Research, Society and Development, v. 9, n. 11, e45391110224, 2020
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10224

Análise da produção científica e tecnológica acerca da Ciência Forense Digital

Analysis of scientific and technological production about Digital Forensic Science

Análisis de la producción científica y tecnológica sobre la Ciencia Forense Digital

Recebido: 13/11/2020 | Revisado: 16/11/2020 | Aceito: 17/11/2020 | Publicado: 21/11/2020

Wanderson de Vasconcelos Rodrigues da Silva
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7631-9830
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
E-mail: wanderson.vasconcelos@ifpi.edu.br
Mariana Araujo Adelino
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8646-2024
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
E-mail: araujomariana34@gmail.com
Mayllon Veras da Silva
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3849-3990
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
E-mail: veras@ifpi.edu.br
Fabrício Carvalho da Silva
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4717-8434
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
E-mail: fabriciocarvalho@ifpi.edu.br
Renata Silva-Mann
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5993-3161
Universidade Federal de Sergipe, Brasil
E-mail: renatamann@academico.ufs.br

Resumo

A era da informação trouxe mais praticidade na forma de lidar com os dados, aumentando o uso de recursos tecnológicos. Esse novo contexto levou ao surgimento de novas atividades ilegais como os crimes digitais. Visando combater os cibercrimes, a Ciência Forense evoluiu, com adesão de conhecimentos da Computação e criação da então Ciência Forense Digital. Para ter êxito nessa missão, é indispensável que a Forense Digital esteja sempre em evolução e atualização das técnicas por meio de pesquisas e desenvolvimento de ferramentas

tecnológicas. Com este trabalho se teve o objetivo de prospectar o atual estágio de desenvolvimento científico e tecnológico da Forense Digital, mediante o mapeamento da produção de artigos e dos depósitos de patentes na área. As bases Web of Science e Derwent Innovations Index foram utilizadas para coleta dos dados científicos e tecnológicos, os quais foram analisados, atribuindo-lhes significados mais amplos, vinculados à fundamentação teórica. Com os resultados aponta-se que as pesquisas têm aumentado na última década com publicações em vários países. No entanto, ainda existem dificuldades com as tecnologias, sendo desenvolvidas principalmente por pessoas físicas e empresas. Dessa forma, acredita-se que é essencial a aproximação entre a ciência e a tecnologia para maiores avanços nessa área.

Palavras-chave: Computação forense; Prospecção; Bibliometria; Patentes.

Abstract

The information age has brought more practicality in the way of dealing with data, increasing the use of technological resources. This new context has led to the emergence of new illegal activities such as digital crimes. In order to combat cybercrime, Forensic Science has evolved, with the addition of computer knowledge and the creation of the then Digital Forensic Science. To be successful in this mission, it is essential that Forensic Digital is always evolving and updating techniques through research and development of technological tools. With this work, the objective was to explore the current stage of scientific and technological development of Forensic Digital, by mapping the production of articles and patent deposits in the area. The Web of Science and Derwent Innovations Index databases were used to collect scientific and technological data, which were analyzed, giving them broader meanings, linked to the theoretical foundation. With the results it is pointed out that research has increased in the last decade with publications in several countries. However, there are still difficulties with the technologies, being developed mainly by individuals and companies. Thus, it is believed that the approximation between science and technology is essential for further advances in this area.

Keywords: Forensic computing; Prospection; Bibliometry; Patents.

Resumen

La era de la información ha aportado más practicidad a la forma de tratar los datos, aumentando el uso de recursos tecnológicos. Este nuevo contexto ha propiciado la aparición de nuevas actividades ilegales como los delitos digitales. Para combatir el ciberdelito, la ciencia forense ha evolucionado, con la incorporación del conocimiento informático y la

creación de la entonces ciencia forense digital. Para tener éxito en esta misión, es fundamental que Forensic Digital esté siempre evolucionando y actualizando técnicas a través de la investigación y el desarrollo de herramientas tecnológicas. Con este trabajo, el objetivo fue explorar la etapa actual de desarrollo científico y tecnológico de Forensic Digital, mediante el mapeo de la producción de artículos y depósitos de patentes en el área. Las bases de datos Web of Science y Derwent Innovations Index se utilizaron para recopilar datos científicos y tecnológicos, que fueron analizados, dándoles significados más amplios, vinculados a la base teórica. Con los resultados se señala que la investigación se ha incrementado en la última década con publicaciones en varios países. Sin embargo, todavía existen dificultades con las tecnologías, desarrolladas principalmente por particulares y empresas. Por tanto, se cree que la aproximación entre ciencia y tecnología es fundamental para seguir avanzando en esta área.
Palabras clave: Informática forense; Prospección; Bibliometria; Patentes.

1. Introdução

A era digital, também conhecida como era da informação, surgiu a partir da Segunda Guerra Mundial, período no qual o conhecimento passou a ser mais valorizado que os trabalhos exclusivamente operacionais. Não existe uma data definida, mas sim um período de transição em que a informação passa a ser incorporada ao patrimônio das organizações, criando assim um capital intelectual (Drucker, 1999). A necessidade de estruturar esse conjunto de informações e conhecimento para, posteriormente, armazenar, proteger e transmiti-los, demandou o desenvolvimento de novas ferramentas, resultando na criação dos microprocessadores, dos computadores pessoais e das redes de computadores.

Pessoas, organizações e governos utilizam das ferramentas tecnológicas para realização de tarefas como home office, videoconferências, transações bancárias, e-mails, compras on-line, entretenimento, entre outras. Por outro lado, a crescente necessidade e uso dessas ferramentas levaram ao surgimento de novas modalidades de crimes na sociedade: os crimes digitais.

À vista disso, os novos métodos e procedimentos para investigar determinados crimes promoveram a evolução dos conhecimentos científicos e das ferramentas da Ciência Forense, dando origem à Computação Forense ou Ciência Forense Digital. Essa nova área de atuação tem crescido tanto no campo científico, com a realização de pesquisas, publicação de livros e oferta de cursos de pós-graduação; como no campo tecnológico, por profissionais e empresas que desenvolvem softwares e dispositivos patenteáveis. O agrupamento desses métodos,

técnicas e ferramentas constitui o arsenal do qual os peritos e investigadores dispõem para combater e lidar com os meios utilizados pelos criminosos digitais.

Mapear e analisar esse imenso conjunto de pesquisas científicas permite identificar o comportamento da literatura em função do tempo e espaço, revelando os principais pesquisadores, instituições e países comprometidos com a área da Forense Digital. Da mesma forma, o mapeamento dos registros das tecnologias, nesse caso as patentes ligadas a área, provê informações sobre os provedores das tecnologias da Computação Forense e possíveis tendências tecnológicas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento sistemático da produção do conhecimento científico e tecnológico no contexto da Ciência Forense Digital, fundamentado nos artigos científicos completos publicados em periódicos e nos registros de depósitos de patentes, de modo a identificar o atual estágio de desenvolvimento da ciência e da tecnologia na Computação Forense.

O trabalho foi estruturado de forma a buscar alcançar os objetivos da pesquisa. Assim, esta introdução apresentou a temática da Ciência Forense, em especial da Ciência Forense Digital, contextualizando a relevância da produção científica e do desenvolvimento das tecnologias inerentes, para demonstrar a importância de conhecer e analisar o estágio de desenvolvimento da área. No tópico seguinte, será apresentada uma breve revisão da literatura, buscando esclarecer os pressupostos conceituais que dão fundamentação à pesquisa e aprofundando o conhecimento sobre os temas abordados. Posteriormente, são descritos os procedimentos metodológicos adotados neste estudo e, por fim, a análise e discussão dos resultados.

2. Fundamentação Teórica

Este tópico aborda o embasamento teórico do estudo dividido em três partes: Propriedade Intelectual, que abordará os aspectos gerais do sistema de proteção das criações do intelecto humano (seção 2.1); Ciência Forense Digital, que apresentará os principais conceitos e características dessa área de atuação e pesquisa (seção 2.2); e Produção Científica e Tecnológica, que definirá os principais meios de mapeamento de informações, bem como exemplos de bases de consultas (seção 2.3).

2.1 Propriedade Intelectual

As descobertas e inovações resultantes da criatividade do intelecto humano para atender suas demandas e interesses sempre estiveram presentes no percurso da evolução da humanidade. Esse potencial criativo e adaptativo permitiu que a humanidade auferisse o atual e importante nível de progresso tecnológico, social e de qualidade de vida. Dessa forma, surgiu o termo "Propriedade Intelectual" como um conjunto de diversos domínios criativos resultantes da criação do espírito humano. Em 1883, foi criada a Convenção da União de Paris (CUP), um dos primeiros tratados envolvendo diversos países com o propósito de preservação dos direitos relativos à propriedade intelectual, mais precisamente a patentes de aplicação industrial, tendo o Brasil como um dos países signatários do acordo (Barbosa, 2003).

Posteriormente, no ano de 1886, deu-se a Convenção de Berna para a proteção das obras literárias e artísticas e, a partir daí, em julho de 1967 foi instituída a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) - World Intellectual Property Organization (WIPO), na versão em inglês - um órgão autônomo dentro do sistema da Organização das Nações Unidas (ONU) concebido para suprir as deficiências das convenções anteriores que regulavam acerca dos direitos sobre as criações intelectuais. Estas convenções permanecem atualmente em vigor, sendo que a Organização Mundial da Propriedade Intelectual foi constituída com intuito de fortalecer esses direitos e atender às novas demandas do comércio internacional (Barbosa, 2003; WIPO, 2020a).

Os debates internacionais posteriores resultaram, em janeiro de 1995, na criação da Organização Mundial do Comércio (OMC), que incorporou uma série de acordos, entre eles o Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights - TRIPS) que possibilitou a inserção da propriedade intelectual no sistema multilateral do comércio (Barbosa, 2003; Jungmann, 2010).

WIPO (2020b) salienta que os países que compuseram a convenção que instituiu a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, não definiram o termo "Propriedade Intelectual" formalmente, mas sim como uma lista exaustiva de direitos relativos a ela como pode ser observado a seguir:

> [...] às obras literárias, artísticas e científicas; às interpretações dos artistas intérpretes e às execuções dos artistas executantes, aos fonogramas e às emissões de

> radiodifusão; às invenções em todos os domínios da atividade humana; às descobertas científicas; aos desenhos e modelos industriais; às marcas industriais, comerciais e de serviço, bem como às firmas comerciais e denominações comerciais; à proteção contra a concorrência desleal e todos os outros direitos inerentes à atividade intelectual nos domínios industrial, científico, literário e artístico – Convenção que Institui a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, assinada em Estocolmo, em 14 de julho de 1967 (WIPO, 2020b, Art. 2, §viii).

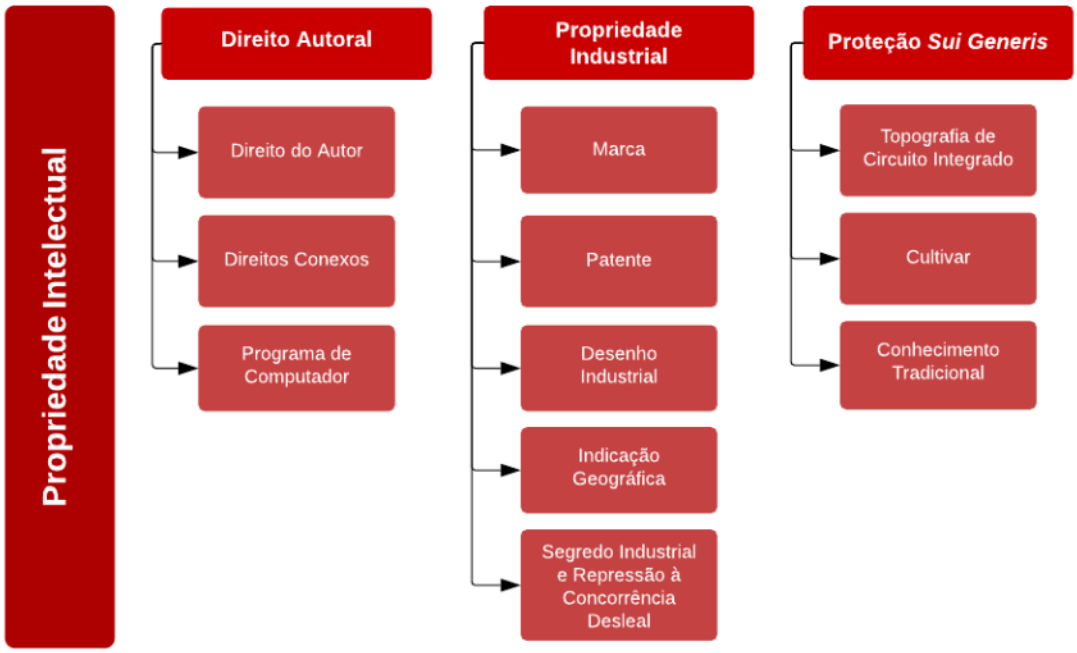
A descrição extensa denotada na convenção esclarece que o termo "Propriedade Intelectual" se trata de uma expressão abrangente utilizada para denominar os direitos de posse que refletem sobre a produção intelectual humana (conhecimento, tecnologia e saberes), seja no campo científico, industrial, literário ou artístico, concedendo ao criador/inventor/autor ou titular da criação, direitos de obtenção de retribuição pela invenção, durante um período estabelecido na legislação vigente (Russo, Silva & Nunes, 2012).

Vale ressaltar que a propriedade intelectual é um agrupamento de direitos imateriais, o que constitui em um ativo intangível. Isso se deve ao fato de que está relacionada à informação ou ao conhecimento incorporado a um número intérmino de cópias de um objeto concebido, em qualquer parte do mundo, e não ao próprio objeto copiado. Portanto, a propriedade intelectual não se traduz nos objetos e em suas cópias, mas na informação ou no conhecimento refletido nesses objetos e cópias (Jungmann, 2010).

No Brasil, o Sistema de Propriedade Intelectual compreende direitos referentes a três grandes agrupamentos: Direito Autoral, Propriedade Industrial e Proteção Sui Generis, conforme apresenta a Figura 1.

O agrupamento dos Direitos Autorais é regido pela lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que regula os direitos autorais e dá outras providências. A legislação brasileira descreve como obras intelectuais protegidas "as criações do espírito, expressas por qualquer meio ou fixadas em qualquer suporte, tangível ou intangível, conhecido ou que se invente no futuro". Os programas de computador, além de serem protegidos pela Lei de Direito Autoral, possuem uma lei específica, lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998, conhecida como Lei do Software, que dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual desses programas e sua comercialização no país (Lei n. 9609, 1998; Lei n. 9610, 1998).

Figura 1 – Modalidades de direitos relativos à Propriedade Intelectual.



Fonte: Autores.

A Convenção da União de Paris (CUP), citada anteriormente, representou o primeiro grande acordo internacional para assegurar que as obras intelectuais dos criadores pudessem ser protegidas em outros países e definiu a aplicação do termo Propriedade Industrial (segundo agrupamento) em um sentido mais amplo, incluindo patentes, marcas, desenhos industriais, modelos de utilidade, nomes comerciais, Indicações Geográficas e a repressão à concorrência desleal, deixando de referir-se apenas à indústria e ao comércio, como também à agricultura, ao extrativismo e aos produtos naturais ou processados (WIPO, 2020a).

Para o segundo agrupamento de direitos, a Lei da Propriedade Industrial (LPI), lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial no Brasil com o objetivo de conceder direitos para promover a criatividade pela proteção, disseminação e aplicação industrial de seus resultados, considerando o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do país. Concomitantemente, outras leis apoiam e incentivam a inovação e a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo. É o caso da lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (Lei da Inovação), um recurso essencial para as instituições de pesquisa, sejam elas, públicas ou privadas, visto que as disposições enumeradas nesta lei estimulam a criação de ambientes de inovação especializados e cooperativos (Lei n. 9279, 1996; Russo, et al., 2012).

No Brasil, a lei nº 5.648, de 11 de dezembro de 1970 criou o Instituto Nacional da

Propriedade Industrial (INPI), uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). O órgão é responsável pelo aperfeiçoamento, disseminação e gerenciamento do sistema de concessão, garantia e negociação de direitos de propriedade industrial no território brasileiro, estimulando a inovação e a competitividade a serviço do desenvolvimento tecnológico e econômico do Brasil (Lei n. 5648, 1970; INPI, 2019).

INPI (2019) destaca que, além dos serviços de concessão de registro de marcas, concessão de patentes de invenção e de modelos de utilidade, registro de desenho industrial, registro de Indicações Geográficas e repressão à concorrência desleal, ou seja, todos os direitos relativos à propriedade industrial segundo as modalidades de direitos de propriedade intelectual (Figura 1). O instituto também é responsável pela concessão de registro de programas de computador (Direito Autoral) e de topografia de circuito integrado (Proteção Sui Generis).

O terceiro agrupamento do Sistema de Propriedade Intelectual brasileiro refere-se à Proteção Sui Generis, uma expressão do latim que remete aquilo que é único em seu gênero e possui características peculiares e específicas, ou seja, fazem parte do escopo da propriedade intelectual, porém não se enquadram nos dois primeiros agrupamentos que correspondem ao Direito Autoral ou ao direito de Propriedade Industrial. Neste grupo fazem parte as topografias de circuitos integrados que compreendem a representação da configuração tridimensional das camadas que compõem um circuito integrado por meio de imagens; a proteção de novas variedades de plantas denominadas cultivares, resultantes do aperfeiçoamento genético de outras plantas; e os conhecimentos tradicionais que tratam de uma parcela do conhecimento que não necessariamente está formalizado pela ciência, mas que é desenvolvida de forma isolada ou em comunidades (WIPO, 2020a).

2.2 Ciência Forense Digital

A palavra Forense possui caráter jurídico e remete, segundo Vaz (2008), a uma relação entre tribunais e a justiça. Ao fazer uma junção da Forense com a Ciência, obtemos uma estrutura de procedimentos e conhecimentos capazes de solucionar crimes e diferentes questões legais, auxiliando assim na investigação criminal. Essa área se apropria de forma generalizada da Química, Biologia, Física e Medicina para obtenção de resultados precisos, além de setores específicos, tais como a Antropologia, Patologia, Balística e outras. Diversas disciplinas podem auxiliar a Ciência Forense em seus métodos, fazendo dela uma área

multidisciplinar. Patologistas, cientistas forenses e cientistas associados, que trabalham nas subdivisões da ciência forense, são os profissionais especializados para atuar nessa área.

A origem primordial dessa ciência remete ao país da China no século VII, quando Ti Yen Chieh, apesar da pouca acessibilidade à ciência que a época fornecia, inovou a análise de evidências em cenas de crime. Na Europa, o exame de corpos de modo a identificar as causas da morte passa a ser adotada após a repercussão do Código Carolíngio no século XVI posto pelo imperador Carlos V no qual previa a obrigatoriedade da perícia de cadáveres vítimas de mortes violentas, juntamente a um laudo por escrito. A necropsia, caracterizada como um procedimento que testifica a causa da morte de um paciente que não teve comprovação clínica, possibilitou para a Ciência uma coletânea de conhecimentos (Calazans & Calazans, 2005).

Em 1815, Mathieu Orfila publicou um material que continha classificação dos venenos mais utilizados pelos criminosos. Esse acontecimento trouxe para a sociedade da época uma nova perspectiva relativa à investigação de crimes e maior credibilidade para a Ciência Forense. Entretanto, ainda que os primeiros registros da prática dos métodos forenses pareçam antigos, suas principais contribuições, por conseguinte suas maiores inovações tecnológicas, ocorreram somente entre os séculos XVI e XVIII (Calazans & Calazans, 2005).

Algumas ferramentas desenvolvidas nessa época ainda são vastamente utilizadas. A fotografia, por exemplo, foi criada em 1826 e desde então possui a serventia de capturar evidências que levem ao reconhecimento de suspeitos. A inserção da fotografia na Ciência Forense incorpora-se como um meio prático e de bom custo-benefício para a integração de laudos periciais e pesquisas técnicas (Pozzebon, Freitas & Trindade, 2017).

A ciência forense possui embasamento primordial em dois princípios. O primeiro deles é o Princípio da Troca de Locard, que se resume em: “todo contato deixa resquícios”. Edmond Locard, relevante nome para o avanço da ciência em questão, afirma que o contato com evidências pode auxiliar e/ou dificultar a resolução da incógnita que rodeia o caso. Desse modo, graças a Edmond, a coleta e análise de evidências se tornou padrão da investigação criminal, resultando em uma maior aceitação dos métodos forenses dentro de tais investigações (Maia, 2012).

O segundo princípio é destacado por Saks e Koehler (2005) e possui como fundamentação a individualização, proveniente do princípio da singularidade discernível. Com esse conceito aponta-se que, pessoas e objetos são fatores singulares assim como as marcas que produzem. Ou seja, duas impressões digitais ou pegadas idênticas encontradas em uma cena de crime pertencem ao mesmo autor. Fato esse que auxilia na conclusão de um caso

ou leva à alguma evidência. Entretanto, em certas situações, tal conceito pode dificultar a identificação de um possível suspeito, haja vista que essa interação entre pessoas e objetos da cena podem fazer com que algumas características sejam perdidas ou modificadas.

Com o desenvolvimento das ferramentas tecnológicas, as técnicas relacionadas à Ciência Forense se tornaram mais sofisticadas e eficientes. Novos recursos, softwares e computadores que auxiliam na análise de explosivos, rastreamento de dispositivos e até chamadas telefônicas, fazem da informática uma grande aliada da investigação criminal. Portanto, ainda que tanta facilidade provinda das tecnologias seja benéfica em certos casos, ela se tornou alvo para variados crimes e práticas ilegais (Eleutério & Machado, 2011).

A World Wide Web, palavra inglesa que deu origem a sigla WWW e que se refere à rede mundial de computadores, pode ser também um espaço para o descumprimento de leis. Os criminosos aproveitam-se de vulnerabilidades na rede para roubar dados pessoais, aplicarem golpes, aproveitando-se de falso anonimato e até potencializar antigos crimes como o furto. Sendo assim, é necessária uma investigação minuciosa para a resolução de tais atos (Eleutério & Machado, 2011).

A Ciência Forense Digital, também chamada de Forense Computacional, é uma das ramificações da Forense Clássica discutida anteriormente, e se caracteriza como um conjunto de técnicas elaboradas e conceitos, de modo a coletar evidências digitais capazes de identificar a condição criminal ocorrida em aparelhos eletrônicos computacionais. O profissional responsável pela coleta de evidências neste ramo precisa agir, não como um usuário comum, mas como um detetive. Programadores, especialistas na escrita de códigos e desenvolvimento de software em geral, possuem mais facilidade com a coleta dessas evidências na Forense Computacional, visto que as habilidades necessárias para ambas as profissões são semelhantes (Farmer & Venema, 2000).

Segundo Eleutério e Machado (2011), as evidências digitais alocadas nos computadores são compostas por bits, sequências de números zeros e uns que constituem um encadeamento lógico. Ao coletar as evidências digitais de um caso, a ausência de apenas um bit em um arquivo pode dificultar a chegada de uma conclusão para a análise. Tais evidências podem ser coletadas em duas diferentes situações de crimes relacionados a computação.

O primeiro deles diz respeito aos crimes onde o computador ou dispositivo é utilizado apenas como uma ferramenta complementar do delito. A modalidade descrita possui o termo técnico modus operandi e, assim como qualquer elemento que possa estar na cena de crime, o computador serve como uma prova, mas não é a ferramenta principal e única. Essa modalidade é uma das mais comuns e corresponde a 90% dos casos analisados. Crimes que

não seriam viáveis e executáveis sem a presença do computador são a segunda forma de crimes cibernéticos. Os malwares, programas maliciosos capazes de afetar o sistema operacional da máquina e furtar dados confidenciais, juntamente a spams, caracterizado como o recebimento de mensagens indesejadas principalmente com intuito publicitário, são exemplos da aplicação dessa modalidade acerca de incidentes de segurança. No caso do spam, a fim de obter informações do usuários e usá-la de forma ilícita, há o método phishing, caracterizado pelos casos onde a mensagem tem a prejudicial motivação de roubar dados pessoais, bancários, credenciais e entre outros (Eleutério & Machado, 2011; Melo, Amaral, Sakakibara, Almeida, Sousa Júnior, & Nascimento, 2011).

Além de malwares, há variadas formas de infecção de uma máquina e uma das mais conhecidas são os vírus, sequência de bits que obrigam o sistema operacional a realizarem funções indesejáveis ao usuário. Esses vírus se auto propagam, ocupando diferentes espaços de programas e arquivos, corrompendo-os e sendo possível ser transportados para outras máquinas através de unidades de disco removíveis (Melo, et al., 2011).

São inúmeros os exames forenses aplicados para a construção de um laudo pericial e espera-se que, com o avanço tecnológico, a quantidade e qualidade desses exames possam crescer ainda mais. Esses exames constituem uma das 4 etapas principais, conforme Eleutério e Machado (2011), de organização da Computação Forense. São elas: coleta, que consiste em coletar dados e evidências, preservando a integridade da mesmas; exame, etapa responsável pela extração de informações das evidências; a etapa de análise, que traz respostas relevantes às indagações deixadas nos processos anteriores; e por fim, o relatório que se resume nos resultados do caso, uma conclusão cabível. Na etapa de coleta de dados, os aparelhos como CDs, DVDs, cartões de memória e discos rígidos (HD) são as principais fontes de exames periciais.

Ao fazer a perícia de um dispositivo em questão, dados confidenciais deverão ser verificados pelo profissional. Cabe ao perito ser cuidadoso ao manusear esses dados para que não haja uma violação de privacidade dos envolvidos inocentes. Essa política, que visa a privacidade dos envolvidos e a cautela em analisar esses dados, é uma das apontadas por Yasincac & Manzano (2001) que facilitam o processo investigativo e auxiliam o perito a identificar de maneira mais eficiente o autor do crime.

2.3 Produção Científica e Tecnológica

O mapeamento da produção científica se dá por meio da bibliometria, uma técnica

quantitativa e estatística utilizada por pesquisadores com o objetivo de analisar a produção do conhecimento acerca de determinada área, assunto ou tema, visando mensurar o progresso de desenvolvimento científico em um contexto específico. Dessa forma, é possível estudar, classificar e avaliar a produção e o consumo da informação científica, sendo constituída como uma ferramenta multidisciplinar que permite identificar comportamentos da literatura em diferentes contextos espaciais e temporais. A análise bibliométrica também permite identificar os principais autores e instituições mais comprometidas com o tema estudado, bem como suas decisões em torno do processo intelectual concebido (Guedes & Borschiver, 2005).

A literatura científica aponta que pesquisadores com diferentes formações profissionais têm adotado o mapeamento científico para construção dos "estados da arte" de suas áreas de conhecimento, mapear campos de pesquisa, produzir indicadores de produção científica, analisar padrões de comunicação científica, dentre outros. Para isso, os pesquisadores devem fazer uso de artigos científicos, livros, documentos, publicações e outros indicadores disponíveis de modo a realizar as análises bibliométricas (Medeiros & Faria, 2006).

A busca pelos dados de produção científica sobre um determinado tema concentra-se principalmente nas páginas web de eventos científicos ou em bases de dados de periódicos científicos, como Google Scholar, Scopus, Scielo, PubMed, ScienceDirect, Web of Science, portal de periódicos da CAPES e editoras mais conhecidas, como Elsevier, Thompson, TaylorFrancis, entre outras (Ribeiro, 2018).

Para o mapeamento da produção tecnológica, a principal fonte de informações são os depósitos de patentes nas bases de dados dos órgãos responsáveis pela concessão de patentes em cada região. O processo de obtenção do conhecimento tecnológico a partir da análise dos dados de patentes é composto por um conjunto de etapas, podendo ser denominado como patentometria, sendo considerada como uma ferramenta essencial para a inteligência competitiva por meio da análise qualitativa e quantitativa das patentes dentro de uma área específica. Nesse tipo de técnica, é possível identificar os inventores, os titulares, os tipos de tecnologias, as referências a patentes, ajudando a entender quem são os principais provedores de tecnologias e as possíveis tendências tecnológicas (Ribeiro, 2018).

A fonte para os dados patentários são as bases de busca de registros de patentes, entre elas, Espacenet – Escritório Europeu de Patentes (EPO), PatentScope da World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) dos Estados Unidos, Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) no Brasil, Derwent Innovation Index (DII) – ferramenta de pesquisa de patentes que combina um banco de dados

de diversos órgãos em todo o mundo, Google Patents, entre outras.

3. Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa envolveu aspectos descritivos e exploratórios. Inicialmente realizou-se uma busca na literatura através de capítulos de livros e artigos publicados em periódicos para contextualização do tema, evidenciando sua relevância e justificativa para o desenvolvimento deste estudo. Realizou-se um mapeamento sistemático da produção científica e tecnológica, uma vez que esse é um método para construir esquemas de classificação e estruturar uma determinada área de interesse, neste caso a Ciência Forense Digital (Koche, 2011; Medeiros & Faria, 2006).

O mapeamento do conhecimento científico consiste no levantamento das pesquisas realizadas e publicadas em bases de dados eletrônicas científicas. Neste estudo, o mapeamento se deu com base nos artigos completos disponíveis na Web of Science (WoS), sendo utilizada uma estratégia de busca avançada que combinou por meio de operadores lógicos o termo "digital forensics" no título, resumo ou palavras-chave.

A coleção principal da base de dados Web of Science (WoS) é uma plataforma de assinatura online de pesquisa multidisciplinar da Clarivate Analytics para acesso a bases de dados bibliográficas e também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que o citaram, cobrindo aproximadamente 12.000 periódicos (CAPES, 2020).

O mapeamento tecnológico é uma técnica flexível amplamente usada na indústria para apoiar o planejamento estratégico e de longo alcance. A abordagem fornece um meio estruturado (e frequentemente gráfico) para explorar e comunicar as relações entre produtos e tecnologias em evolução e desenvolvimento ao longo do tempo. O mesmo se deu a partir do levantamento de dados dos pedidos de patentes disponíveis no Derwent Innovations Index (DII), e nesse caso se utilizou do mesmo termo de busca do mapeamento científico no título ou resumo da patente.

O Derwent Innovations Index (DII) é uma ferramenta de pesquisa que fornece acesso à Internet a mais de 30 milhões de invenções descritas em mais de 65 milhões de documentos de patentes. As informações de patente são coletadas com 41 autoridades emissoras de patente em todo o mundo e inclui links para patentes citadas e de citação, artigos citados, e fontes de dados de patentes de texto completo (Clarivate, 2020).

As buscas pelas informações foram executadas em janeiro de 2020 e os dados

coletados foram submetidos a exames a fim de detectar erros. Em seguida, foram tabulados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel® para poderem ser processados e demonstrados em tabelas e gráficos. A seção seguinte apresenta o mapeamento da área de interesse por meio da análise quantitativa dos artigos e patentes encontrados, atribuindo aos mesmos, significados mais amplos, vinculando-os a outros conhecimentos teóricos discutidos na fundamentação teórica deste estudo.

4. Resultados e Discussão

No mapeamento identificou-se um total de 753 artigos completos publicados e 32 processos de depósitos de Patentes de Invenção (PI) ou Modelos de Utilidade (MU). Os artigos foram analisados em relação ao ano de publicação, país, área da pesquisa, instituições e autores. Os documentos de patentes foram analisados em relação ao ano de depósito, país de origem, Classificação Internacional de Patentes (CIP), depositantes e inventores.

A evolução dos depósitos de patentes, desde os primeiros registros em 2005 aos mais recentes no ano de 2017, disponibilizados na base de consulta até a data de coleta de dados desta pesquisa, segundo os procedimentos metodológicos adotados é apresentada (Figura 2). Da mesma forma, retrata-se a evolução dos trabalhos científicos na área desde a primeira publicação em 2003 até às mais recentes em 2019.

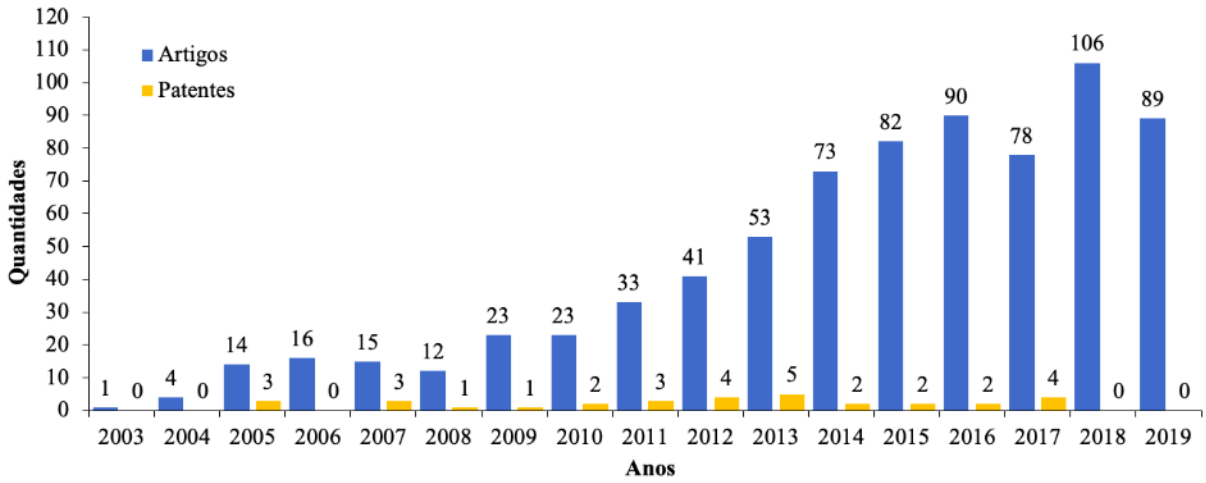
Ao comparar os dados científicos e tecnológicos, observa-se que as publicações de artigos possuem uma amplitude temporal (2003 – 2019) relativamente maior que os registros de patentes e que sua evolução demonstra um crescimento linear ao longo dos anos, diferentemente das tecnologias registradas que praticamente permaneceram reduzidas e estáveis. Isso se deve, entre outros fatores, aos critérios de exigibilidade para que uma tecnologia seja considerada patenteável pelos órgãos certificadores, uma vez que a área de Forense Digital se utiliza bastante do uso de ferramentas de software, que podem não se encaixar nos termos de uma patente, a depender da legislação pertinente em cada país.

Segundo a metodologia adotada neste o estudo, identificou-se que o primeiro artigo científico a abordar a temática Forense Digital foi publicado no 2º Workshop Internacional sobre Métodos Matemáticos, Modelos e Arquiteturas para Segurança de Redes de Computadores, que ocorreu no dias 21, 22 e 23 de setembro de 2003, em São Petersburgo na Rússia, e trazia como título: “ForNet: A Distributed Forensics Network”. O trabalho, de autoria do Departamento de Ciência da Computação e Informação do Instituto Politécnico da Universidade de Nova Iorque (EUA), apresentou um mecanismo de registro de rede

distribuído para auxiliar a análise forense digital em redes de área ampla (WAN) denominado ForNet. No trabalho apontou-se a necessidade desse sistema, com revisão de trabalhos relacionados, e apresentação da arquitetura do sistema, bem como a discussão de questões-chave de pesquisa.

Em relação aos depósitos de patentes, os primeiros registros foram feitos no ano de 2005, totalizando 3 pedidos. É importante destacar que o Instituto Politécnico da Universidade de Nova Iorque (EUA), instituição dos autores do primeiro artigo publicado, também foi uma das pioneiras no registro de patentes na área, porém não realizou outros registros de tecnologias ao longo dos anos. A tecnologia registrada consiste em fornecer maneiras úteis para reconstruir arquivos fragmentados, bastante útil na análise forense digital para recuperar evidências após ocorrência de desastres.

Figura 2 – Evolução anual dos artigos publicados e depósitos de patentes sobre Forense Digital.



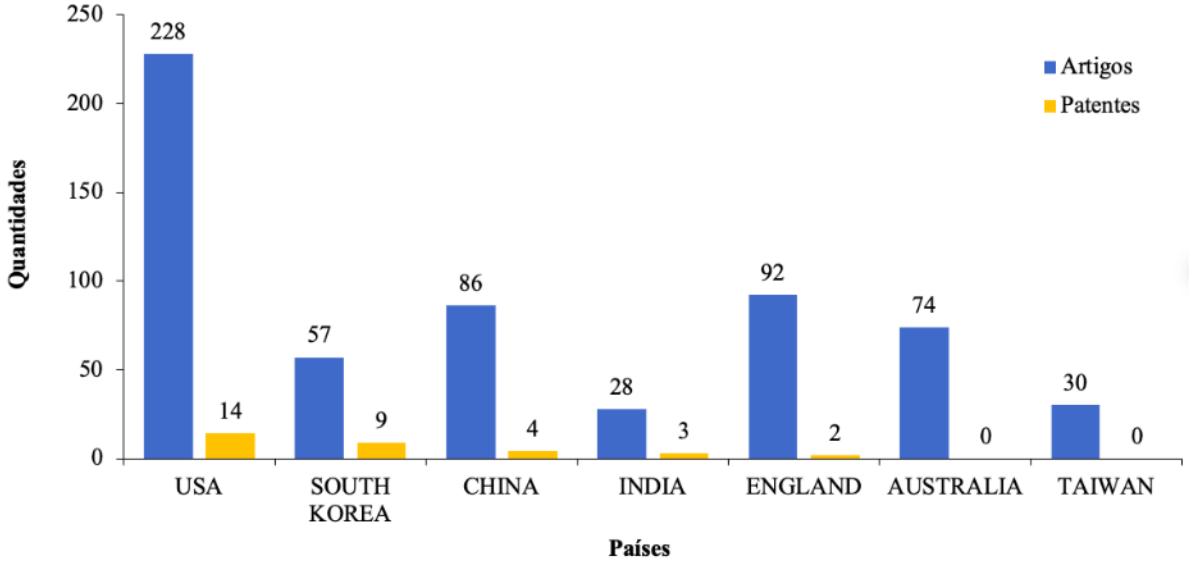
Fonte: Autores.

As outras duas patentes depositadas em 2005 pertencem a Advanced Digital Forensic Solutions Inc, uma empresa americana que atua na área de Forense Computacional, desenvolvendo ferramentas para digitalizar computadores e dispositivos digitais suspeitos, a fim de localizar e extrair dados. As duas tecnologias registradas pela empresa consistem na identificação automática de dados relevantes ou suspeitos durante uma investigação forense digital sem intervenção de um ser humano. Havendo dados suspeitos, a ferramenta emite um alerta às partes interessadas ou armazena as descobertas por meio de relatórios em um dispositivo de armazenamento.

Com relação às publicações por país, observa-se que os Estados Unidos obtiveram o

maior número de artigos científicos, tendo totalizado 228 publicações (30,3%), seguidos da Inglaterra com 92 (12,2%), China com 86 (11,4%) e Austrália com 74 artigos (9,8%). Na Figura 3 destaca-se os 7 países que mais publicaram na área de Forense Digital, visto que neste estudo foram identificados autores de 61 países diferentes, demonstrando o interesse coletivo do estudo e aprofundamento nesta área do conhecimento.

Figura 3 – Distribuição dos artigos publicados e depósitos de patentes sobre Forense Digital por país.



Fonte: Autores

Segundo a metodologia deste estudo, o Brasil é representado por 11 publicações (1,5%) envolvendo o tema Forense Digital. Por outro lado, apenas 5 países realizaram depósitos de patente nessa área: os Estados Unidos, assumindo também a liderança no registro de tecnologias, com 14 depósitos de patentes, o que representa praticamente metade dos registros encontrados (43,8%), seguido da Coreia do Sul com 9 (28,1%), China com 4 (12,5%), Índia e Inglaterra, com 3 (9,4%) e 2 (6,2%) depósitos, respectivamente. Aponta-se um grande interesse nas pesquisas científicas e nota-se que o desenvolvimento de novas tecnologias tem se concentrado em poucos países. A Austrália, por exemplo, apesar de se configurar como o quarto país com o maior número de publicações científicas, ainda não conseguiu efetivar suas pesquisas no desenvolvimento de novas tecnologias patenteáveis.

Quanto às áreas dos artigos publicados, verificou-se que os trabalhos abrangeram um total de 31 áreas de pesquisas, concentrando-se principalmente na Ciência da Computação (63,2% dos trabalhos). Este resultado poderia ser esperado, uma vez que está ligado

diretamente à formação dos profissionais que geralmente atuam na Ciência Forense Digital, mas vale destacar também as pesquisas que envolvem a área de Engenharia (14,6%), Telecomunicações (7,1%), além de outras áreas mais distantes do eixo tecnológico da Computação Forense, como é o caso da Enfermagem, Psiquiatria, Química, Ciências Sociais, entre outras, conforme revela a nuvem de frequência das áreas de pesquisa na Figura 4.

Figura 4 – Nuvem de frequência das áreas de pesquisa ligadas à Forense Digital.

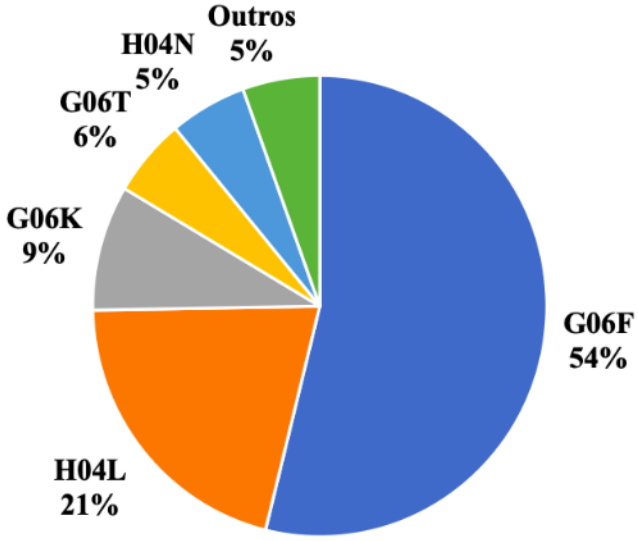
Fonte: Autores

Os órgãos de depósitos de patentes também definem uma classificação como meio de organizar, catalogar e arquivar os documentos de patentes, permitindo um modo mais fácil de localizar informações sobre uma determinada tecnologia. Assim, foi elaborada a International Patent Classification (IPC) ou Classificação Internacional de Patentes (CIP), em português. Dessa forma, é possível encontrar o conteúdo técnico de uma patente. A CIP fornece a base para a concepção de estatísticas sobre propriedade industrial, permitindo avaliar o desenvolvimento tecnológico.

As classificações mais frequentes encontradas nas patentes relacionadas a Forense Digital foram: G06F (Processamento eletrônico de dados digitais), H04L (Transmissão de informação digital) e G06K (Identificação de dados; apresentação de dados; suporte de dados; manipulação de transportes de dados), G06T (Processamento de dados de imagem ou geração, em geral) e H04N (Comunicação de imagens). Com os dados confirma-se o conteúdo das reivindicações das tecnologias registradas, visto que estão diretamente ligados às operações de coleta e processamento de dados digitais e, posteriormente, seu armazenamento e

transmissão. Na Figura 5 apresenta-se a distribuição de cada classe citada. As demais classes somam 5% das patentes.

Figura 5 – Distribuição das patentes de Forense Digital por CIP.



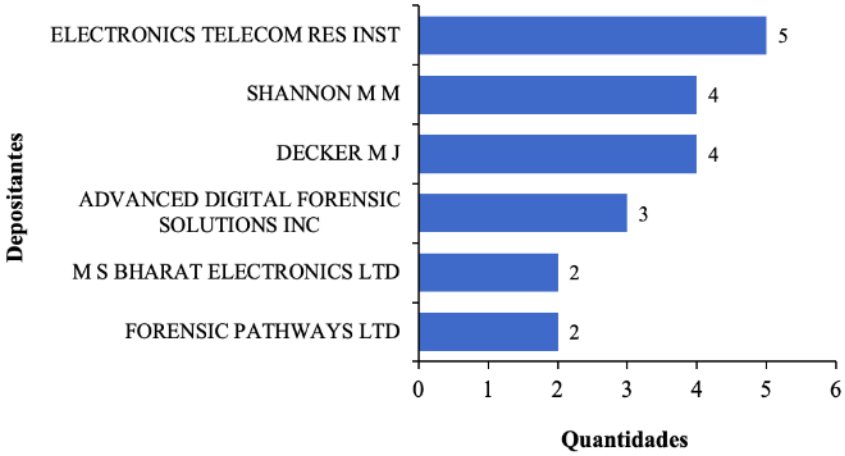
Fonte: Autores.

Ao analisar a quantidade de depositantes das patentes, certificou-se a existência de 43 registros. O número de depositantes superior ao número de patentes (32) sugere que várias tecnologias foram desenvolvidas por meio de parcerias entre empresas, instituições de pesquisa e pessoas físicas. Vale ressaltar que o depositante é o titular ou proprietário da patente, que pode ser o próprio inventor, uma empresa, uma universidade ou um conjunto dos mesmos, aos quais é concedido o direito de impedir o uso e exploração de sua criação por terceiros, bem como sua comercialização.

Os titulares das tecnologias identificadas no mapeamento, entre os quais se destaca o Electronics and Telecommunications Research Institute, uma instituição de pesquisa financiada pelo governo da Coreia do Sul, com 15,6% dos depósitos são apresentados na Figura 6. Em seguida, dois pesquisadores americanos, Matthew Martin Shannon e Matthew James Decker, são identificados como os próprios titulares das patentes depositadas. As tecnologias desenvolvidas pelos pesquisadores representam 12,5% do total, além de serem responsáveis por diversas publicações científicas na área da Ciência Forense Digital. A empresa americana Advanced Digital Forensic Solutions Inc, citada anteriormente neste estudo, é detentora de 3 registros de patentes, seguida da empresa estatal indiana Bharat Electronics Limited e da empresa inglesa Forensic Pathways Limited, ambas com 2 depósitos registrados. Os demais titulares não apresentados na Figura 6 contabilizam 1 depósito de

patente cada.

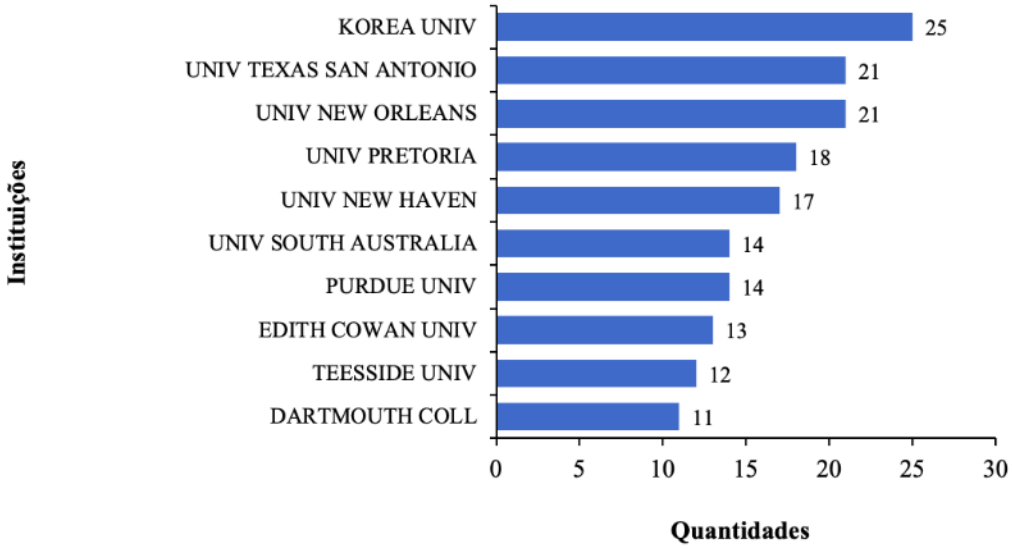
Figura 6 – Distribuição das patentes por depositante para Forense Digital.



Fonte: Autores.

Com relação às instituições que publicam na área, constatou-se que, assim como a Coreia do Sul possui um instituto de pesquisa como o maior titular de depósitos de patentes em Forense Digital, o país também possui a instituição com o maior número de artigos publicados, correspondente a pouco mais de 3% de toda produção científica. Em um patamar próximo de publicações, encontram-se as universidades americanas de New Orleans, do Texas e de New Haven que, em conjunto com diversas outras universidades do país, garantem aos Estados Unidos o maior número de publicações, conforme discutido anteriormente. As dez instituições com maior número de trabalhos publicados, contemplando instituições americanas, coreana, sul-africana, australianas e inglesa são apresentadas na Figura 7.

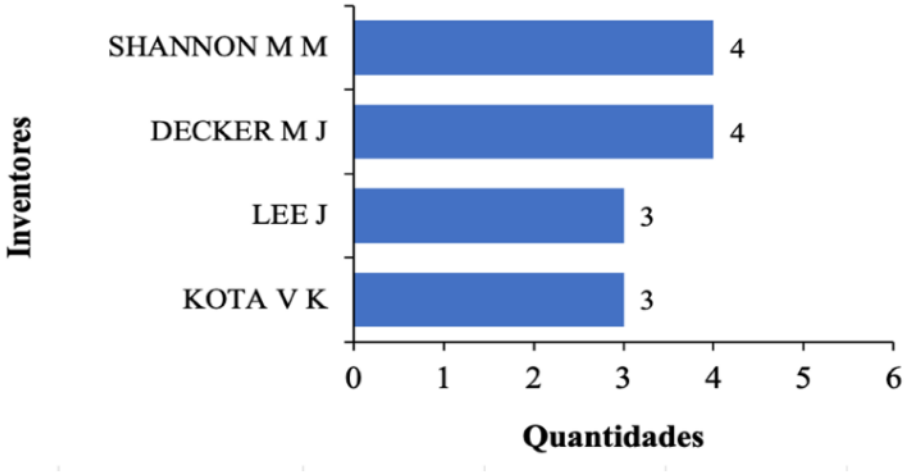
Figura 7 – Distribuição dos artigos publicados por instituição dos autores.



Fonte: Autores

Quanto aos criadores das tecnologias da Forense Digital, neste estudo se revelou a participação de 94 inventores, entre os quais se destacam os dois pesquisadores americanos, Matthew Martin Shannon e Matthew James Decker, citados anteriormente entre os maiores titulares de patentes depositadas, ou seja, ambos trabalham de forma colaborativa, sendo responsáveis tanto pelo capital intelectual das criações, quanto pelo depósito e titularidade das mesmas. Outros inventores da área que também merecem destaque são Venkata Krishna Kota, da empresa estatal indiana Bharat Electronics Limited, e Jooyoung Lee, do Electronics and Telecommunications Research Institute, da Coreia do Sul. Os demais inventores não apresentados na Figura 8 participaram do desenvolvimento de uma ou duas tecnologias depositadas.

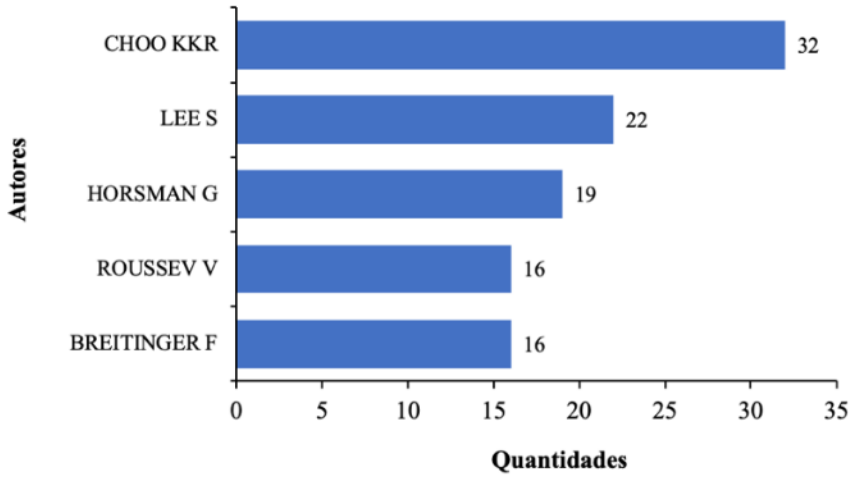
Figura 8 – Distribuição dos depósitos de patentes por inventor.



Fonte: Autores.

Na Figura 9 se apresenta os cinco principais pesquisadores que realizam estudos sobre Forense Digital. Kim-Kwang Raymond Choo foi o autor que mais participou do desenvolvimento de pesquisas científicas na área (4,2% do total de artigos). O autor trabalhou na University of South Australia e no Australian Institute of Criminology, e atualmente é professor de tecnologia da University of Texas at San Antonio. Suas pesquisas contribuíram para o avanço da Ciência Forense Digital em ambos os países. Também vale destacar o trabalho de Sangjin Lee, da Korea University. O mesmo foi responsável por colocar sua universidade como a instituição que mais publica na área, conforme a apresentado na Figura 7. Com 19 publicações, o professor de Computação Forense Digital na Teesside University, Graeme Horsman, foi o terceiro pesquisador que mais contribuiu para ao avanço da temática.

Figura 9 – Distribuição dos artigos publicados por autor



Fonte: Autores.

Na Figura 9 apresentou-se apenas os autores/coautores com participação em mais de 15 trabalhos. Os demais autores apresentaram menores participações. Ao todo, este estudo identificou 1486 pesquisadores entre autores e coautores com publicações na área, segundo a metodologia utilizada.

5. Conclusões

Tendo em consideração que o mapeamento sistemático da produção do conhecimento científico e tecnológico corrobora para composição de uma ferramenta essencial para os estudos e análises prospectivas, principalmente no que está relacionado às tecnologias em constante evolução, as informações apresentadas neste trabalho permitiram verificar o estado da arte no campo da Ciência Forense Digital, bem como constatar o atual nível de desenvolvimento da tecnologia. A fundamentação teórica apresentada neste estudo, construída a partir da revisão de livros, artigos científicos, documentos oficiais e leis, permitiu um melhor aprofundamento e discussão dos temas de interesse, servindo como base para confecção da metodologia da pesquisa e para os procedimentos de coleta, análise e interpretação dos dados obtidos.

No estudo se demonstrou que a área forense para investigação de crimes existe há tempo e ao longo dos anos tem se beneficiado da inserção de novas áreas de estudo, tornando-a uma ciência multidisciplinar. Nas últimas décadas, com a ascensão das novas tecnologias da informação e comunicação, diversas ferramentas foram incorporadas à forense clássica, o que consolidou uma subárea, a Ciência Forense Digital ou Computação Forense, abrindo espaço para o desenvolvimento de novos conhecimentos com o aumento das produções científicas. O crescente aumento no número de trabalhos publicados nos mais variados países, consolida o conjunto das técnicas científicas da Forense Digital para responder a questões relacionadas ao Direito, ampliando sua aplicação aos crimes, como também aos atos civis.

Por outro lado, o desenvolvimento de ferramentas da Computação Forense aptas a se tornarem patentes ainda possuem quantidades reduzidas se comparadas à evolução das produções científicas, e se concentram principalmente em empresas privadas e pessoas físicas. Dessa forma, acredita-se que a cooperação de esforços entre as universidades que mais publicam trabalhos científicos, como a Korea University, University of Texas at San Antonio, University of New Orleans, entre outras, e as empresas líderes no setor de ferramentas forenses digitais, seja uma iniciativa essencial para alavancar o processo de desenvolvimento da tecnologia. Como proposta de trabalhos futuros, sugere-se a análise de conteúdo dos

artigos científicos e dos documentos de patentes, proporcionando dessa forma uma análise de correlação entre as pesquisas teóricas e as tecnologias desenvolvidas.

Referências

Barbosa, D. B. (2003). *Uma introdução à propriedade intelectual.* (2a ed.) Rio de Janeiro: Lumen Juris.

Calazans, C. H., & Calazans, S. M. (2005). Ciência forense: das origens à ciência forense computacional. *Anais do Seminário Regional de Informática*. Santo Ângelo, RS, Brasil, 15.

CAPES. (2020). Portal de Periódicos CAPES/MEC. *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.* Recuperado de https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/institucional

Clarivate (2020). *Derwent Innovations Index*. Recuperado de http://wokinfo.com/products_tools/multidisciplinary/dii/

Drucker, P. F. (1999). *Administrando em Tempos de Grandes Mudanças*. São Paulo: Pioneira.

Eleutério, P. M. S., & Machado, M. P. (2011). *Desvendando a computação forense*. São Paulo: Novatec.

Farmer, D., & Venema, W. (2000). Forensic Computer Analysis: An Introduction. *Dr. Dobb's*. Recuperado de https://www.drdobbs.com/forensic-computer-analysis-an-introduct/184404242

Guedes, V. L. S., & Borschiver, S. (2005). Bibliometria: Uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *Anais do Encontro Nacional de Ciência da Informação.* Salvador, BA, Brasil, 6.

INPI. (2019). Estrutura do INPI. *Instituto Nacional da Propriedade Industrial.* Recuperado de http://antigo.inpi.gov.br/sobre/estrutura

Jungmann, D. M. (2010). *Inovação e propriedade intelectual: guia para o docente*. Brasília: SENAI.

Koche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica.* Petrópolis: Vozes.

Lei n. 5.648, de 11 de dezembro de 1970. (1970). Cria o Instituto Nacional da Propriedade Industrial e dá outras providências. Brasília, DF: Portal da Legislação.

Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996. (1996). Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília, DF: Portal da Legislação.

Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. (1998). Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no país, e dá outras providências. Brasília, DF: Portal da Legislação.

Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. (1998). Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Brasília, DF: Portal da Legislação.

Maia, F. S. (2012). *Criminalística geral*. Fortaleza: MPCE. Recuperado de http://tmp.mpce.mp.br/esmp/apresentacoes/I_Curso_de_Investigacao_Criminal_Homic%C3%ADdio/02_Criminalistica_Geral_29_11_2012.pdf

Medeiros, A. P. S. C. & Faria, L. I. L. (2006) Análise bibliométrica da produção científica da UNESP. *Anais do Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias – SNBU*. Salvador, BA, Brasil, 14.

Melo, L. P., Amaral, D. M., Sakakibara, F., Almeida, A. R., Sousa Júnior, R. T., & Nascimento, A. (2011). Análise de Malware: Investigação de Códigos Maliciosos Através de uma Abordagem Prática. *Anais do Simpósio Brasileiro de Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais*. Brasília, DF, Brasil, 11.

Pozzebon, B. R. S., Freitas, A. C., & Trindade, M. B. (2017). Fotografia Forense – Aspectos históricos – Urgência de um novo foco no Brasil. *Revista Brasileira de Criminalística, 6* (1), 14-51. Recuperado em 20 junho, 2020, de http://dx.doi.org/10.15260/rbc.v6i1.144

Ribeiro, N. M. (2018). Prospecção Tecnológica. *Coleção PROFNIT. Salvador: IFBA.*

Russo, S. L., Silva, G. F., & Nunes, M. A. S. N. (2012). *Capacitação em inovação tecnológica para empresários.* São Cristóvão: Editora UFS.

Saks, M. & K, J. (2005). The Coming Paradigm Shift in Forensic Identification Science. *Science*, 309 (5736), 892-895. Recuperado de http://dx.doi.org/10.1126/science.1111565

Vaz, J. A. (2008). *Metodologias de detecção de vestígios biológicos forenses.* Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

WIPO. (2020a). General Course on Intellectual Property DL–101. *World Intellectual Property Organization*. Recuperado de https://welc.wipo.int/acc/index.jsf

WIPO. (2020b). Paris Convention for the Protection of Industrial Property. *World Intellectual Property Organization*. Recuperado de http://www.wipo.int/treaties/en/ip/paris/

Yasincac, A., & Manzano, Y. (2001). Policies to enhance computer and Network Forensics. *Proceedings of the Workshop on Information Assurance and Security*. New York: United States Military Academy.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Wanderson de Vasconcelos Rodrigues da Silva – 40%

Mariana Araujo Adelino – 30%

Mayllon Veras da Silva – 10%

Fabrício Carvalho da Silva – 10%

Renata Silva-Mann – 10%