

IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA: UMA ALTERNATIVA NA RASTREABILIDADE DA CADEIA DE CUSTÓDIA DE VESTÍGIOS FORENSES

RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION: AN ALTERNATIVE FOR ENSURING CHAIN OF CUSTODY TRACEABILITY OF FORENSIC EVIDENCE

DOI: 10.16891/2317-434X.v14.e1.a2026.id2430

Recebido em: 27.10.2024 | Aceito em: 01.07.2025

Larissa Ayumi Ussuda^{a*}, Renata Sano Lini^b

Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR, Brasil^a

Universidade Cesumar, Maringá – PR, Brasil^b

*E-mail: laayumi7@gmail.com

RESUMO

A lei brasileira 13.964/19, aperfeiçoa a legislação penal e processual penal, tornando obrigatória a existência de uma central de custódia gerenciada pelo órgão central de perícia oficial de natureza criminal, dedicada ao controle e conservação dos vestígios. Por isso, é imperativo realizar o registro e a documentação minuciosa de cada fase e cada movimentação. A incorporação da identificação por radiofrequência (RFID) neste contexto, pode ser considerada uma melhoria a ser implementada, em virtude de sua eficácia na rastreabilidade em várias áreas. Embora recente, a legislação possui poucos artigos dedicados ao tema, principalmente em relação a tecnologias que auxiliam no rastreamento dos vestígios forenses. O presente trabalho visa analisar os prós e contras da rastreabilidade de vestígios forenses durante seu trânsito entre diferentes locais ou sob a responsabilidade de diversas centrais de custódia, por meio da tecnologia da RFID. Realizou-se uma revisão narrativa, empregando palavras como "Chain of custody", "Forensic evidence" e "Radio Frequency Identification" em quatro diferentes bases de dados, resultando em sete artigos que se encaixavam nos critérios. A análise revelou que a tecnologia RFID oferece uma solução promissora para o rastreamento e controle da custódia de vestígios forenses, contribuindo significativamente para a melhoria dos processos de gestão e segurança desses materiais. Nesse contexto, considera-se a adoção da tecnologia RFID, como uma alternativa favorável para aprimorar a rastreabilidade das evidências forenses.

Palavras-chave: Gestão; Central de custódia; RFID; Segurança digital.

ABSTRACT

The Brazilian Law 13.964/19 enhances criminal and procedural legislation by mandating the establishment of a central custody system managed by an official forensic authority dedicated to the control and preservation of evidence. Consequently, it is essential to conduct thorough registration and detailed documentation of each phase and movement of the evidence. The integration of radio frequency identification (RFID) technology in this context represents a significant advancement due to its effectiveness in ensuring traceability across various fields. Although the legislation is relatively recent, it contains limited articles addressing the subject, particularly regarding technologies that facilitate the tracking of forensic evidence. This study aims to analyze the advantages and disadvantages of traceability for forensic evidence during its transit between different locations or while under the responsibility of various central custody facilities, utilizing RFID technology. A narrative review was conducted using keywords such as "Chain of custody", "Forensic evidence" and "Radio Frequency Identification" across four different databases, resulting in seven articles that met the established criteria. The analysis revealed that RFID technology offers a promising solution for the tracking and management of forensic evidence custody, significantly enhancing the processes and security associated with these materials. In this context, the adoption of RFID technology is regarded as a favorable alternative for improving the traceability of forensic evidence.

Keywords: Management; Central of custody; RFID; Digital security.

INTRODUÇÃO

O tema cadeia de custódia da prova não tinha uma regulamentação específica na legislação processual penal até o ano de 2019. Embora a Secretaria Nacional de Segurança Pública tratasse do tema por meio da Portaria 82, de 16 de julho de 2014, com base em uma interpretação sistemática dos incisos I e III do artigo 6o do Código de Processo Penal, existia a necessidade de registrar a cadeia de custódia da prova (Borri; Soares, 2020). Somente com a vigência do rol dos Art. 158-A ao Art. 158-F da Lei Federal no 13.964, de 24 de dezembro de 2019, também conhecida como “Pacote Anticrime”, que o termo passou a receber atenção significativa.

Conforme o Art. 158-A da Lei Federal no 13.964, de 24 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019) que aperfeiçoa a legislação penal e processual penal, define-se legalmente a cadeia de custódia como “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”. Desta forma, a cadeia de custódia assume importância significativa, uma vez que possibilita que o vestígio se transforme em uma prova, através da garantia da integridade como idoneidade e rastreabilidade dos vestígios no intuito de manter a transparência e confiabilidade do processo (Santos; Borges; Rodrigues, 2021).

Nesse contexto, a cadeia de custódia define o trajeto completo da prova penal, conferindo qualidade e credibilidade às provas, considerando que minimiza as possibilidades de questionamento quanto ao Estado, se o mesmo tomou as precauções adequadas em relação ao material apreendido (Jaime, 2021). As etapas que compreendem o rastreamento do vestígio se apresentam no Art. 158-B da Lei Federal no 13.964, de 24 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019) são: I) reconhecimento; II) isolamento; III) fixação; IV) coleta; V) acondicionamento; VI) transporte; VII) recebimento; VIII) processamento; IX) armazenamento e X) descarte.

Em relação à guarda dos vestígios, a Lei estabelece no Art. 158-E que todos os Institutos de Criminalística deverão dispor de uma central de custódia dedicada ao controle e conservação dos vestígios, sendo a gestão vinculada ao órgão central de perícia oficial de natureza criminal. O artigo é de extrema importância, pois

a implementação das centrais de custódia constitui um elemento crucial. Isso se deve ao fato de que os laboratórios não dispõem de espaço físico adequado para armazenar todos os vestígios. Ademais, é imperativo que exista uma central responsável pelo recebimento, armazenamento e transferência dos vestígios, a fim de possibilitar a realização efetiva das análises (Giacomolli; Amaral, 2020).

Aliás, caso haja o transporte de material, está disposto no Art. 158-E § 4o “Por ocasião da tramitação do vestígio armazenado, todas as ações deverão ser registradas, consignando-se a identificação do responsável pela tramitação, a destinação, a data e horário da ação.” Portanto, faz-se necessário o registro e a documentação adequada e minuciosa em cada fase, para garantir que as evidências sejam admissíveis e a autenticidade inquestionável (Silva, 2023).

A integração da tecnologia Radio Frequency Identification (RFID) neste contexto, destaca-se como uma ferramenta para melhorar a rastreabilidade do vestígio, visto que, usualmente o controle e o acompanhamento são efetuados de maneira manual, mediante a verificação visual e/ou código de barras. Ao contrário do código de barras, a tecnologia RFID não requer contato físico ou linha de visão para a comunicação, possui um pequeno chip eletrônico com capacidade de armazenamento significativamente superior. Um chip com dimensões de 0,3 x 0,3 mm pode armazenar entre 16k e 64k bytes, representando um aumento considerável na capacidade de armazenamento em comparação com os códigos de barras (Hu; Xiang; Qi, 2020).

Esta tecnologia surgiu na década de 1950 e foi possível graças aos avanços tecnológicos decorrentes da Segunda Guerra Mundial (Urbano *et al.*, 2020). Atualmente, o acelerado avanço tecnológico e a vasta gama de estudos dedicados à sua aplicação têm impulsionado significativamente o fortalecimento e a consolidação dos sistemas de rastreabilidade (Qiao; Hao; Guo, 2023).

Diante deste contexto, com o objetivo de analisar a otimização do processo de cadeia de custódia em resposta às demandas existentes da perícia de natureza criminal, o estudo busca aprimorar a rastreabilidade de vestígios forenses enquanto estão em movimento entre diferentes locais ou sob a responsabilidade de diferentes

centrais de custódias, oferecer uma contribuição significativa para a relevância científica e disponibilizar dados técnicos sobre um tema ainda pouco explorado.

METODOLOGIA

O método adotado para a execução deste projeto consiste em uma revisão narrativa sobre o tema, englobando tanto publicações quanto artigos científicos e a Lei Federal no 13.964, de 24 de dezembro de 2019. Para organizar a análise, a busca foi realizada em dois blocos, aplicando os operadores booleanos "AND" e "OR" para refinar a pesquisa. No primeiro bloco foram empregadas palavras chaves como "Chain of custody" e "Forensic evidence". No segundo bloco, a palavra chave utilizada foi "Radio Frequency Identification".

As bases de dados consultadas compreenderam Web of Science, Scopus, Embase e Google Scholar. Para os critérios de inclusão, foram selecionados exclusivamente artigos recentemente publicados, no período de 2016 a 2025. Foi levado em consideração a disponibilidade de produções relevantes tanto em inglês quanto em português. Observou-se que, nas bases Web of Science, Scopus e Embase, não havia artigos em português. Em contrapartida, no Google Scholar, priorizou-se a seleção das produções em português, com o objetivo de abranger também as contribuições nacionais.

A busca com os filtros aplicados, retornou em 7 artigos na base Scopus, 9 artigos na Web of Science, 0 na Embase e 4 no Google Scholar, totalizando 20 artigos. Após a seleção inicial, foram excluídos os artigos duplicados, sem resumo disponível, não acessíveis em versão completa e aqueles que não possuíam informações com relação direta com a cadeia de custódia ou o sistema RFID, totalizando 7 artigos para a realização da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de RFID

RFID é uma tecnologia de Identificação por Radiofrequência (AIT) que utiliza ondas de rádio para a aquisição automática dos dados. Atualmente, existem diversos métodos para identificar objetos por meio de RFID, sendo o mais comum o uso de um número de série, que identifica o item, junto com informações sobre seu

status, acesso ou tempo, armazenadas em um microchip associado a uma antena. Esse pequeno dispositivo permite que o chip envie as informações armazenadas a um leitor. A etiqueta RFID, formada pelo conjunto do chip com a antena, é fixada ao item a ser rastreado e representa um componente essencial da tecnologia RFID (Williams; Taylor; Irland; Metha, 2024).

Os sistemas de gestão de evidências compatíveis com RFID, de acordo com De Matos; Grochocki (2024), é composta por transponder (etiqueta), antena, interrogador e sistema middleware. Mas, em outras literaturas como Qiao; Hao; Guo (2023), cita de forma geral, o sistema formado por três componentes básicos: etiquetas, leitores e um computador.

De acordo com a faixa de frequência de operação, o sistema de RFID pode ser classificado em sistemas de baixa frequência (LF - Low frequency), alta frequência (HF - High Frequency) e ultra-alta frequência (UHF - Ultra High Frequency). Em contraste com as tecnologias RFID de baixa e alta frequência, a tecnologia UHF RFID é notável por sua superior eficiência, pois possibilita o reconhecimento de um maior número de etiquetas a distâncias mais extensas e com uma taxa de reconhecimento mais ágil. Como resultado, essa tecnologia tem demonstrado uma crescente relevância e expansão no campo de aplicação (Qiao; Hao; Guo, 2023).

As etiquetas RFID podem ser categorizadas como passivas, ativas ou semi-ativas e estão disponíveis em diversos tamanhos, materiais e formatos, tornando possível a sua utilização em compatibilidade com a maioria das embalagens de evidência. Normalmente, essas etiquetas apresentam informações impressas em seus rótulos, incluindo números de identificação do caso e códigos de barras. Além disso, os dados associados a cada item com etiqueta RFID podem ser expandidos para incluir informações personalizadas, como a data de aquisição, o número da prova, os carimbos de movimento, a descrição do item e a identificação do responsável (Mackanin; Miller; Morefield, 2023).

O leitor é uma antena de captura de dados, que pode ser fixo ou móvel, projetado para recuperar informações de todas as etiquetas dentro de uma área de recepção. Destaca-se que leitores robustos podem ser instalados em veículos para operação portátil ou até mesmo integrados em telefones celulares (Williams; Taylor; Irland; Metha, 2024).

Aplicações da tecnologia em outras áreas

Artigos como de Kaakkurivaara (2019), aborda a preocupação com a rastreabilidade da madeira na indústria madeireira tailandesa, destacando a necessidade de garantir que os produtos de madeira sejam provenientes de fontes legais e sustentáveis. Para isto, compara os sistemas de marcação a martelo com registro manual, código de barras e RFID. Entre os três sistemas, a RFID foi a opção preferível devido à sua maior eficiência em relação aos sistemas de identificação convencionais. Além disso, o estudo ressalta o elevado potencial de integração entre tecnologias da informação e redes, como o uso de tablets conectados a serviços em nuvem, para otimizar o inventário e a gestão de dados no setor florestal.

Na revisão de Tsioras, P. A., Žak, J., & Karaszewski, Z. (2022), também aborda a implementação da tecnologia RFID nas cadeias de suprimentos de madeira, desde a marcação das árvores até o transporte para os processadores finais. O artigo destaca a transformação na cadeia de suprimentos, com ênfase na garantia de rastreabilidade, no combate à extração ilegal de madeira, na redução de desperdícios e na oferta de informações detalhadas sobre as propriedades dos produtos de madeira, entre outros benefícios associados à aplicação da tecnologia RFID, conforme explorado ao longo do texto.

Já Denuwara, N., Maijala, J., & Hakovirta, M. (2019), apresenta a tecnologia no ramo da indústria de vestuário, destacando principalmente seus benefícios sustentáveis, em um ambiente caracterizado pela complexidade das redes globais de produção e distribuição, o que torna a digitalização um desafio. Para embasar suas conclusões, foram analisadas mais de 100 publicações sobre o uso do RFID na indústria de moda. O artigo enfatiza como essa tecnologia contribui para práticas mais responsáveis e sustentáveis no setor, alinhando-se à crescente demanda por soluções éticas e ambientalmente conscientes. Ao melhorar a visibilidade da cadeia de custódia, o RFID não só aprimora a eficiência operacional, mas também impulsiona a construção de uma indústria de vestuário mais sustentável.

No trabalho de Shoup (2023) explora o uso da tecnologia RFID para rastrear vieiras do Atlântico dos Estados Unidos, por meio de uma avaliação prospectiva da

tecnologia, com o objetivo de aprimorar a rastreabilidade e a cadeia de custódia dessa espécie marinha. O artigo conclui que a inovação permite a coleta de dados em tempo real sobre a movimentação e as condições das vieiras ao longo da cadeia de fornecimento. Isso não apenas aumenta a eficiência na gestão e distribuição dos produtos, mas também assegura que as vieiras sejam capturadas de forma sustentável, em conformidade com as regulamentações ambientais, ao mesmo tempo em que fortalece a confiança do consumidor.

De maneira geral, RFID tem avançado consideravelmente nos últimos anos e atualmente é amplamente procurada para a implementação na identificação e rastreabilidade em vários setores (Hu; Xiang; Qi, 2020). Essa tecnologia demonstrou ser uma solução flexível e adequada para uma ampla gama de aplicações, incluindo a implementação de blockchain para rastreabilidade de madeira, rastreamento comportamental de organismos marinhos, monitoramento do patrimônio cultural, vigilância de abelhas, wearables (Urbano *et al.*, 2020) e rastreamento em tempo real de bolsas de dinheiro (Decker; Zoghi, 2023). Inclusive empresas renomadas, como Amazon, Zara e Decathlon, têm adotado essa tecnologia para otimizar a eficiência em suas operações (Kumar, 2022).

Limitações da tecnologia RFID

O sistema RFID, por ser baseado em ondas de rádio, pode apresentar variações no desempenho devido a diversos fatores, incluindo o nível de potência das transmissões e das respostas, a eficiência das etiquetas e dos leitores, o alcance do leitor em relação à etiqueta, a interferência eletromagnética, os materiais que podem afetar as transmissões e o número de etiquetas lidas simultaneamente. Por exemplo, prateleiras de metal podem redirecionar as ondas de rádio, impactando assim a eficácia do sistema (Williams; Taylor; Irland; Metha, 2024). Como solução relevante no texto, De Marillac do Nascimento de Matos; Grochocki (2024), apresentam medidas que têm sido adotadas para contornar esse tipo de desafio, como a aquisição de etiquetas antimetálicas e a utilização de materiais absorventes magnéticos acoplados às etiquetas.

Em diversos estudos, como o de Escolano Balkema (2023), identificou-se que o atraso na

implementação de tecnologias tem sido um fator limitante para o abastecimento no setor alimentício. Aspectos como custos e rentabilidade desempenham papéis cruciais na decisão de implantação. Nesse sentido, o avanço contínuo da tecnologia torna-se essencial, especialmente no que diz respeito ao custo inicial do investimento, para que, no futuro, o preço do RFID diminua e se torne mais viável.

Um exemplo de custo aceitável é apresentado no estudo de Kaakkurivaara (2019), que estima o valor de 15 baht por etiqueta. Esse valor sugere que a adesão à tecnologia deve ser vista como uma estratégia a longo prazo, considerando o investimento necessário para fixar uma etiqueta em cada árvore e adquirir leitores. Isso ocorre porque, com um custo menor por etiqueta, é possível obter maior lucro por unidade. De forma semelhante, o relatório de Shoup (2023) ressalta que, para implementar um sistema de rastreabilidade baseado em RFID, não basta apenas a construção da infraestrutura tecnológica necessária, é igualmente crucial o incentivo ao investimento no setor.

Os protocolos e os treinamentos são elementos cruciais a serem destacados também. Nos estudos de Lovell, David, *et al.* (2022), que entrevista profissionais de Identificação de vítimas de desastre (DVI) da Austrália, aponta questões a serem consideradas ao projetar ou implementar tecnologia para melhorar a ligação entre evidências físicas e informações digitais. Os entrevistados destacaram a confiança significativa nos processos existentes nas operações da INTERPOL, ressaltando a necessidade de se alinhar os procedimentos, uma vez que decisões isoladas de se implementar uma nova tecnologia não são viáveis. Ou seja, todo o protocolo e os aspectos legais envolvidos devem ser seguidos, sendo necessário passar por um processo formal para que a tecnologia seja implementada ou mesmo discutida.

O estudo também enfatiza que as tecnologias devem ser integradas de maneira a facilitar os procedimentos já existentes, sem causar interrupções significativas. Isso ocorre porque há uma resistência natural a mudanças drásticas, o que pode afetar negativamente a eficiência das operações locais. Um exemplo prático foi verificado em Kaakkurivaara (2019) sobre a aceitação do usuário com 18 entrevistados, a maioria dos trabalhadores esperava que o método do código de barras fosse mais fácil (72.2 %) e rápido (61.1%) em comparação ao método convencional e ao

RFID. Somente após o experimento que a opinião da maioria mudou, tendo RFID como mais rápida (100.0%) e fácil (83.3%), no entanto, o restante considerou o método convencional o mais adequado para identificação. Esses dados indicam certa resistência inicial à adoção do RFID, possivelmente relacionada à familiaridade prévia com os métodos mais tradicionais. Uma forma eficaz de introduzir e testar essas tecnologias, sem comprometer as operações reais, seria implementá-las durante exercícios de treinamento, permitindo que os profissionais aprendam e se adaptem gradualmente.

Na administração de evidências forenses, o rastreamento se torna ainda mais complexo devido à participação de diversas pessoas e organizações ao longo de todo o ciclo de vida das evidências. Estas podem ser manipuladas por diversos profissionais, tais como autoridades policiais, cientistas forenses, examinadores de laboratório, peritos oficiais, advogados, funcionários hospitalares e funcionários judiciais, o que configura um "loop aberto". Para alcançar um rastreamento mais detalhado, é essencial implementar uma infraestrutura padronizada em todos os possíveis locais de armazenamento, o que acarretaria um custo adicional significativo para as organizações (Williams; Taylor; Irland; Metha, 2024).

Logo, torna-se evidente que, embora o desenvolvimento tecnológico continue a avançar em diversas áreas, ainda persistem lacunas significativas na rastreabilidade da cadeia de custódia. Consequentemente, são necessários mais estudos que investiguem e abordem essas lacunas de forma aprofundada.

Potencialidades da aplicação da tecnologia RFID na cadeia de custódia forense

Diversos estudos comparam a RFID a tecnologias equivalentes, avaliando sua eficácia e potencial de aplicação em diferentes contextos. Uma evidência prática em madeira é fornecida pelo artigo de Kaakkurivaara (2019), que destaca a velocidade da tecnologia em comparação com os sistemas de registro manual e código de barras. O tempo médio do ciclo de trabalho para o método convencional foi de 151,71 segundos ou 2,53 minutos, a identificação por código de barras 93,97 segundos e RFID cerca de 86,18 segundos por ciclo de trabalho, ou seja, quase metade do tempo do

processamento convencional.

Em relação à precisão, De Matos e Grochocki (2024) apresentam um relatório de uma empresa que afirma atingir índices superiores a 97% com o uso da tecnologia, em contraste com os cerca de 20% observados em processos que não a utilizam. Essa otimização pode ser atribuída à identificação automática, que possui grande potencial para eliminar tarefas desnecessárias, reduzir o tempo de processamento e tornar os procedimentos mais eficientes, especialmente por se basear em um sistema livre de documentação em papel (Kaakkurivaara (2019).

Ademais, por não depender de papel, os dados podem ser gravados, apagados e reescritos, uma funcionalidade ausente em tecnologias como o código de barras por exemplo. Cabe destacar também que é uma tecnologia reutilizável, o que contribui para a sustentabilidade dos recursos (Kumar; Patil; Nath; Rohilla; Sangwan, 2021). Diferentemente dos códigos de barras, que exigem que os leitores sejam fisicamente posicionados para realizar a leitura direta, o RFID se destaca ainda mais por permitir a comunicação via ondas de rádio, eliminando a necessidade de uma conexão física entre a etiqueta e o leitor De Matos; Grochocki (2024).

Uma característica importante a ser destacada é a capacidade da rastreabilidade em tempo real ao longo de todo o processo. Elas também facilitam a etiquetagem e permitem a rápida digitalização de múltiplos produtos simultaneamente, o que torna o custo-benefício da ferramenta na rastreabilidade bastante favorável (Escolano Balkema, 2023). Sendo custosa somente inicialmente devido a compra de etiquetas e leitores, conforme é citado em De Marillac do Nascimento de Matos; Grochocki (2024).

No que se refere ao armazenamento de informações, as etiquetas RFID oferecem um potencial significativamente superior, permitindo, por exemplo, a coleta de dados sobre temperatura e umidade. A sua inteligência incorporada permite realizar funções adicionais inteligentes mesmo sem a assistência de aplicações corporativas (Mackanin; Miller; Morefield, 2023). Dessa forma, a tecnologia pode ser considerada uma das mais avançadas no contexto de suporte às operações de logística e gestão em vários âmbitos (Escolano Balkema, 2023). Inclusive, a tecnologia de identificação automatizada (AIT) tem sido cada vez mais utilizada em agências de aplicação da lei para o

rastreamento de evidências forenses (Williams; Taylor; Irland; Metha, 2024).

Na cadeia de custódia forense, estão em andamento algumas implementações no Brasil, de acordo com Viana *et al.* (2024), foram realizadas entrevistas com servidores do Instituto de Criminalística de Imperatriz (ICRIM), no qual revelaram possuir desafios no processo de custódia de provas sem uma tecnologia. Com base nas informações coletadas, foi desenvolvido um plano de implementação que adotou etiquetas RFID passivas, antenas RFID UHF (Ultra High Frequency) posicionadas em cada sala de custódia e um equipamento central responsável pela coleta e transmissão dos dados. Para o gerenciamento das antenas, utilizou-se o ESP32, que controla a conexão Wi-Fi e Bluetooth, além da realização da coleta das leituras das etiquetas. Os dados foram transmitidos via conexão WLAN (rede local sem fio), garantindo eficiência e segurança no monitoramento e rastreamento das provas.

Outras áreas do contexto forense, por sua vez, já adotaram a tecnologia com o objetivo de aprimorar seus processos. Um exemplo disso é o estudo Lovell, David, *et al.* (2022), que relata como funcionários de necrotérios utilizaram tecnologias avançadas para identificar restos mortais durante o furacão Katrina, em 2005, e também as vítimas do tsunami no Oceano Índico em 2004. No caso do tsunami, a tecnologia foi fundamental devido à perda de informações em etiquetas de papel, que foram danificadas pela exposição ao formaldeído.

CONCLUSÃO

Com os avanços científicos e tecnológicos, espera-se que a tecnologia RFID desempenhe um papel crucial nas ciências forenses e seja empregada de forma significativa no processo da cadeia de custódia, assim como demonstrado nos estudos. Embora existam limitações como os custos operacionais, a necessidade de seguir protocolos rigorosos, a exigência de uma reestruturação gradual e planejada, a capacitação contínua dos profissionais envolvidos e ainda a limitada produção científica sobre o tema, é notável que o RFID surge como uma opção promissora para o aprimoramento da rastreabilidade.

A aplicação da tecnologia RFID em Unidades de Execução Técnico-Científicas revela um potencial

significativo para aumentar a eficiência, a precisão e a segurança das investigações. Seu uso no rastreamento de vestígios e na gestão da cadeia de custódia pode transformar práticas operacionais, promovendo maior organização e confiabilidade. Assim, a integração dessa tecnologia representa não apenas um avanço tecnológico, mas também uma contribuição estratégica para o futuro da perícia criminal e das investigações forenses.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam a sincera gratidão a todos que contribuíram para a realização deste estudo. Agradecem especialmente a Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI) pela iniciativa e investimento à promoção do Programa de Residência Técnica em ciências forenses do Paraná, à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela gestão acadêmica e teórica das ciências forenses e à Polícia Científica do Estado do Paraná (PCP) pela valiosa contribuição ao cenário prático de atuação.

REFERÊNCIAS

ALFIAN, Ganjar *et al.* **Improving efficiency of RFID-based traceability system for perishable food by utilizing IoT sensors and machine learning model.** Food Control, v. 110, p. 107016, 2020.

BRASIL. **Lei n. 13.964, de 24 de dezembro de 2019.** Aperfeiçoa a legislação penal e processual penal, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/113964.htm. Acesso em: 03 de Setembro de 2024.

BORRI, Luiz Antonio; SOARES, Rafael Junior. **A cadeia de custódia no Pacote Anticrime.** Boletim IBCCRIM, v. 28, n. 335, p. 17-19, 2020.

ESCOLANO BALKEMA, Maximiliano. **Using RFID-Technology For Improved Traceability And Information Sharing: Creating An Integrated Food Supply Chain From Farm To Fork.** 2023. Dissertação de Mestrado. University of Twente.

DECKER, Lance; ZOGHI, Ben. **The Case for RFID-Enabled Traceability in Cash Movements.** FinTech, v. 2, n. 2, p. 344-373, 2023.

GIACOMOLLI, Nereu José; AMARAL, Maria Eduarda Azambuja. **A CADEIA DE CUSTÓDIA DA PROVA PERICIAL NA LEI Nº 13.964/2019 THE CHAIN OF CUSTODY OF EXPERT EVIDENCE IN LAW 13.964/2019.** Duc in Altum Cadernos de Direito, 2020.

DE MARILLAC DO NASCIMENTO DE MATOS, Tycianne; GROCHOCKI, Luiz Rodrigo. **Modernizando o gerenciamento de vestígios forenses: aplicação de RFID nas centrais de custódia.** Revista Brasileira de Criminalística, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 74-81, 2024. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/794>. Acesso em: 12 de set. 2024.

DENUWARA, Navodya; MAIJALA, Juha; HAKOVIRTA, Marko. **Sustainability benefits of RFID technology in the apparel industry.** Sustainability, v. 11, n. 22, p. 6477, 2019.

HU, Lishuan; XIANG, Caihong; QI, Chengming. **Research on traceability of cold chain logistics based on RFID and EPC.** In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP publishing, 2020. p. 012167.

JAIME, Larissa de Pina. **Pacote Anticrime: cadeia de custódia.** 2021.

KAACKKURIVAARA, Nopparat. **Possibilities of using barcode and RFID technology in Thai timber industry.** Maejo International Journal of Science & Technology, n. 1, 2019.

KUMAR, Rishi; PATIL, Omkar; NATH, Karthik; ROHILLA, Krishan; SANGWAN, Kuldip Singh. **Machine Vision and Radio-Frequency Identification (RFID) based Real-Time Part Traceability in a**

Learning Factory. Procedia CIRP, v. 104, p. 630-635, 2021.

KUMAR, Anand. **Embedding RFID in SAP EWM-Inventory Traceability and Streamlining Warehouse Operations.** J Artif Intell Mach Learn & Data Sci 2022, v. 1, n. 1, p. 173-181.

LOVELL, David *et al.* **Exploring technologies to better link physical evidence and digital information for disaster victim identification.** Forensic Sciences Research, v. 7, n. 3, p. 467-483, 2022.

MACKANIN, Tyler; MILLER, Steve; MOREFIELD, Eric. **Radio Frequency Identification for Evidence Management.** Science and Technology, ago. 2023. Disponível em: https://www.dhs.gov/sites/default/files/2023-09/23_0921_st_rfidforevidencemanagementmsr_2.pdf. Acesso em: 12 setembro 2024.

QIAO, Jiping; HAO, Minghui; GUO, Meicen. **Design of meat product safety information chain traceability system based on UHF RFID.** Sensors, v. 23, n. 7, p. 3372, 2023.

SANTOS, Adriano José Sousa; BORGES, André Felipe Miranda; RODRIGUES, Gustavo Luís Mendes Tupinambá. **A CADEIA DE CUSTÓDIA NA COLETA DA PROVA DIGITAL DE ACORDO COM A LEI 13.964/2019, DOS SEUS ARTIGOS 158-A AO 158-F.** RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 2, n. 8, p. e28612-e28612, 2021.

SHOUP, Will. **Tracing Atlantic Sea Scallops Using Radio Frequency Identification (RFID) Technology.** 2023.

SILVA, João Victor Anjos. **Cadeia de custódia no Pacote Anticrime: estudo sobre a atuação defensiva na verificação da integridade da cadeia de custódia.** 2023.

TSIORAS, Petros A.; ŽAK, Jacek; KARASZEWSKI, Zbigniew. **RFID Implementations in the Wood Supply Chains: State of the Art and the Way to the Future.** Drewno. Prace Naukowe. Doniesienia. Komunikaty, v.

65, n. 209, 2022.

URBANO, Oscar *et al.* **Cost-effective implementation of a temperature traceability system based on smart RFID tags and IoT services.** Sensors, v. 20, n. 4, p. 1163, 2020.

VIANA, Vinicius Schneider Januário *et al.* **Proposta de Implementação de Sistema de Rastreamento de Provas Forenses Utilizando Tecnologia RFID no Instituto de Criminalística de Imperatriz (ICRIM).** REVISTA FOCO, v. 17, n. 11, p. e7017-e7017, 2024.

WILLIAMS, Shannan; TAYLOR, Melissa; IRLAND, Jeffrey; METHA, Anuj. **RFID Technology in Forensic Evidence Management :An Assessment of Barriers, Benefits, and Costs.** National Institute of Standards and Technology, nov. 2014. Disponível em: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2014/NIST.IR.8030.pdf>. Acesso em: 12 de setembro 2024.