

Jaqueline Santos Vieira

vieirajaqueline@academico.ufs.br

<http://orcid.org/0000-0002-1604-8645>

Universidade Federal de Sergipe, Aracaju,
Sergipe, Brasil.

Maria Emilia Camargo

mekamargo@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-3800-2832>

Universidade Federal de Sergipe, Aracaju,
Sergipe, Brasil.

Propriedade intelectual é 5.0: Inteligência artificial e novas tecnologias

RESUMO

A Era 5.0 apresenta novas perspectivas e desafios para a sociedade em um mundo cada vez mais tecnológico e com uma grande quantidade de informações e dados. Este estudo examina a contribuição da propriedade intelectual para a era 5.0, com foco na inteligência artificial e outras tecnologias emergentes, a fim de compreender o papel da propriedade intelectual na integração das novas tecnologias na sociedade, garantindo inovação e proteção ao mesmo tempo em que enfrenta os desafios éticos, legais e econômicos. A pesquisa é de natureza exploratória, fundamentada em uma Revisão de Escopo que utiliza a bibliometria e a patentometria para analisar e analisar dados secundários de artigos e patentes. Utilizaram-se os softwares R e RStudio para o mapeamento temático, bem como o Sistema Orbit Intelligence da Questel para a busca e tratamento de patentes. Foram mapeados 441 artigos e 23.471 famílias de patentes de IA e novas tecnologias. As tecnologias analisadas definem os mercados e seus líderes, como as empresas do segmento. São muitas patentes e aplicações diferentes, com perspectivas de crescimento, uma vez que houve um aumento significativo de famílias de patentes nos últimos cinco anos e aumento da diversificação das aplicações tecnológicas.

PALAVRAS-CHAVE: Era 5.0; Inteligência Artificial; Tecnologias.

INTRODUÇÃO

O comportamento humano mudou na era da Sociedade 5.0, tornando as mídias sociais e a tecnologia necessários para os seres humanos (Kurniawati, Kohar e Pirzada, 2022). De acordo com Holroyd (2022), essa Era é uma sociedade 5.0, como um rótulo atribuído a uma visão de um plano de todos os governos, empresas e universidades para integrar novos sistemas tecnológicos em diversos campos em benefício da humanidade.

Para Bartoloni *et al.* (2022), os acadêmicos e profissionais ainda enfrentam dificuldades para compreender plenamente os resultados da indústria 4.0, fora do âmbito da produção, e procuram desvendar o seu potencial para a sociedade como um todo. Então, a sociedade 5.0 está a surgir como um novo paradigma que coloca os seres humanos no centro da inovação.

A sociedade 5.0 tem a finalidade de colocar o ser humano no ponto médio da inovação, explorando o impacto da tecnologia e os resultados da indústria 4.0, com a integração tecnológica, para melhorar a qualidade de vida, a responsabilidade social e a sustentabilidade (Carayannis e Morawska-Jancelewicz, 2022).

Fukuda (2020) destaca que a sociedade 5.0 tem como objetivo criar uma sociedade centrada no ser humano, onde produtos e serviços sejam prontamente oferecidos para satisfazer várias necessidades potenciais, bem como para reduzir as lacunas econômicas e sociais para que todas as pessoas vivam uma vida confortável e vigorosa.

Huang *et al.* (2022), argumentam que a Sociedade 5.0 foi criada pelo Gabinete do Japão para equilibrar o crescimento econômico com a solução de problemas sociais da sociedade japonesa. Shiroishi, Uchiyama e Suzuki (2018) dizem que o modelo japonês de sociedade busca criar uma sociedade sustentável para a segurança e o bem-estar humano usando um sistema ciberfísico. Gladden (2019), sustenta que a iniciativa japonesa visa criar uma sociedade ciberfísica na qual, entre outras coisas, a vida cotidiana dos cidadãos será aprimorada através de uma colaboração cada vez mais estreita com sistemas de inteligência artificial.

Beniiche, Rostami e Maier (2022) salientam, ainda, que a Sociedade 5.0 prevê que as pessoas interajam mais com robôs sociais e inteligência artificial no dia a dia. Ozdemir e Hekim (2018) destacam que a IA e os robôs colaborativos dão sentido ao Big Data coletado por sensores.

A indústria 5.0 está preparada para aproveitar a automação extrema e os Grandes Dados com segurança, política tecnológica inovadora e ciência de implementação responsável, o que é possível graças à simetria 3D na concepção do ecossistema de inovação (Ozdemir e Hekim (2018). Para Maddikunta (2022), as tecnologias facilitadoras da indústria 5.0 são: a computação de ponta, gêmeos digitais, robôs colaborativos, a Internet das coisas(IoT), cadeias de blocos(blockchain, em inglês) e as redes de 6G.

Taj e Jhanjhi (2022) destacam que a Revolução Industrial 5.0 contempla as futuras tendências de desenvolvimento da indústria para alcançar a prosperidade para além dos empregos, incorporando mais inteligência na nossa vida quotidiana com a ajuda de tecnologias de ponta como a Inteligência Artificial Explicável.

É importante destacar, que as tecnologias que foram os pilares da indústria 4.0 ainda serão usadas na indústria 5.0, tais como a inteligência artificial,

blockchain e a internet das coisas (IoT) (Carayannis e Morawska-Jancelewicz *et al.*, 2022).

Santhi e Muthuswamy (2023) consideram as tecnologias principais da 5.0: a internet das coisas, a internet de todas as coisas, a inteligência artificial das coisas e a Inteligência Artificial.

A inteligência artificial tem um papel fundamental na criação de ativos de propriedade intelectual para atender à sociedade, os setores de serviços, agricultura e indústria, devido ao aumento dos sistemas de aprendizado de máquina que estão se tornando cada vez mais comuns. A adoção desses sistemas tem se expandido, acelerando a mudança para uma sociedade mais algorítmica, o que resulta em decisões informadas por algoritmos com maior potencial de impacto social (Carvalho, Pereira e Cardoso, 2019).

A demanda atual é pela Inteligência Artificial Explicável, que se refere a aplicações de tecnologia de inteligência artificial, como certos sistemas especialistas e outros tipos de autoaprendizagem, que explicam os resultados produzidos de uma forma que pode ser entendida por humanos, de modo a explicar como se toma uma decisão específica (Sreekrishnan *et al.* 2020).

A sexta geração de redes sem fio, chamada de 6G, foi desenvolvida para atender às rigorosas demandas de rede, como ultra alta confiabilidade, capacidade, eficiência e baixa latência, de forma holística, tendo em vista o contexto econômico, social, tecnológico e ambiental previsto para a era de 2030.

Além disso, há oportunidades futuras no 6G o uso de suporte para espectros de terahertz e luz visível, arquiteturas aéreas e sem células e inteligência distribuída massiva, entre outros que permitirão casos de uso digitais imprevistos para a sociedade de 2030 e além (Giordani *et al.*, 2020). Beniiche, Rostami e Maier salientam que, apesar do 5G se concentrar principalmente nos setores verticais da indústria, as redes móveis 6G focam mais no ser humano.

A computação de ponta, também conhecida como computação de borda ou periférica (*Edge computing*, em inglês) é considerada uma alternativa mais eficiente do que a computação em nuvem para alguns serviços de computação, conforme apontado por Shi *et al* (2016).

Em 2019, essa tecnologia ainda é considerada promissora para satisfazer a um paradigma emergente de transferir as tarefas e serviços de computação do núcleo da rede para a periferia da rede, devido à proliferação da computação móvel e da Internet das Coisas (IoT), que geram zilhões de bytes de dados na extremidade da rede. Isso implica na urgência de empurrar as fronteiras da inteligência artificial para a periferia da rede, de forma a libertar plenamente o potencial dos grandes volumes de dados da periferia (Zhou *et al.*, 2019).

A crise da COVID-19 impulsionou a implementação de recursos de computação periférica para atender ao grande fluxo de tráfego dos usuários (Yassine e Hossain, 2020). Os fornecedores de serviços móveis podem fornecer conteúdos e serviços melhorados os operadores de redes móveis podem aliviar o congestionamento nas redes principais (Shao *et al.* 2022).

A lógica da computação de ponta é que a computação deve acontecer na proximidade de fontes de dados. De acordo com Shi *et al.* (2016), computação de ponta é uma tecnologia habilitadora que permite que a computação seja realizada

na ponta da rede, em termos de dados downstream em nome de serviços de nuvem e dados upstream em nome de serviços de IoT. A expressão “ponta” é entendida como qualquer recurso de computação e rede ao longo do caminho entre fontes de dados e data centers em nuvem.

Sobre os sistemas ciberfísicos, é importante salientar que também foram usados na indústria 4.0 e dependem dos avanços da internet móvel para uma melhor aplicação nas redes de automação, o que é apoiado pela indústria de telecomunicações, que demonstra um grande interesse nas aplicações de automação industrial (Wollschlaeger, Sauter, Jasperneite, 2017).

De acordo com Raja Santhi e Muthuswamy (2023), o sistema ciberfísico (CPS) é um sistema de computador inteligente que integra recursos de detecção, computação, controle e rede em objetos físicos e os conecta à Internet e entre si. Serpanos (2018) afirma que os CPS são uma tecnologia disruptiva em muitos setores, com forte impacto nas economias e nos processos sociais. O CPS tem aplicações em muitos domínios, da manufatura, a agricultura, da infraestrutura crítica à vida assistida, trazendo desafios em tecnologia, negócios, direito e ética-sociais.

O CPS tem aplicações diversas, como aviação, carros autônomos, energia, gerenciamento de desastres e emergências, saúde, manufatura inteligente e cidade inteligente (Raja Santhi e Muthuswamy, 2023). Já os sistemas ciber-físicos para os níveis social, cognitivo e físico (sigla do inglês CPSS) são mais recentes e visam integrar funcionalmente os seres humanos (Beniiche, Rostami e Maier, 2022).

Os gêmeos digitais é uma das tecnologias facilitadoras mais promissoras para realização do fabrico inteligente e a indústria 4.0. Essa tecnologia foi usada com sucesso em diferentes indústrias, como concepção de produtos, produção, prognóstico e gestão da saúde (Tao *et al.*, 2018). Liu *et al.* (2021) verificaram que a tecnologia gêmeo digital está, aos poucos, abandonando a infância e entrando em um estágio de rápido desenvolvimento, onde os pesquisadores começam a explorar práticas e tecnologias reais na indústria.

O conceito de Gêmeo digital, descrito por Fuller *et al.* (2020), consiste na integração sem esforço de dados entre uma máquina física e virtual em qualquer direção. Liu *et al.* (2021) acrescentaram características fundamentais para compreender o conceito, como (1) individualizado devido ao gêmeo digital ser tão estável quanto o gêmeo físico (2) Alta Fidelidade em relação ao comportamento do gêmeo físico (3) Tempo real pela latência relativamente baixa (4) Controlável, o que permite a convergência digital-física.

A introdução no mercado dos robôs colaborativos, nos últimos anos, foi concebida para interagir fisicamente com os humanos num ambiente compartilhado, sem as tradicionais barreiras ou gaiolas de proteção usadas nos sistemas robóticos tradicionais. Os avanços necessários para essa tecnologia contam com outras áreas de pesquisa em robótica que podem incorporar essa tecnologia ao contexto industrial e a novos desafios no futuro (Matheson *et al.*, 2019).

Conforme Nahavandi (2019), os robôs estão se tornando cada vez mais importantes, já que agora podem ser acoplados à mente humana através da interface cérebro-máquina e dos avanços na inteligência artificial.

Nesse contexto, é relevante questionar como a propriedade intelectual contribui para a sociedade 5.0, com foco nos desafios da inteligência artificial e outras tecnologias em desenvolvimento.

O objetivo deste estudo é analisar como a propriedade intelectual contribui para o desenvolvimento e a sustentabilidade da Sociedade 5.0, destacando os principais desafios e oportunidades apresentados pela inteligência artificial e outras tecnologias emergentes. Este objetivo orienta a investigação para entender o papel da propriedade intelectual na integração das novas tecnologias na sociedade, garantindo inovação e proteção ao mesmo tempo que se enfrentam os desafios éticos, legais e econômicos.

METODOLOGIA

Este estudo é uma pesquisa exploratória, que envolve a pesquisa bibliográfica e a coleta e análise de dados secundários de propriedade intelectual disponíveis nos escritórios de propriedade intelectual para realização de uma Revisão de Escopo sobre o tema.

Os documentos para a Revisão de Escopo com base no mapeamento científico foram obtidos de artigos e revisões de literatura publicados sobre o assunto e disponibilizados na Base Scopus. Foi usado a frase de busca simples com a combinação de termos precisos utilizando aspas e uso de booleanos OR/AND e asterisco para permitir a busca por variações da palavra.

A estratégia de busca simples “era 5.0” OR “Society 5.0” OR “industry 5.0” AND technolog* na base Scopus para identificação das tecnologias emergentes com termos sinônimos e similares.

Para o mapeamento temático foram usados os softwares R e RStudio para o tratar e analisar os dados de 441 artigos.

No mapeamento temático da figura 1, foi utilizada amostra de 50 artigos com maior número de citações.

Não foi realizado exclusão de artigos e revisões para o corpus.

O levantamento de dados tecnológico foi feito a partir da busca do nome em inglês das tecnologias consideradas emergentes realizados pelo Sistema Orbit Intelligence da Questel, que acessa a base de dados internacional (Worldwide), administrada pelo Instituto Europeu de Patentes (EPO/EPA/IEP) para fins de busca e o tratamento de dados de 23.471 famílias de patentes, quantitativo por ano prioritário das tecnologias do período de 2014 e 2023 para criação de gráfico comparativo.

(1) Inteligência artificial Explicável (do inglês Explainable artificial intelligence) - 131 famílias de patentes

(2) 6G AND H04L (Transmissão de sinais digitais) – 3.472 famílias de patentes

(3) computação periférica ou de ponta ou de borda (do inglês Edge computing) – 16.421 famílias de patentes.

(4) Sistemas físicos-cibernéticos (do inglês cyber physical systems e sigla CPS) – 265 famílias de patentes.

(5) Gêmeos Digitais (do inglês Digital Twins) – 1.669 famílias de patentes

(6) Robôs Colaborativos (do inglês Collaborative Robos) – 1.533 famílias de patentes.

RESULTADOS

A pesquisa sobre como a inteligência artificial está sendo usada na era 5.0 mostra novas tecnologias que podem ajudar a proteger a propriedade intelectual.

O mapeamento temático foi realizado através da análise da amostra de 50 artigos que registram a contribuição da inteligência artificial no contexto da sociedade 5.0. A figura 1, mostra no quadrante superior a direita, apresenta os temas motores, como a Inovação Aberta e o cluster que relaciona a inteligência artificial, a indústria 4.0 e a indústria 5.0, além de um cluster que está inserido em Temas Básicos acompanhado do cluster que indica a relação da Sociedade 5.0 e os grandes dados(do inglês, *big data*) situado no quadrante inferior a direita.

Nos quadrantes da esquerda apresentamos no quadrante inferior, os temas emergentes, como mostra a IA é aplicada para a Sustentabilidade. Deve contemplar os três pilares (econômico, social e ambiental) e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, da agenda 2020 (Santhi e Muthuswamy, 2023).

No quadrante superior mostra como tema nicho a tecnologia Gêmeos Digitais e a Inovação Aberta.

Em relação à propriedade intelectual, algumas tecnologias emergentes na era 5,0 foram selecionadas para análise do cenário e de tendências.

Figura 1 – Mapeamento Temático da IA no contexto da Era 5.0



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Sobre a Inteligência artificial, os autores destacam a necessidade de maior transparência, equidade e responsabilidade, o que está presente no conceito de Inteligência Artificial Explicável. A partir de 2021, o conceito evolui como temática devido a dinâmica da inteligência artificial e mais importância a classificação, redes neurais, explicação contrafactual, aprendizagem de máquina interpretativo, explicabilidade e forma.

A propriedade intelectual da Inteligência Artificial Explicável cresceu de 04 famílias de patentes em 2018 para 131 famílias de patentes em 2023, com destaque ao ano de 2022, que alcançou 46 famílias como ano prioritário. Os cinco países que mais protegem a tecnologia da IA explicável são Estados Unidos, Coréia, Índia, China e Japão. A liderança de proteção por empresas são Dell, IBM e UMNAI.

Além da inteligência artificial, outras tecnologias serão analisadas no período de 2014 a 2023, através do número de tecnologias apresentadas na figura 2, como 6G, computação periférica, CPS, gêmeos digitais e robôs colaborativos.

Os temas motores da tecnologia do 6G são: (1) cluster que relaciona 5G, blockchain e 6G (2) aprendizado de máquina, comunicação sem fio e computação em nuvem, (3) inteligência artificial, comunicação móvel 6G e antenas (4) detecção de espectro, redes cognitivas de rádio e energia eficiente, e tema nicho (1) Segurança da camada física, privacidade e computação quântica.

As dinâmicas e desafios tecnológicos da 6G são definidos por clusters, tais como: (1) Cliente, rede satélite e machine learning (2) Comunicação, suporte de armazenamento e rede de acesso (3) onda milimétrica, entrada saída múltipla e comunicação por luz visível (4) Entidade de rede, cobertura da interface sem fios e mobilidade desencadeada pela camada (5) Rede de acesso via rádio, controlador inteligente, rede de base (6) Terminal de comunicações sem fios, estação de base de comunicações sem fios e unidade de controle (7) Meio não-transitório legível por máquina, rede avançada e legível por máquina (8) Veículo aéreo não tripulado, Internet das coisas e superfície refletora inteligente (9) Equipamentos eletrônicos, meios eletrônicos e de armazenamento (10) Sidelink, Pool de recursos e comunicação Sidelink (11) Estação de base de rede sem fios, ambiente de computação e receptor sem fios (12) Informação sobre o estado do canal, Porta digitalmente pré-codificada e Comunicação (13) Formação de feixes, Veículo, Internet para veículos (14) Circuito, Sinal de vídeo e Impulso (15) Organismo de normalização, Nó de rádio e Suporte de armazenamento informático (16) Luz, Dispositivo visual e fonte de luz (17) Próxima geração, IOT convergente e Cancelamento de interferências de recepção (18) Processamento e controle, Estação de base de comunicações e Repetidor controlado pela rede (19) Cadeia de dados, Tecnologia de registro distribuído e registro distribuído virtual (20) Rede não terrestre, Rede não terrestre e Ferroviário (21) Função de gestão da mobilidade, Função de gestão de sessões e AMF.

A tecnologia 6G protegida totaliza um acumulado de 3.452 famílias de patentes até 2023, sendo que no ciclo de 2014 e 2018 tinham 55 e atingiu 3.342 famílias entre 2019 e 2023, com um aumento de 6076,36%. As três líderes de proteções são as empresas, a Samsung com 1685 famílias de patentes, o que representa 48,81% do total, seguidas pela Huawei e Ericsson. Os países que mais depositam patentes com essa tecnologia são a China, Estados Unidos, Coréia e Índia.

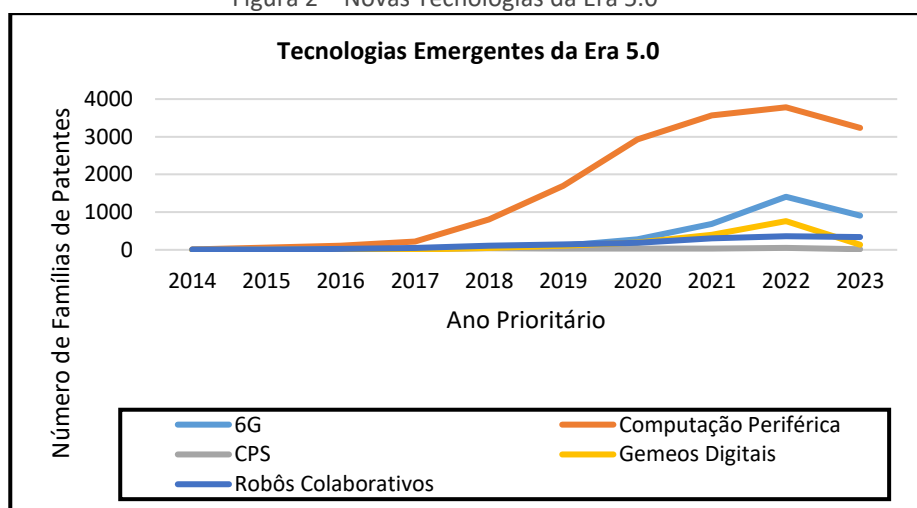
Em relação à tecnologia emergente da computação de ponta ou periférica, é possível inferir, com base na frequência das palavras-chave utilizadas pelos autores, que o tema motor envolve a relação entre a computação de ponta móvel, o descarregamento de computação e a internet das coisas. Já a computação de ponta, computação de nevoeiro e a internet das coisas é uma tendência de declínio.

O mapeamento temático com base nas palavras-chave utilizadas nos resumos indica como tema básico o estudo da utilização de energia, a computação de descarregamento e a alocação de recursos. Por outro lado, é considerado um tema de nicho o estudo entre a computação de ponta, a internet das coisas e o deep learning.

A evolução temática sobre a computação de ponta mudou de 2021 a 2024, com temas subdivididos, como a computação de ponta na nuvem, computação de descarregamento, computação móvel periférica, computação periférica, indústria da internet das coisas e rede convolucional neural.

A dinâmica e os desafios tecnológicos da computação periférica abrangem: (1) aviso, autoestrada e tecnologia computacional (2) Médio, Nó de dados de borda e Célula pequena (3) Canal de distribuição, Rede de distribuição de energia ativa e Energia ativa (4) Potência, chip de computação, Linha de transmissão (5) Tarefa de descarregamento, tarefa de descarregamento e descarregamento (6) Plataforma em nuvem, Base de dados da plataforma em nuvem, Plataforma de negociação (7) cálculo, processamento de dados médicos e computação (8) Agendamento de tarefas, Agendamento de tarefas informáticas e Tarefa agendada (9) Computação móvel periférica, Cálculo móvel periférico e Rede de computação móvel periférica (10) Recurso de computação periférica, atribuição de recursos de computação periférica e gestão de recursos de computação periférica (11) Internet das coisas, Rede de coisas e Internet das coisas gateway (12) Cálculo, Cálculo de arestas e Produção (13) Terminal de computação de ponta e cenário de computação de ponta (14) Caixa, Equipamento de gateway e Gateway de cálculo (15) Nuvem, arquitetura de computação periférica e limite da nuvem (16) nó de computação de extremidade, Nó de cálculo de extremidade e Nó de computação de extremidade (17) Nó de computação periférica, Cálculo de borda e Implantação de nó de computação periférica (18) Equipamentos eletrônicos, Eletrônica e Transmissão de conteúdo de imagem (19) Rede, Fornecimento de energia sem fios e Computador do fornecedor de serviços.

Figura 2 – Novas Tecnologias da Era 5.0



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A computação de ponta ou periférica é responsável por 16.421 de famílias de patentes entre 2014 e 2023. No segundo ciclo de cinco anos (2019-2023) aumentou 1163,87% em relação ao ciclo anterior(2014-2018). A China é o país líder

absoluto e são três as empresas chinesas que lideram em patentes, como SGCC, China Mobile e China Unicon. A Intel é a quarta empresa líder com 258 famílias de patentes.

A tecnologia de ponta abrange três domínios técnicos principais: Tecnologia computacional, Comunicação Digital e Telecomunicações.

O mapeamento temático dos sistemas físicos-cibernéticos (em inglês, cyber physical systems) indica a importância do CPS relacionado à segurança e rede inteligente. A robustez e a falha de carregamento atribuído ao CPS é um tema nicho, considerando as palavras-chaves dos autores.

Ao realizar o mapeamento temático das palavras-chave dos resumos, são abordados temas específicos como internet das coisas, indústria 4.0 e manufatura, além de temas relacionados à criminalidade informática, redes de transmissão de energia elétrica e redes elétricas inteligentes.

Aplicações tecnológicas do CPS são: Sistema físico, Implantação, Cliente, Segurança, Verificação, Desenvolvedor, Dados de sensores, Inteligência Artificial e Comunicação sem fio.

A dinâmica e os desafios tecnológicos são compreendidos por cinco grupos: (1)Internet das coisas, Indústria, Aprendizagem automática (2)Fusão física de informação, Híbrido, Lógica temporal (3)Meio de armazenamento, Simulação, Detecção de anomalias (4)Radiofrequência, Transceptor, Comunicação sem fios (5)Nó de monitorização, Ferramenta, Dinâmico.

Os sistemas físicos-cibernéticos(CPS) são, sobretudo, protegidos pelos Estados Unidos, China e Índia. Essas tecnologias são de domínio técnico em tecnologia da computação, comunicação digital e controle, principalmente.

As empresas Siemens, GE Tecnologia e Infraestrutura e a Karpersky são as líderes do segmento, além da Universidade do Estado Arizona. Os três principais países que detém as tecnologias são: Estados Unidos, China e Índia.

Entre 2019 e 2023, houve um aumento de 81,9% em relação ao período de 2014 e 2018, comparando 94 e 171 famílias de patentes.

Em relação aos sistemas psicossociais-físicos-cibernéticos, há apenas duas patentes protegidas desde 2015, uma delas da Universidade Xian Jiatong e a de 2023, uma parceria entre XPENG e a Universidade de Tecnologia de Guangdong, com domínio técnico específico em controle de tecnologia de computador.

As aplicações tecnológicas da gêmeo digital usa modelo de gêmeo digital, equipamento, alerta precoce, aprendizagem automática, visualização, mapeamento, otimização, ativos e servidor de nuvem.

As dinâmicas e desafios tecnológicos são agrupadas em (1) Gêmeo de dígitos, Equipamento eletrônico e Construção (2) Veículo, Monitorização e Inteligente (3) Montagem de gêmeo digital, Veículo aéreo não tripulado e Método de montagem de gêmeo digital (4) Instalação de inteligência adaptativa, gêmeo digital de orquestração de mercado e recurso de Internet das coisas (5) Manutenção, Internet das coisas e Plataforma (6) Edifício, Plataforma de dados do edifício e Entidade do edifício (7) Ativo, Gestão de ativos e Gestão do gêmeo digital (8) Subestação transformadora, Alerta precoce, Subestação (9) Processador, Criação de gêmeo digital e Legível por máquina (10) Computação, Gêmeo digital e Automatizado (11) Construção, Construção de modelos gêmeos digitais (12)

Gêmeo digital, Modelo de análise de sinais e Mercadoria (13) Servidor em nuvem, Controle e Gateway.

Os gêmeos digitais (em inglês, *digital twins*) são tecnologias que foram protegidas a partir de 2015, e em 2022, atingindo 762 famílias de patentes por ano. O número de famílias de patentes aumentou de 67 para 1602 que corresponde ao aumento de 2291,04% no comparativo de dois ciclos de cinco anos. A Siemens apresentou a primeira família de patentes em 2015 e atualmente possui 57 famílias de patentes, sendo a líder das empresas, seguida pela IBM, SGCC e Philips. O domínio técnico abrange a tecnologia da computação, controle e métodos de gerenciamento de TI, sobretudo devido à liderança de países como a China, Estados Unidos e Coréia.

As aplicações tecnológicas da robô colaborativo são: Robô, Redução de harmônicos, Robótica colaborativa, Inteligência artificial, Defeito, Câmara, Calibração, Aquisição de dados.

A dinâmica e desafios tecnológicos de robô colaborativo são: (1) Inteligência artificial, Segurança e Ambiente (2) Inspeção automatizada, Suporte de trabalho e Robô programável (3) Meio, Junta de robô cooperativa, Redução de harmônicas (4) Ferramenta, Braço robótico e Braço (5) Robô cooperativo, Plataforma de trabalho e Robô cooperativo de sete eixos.

Os robôs colaborativos são protegidos por patentes desde 2007, porém, nos últimos cinco anos (2019-2023) foram registradas 1337 famílias de patentes, em comparação com 196 famílias de patentes protegidas entre 2014 e 2018, o que representa um aumento de 582,14%. A China e suas empresas Shuenzen Dazu Robot, Suzhou Elite Robotics e Fanuc estão liderando o crescimento dessa tecnologia. O Manuseio é um dos principais domínios técnicos dessa tecnologia.

Sobre a inteligência artificial e outras tecnologias, cabe exemplá-las com base na seleção por impacto, considerando o número de citações da tecnologia por tempo de vigência, de acordo com o quadro 1.

Como todas as tecnologias têm impacto relevante no seu campo de atuação, as observações serão específicas, caso a caso.

A primeira invenção que tem direitos de propriedade intelectual de licença do governo é uma invenção desenvolvida pelo Gabinete de Investigação do Exército dos Estados Unidos, Laboratório de Investigação da Força Aérea (AFRL) e Agência de Projetos de Investigação Avançada da Defesa. Não teve pedido de proteção em outros países. A tecnologia utiliza sistemas de aprendizagem automática que são treinados com base em informações textuais, áudio, visuais e/ou vídeo.

A segunda patente é a 6G, que foi protegida inicialmente na Alemanha e em outros países através do PCT. Segundo o autor, a invenção tem como objetivo propor novos campos de aplicação para o uso de telas/displays e fornecer uma solução técnica que leva a inovações úteis em muitas áreas da vida (Tünnte, 2018).

A Intel detém a patente de computação periférica sobre redes de comunicação extremo-a-extremo que podem incluir redes de comunicações via rádio e redes de comunicações com fios. As redes de radiocomunicações podem incluir nós de acesso à rede (por exemplo, estações de base, pontos de acesso, etc.) e dispositivos terminais (por exemplo, telemóveis, tablets, computadores portáteis, computadores, dispositivos da Internet das Coisas (IoT), wearables,

dispositivos implantáveis, dispositivos de comunicação do tipo máquina, etc., e veículos (por exemplo automóveis, caminhões, autocarros, bicicletas, robôs, motocicletas, comboios, navios, submarinos, drones, aviões, balões, satélites, naves espaciais), dispositivos de comunicação do tipo máquina, etc.) e podem fornecer uma rede de acesso via rádio para que esses dispositivos terminais comuniquem com outros dispositivos terminais ou acessem a várias redes através dos nós de acesso à rede.

Quadro 1 – Tecnologias Emergentes da Era 5.0

Tecnologia	Tecnologia	Impacto	Ano	Patente
IA Explicável	Inteligência Artificial Explicável	8,61	2018	US11430171
6G	Elemento eletrônico e elemento de visualização controlado eletricamente	9,69	2018	WO2020/125840
Computação Periférica	Métodos e dispositivos para radiocomunicações	11,8	2019	US11800439
CPS	Autenticação multifatorial contextual e baseada em risco	7,45	2017	US10742647
Gêmeos Digitais	Gestão de gêmeos digitais em sistemas IoT	9,73	2018	US11676098
Robôs colaborativos	Pinça macia montada no terreno para robôs industriais e colaborativos	7,87	2019	EP3774196

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A patente sobre CPS da Indústria Fractal tem como objetivo superar o estado da técnica para corrigir a falha da dependência excessiva de um único método de entrega, através de um sistema que use uma combinação de métodos de verificação para que a dependência excessiva de um método único e possivelmente comprometido seja eliminada. Esse sistema deve ser capaz de determinar dinamicamente as quantidades variáveis de verificação necessárias, com base no contexto e nos riscos associados à conexão (Crabtree, Sellers e Macloed, 2017).

Sobre a tecnologia dos gêmeos digitais da IBM, é importante proteger a tecnologia de métodos, produtos de programa de computador e sistemas para gerenciar uma representação digital de um ativo físico, incluindo uma representação de gêmeo digital. No contexto de que inovações recentes na informatização do gerenciamento de ativos físicos e a introdução do monitoramento remoto de ativos permitiram o monitoramento do desempenho da vida útil do ativo e o monitoramento da manutenção do ativo (Berti e Deluca, 2018).

A empresa Robótica Suave da tecnologia, que desenvolveu a tecnologia de robôs colaborativos da pinça para robôs industriais e colaborativos para o manuseio de alimentos protegeu a tecnologia nos Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália, o que indica um mercado promissor.

CONCLUSÕES

Os direitos de propriedade intelectual das tecnologias analisadas definem os mercados e seus líderes, como empresas, uma vez que apenas os sistemas físicos-cibernéticos têm invenções de domínio técnico das universidades ou as empresas não as protegem via patentes, usando o segredo industrial.

A inteligência artificial e novas tecnologias podem influenciar a propriedade intelectual, seja na criação, proteção, ou gestão dos direitos de propriedade intelectual. Os desafios da inteligência artificial são torná-la explicável e aplicada em larga escala. As perspectivas são uma maior sinergia entre a inovação aberta, sustentabilidade e gêmeos digitais.

Todas as tecnologias analisadas apresentam perspectivas de crescimento, o que pode viabilizar o conceito de sociedade 5.0. Isso ocorre devido ao aumento significativo de famílias de patentes nos últimos cinco anos e ao aumento da variedade de aplicações das tecnologias em serviços e na indústria. Muitas dessas tecnologias crescem juntas a outras ou através de arranjos para resolver problemas e novos desafios tecnológicos, bem como novos mercados.

Intellectual property is 5.0: Artificial intelligence and new technologies

ABSTRACT

The 5.0 Era presents new perspectives and challenges for society in an increasingly technological world with vast amounts of information and data. This study examines the contribution of intellectual property to the 5.0 era, focusing on artificial intelligence and other emerging technologies, aiming to understand the role of intellectual property in integrating new technologies into society, ensuring innovation and protection while addressing ethical, legal, and economic challenges. The research is exploratory in nature, based on a Scoping Review that employs bibliometrics and patentometrics to analyse and review secondary data from articles and patents. The R and RStudio software were used for thematic mapping as well as Questel's Orbit Intelligence System for patent search and processing. A total of 441 articles and 23,471 patent families related to AI and new technologies were mapped. The analyzed technologies define the markets and their leaders, including key companies in the sector. There are many patents and different applications with growth potential, as there has been a significant increase in patent families over the past five years, along with the diversification of technological applications.

KEYWORDS: Era 5.0; Artificial intelligence; Technology.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Agência de Inovação AGITTE por disponibilizar o sistema Orbit Intelligence e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BARTOLONI, S. et al. "Towards designing society 5.0 solutions: The new Quintuple Helix-Design Thinking approach to technology".Technovation, v. 113, p. 102413, 2022.

BENIICHE, A.; ROSTAMI, S.; MAIER, Martin. "Society 5.0: Internet as if people mattered". IEEE Wireless Communications, v. 29, n. 6, p. 160-168, 2022.

BERTI J. G. ;DELUCA L. S. Digital twin management in IoT systems. Depositante: IBM. US11676098. Depósito:14 de novembro de 2018.

CARAYANNIS, E. G.; MORAWSKA-JANCELEWICZ, J. "The futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as driving forces of future universities." Journal of the Knowledge Economy, v. 13, n. 4, p. 3445-3471, 2022.

CARVALHO, D. V.; PEREIRA, Eduardo M.; CARDOSO, Jaime S. "Machine learning interpretability: A survey on methods and metrics." Electronics, v. 8, n. 8, p. 832, 2019.

CRABTREE, J.;SELLERS, A.; MACLEOD, I. Contextual and risk-based multi-factor authentication. Depositante: QDMPLX. US10742647. Depósito: 20 de julho de 2017.

FUKUDA, K. "Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0". International journal of production economics, v. 220, p. 107460, 2020.

FULLER, A. et al. "Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research." IEEE access, v. 8, p. 108952-108971, 2020.

GIORDANI, M. et al. "Toward 6G networks: Use cases and technologies." IEEE communications magazine, v. 58, n. 3, p. 55-61, 2020.

GLADDEN, M. E. "Who will be the members of Society 5.0? Towards an anthropology of technologically posthumanized future societies." Social Sciences, v. 8, n. 5, p. 148, 2019.

HOLROYD, C. "Technological innovation and building a 'super smart'society: Japan's vision of society 5.0." *Journal of Asian Public Policy*, v. 15, n. 1, p. 18-31, 2022.

HUANG, S. et al. "Industry 5.0 and Society 5.0—Comparison, complementation and co-evolution." *Journal of manufacturing systems*, v. 64, p. 424-428, 2022.

KURNIAWATI, E.; KOHAR, U.; PIRZADA, K. "Change or destroy: the digital transformation of Indonesian MSMEs to achieve sustainable economy." *Polish Journal of Management Studies*, v. 26, n. 2, 2022.

LIU, M. et al. "Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications." *Journal of manufacturing systems*, v. 58, p. 346-361, 2021.

MADDIKUNTA, P. K. et al. "Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications." *Journal of industrial information integration*, v. 26, p. 100257, 2022.

MATHESON, E. et al. "Human–robot collaboration in manufacturing applications: A review." *Robotics*, v. 8, n. 4, p. 100, 2019.

NAHAVANDI, S. "Industry 5.0—A human-centric solution." *Sustainability*, v. 11, n. 16, p. 4371, 2019.

ÖZDEMİR, V.; HEKİM, N. Birth of industry 5.0: Making sense of big data with artificial intelligence, "the internet of things" and next-generation technology policy. *Omics: a journal of integrative biology*, v. 22, n. 1, p. 65-76, 2018.

RAJA SANTHI, A.; MUTHUSWAMY, Padmakumar. "Industry 5.0 or industry 4.0 S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies." *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, v. 17, n. 2, p. 947-979, 2023.

SERPANOS, D. "The cyber-physical systems revolution." *Computer*, v. 51, n. 3, p. 70-73, 2018.

SHAO, X. et al. "An online orchestration mechanism for general-purpose edge computing." *IEEE Transactions on Services Computing*, v. 16, n. 2, p. 927-940, 2022.

SHI, W. et al. "Edge computing: Vision and challenges." *IEEE internet of things journal*, v. 3, n. 5, p. 637-646, 2016.

SHIROISHI, Y.; UCHIYAMA, K.; SUZUKI, Norihiro. "Society 5.0: For human security and well-being." Computer, v. 51, n. 7, p. 91-95, 2018.

SREEKRISHNAN, V. et al. Semantic consistency of explanations in explainable artificial intelligence applications. Depositante: KYNDRYL HOLDINGS. US11769080. Depósito: 05 de agosto de 2020.

TAJ, I.; ZAMAN, N. "Towards industrial revolution 5.0 and explainable artificial intelligence: Challenges and opportunities." International Journal of Computing and Digital Systems, v. 12, n. 1, p. 295-320, 2022.

TAO, F. et al. "Digital twin in industry: State-of-the-art." IEEE Transactions on industrial informatics, v. 15, n. 4, p. 2405-2415, 2018.

TÜNTE, U. Electronic element and electrically controlled display element. Depositante Grid Invent GGMBH. WO2020/125840. Depósito: 18 de dezembro de 2018.

WOLLSCHLAEGER, M.; SAUTER, T.; JASPERNEITE, J. "The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0." IEEE industrial electronics magazine, v. 11, n. 1, p. 17-27, 2017.

YASSINE, A.; HOSSAIN, M. S. "COVID-19 networking demand: An auction-based mechanism for automated selection of edge computing services." IEEE Transactions on Network Science and Engineering, v. 9, n. 1, p. 308-318, 2020.

ZHOU, Z. et al. "Edge intelligence: Paving the last mile of artificial intelligence with edge computing." Proceedings of the IEEE, v. 107, n. 8, p. 1738-1762, 2019.

Recebido: 24/09/2024.

Aprovado: 30/04/2025

DOI: 103895/recit. v16n39.19202

Como citar: VIEIRA, Jaqueline Santos; CAMARGO, Maria Emilia. Propriedade intelectual é 5.0: Inteligência artificial e novas tecnologias R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v. 16. n. 39, p. 94- 104, jan/abr,2025 Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Jaqueline Santos Vieira,
Universidade Federal de Sergipe
Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0 Internacional.

