o tipo de vestígio e identificação de quem o recebeu. Após o recebimento, será possível romper o lacre da embalagem que condiciona o vestígio, a fim de realizar o seu processamento, isto é, os exames periciais e a manipulação dos vestígios para a extração das informações relevantes para a investigação. Por fim, o vestígio será armazenado, em condições adequadas, até que haja autorização judicial para o seu descarte.

Os dispositivos legais que regulam a cadeia de custódia atentam para a importância de se registrar todas as pessoas que tiveram contato com o vestígio ao longo da cadeia de custódia, bem como o motivo do contato, o que foi feito com o vestígio na etapa de processamento e os métodos empregados para a preservação do vestígio. Matida explica que “os novos dispositivos assentam que a confiabilidade dependerá do necessário oferecimento de um detalhado rastreio, nos moldes definidos normativamente”.¹³ A documentação¹⁴ de todo o procedimento é essencial para que, posteriormente, as partes possam fazer a análise da cadeia de custódia, a fim de constatar eventuais desvios

damente, fazer tal análise. Evidente que, em tal caso, se se considerar atendível um meio de prova, decorrente de fonte sobre a qual haja irregularidades na cadeia de custódia, haverá uma inegável necessidade de reforço justificativo demonstrando o porquê ser possível confiar na autenticidade e integridade de tal fonte.” BADARÓ, Gustavo Henrique. *Processo penal*. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 514-515.

¹⁰ Essa corrente é defendida por Geraldo Prado, Janaína Matida e Aury Lopes Jr.

¹¹ Guilherme Madeira Dezem esclarece que “a consequência da violação da cadeia de custódia pode ser a nulidade da prova, sua ilicitude ou simplesmente o enfraquecimento da força probante deste meio de prova. A consequência dependerá da violação havida na cadeia de custódia.” DEZEM, Guilherme Madeira. *Curso de processo penal*. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021, p. 733.

¹² As fases da cadeia de custódia estão descritas no art. 158-B do Código de Processo Penal: Art. 158-B. A cadeia de custódia compreende o rastreamento do vestígio nas seguintes etapas:

I - reconhecimento: ato de distinguir um elemento como de potencial interesse para a produção da prova pericial;

II - isolamento: ato de evitar que se altere o estado das coisas, devendo isolar e preservar o ambiente imediato, mediato e relacionado aos vestígios e local de crime;

III - fixação: descrição detalhada do vestígio conforme se encontra no local de crime ou no corpo de delito, e a sua posição na área de exames, podendo ser ilustrada por fotografias, filmagens ou croqui, sendo indispensável a sua descrição no laudo pericial produzido pelo perito responsável pelo atendimento;

IV - coleta: ato de recolher o vestígio que será submetido à análise pericial, respeitando suas características e natureza;

V - acondicionamento: procedimento por meio do qual cada vestígio coletado é embalado de forma individualizada, de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas, para posterior análise, com anotação da data, hora e nome de quem realizou a coleta e o acondicionamento;

VI - transporte: ato de transferir o vestígio de um local para o outro, utilizando as condições adequadas (embalagens, veículos, temperatura, entre outras), de modo a garantir a manutenção de suas características originais, bem como o controle de sua posse;

VII - recebimento: ato formal de transferência da posse do vestígio, que deve ser documentado com, no mínimo, informações referentes ao número de procedimento e unidade de polícia judiciária relacionada, local de origem, nome de quem transportou o vestígio, código de rastreamen-

to ou violações ao longo do procedimento. A ausência de um relatório impede a análise judicial após o término das investigações, o que representa um prejuízo para as partes, principalmente para a defesa do investigado, que sequer tem o conhecimento da trajetória percorrida pelo elemento de prova.

A cadeia de custódia nas provas digitais

Uma breve leitura dos dispositivos legais que regulam a cadeia de custódia no Código de Processo Penal permitiria inferir que o procedimento somente se aplicaria aos chamados vestígios materiais, isto é, as evidências físicas encontradas na investigação. Contudo, a referida interpretação não se mostra adequada, de modo que é perfeitamente possível a aplicação da cadeia de custódia nas chamadas provas digitais¹⁵. Inclusive, mostra-se necessária a adoção do referido procedimento, tendo em vista a fragilidade¹⁶ que esse tipo de vestígio apresenta em relação aos vestígios materiais, diante da maior facilidade de exclusão e adulteração das informações contidas em meios digitais.

Há um consenso na doutrina acerca da possibilidade de aplicação da cadeia de custódia nos vestígios e provas digitais, bem como os tribunais superiores¹⁷ já reconhecem a necessidade de adoção do procedimento da cadeia de custódia nas provas digitais. Não restam dúvidas, portanto, da importância de se observar o procedimento dos artigos 158-A ao 158-F para assegurar a confiabilidade de uma prova digital, sob pena de inadmissibilidade no processo.

Acerca dos métodos e técnicas utilizados na preservação de provas digitais, cumpre demonstrar o tratamento do tema nos Estados Unidos da América, uma vez que existe, no âmbito federal, um guia¹⁸ para auxiliar as autoridades policiais nas investigações que encontrarem vestígios digitais. O referido guia contém uma série de deveres que devem ser seguidos pelo primeiro policial que entrar em contato com a cena do crime, especialmente quando se deparar com evidências digitais. Destaca-se, assim, algumas das providências e cuidados¹⁹ previstos no guia: assegurar, imediatamente, todos os dispositivos eletrônicos encontrados na cena; impedir que pessoas não autorizadas tenham contato com os dispositivos eletrônicos; remover todas as pessoas não autorizadas da cena do crime; garantir que a condição dos dispositivos eletrônicos não seja

alterada; deixar os dispositivos eletrônicos da forma em que foram encontrados, isto é, ligados ou desligados; não desligar dispositivos eletrônicos que estejam ligados; verificar se existe alguma comunicação, transmissão ou envio de informações nos dispositivos ligados, bem como se há algum processo em andamento para excluir conteúdo do dispositivo etc.

Além disso, há uma forte preocupação em documentar²⁰ a cena do crime para criar um registro para a investigação, de modo que se recomenda a filmagem e fotografia do local para uma melhor compreensão da cena do crime, bem como a posição e o local em que cada um dos dispositivos eletrônicos foram encontrados. Há, inclusive, recomendações de procurar por certos tipos de evidências digitais a depender do delito investigado, o que demonstra uma atenção especial dada a esse tipo de prova por parte das autoridades policiais norte americanas.

Verifica-se, portanto, que os vestígios e provas digitais demandam um maior cuidado na cadeia de custódia, pois, conforme dito anteriormente, são mais suscetíveis a manipulações e adulterações, tendo em vista a maior volatilidade que as informações digitais apresentam. Certamente, todo o cuidado é pouco quando o assunto é preservar vestígios digitais, de modo que toda e qualquer técnica voltada para esta finalidade é bem-vinda e deve ser incentivada no âmbito de qualquer investigação.

A (in)compatibilidade da aplicação da inteligência artificial e do blockchain no procedimento da cadeia de custódia de vestígios digitais

Feita uma explicação do que é cadeia de custódia e os seus objetivos, passa-se a responder, no presente tópico, os dois primeiros problemas apresentados na introdução deste trabalho. Em síntese, pretende-se demonstrar a compatibilidade da inteligência artificial e do *Blockchain* com o procedimento da cadeia de custódia previsto no ordenamento jurídico brasileiro.

É comum que tecnologias inovadoras sejam vistas com certa resistência por parte dos indivíduos, especialmente no âmbito do direito, onde parecer haver uma resistên-

to, natureza do exame, tipo do vestígio, protocolo, assinatura e identificação de quem o recebeu;

VIII - processamento: exame pericial em si, manipulação do vestígio de acordo com a metodologia adequada às suas características biológicas, físicas e químicas, a fim de se obter o resultado desejado, que deverá ser formalizado em laudo produzido por perito;

IX - armazenamento: procedimento referente à guarda, em condições adequadas, do material a ser processado, guardado para realização de contraperícia, descartado ou transportado, com vinculação ao número do laudo correspondente;

X - descarte: procedimento referente à liberação do vestígio, respeitando a legislação vigente e, quando pertinente, mediante autorização judicial.

13 MATIDA, J. A cadeia de custódia é condição necessária para a redução dos riscos de condenações de inocentes. Revista da Defensoria Pública do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, n. 27, p. 17–26, 2021, p. 21. Disponível em: <https://revista.defensoria.rs.def.br/defensoria/article/view/269>. Acesso em: 26 jun. 2023.

14 Prado descreve o que deve estar contido na documentação da cadeia de custódia: “a) os protocolos de coleta/extração do dado ou elemento probatório, de sorte a comprovar que não houve supressão, inclusão ou alteração de elementos

que afete a qualidade de prova autêntica e íntegra, em atenção ao princípio da mesmidade; b) os cuidados que foram adotados, voltados à transparência do processo anterior, que igualmente demonstrem que houve controle por terceiros da coleta/extração, acondicionamento, transporte e preservação do elemento probatório, isso em reverência ao princípio da desconfiança; c) a cadeia de pessoas que tiveram contato com o elemento probatório e os respectivos títulos e motivos, se funcionário público ou terceiro à administração, se para o transporte ou exame do vestígio etc.” PRADO, Geraldo. A cadeia de custódia da prova no processo penal. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 168-169.

15 Vaz conceitua prova digital como “os dados em forma digital (no sistema binário) constantes de um suporte eletrônico ou transmitidos em rede de comunicação, os quais contêm representação de fatos ou ideias.” VAZ, Denise Provasi. Provas digitais no processo penal: formulação do conceito, definição das características e sistematização do procedimento probatório. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, p. 64.

16 Prado explica que: “Na atualidade, toda a literatura sobre provas digitais alerta para os graves riscos de manipulação ou perda da integridade dos elementos probatórios, com prejuízo a sua autenticida-

cia maior com o emprego de tecnologias nas práticas forenses. Contudo, não se pode renunciar às vantagens oferecidas pelos avanços tecnológicos ao direito nas últimas décadas, desde que em sintonia com os princípios e regras vigentes no ordenamento jurídico brasileiro.

Antes de adentrar nas razões pelas quais a IA e o *Blockchain* são compatíveis com a cadeia de custódia, destaca-se, brevemente, os conceitos das referidas tecnologias. Segundo Maini e Sabri²¹, a Inteligência Artificial pode ser conceituada como “o estudo de agentes que percebem o mundo ao seu redor, formam planos e tomam decisões para alcançar seus objetivos.” Neste sentido, Chatterjee²² destaca que “a inteligência artificial visa permitir que as máquinas executassem o raciocínio, replicando a inteligência humana. Como o principal objetivo dos processos de IA é ensinar as máquinas a partir da experiência, alimentar as informações corretas e a autocorreção é crucial.” Trata-se, portanto, de uma tecnologia cujo objetivo é reproduzir a inteligência humana, a partir do reconhecimento e análise de informações, de modo a possibilitar o desenvolvimento de algoritmos que permitam a tomada autônoma de decisões e execução de ações. Tem-se como exemplo o ChatGPT, que consiste em “um modelo de linguagem baseado na arquitetura GPT-3.5, desenvolvido pela OpenAI, que utiliza redes neurais e técnicas avançadas de processamento de linguagem natural para gerar respostas coerentes e contextualmente relevantes em diálogos por texto.”²³ Para fornecer as respostas nos diálogos, o ChatGPT é alimentado com dados textuais obtidos pela internet, reconhecendo padrões e obtendo informações relevantes para proporcionar a resposta mais adequada ao diálogo iniciado pelo usuário do *software*.

O *Blockchain*, por sua vez, “é uma base de dados descentralizada, que é mantida por uma rede distribuída de computadores”.²⁴ Acerca de seu funcionamento, Wüst e Gervais explicam que “cada bloco está ligado ao bloco anterior por meio de um hash²⁵ criptográfico. Um bloco é uma estrutura de dados que permite armazenar uma lista de transações. As transações são criadas e trocadas por pares da rede *Blockchain* e modificam o estado da *Blockchain*”²⁶. O melhor exemplo para compreender a tecnologia *Blockchain* são as criptomoedas, que dependem da referida tecnologia para efetuar transações envolvendo ativos digitais. “Para que uma transação de *bitcoins* seja efetuada, o protocolo determina que todas as transações anteriores sejam verificadas, a começar

pelo primeiro bloco, o ‘genesis block’”.¹ Dessa forma, cada bloco armazena as mesmas informações relativas as transações de *bitcoins*, validando as operações para confirmar a transferência.

A simples descrição dos conceitos acima permite identificar diversas utilidades que as tecnologias supramencionadas podem oferecer à cadeia de custódia. Assim, diante das possibilidades oferecidas pela inteligência artificial e pelo *Blockchain*, haveria alguma vedação por parte do ordenamento jurídico brasileiro no emprego das referidas tecnologias na cadeia de custódia? A resposta é negativa, explica-se.

O processo penal brasileiro é regido pelos princípios da ampla defesa e do contraditório², que estabelecem, em síntese, que as partes poderão utilizar de todos os meios e recursos lícitos para se defenderem, bem como terão o direito de conhecer e se manifestar acerca de todos os atos processuais praticados, a fim de influenciar na decisão final a ser tomada pelo julgador. Além disso, conforme já mencionado, a Cadeia de Custódia é regida pelos princípios da mesmidade e desconfiança, que estabelecem um ônus para os órgãos investigadores de demonstrarem, por meio de um relatório, que os elementos de prova colhidos ao longo de uma investigação foram devidamente

1 MOREIRA, Athur Salles de Paula; DELGADO, Camila Campos Baumgratz; SANTOS, Gabriel Gonçalves. Repensando a tecnologia *Blockchain*: por que nem tudo o que você leu até hoje era verdade? In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (Coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTA-ANA, Mariana Damiani (Orgs). *Direito, Tecnologia e Inovação, v. III: Aplicações Jurídicas de Blockchain*. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021, p. 29.

2 “A parte deve ter conhecimento sobre os atos processuais praticados no processo e deve poder reagir a esses atos, impugnando-os”. DEZEM, Guilherme Madeira. Curso de processo penal. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021, p. 132-133. Ainda sobre o contraditório, Badaró esclarece que: “A incidência da igualdade substancial no contraditório mostrou a necessidade de implementá-lo e efetivá-lo. O contraditório deixa de ser mera possibilidade para se transformar em uma realidade. Deve haver real e igualitária participação dos sujeitos processuais ao longo de todo o processo, assegurando a efetividade e a plenitude do contraditório. É o que se denominou contraditório efetivo e equilibrado.” BADARÓ, Gustavo Henrique. Processo penal. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 61.

de, e isso não é relevado pelo ordenamento jurídico ao considerar as consequências que advêm da constatação da imprecisão técnica e das condições de preservação de elementos probatórios desta natureza.” PRADO, Geraldo. A cadeia de custódia da prova no processo penal. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 192.

17 Destaca-se trecho do voto do Ministro Ribeiro Dantas, da Quinta Turma do Superior Tribunal de Justiça, no julgamento do Agravo Regimental em Habeas Corpus nº 143.169/RJ: “Quando entram em cena as fontes de prova imateriais, ou aquelas que, conquanto tenham um suporte físico, são essencialmente intangíveis (a exemplo dos dados informáticos), não é diferente: em observância às peculiaridades dessas espécies probatórias, há técnicas específicas que precisam ser adotadas pelo aparato sancionador para garantir objetivamente a confiabilidade das provas por ele produzidas.” BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Quinta Turma. Agravo Regimental em Habeas Corpus nº 143.169/RJ. Agravante: R.L.S.M. Agravado: Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. Advogado: Marcelo Turbay Freiria. Rel. Min. Jesuíno Rissato. Brasília, 07 de fev. de 2023. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/processo/pesquisa/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

18 U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE OFFICE OF JUSTICE. *Electronic Crime Scene Investigation: A Guia for First Responders. Second Edition. Programs National Institute of Justice*. Disponível em: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/219941.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

19 U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE OFFICE OF JUSTICE. *Electronic Crime Scene Investigation: A Guia for First Responders. Second Edition. Programs National Institute of Justice*, p. 15-16. Disponível em: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/219941.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

20 “Documentation of a crime scene creates a record for the investigation. It is important to accurately record the location of the scene; the scene itself; the state, power status, and condition of computers, storage media, wireless network devices, mobile phones, smart phones, PDAs, and other data storage devices; Internet and network access; and other electronic devices. The first responder should be aware that not all digital evidence may be in close proximity to the computer or other devices.” U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE OFFICE OF JUSTICE. *Electronic Crime Scene Investigation: A Guia for First Responders. Second Edition. Programs National Institute of Justice*, p. 19. Disponível em: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/219941.pdf>. Acesso

preservados sem nenhuma perda de conteúdo, tampouco adulteração de suas informações. Há, portanto, uma desconfiança na atuação do estado investigador, cabendo a este comprovar a idoneidades dos vestígios colhidos no curso da investigação. “A preservação das fontes de prova é concebida como remédio jurídico-processual contra o desequilíbrio inquisitório, caracterizado pela seleção e uso arbitrário de elementos pelas agências repressivas”³. Consta-se que o registro da cadeia de custódia é essencial para a efetivação dos princípios da ampla defesa e contraditório, bem como para assegurar o devido processo legal⁴, uma vez que possibilita ao acusado ter pleno conhecimento de toda a história cronológica da prova submetida à apreciação das partes e do julgador.

O princípio da desconfiança reforça a ideia de que os órgãos investigadores devem adotar todos os meios possíveis para fazer um registro mais fidedigno de todo o percurso traçado pelo vestígio até a sua apresentação em juízo. Sendo assim, todo e qualquer método que aprimorar a preservação dos vestígios e o registro de todo o procedimento deverá ser empregado, especialmente quando se constata que os dispositivos legais que versam sobre o tema não estabelecem nenhuma técnica particular que deve ser utilizada no procedimento, tampouco vedam o uso de alguma tecnologia específica. Infere-se, portanto, que o legislador optou por permitir o uso de qualquer método, desde que seja voltado para aprimorar as finalidades de preservar os vestígios e documentar sua história cronológica.

Estabelecidas às premissas que regem o processo penal e a cadeia de custódia, constata-se que a Inteligência Artificial e o *Blockchain* poderiam ser utilizados para promover uma maior efetividade aos princípios mencionados anteriormente. Conforme será demonstrado no próximo capítulo, a IA pode ser utilizada para analisar metada-

3 PRADO, Geraldo. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 191.

4 “Em suma, o modelo constitucional do devido processo legal no sistema brasileiro é de um processo que se desenvolva perante o juiz natural, em contraditório, assegurada a ampla defesa, com atos públicos e decisões motivadas, em que ao acusado seja assegurada a presunção de inocência, devendo o processo se desenvolver em um prazo razoável. Sem isso, não haverá *due process* ou um processo equo.” BADARÓ, Gustavo Henrique. *Processo penal*. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 97.

em: 26 jun. 2023.

dos associados a arquivos digitais, por exemplo, informações referentes à criação ou exclusão de mensagens de texto ou áudios, o que permitiria verificar a autenticidade dos arquivos, detectando possíveis adulterações de conteúdo. Já o *Blockchain*, por possuir uma natureza imutável, possibilitaria o registro de informações no relatório da Cadeia de Custódia, sem que os registros pudessem ser alterados, fornecendo, assim, um histórico confiável e verificável acerca de todo o percurso realizado pelo vestígio digital até o seu descarte. Todas essas vantagens oferecidas por essas tecnologias fortalecem os princípios da mesmidade e desconfiança, bem como colaboram para o exercício da ampla defesa e do contraditório, pois fornecem uma maior transparência e lisura ao procedimento, possibilitando que as partes tenham um conhecimento mais preciso de todo o caminho traçado pelo vestígio e, a partir deste conhecimento, é possível a realização de um contraditório efetivo.

A plicações práticas da inteligência artificial e do blockchain na cadeia de custódia de provas digitais

Demonstrada a possibilidade de utilização da inteligência artificial e do *Blockchain* na cadeia de custódia, passa-se a descrever algumas aplicações práticas das referidas tecnologias no procedimento da cadeia de custódia. Neste momento, serão abordadas algumas funcionalidades que a inteligência artificial e o *Blockchain* podem oferecer no objetivo de preservar a integridade e a autenticidade de vestígios e provas digitais.

A inteligência artificial aplicada à cadeia de custódia

Já a IA, como dito anteriormente, visa replicar a inteligência humana, por meio do reconhecimento e análise de informações para a tomada de decisões autônomas. Esse

21 MAINI, Vishal; SABRI, Samer. Machine Learning for humans. 2017, p. 9. Disponível em: <https://everythingcomputerscience.com/books/Machine%20Learning%20for%20Humans.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023. No original: "Artificial intelligence is the study of agents that perceive the world around them, form plans, and make decisions to achieve their goals." (MAINI; SABRI, 2017, p. 9).

22 CHATTERJEE, Marina. Data Science vs Machine Learning and Artificial Intelligence: the difference explained, 2023. Disponível em: <https://www.mygreatlearning.com/blog/difference-data-science-machine-learning-ai/>. Acesso em: 28 abr. 2023. No original: "artificial intelligence aims at enabling machines to execute reasoning by replicating human intelligence. Since the main objective of AI processes is to teach machines from experience, feeding the correct information and self-correction is crucial."

23 OpenAI. OpenAI's GPT-3: Language Models are Unsupervised Multitask Learners. Disponível em: <https://openai.com/research/gpt-3/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

24 MOREIRA, Arthur Salles de Paula; DELGADO, Camila Campos Baumgratz; SANTOS, Gabriel Gonçalves. Repensando a tecnologia Blockchain: por que nem tudo o que você leu até hoje era verdade? In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (Coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTANA, Mariana Damiani (Orgs). Direito, Tecnologia e Inovação, v. III: Aplicações Jurídicas de Blockchain. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021, p. 26.

25 Destaca-se o conceito de hash fornecido por Schneier: "One-way hash functions are like digital fingerprints: small pieces of data that can serve to identify much larger digital objects. They are public functions; no secret keys are involved." SCHNEIER, Bruce. Secret & Lies: Digital Security in a Networked World. Indianapolis:

26 WÜST, Karl; GERVAIS, Arthur. Do you need a Blockchain? 2018 crypto valley conference on blockchain technology (CV-CBT). IEEE, 2018, p. 46. No original: "The name Blockchain stems from its technical structure - a chain of blocks. Each block is linked to the previous block with a cryptographic hash. A block is a data-structure which allows to store a list of transactions. Transactions are created and exchanged by peers of the Blockchain network

aprendizado pode se dar de várias maneiras, sendo denominado de *Machine learning* ou Aprendizado de Máquina. O Aprendizado de Máquina nada mais é do que um subconjunto da inteligência artificial, que possibilita a esta aprender por conta própria. Dessa forma, "um algoritmo de *Machine Learning* permite identificar padrões em dados analisados, construir modelos que expliquem o mundo e prever acontecimentos sem ter que estar previamente programada por regras e modelos"³¹. Um exemplo deste uso são os aplicativos de navegação, no qual utilizam a referida técnica de aprendizado para traçar as rotas mais rápidas para se chegar ao endereço pretendido pelo usuário. Verifica-se que não há programação prévia, uma vez que o aplicativo, por conta própria, a partir da análise de dados, direciona o usuário para o caminho mais rápido.

Existem diversos tipos de aprendizados de máquina³², contudo, não é o objetivo deste trabalho abordar de forma exaustiva todas as modalidades existentes, de modo que será tratado apenas as formas de aprendizagem que, no entendimento do autor, se mostram mais adequadas para os fins pretendidos pela cadeia de custódia.

Destaca-se, inicialmente, o aprendizado supervisionado, que é um tipo de algoritmo no qual um modelo é treinado a partir de um conjunto de dados rotulados, de modo que cada exemplo é composto por uma entrada e sua saída correspondente. O objetivo é encontrar uma função que mapeie as entradas para as saídas corretas, permitindo ao modelo fazer previsões precisas em dados não vistos.³³ Em síntese, no aprendizado supervisionado, a inteligência artificial é exposta a diversos exemplos previamente rotulados, com entradas e saídas, e, a partir dessas informações, o modelo se adapta para fazer previsões acerca de novos exemplos que forem surgindo no curso de seu funcionamento. Cita-se como exemplo a classificação de e-mails entre "spam" e "não spam". Neste caso, o conjunto de treinamento consistiria em vários e-mails, onde cada e-mail é representado com algumas características (por exemplo, palavras-chave, comprimento do e-mail etc.) e possui um rótulo indicando se é um spam ou não. O modelo é treinado para aprender a distinguir entre os dois tipos de e-mails com base nas características fornecidas. O aprendizado supervisionado apresenta duas tarefas, quais sejam, regressão e classificação. A primeira tem como objetivo prever um valor numérico contínuo com base em um conjunto de variáveis de entrada. A classificação, por sua vez, tem a função de "atribuir um rótulo"³⁴, isto é, a partir de das características de um determinado objeto, a inteligência artificial classifica este objeto, fazendo as devidas distinções.

No âmbito da cadeia de custódia, o aprendizado supervisionado poderia ser utilizado para identificar adulterações em provas digitais, em uma fase incipiente do procedimento, no intuito de averiguar eventuais manipulações do vestígio digital, antes deste ser submetido a perícia. Dessa forma, um modelo de aprendizado supervisionado pode ser treinado usando um conjunto de dados rotulados que contenham exemplos de vestígios digitais autênticos e exemplos com adulterações conhecidas. Têm-se como exemplos de adulteração as alterações em metadados³⁵, edições em arquivos de imagem ou manipulações em registros de atividades. A exposição da inteligência artificial aos dados rotulados como adulterados permitiria que o modelo desenvolvesse um algoritmo capaz de identificar modificações indevidas em vestígios digitais.

O uso da Inteligência Artificial na fase incipiente do procedimento da cadeia de custódia tem como objetivo identificar e eliminar, desde o princípio, vestígios digitais que possam ter sofrido algum tipo de adulteração por terceiros, com o propósito de incriminar ou isentar alguém de responsabilidade. Assim, seria possível identificar eventuais manipulações indevidas ocorridas na fase de reconhecimento e coleta do dispositivo eletrônico. Apenas para exemplificar, imagina-se que, no curso de uma investigação, os policiais se deparam com um celular que pode conter informações relevantes para o crime em apuração. Dessa forma, o celular é coletado, acondicionado em uma embalagem devidamente lacrada e transportado até a central de custódia. Na central de custódia, após o rompimento do lacre, antes de ser iniciada a perícia no dispositivo telefônico, este seria submetido a IA, no intuito de identificar alguma adulteração do seu conteúdo. Caso a IA constate alguma adulteração no vestígio digital, tal fato deverá ser registrado na Cadeia de Custódia e o referido vestígio deverá ser descartado, não podendo compor o acervo de evidências utilizado para embasar a investigação, tampouco poderá ser utilizado como prova na fase processual.

O aprendizado aprofundado³⁶, por sua vez, poderia ser utilizado para proteger a privacidade das pessoas investigadas. Esse tipo de aprendizado utiliza de redes neurais artificiais para aprender e representar dados de forma hierárquica, por meio de camadas consecutivas de neurônios artificiais, que processam e transformam os dados de entrada, repassando as informações relevantes para as camadas seguintes. A vantagem desse tipo de técnica é possibilitar o processamento de imagens, vídeos, áudios, reconhecimento de falas, detecção de objetos etc.³⁷ Como exemplo de aprendi-

and modify the state of the Blockchain. As such, transactions can exchange monetary amounts, but are not restricted to financial transactions only and for example allow to execute arbitrary code within so-called smart contracts.”

27 MOREIRA, Athur Salles de Paula; DELGADO, Camila Campos Baumgratz; SANTOS, Gabriel Gonçalves. Repensando a tecnologia Blockchain: por que nem tudo o que você leu até hoje era verdade? In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (Coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTANA, Mariana Damiani (Orgs.). Direito, Tecnologia e Inovação, v. III: Aplicações Jurídicas de Blockchain. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021, p. 29.

28 “A parte deve ter conhecimento sobre os atos processuais praticados no processo e deve poder reagir a esses atos, impugnando-os”. DEZEM, Guilherme Madeira. Curso de processo penal. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021, p. 132-133. Ainda sobre o contraditório, Badaró esclarece que: “A incidência da igualdade substancial no contraditório mostrou a necessidade de implementá-lo e efetivá-lo. O contraditório deixa de ser mera possibilidade para se transformar em uma realidade. Deve haver real e igualitária participação dos sujeitos proces-

suais ao longo de todo o processo, assegurando a efetividade e a plenitude do contraditório. É o que se denominou contraditório efetivo e equilibrado.” BADARÓ, Gustavo Henrique. *Processo penal*. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 61.

29 PRADO, Geraldo. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 191.

30 “Em suma, o modelo constitucional do devido processo legal no sistema brasileiro é de um processo que se desenvolva perante o juiz natural, em contraditório, assegurada a ampla defesa, com atos públicos e decisões motivadas, em que ao acusado seja assegurada a presunção de inocência, devendo o processo se desenvolver em um prazo razoável. Sem isso, não haverá due process ou um processo equo.” BADARÓ, Gustavo Henrique. *Processo penal*. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 97.

31 MAINI, Vishal. SABRI, Samer. *Machine Learning for humans*, 2017, p. 9. Disponível em: <https://everythingcomputerscience.com/books/Machine%20Learning%20for%20Humans.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023. No original: “A machine’s learning algorithm enables it to identify patterns in observed data, build models that explain the world, and predict things without having explicit pre-program-

zado aprofundado, pode-se citar plataformas de recomendação de conteúdo, que utilizam o aprendizado aprofundado para analisar o comportamento do usuário, bem como suas preferências, com o objetivo de apresentar recomendações personalizadas. Mencionam-se, ainda, veículos autônomos e assistentes virtuais como tecnologias que empregam o aprendizado aprofundado para tomar decisões e exercer atividades de forma autônoma. O aprendizado aprofundado permite o desenvolvimento de um algoritmo capaz de analisar e extrair dados de vestígios digitais, identificando informações que estejam relacionadas com o objeto da investigação criminal, evitando uma devassa desnecessária no conteúdo que não guarda relação com crime investigado.

Haveria, portanto, um filtro das informações contidas em um dispositivo eletrônico, de modo que a inteligência artificial, por meio do aprendizado aprofundado, seria capaz de identificar quais das informações são de fato relevantes para a investigação, excluindo-se da análise os dados irrelevantes. Por exemplo, seria possível identificar em um celular quais fotos estão relacionadas ao fato delituoso e quais não, evitando, assim, que os investigadores tenham contato desnecessário com fotos que não têm serventia para investigação, mas que podem de alguma forma, violar a privacidade³⁸ do indivíduo.

Verifica-se, assim, duas contribuições relevantes que a inteligência artificial pode fornecer para a cadeia de custódia, especialmente na fase inicial do procedimento, sendo que as referidas funcionalidades fortalecem os princípios da mesmidade e desconfiança, bem como auxiliam na proteção da privacidade de pessoas investigadas.

Blockchain aplicado a cadeia de custódia

Conforme mencionado anteriormente, o *Blockchain*³⁹ funciona “como uma espécie de ‘livro razão’ no qual todas as informações e eventuais transações são registradas”.

⁴⁰ Vale dizer que o *Blockchain* não se restringe às transações financeiras, podendo ser utilizado para o registro de outras informações. Verifica-se, assim, sua importante contribuição para a Cadeia de Custódia, especialmente no que diz respeito ao dever de registro⁴¹ da cadeia de custódia imposto aos órgãos encarregados pela persecução penal.

Wüst e Gervais⁴² enumeram as principais características do *Blockchain*, quais sejam, a verificabilidade pública; transparência; privacidade; integridade; redundância; e âncora de confiança. Dentre as características mencionadas anteriormente, destacam-se a verificabilidade pública, a transparência e a integridade, uma vez que remetem aos princípios da mesmidade e desconfiança.

A verificabilidade pública e a transparência representam a possibilidade de qualquer pessoa verificar as transações registradas no *Blockchain*, tendo em vista que essas são visíveis para todos os participantes da rede, permitindo, assim, que as informações sejam auditadas publicamente. Além disso, o fato de todos os integrantes da rede terem uma cópia completa das informações registradas facilita a detecção de eventuais disparidades.

A integridade, por sua vez, impede que as informações registradas na rede sofram alterações não autorizadas, garantindo a imutabilidade⁴³ do conteúdo. Alterar ou excluir uma transação registrada requer um consenso da maioria dos nós da rede, o que demandaria um esforço hercúleo para a modificação das informações previamente registradas, sendo praticamente impossível a realização de tal tarefa.

Essas características contidas no *Blockchain* vão ao encontro dos fundamentos da Cadeia de Custódia, uma vez que corroboram com o objetivo de preservação da integridade e autenticidade da prova, por meio do registro de todo o percurso realizado pelo vestígio até a sua apresentação em juízo. Tais funcionalidades permitem um relatório mais fidedigno do caminho traçado pela prova, pois asseguram um registro imutável de todos os acontecimentos da cadeia, sem o risco de alterações que possam ocultar desvios eventualmente ocorridos no percurso, além de possibilitar que as partes, especialmente o acusado, tenham um conhecimento exato de todo o sucedido.

O *Blockchain* pode ser utilizado para o registro dos vestígios digitais obtidos no curso de uma investigação, de modo que cada vestígio será associado a um identificador único, protegido por criptografia. Além do registro dos vestígios, é possível, ainda, o registro de todos os protocolos relativos à coleta das evidências, bem como os cuidados tomados para a preservação dos vestígios, por exemplo, a forma de acondicionamento e transporte até a central de custódia. Outro aspecto essencial que deve ser registrado diz respeito aos indivíduos que tiveram contato com os vestígios, devendo constar a qualificação e o motivo do contato, bem como todos os procedimentos aos quais o ves-

med rules and models.” (MAINI, SABRI, 2017, p. 9).

32 Dentre as diversas técnicas de aprendizado de máquina destacam-se o aprendizado supervisionado, aprendizado não-supervisionado, aprendizado por reforço e o aprendizado profundo. Para um maior aprofundamento sobre o tema, recomenda-se a leitura do artigo Machine Learning for humans, bem como as demais obras citadas neste trabalho acerca da inteligência artificial.

33 KOTSIANTIS, So-tiris B. et al. Supervised machine learning: A review of classification techniques. Emerging artificial intelligence applications in computer engineering, v. 160, n. 1, p. 3-24, 2007.

34 MAINI, Vishal. SABRI, Samer. Machine Learning for humans, 2017, p. 9. Disponível em: <https://everythingcomputerscience.com/books/Machine%20Learning%20for%20Humans.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023. No original: “Classification: Assign a label. Is this a picture of a cat or a dog?” (MAINI, SABRI, 2017, p. 18).

35 Segundo Takahashi, metadados são “dados a respeito de outros dados, ou seja, qualquer dado usado para auxiliar na identificação, descrição e localização de informações. Trata-se em outras palavras, de dados estruturados que descrevem as características de um recurso de informação.”

TAKAHASHI, Tadao. Sociedade da Informação no Brasil: o livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000, p. 173.

36 CHATTERJEE, Marina. Deep Learning Tutorial: What it Means and what's the role of Deep Learning, 2023. Disponível em: <https://www.mygreatlearning.com/blog/what-is-deep-learning/#one>. Acesso em: 17 jun. 2023. Comenta que: "The initial levels help the machines learn simple information, and as the levels increase, the information keeps building. With each new level machines pick up further information and combines it with what it had learnt in the last level. At the end of the process, the system gathers a final piece of information which is a compound input. This information passes through several hierarchies and has semblance to complex logical thinking."

37 LECUN, Yann; BENGIO, Yoshua; HINTON, Geoffrey. Deep learning. *Nature*, v. 521, n. 7553, p. 437, 2015.

38 PRADO, Geraldo. A cadeia de custódia da prova no processo penal. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021, p. 184. Comenta que: Em vez de realizar-se uma cópia eletrônica de todo o dispositivo de armazenamento, é preferível, de acordo com as circunstâncias, que os inspetores façam o uso de técnicas forenses que, por exemplo, lhes permitam restringir o universo de pesquisa e apreensão ape-

tígio foi submetido. A título de exemplificação, no caso de um dispositivo eletrônico que será submetido a um procedimento de extração de dados, tal procedimento deverá ser registrado no *Blockchain*, descrevendo todos os métodos empregados, os resultados obtidos e, ainda, a qualificação dos responsáveis seriam escrituradas e rastreadas, criando um histórico transparente de todas as interações havidas com o vestígio.

No que tange o controle de acesso, o *Blockchain*, por meio de chaves criptográficas e permissões, pode controlar o acesso aos vestígios digitais, de modo que somente as partes autorizadas poderiam ter contato com os vestígios digitais registrados na rede. Trata-se de excelente forma de evitar contatos desnecessários de pessoas não autorizadas, aumentando a confiabilidade⁴⁴ do vestígio.

Constata-se que o emprego do *Blockchain* aumenta a transparência e a confiança no procedimento de coleta e manipulação dos vestígios digitais, permitindo que as partes envolvidas possam verificar a autenticidade das provas e ter confiança de que as informações não foram adulteradas ou corrompidas. Há, portanto, um fortalecimento na confiabilidade e no valor probatório dos vestígios digitais, que poderão ser admitidos como prova no âmbito do processo penal pela realização da extração. É de suma importância que sejam anotados na rede todas as pessoas que entraram em contato com o vestígio, tendo em vista que as principais adulterações ocorrem quando a evidência é manipulada por alguém. Daí a necessidade de sempre registrar todos os indivíduos que participaram do procedimento, a fim de permitir a identificação de eventual responsável pela adulteração do vestígio. Dessa forma, todas as ações realizadas no *Blockchain*

Considerações finais

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de solucionar três problemas. Dessa forma, buscou-se responder se ordenamento jurídico brasileiro admitiria o uso da inteligência artificial e do *Blockchain* no procedimento da cadeia de custódia de provas e vestígios digitais; de que forma as referidas tecnologias poderiam se compatibilizar com os princípios e regras que regem o processo penal; e, por fim, descrever al-

gumas aplicações práticas da Inteligência Artificial e *Blockchain* na cadeia de custódia.

Inicialmente, foi feita uma análise do procedimento da cadeia de custódia previsto no Código de Processo Penal brasileiro. O objetivo principal dessa parte do trabalho foi compreender o que é a cadeia de custódia, os seus objetivos e os princípios que regem o referido instituto processual. Restou demonstrado que se trata de procedimento que visa assegurar a integridade e autenticidade dos vestígios obtidos no curso de uma investigação, por meio do registro de todas as etapas percorridas pelo vestígio até a sua apresentação no processo, como prova. Constatou-se a importância da cadeia de custódia nas provas e vestígios digitais, uma vez que esse tipo de evidência é mais suscetível de sofrer adulterações no seu conteúdo.

Posteriormente, passou-se a responder as duas primeiras indagações feitas na introdução deste trabalho. Nessa parte, foi feita uma breve análise dos conceitos de IA e Blockchain, a fim de compreender as referidas tecnologias. Na sequência, passou-se a demonstrar a compatibilidade das referidas tecnologias com os princípios da ampla defesa e do contraditório, bem como os princípios da mesmidade e desconfiança, que regem a cadeia de custódia. Ao final, restou demonstrada a compatibilidade das referidas tecnologias com o processo penal brasileiro e com a cadeia de custódia, uma vez que as funcionalidades oferecidas pela inteligência artificial e pelo *Blockchain* dão uma maior efetividade ao contraditório e aos princípios da mesmidade e desconfiança, diante da maior transparência e integridade fornecida aos vestígios digitais.

Demonstrada a compatibilidade de aplicação da IA e do *Blockchain* na cadeia de custódia, passou-se a descrever algumas aplicações práticas das referidas tecnologias.

No tocante a IA, verificou-se que, entre as diversas formas de aprendizado de máquina, o aprendizado supervisionado e o aprendizado aprofundado seriam os mais adequados para as finalidades pretendidas pela cadeia de custódia, tendo em vista a possibilidade de se utilizar o aprendizado supervisionado para identificar vestígios digitais que sofreram algum tipo de adulteração no seu conteúdo, enquanto o aprendizado aprofundado serviria para identificar, em um vestígio digital, quais dados são relevantes para a investigação e quais não são excluindo-se da análise as informações impertinentes para a apuração do crime investigado, no intuito de proteger a privacidade dos investigados. Concluiu-se, assim, que a IA se mostra mais útil na fase inicial do procedimento da cadeia de custódia, isto é, durante a identificação e coleta do vestígio

nas aos arquivos que contenham determinadas palavras-chave relacionadas com os crimes investigados ao abrigo do mandado judicial, a fim de se obter um acesso progressivo ao conteúdo das informações e respeitar o direito à privacidade.

39 Yermack explica o funcionamento do Blockchain por meio do bitcoin: “to create a new block in the Bitcoin blockchain, the operator of a “node” on the network must bundle together transaction data, the hash code from the header of the prior block, the time stamp, and a further piece of data known as a “nonce.” The nonce is a random number with the property that, when added to the other information in a block, it generates a hash with a certain number of leading zeroes.¹⁰ Once the fastest (or luckiest) miner finds a nonce and successfully completes a block with the required hash, network members will then verify and acknowledge the new block and begin working on its successor. A winning hash can only be discovered through trial-and-error, a computationally costly “proof of work” process that deters hackers from attempting to update the Blockchain with fraudulent data.” YERMACK, David. Corporate governance and Blockchains. Review of Finance, Oxford.

40 MOREIRA, Athur Salles de Paula; DELGADO, Camila Campos Baumgratz; SANTOS, Gabriel Gonçalves. Repensando a tecnologia block-

chain: por que nem tudo o que você leu até hoje era verdade? In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (Coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTANA, Mariana Damiani (Orgs). *Direito, Tecnologia e Inovação*, v. III: Aplicações Jurídicas de Blockchain. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021, p. 31.

41 Matida ressalta a importância do registro da cadeia de custódia: “Não basta que se realize uma “custódia fática” a qual reflita o menor ou maior cuidado que agentes guardem a posse do objeto, individualmente, julguem ser devidos à sua preservação. Os novos dispositivos assentam que a confiabilidade dependerá do necessário oferecimento de um detalhado rastreio, nos moldes definidos normativamente.” MATIDA, J. A cadeia de custódia é condição necessária para a redução dos riscos de condenações de inocentes. *Revista da Defensoria Pública do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 27, 2021, p. 21. Disponível em: <https://revista.defensoria.rs.def.br/defensoria/article/view/269>. Acesso em: 26 jun. 2023.

42 WÜST, Karl; GERVAIS, Arthur. Do you need a Blockchain? 2018 crypto valley conference on Blockchain technology (CVCBT). *IEEE*, 2018, p. 47-48.

digital, diante da possibilidade de identificar e excluir, desde o princípio, vestígios digitais que tenham sofrido algum tipo de adulteração, impedindo que essas evidências cheguem ao processo.

Em relação ao *Blockchain*, constatou-se que suas qualidades, quais sejam, a verificabilidade pública, a transparência e a integridade vão ao encontro dos princípios que regem a cadeia de custódia, uma vez que possibilitam um registro fidedigno, seguro e imutável de todo o trajeto percorrido pelo vestígio digital desde sua identificação até a sua apresentação no processo, bem como a escrituração de todas as pessoas que tiveram contato com o vestígio, o motivo pelo qual tiveram o contato e todos os procedimentos ao qual o vestígio foi submetido. Além disso, o *Blockchain* pode controlar o acesso aos vestígios digitais, de modo que somente as partes autorizadas podem ter contato com os vestígios registrados na rede, vedando o acesso de pessoas não autorizadas. Dessa forma, chegou-se à conclusão de que todas as funcionalidades contidas no *Blockchain* fortalecem a confiabilidade dos vestígios digitais e aumentam o seu valor como prova no processo.

Destarte, todas as hipóteses apresentadas na introdução foram confirmadas ao final deste trabalho, que demonstrou que o uso em conjunto da IA e do *Blockchain* permite um procedimento mais preciso, transparente e seguro da cadeia de custódia, inexistindo qualquer óbice por parte do ordenamento jurídico brasileiro em relação ao emprego das referidas tecnologias.

Referências

- BADARÓ, Gustavo Henrique. *Processo penal*. 8. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.
- BRASIL. Decreto-Lei 3.689, de 03 de outubro de 1941. *Código de Processo Penal*. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Quinta Turma. *Agravo Regimental em Habeas Corpus n.º 143.169/RJ*. Agravante: R. L. S. M. Agravado: Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro. Advogado: Marcelo Turbay Freiria. Rel. Min. Jesuíno Rissato. Brasília, 07 fev. 2023. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/processo/pesquisa/>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- CHATTERJEE, Marina. *Data Science vs Machine Learning and Artificial Intelligence: the difference explained*, 2023. Disponível em: <https://www.mygreatlearning.com/blog/difference-data-science-machine-learning-ai/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

CHATTERJEE, Marina. *Deep Learning Tutorial: What it Means and what's the role of Deep Learning*, 2023. Disponível em: <https://www.mygreatlearning.com/blog/what-is-deep-learning/#one>. Acesso em: 17 jun. 2023.

DEZEM, Guilherme Madeira. *Curso de processo penal*. 8. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021.

KOTSIANTIS, Sotiris B. et al. *Supervised machine learning: A review of classification techniques. Emerging artificial intelligence applications in computer engineering*, v. 160, n. 1, p. 3-24, 2007.

LECUN, Yann; BENGIO, Yoshua; HINTON, Geoffrey. *Deep learning. Nature*, v. 521, n. 7553, p. 436-444, 2015.

LIMA, Gabriel Ribeiro de; NETO, Marcos Luiz dos Mares Guia. *Arbitragem em Blockchain: Juridicidade e perspectivas* In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTANA, Mariana Damiani (orgs.). *Direito, Tecnologia e Inovação*, v. III: *Aplicações Jurídicas de Blockchain*. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021.

LOPES JR., Aury. *Direito processual penal*. 16. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

MAINI, Vishal. SABRI, Samer. *Machine Learning for humans*, 2017. Disponível em: <https://everything-computerscience.com/books/Machine%20Learning%20for%20Humans.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023.

MATIDA, J. *A cadeia de custódia é condição necessária para a redução dos riscos de condenações de inocentes*. *Revista da Defensoria Pública do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 27, p. 17-26, 2021. Disponível em: <https://revista.defensoria.rs.def.br/defensoria/article/view/269>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MOREIRA, Arthur Salles de Paula; DELGADO, Camila Campos Baumgratz; SANTOS, Gabriel Gonçalves. *Repensando a tecnologia Blockchain: por que nem tudo o que você leu até hoje era verdade?* In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (Coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTANA, Mariana Damiani (Orgs.). *Direito, Tecnologia e Inovação*, v. III: *Aplicações Jurídicas de Blockchain*. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021.

OPENAI. *OpenAI's GPT-3: Language Models are Unsupervised Multitask Learners*. Disponível em: <https://openai.com/research/gpt-3/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

PACHECO, César Augusto Rodrigues; PEREIRA, Natasha Sophie. *Deep learning conceitos e utilização nas diversas Áreas do conhecimento*. *Revista Ada Lovelace*, v. 2, p. 34-49, 2018.

PRADO, Geraldo. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Marcial Pons, 2021.

SCHNEIER, Bruce. *Secret & Lies: Digital Security in a Networked World*. Indianapolis: Wiley Publishing, 2000.

TAKAHASHI, Tadao. *Sociedade da Informação no Brasil: o livro verde*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE OFFICE OF JUSTICE. *Electronic Crime Scene Investigation: A Guide for First Responders. Second Edition*. Programs National Institute of Justice. Disponível em: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/219941.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

43 Acerca da imutabilidade e integridade da rede Blockchain, Lima e Neto esclarecem que: “A integridade das informações é garantida por um sistema descentralizado de consenso, no qual os denominados mineradores verificam e adicionam transações ao livro razão. A criptografia assimétrica, o sistema distribuído de verificação e a imutabilidade da cadeia de blocos são algumas das principais características que tornam o Blockchain imutável e seguro, diferindo-o dos meios de transações tradicionais, que operam a partir de autoridades centralizadas” LIMA, Gabriel Ribeiro de; NETO, Marcos Luiz dos Mares Guia. *Arbitragem em Blockchain: Juridicidade e perspectivas* In: PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (Coords.). MOREIRA, Arthur Salles de Paula; CHAGAS, Ciro Costa; SANTANA, Mariana Damiani (Orgs.). DIREITO, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – v. III: *Aplicações Jurídicas de Blockchain*. Expert Editora: Belo Horizonte, 2021, p. 110-111.

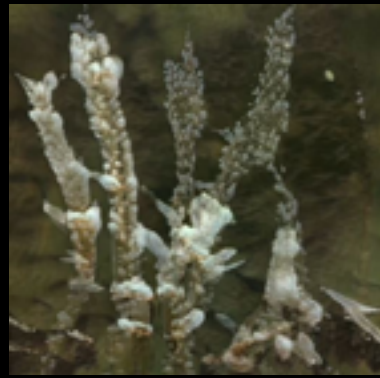
44 Segundo Urazán Bautista (2005 apud PRADO, 2021, p. 153), “a cadeia de custódia deve estar conformada pelo menor número de custódios possível; o menor número faz com que o elemento seja menos manipulado; a menor manipulação expõe menos; ao expor-se menos, se está protegendo o elemento, se lhe está defendendo.” PRADO, Geraldo. *A cadeia de custódia da prova no processo penal*. 2.

VAZ, Denise Provasi. *Provas digitais no processo penal: formulação do conceito, definição das características e sistematização do procedimento probatório*. 2012. 198 f. Tese (Doutorado em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2137/tde-28052013-153123/publico/Denise_Provasi_Vaz_tese_integral.pdf. Acesso em: 22 jun. 2023.

WÜST, Karl; GERVAIS, Arthur. *Do you need a Blockchain?* Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT), IEEE, p. 45-54, 2018.

YERMACK, David. *Corporate governance and Blockchains*. *Review of Finance*, Oxford, v. 21, p. 7-31, 2017.





■ Giselle Beiguelman, frames do vídeo generativo da série Flora Rebellis, versão 2024.
Imagens geradas com Inteligência Artificial (Style Gans)

■ [Acesse o vídeo clicando na imagem](#)

