

ISSN – 3085-5624

Eixo Temático 2 - Informação, Comunicação e Processos Tecnológicos

**MAPEAMENTO PATENTOMÉTRICO DA PRODUÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL NA AGRICULTURA:
um estudo a partir da Derwent Innovations**

***PATHENTOMETRIC MAPPING OF TECHNOLOGICAL PRODUCTION ON ARTIFICIAL
INTELLIGENCE IN AGRICULTURE:
a study from Derwent Innovations***

Danilo Moura de Brito – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) –
danilo.mbrito@ufpe.br – Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9208-3266>

Plinio Matheus Cabral da Silva – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) –
plinio.cabral@ufpe.br – Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6642-6965>

Natanael Vitor Sobral – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) –
natanael.sobral@ufpe.br – Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2410-494X>

Raimundo Nonato Macedo dos Santos – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) –
raimundo.macedo@ufpe.br – Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9208-3266>

Modalidade: Trabalho Completo

Resumo: Realiza um mapeamento patentométrico da produção tecnológica sobre Inteligência Artificial na Agricultura, tendo por base a plataforma Derwent Innovations Index, no período de 1998 a 2022. A expressão de busca contemplou “artificial intelligence” (Topic) AND Agriculture (Subject Areas). Com isto, 1092 registros foram encontrados e processados na planilha de cálculo e no software Orange Data Mining. Enquanto resultados verificou-se que a produção é crescente e desde 2015 é ininterrupta, sendo a subclasse mais representativa A01G, que abrange: horticultura; cultivo de vegetais, flores, arroz, frutas, unhas, lúpulo ou algas; silvicultura; irrigação.

Palavras-chave: patentometria; produção tecnológica; inteligência artificial; agricultura; Derwent Innovations.

Abstract: *It carries out a patentometric mapping of technological production on Artificial Intelligence in Agriculture, based on the Derwent Innovations Index platform, from 1998 to 2022. The search expression included “artificial intelligence” (Topic) AND Agriculture (Subject Areas). As a result, 1092 records were found and processed in the calculation spreadsheet and Orange Data Mining software. As results, it was found that production is growing and has been uninterrupted since 2015, with the most representative subclass being A01G, which covers: horticulture; growing vegetables, flowers, rice, fruits, nails, hops or algae; forestry; irrigation.*

Keywords: *patentometrics; technological production; artificial intelligence; agriculture; Derwent Innovations.*

1 INTRODUÇÃO

O ser humano historicamente atua sobre a natureza, modificando o ambiente em que vive a partir de intervenções que têm por base o uso de suas habilidades. Neste sentido, desde as tarefas mais básicas do cotidiano, como a busca e preparação de alimentos, confecção de vestuário e a cultura de animais e plantas, entre outras atividades típicas da necessidade de sobrevivência, são mediadas por um fazer técnico, marca das operações intelectuais do homem no mundo, diferenciando-o dos outros animais.

Assim, a produção e aplicação de tecnologias, processos e técnicas inserem-se como um fundamento importante do capitalismo, sistema socioeconômico vigente na maior parte do mundo, demandando da sociedade a organização de bases legais para a proteção da propriedade intelectual enquanto um dispositivo constitucional que protege os inventores e detentores dos inventos, concedendo-lhes o poder de explorá-los numa perspectiva comercial, auferindo lucros sobre suas inovações.

Desta feita, a proteção das produções técnicas decorrentes da atividade intelectual é um elemento estruturante e sistematizador da comercialização, utilização e cessão destas produções, permitindo aos seus inventores e detentores o direito de gozar da proteção do Estado, podendo, inclusive, acionar a legislação vigente sempre que se sentirem ameaçados ou atingidos. Destes princípios surge o direito de patente, que oferece ao inventor um título de propriedade emitido pelo Estado (INPI, 2013), assegurando-lhe os direitos decorrentes do uso de sua invenção pela sociedade.

A patente beneficia tanto o inventor, que recebe proteção do Estado para sua criação, podendo lucrar com sua comercialização, quanto a sociedade que deseja utilizar as invenções para a produção de valor através de processos e produtos que se apresentam como novidades ou melhorias. Para os inventores, os documentos de patentes indexados facilitam suas pesquisas e se constituem como importantes fontes de informação para a concretização de novos conhecimentos, fazendo avançar o estado da técnica.

Uma patente é um documento legal que concede ao seu detentor o direito de excluir outros de fabricar, usar ou vender uma invenção por um período limitado em troca da divulgação pública da invenção (WIPO, 2023). A patente pode ser aplicada a muitas áreas,

sendo uma ferramenta essencial para proteger inovações e incentivar o desenvolvimento tecnológico.

Um campo que tem se destacado significativamente ao longo das últimas décadas é a Agricultura, sendo definida por Harris e Fuller (2014) como as muitas maneiras pelas quais as plantas cultivadas e os animais domésticos sustentam a população humana global, fornecendo alimentos e outros produtos. A palavra inglesa *agriculture* deriva do latim *ager* (campo) e *colo* (cultivar) significando cultivo do campo ou da terra. Ressalta-se que a palavra passou a abranger um espectro mais amplo de atividades que são parte integrante da Agricultura, tais como: cultivo, domesticação, horticultura, arboricultura, vegecultura, pecuária, pastorícia, transumância etc.

Na atualidade, verifica-se que as Inteligências Artificiais (IA) vêm impactando profundamente a Agricultura através do uso de tecnologias sofisticadas de agricultura de precisão, inserindo-a em dinâmicas atualmente conhecidas como Agricultura 4.0. Este campo apresenta alto grau de uniformidade em suas operações básicas, como fertilização, aplicação de inseticidas e semeadura onde essas etapas podem ser usadas em várias plantas e terrenos diferentes. A IA está transformando a indústria agrícola de maneira fundamental, otimizando a produtividade das colheitas e reduzindo o desperdício de recursos.

A fome continua a ser um desafio significativo para alcançar as metas de desenvolvimento sustentável. Estimativas projetam um aumento no número de pessoas cronicamente subnutridas até 2030 (FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO, 2023) e conforme explica Horn (2023), as tecnologias de IA estão em uso para projetar novas variedades de arroz resistentes ao clima; fornecer dados sobre o solo; guiar drones que pulverizam fertilizantes e pesticidas com precisão; e classificar, inspecionar e classificar produtos, contribuindo para o aumento na produção de alimentos.

Conforme descrito no artigo *“Transforming agriculture the rise of AI in commercial farming”* publicado pela Agritech Tomorrow 2023, o avanço da IA na Agricultura tem aberto novos horizontes para o setor. Essa nova ferramenta está sendo usada para monitoramento de pragas, detecção de doenças e vigilância de culturas, contribuindo significativamente para a otimização de recursos e a implementação de práticas de plantio mais precisas.

Além disso, as capacidades de previsão de rendimento e planejamento de colheita aprimorada pela IA estão transformando maquinários agrícolas em agentes autônomos, capazes de realizar tarefas complexas com grande precisão. Outra inovação importante é a utilização da IA para análise de mercado e previsão de preços, o que permite aos agricultores tomarem decisões mais informadas sobre quais culturas plantar e os melhores momentos para vendê-las.

Contudo, a rápida integração da IA na Agricultura não está isenta de desafios. Questões como acesso e acessibilidade às tecnologias de IA, a necessidade de evitar a sobrecarga de informações e a busca por benefícios equitativos para todos os agricultores são barreiras que precisam ser abordadas. Esses desafios destacam a necessidade de uma pesquisa sobre as patentes de IA no setor da Agricultura, não apenas para entender as inovações tecnológicas, mas para avaliar seu impacto prático e suas implicações políticas na competitividade dos países.

Desta feita, questiona-se neste artigo sobre as características e as classificações internacionais mais representativas nas patentes sobre IA no campo da Agricultura. Com base nisto, este estudo objetiva realizar um mapeamento patentométrico da produção tecnológica sobre IA na Agricultura, tendo por base a plataforma *Derwent Innovations Index (DII)*, disponível no Portal Periódico Capes, do Governo Federal do Brasil.

2 METODOLOGIA

Quanto aos fins, a pesquisa encaixa-se na tipologia exploratória, pois tem por objetivo familiarizar-se com um fenômeno ou obter uma nova percepção dele (Cervo; Bervian; Silva, 2007), neste caso, a produção de patentes sobre IA no âmbito da Agricultura. Quanto aos meios, o trabalho adota a patentometria, incorporando a análise das tendências nas atividades patentárias. Trata-se de um método que transforma registros de patentes em informações sistemáticas e inteligentes, fornecendo uma visão do avanço tecnológico a partir de indicadores (Huang; Chen; Dong, 2011).

Esta pesquisa tem como universo os registros de patentes sobre IA no setor agrícola, cobrindo o período de 1998 a 2022. O ano inicial refere-se ao primeiro registro de patente

encontrado, sendo 2022 o último ano completo após a recuperação da informação na plataforma selecionada. Sobre a amostra, enfocaram-se os registros de patentes disponíveis na base de dados DII, integrada à *Web of Science* (WoS). A escolha se deu por ser uma base global, referência na indexação e organização de informações sobre patentes, permitindo a realização de atividades de monitoramento tecnológico com qualidade e eficiência. O acesso à plataforma se deu no âmbito do acesso proporcionado pelo Portal Periódicos Capes, disponibilizado pelo Governo Federal do Brasil para as instituições de pesquisa brasileiras, permitindo a exportação de dados em lotes de até 1000 registros.

Após a seleção da base, procedeu-se a expressão de busca, contemplando: “*artificial intelligence*” (Topic) AND *Agriculture* (Subject Areas). Until 2022 (Year). A coleta ocorreu no mês de novembro do ano 2023, sendo a continuidade do período até a data de submissão deste trabalho utilizada para a elaboração do texto e da análise dos dados.

Com isto, 1092 registros foram encontrados, sendo, em seguida, baixados no formato “arquivos delimitados por tabulação”, compatíveis com as principais planilhas de cálculo disponíveis. O *download* foi realizado em duas etapas dada as limitações de exportação de dados da base, a primeira do registro 1 ao 1000 e a segunda do 1001 ao 1092.

Após proceder a união dos arquivos, realizaram-se os tratamentos na planilha de cálculo e *Orange Data Mining*, este último *software* de código aberto. O primeiro permitiu a organização dos campos e a aplicação de filtros. Os campos obtidos foram: PN (*patent number*), TI (*Title*), AU (*Authors or Inventors*), AE (*Patent Assignee*), GA (*IDS Number*), AB (*Abstract / BHTD Critical Abstract*), TF (*Technology Focus Abstract*), EA (*Early access date; Equivalent Abstract, Editor Address*), DC (*Derwent Class Code(s)*), MC (*Major Concepts or Derwent Manual Code(s)*), IP (*International Patent Classification*), PD (*Publication Date; Patent Details*), AD (*Application Details and Date*), FD (*Further Application Details*), PI (*Publisher City; Patent Priority Information*), DS (*Designated States*), FS (*Field of Search*), CP (*Cited Patent(s)*), CR (*Cited References*), DN (*DCR Number*), MN (*Markush Number*), RI (*ResearcherIDs; Ring Index Number*), CI (*Derwent Compound Number*) e RG (*Derwent Registry Number*).

Em suma, utilizou-se apenas o campo PD, haja vista constar a data da publicação e os detalhes das patentes, a saber: código das patentes, classificação internacional da patente,

idioma e quantidade de páginas. Os indicadores para este estudo foram formados a partir de variáveis como as datas de entrada das patentes na base de dados, que permitem a mensuração da produção científica ao longo do tempo; a Classificação Internacional de Patentes (CIP), que ajuda a sondar as áreas mais ativas de conhecimento relacionadas ao tema de IA em Agricultura; e os dados dos requerentes.

Para mapear os tópicos cobertos pelas patentes utilizando a CIP, explorou-se a seção IP do banco de dados. Visando uma análise de informação que evitasse a dispersão de dados, a investigação contemplou até o nível das subclasses da CIP, conforme representado na Figura 1, configurando o nível de tipificação da informação como *meso*.

Figura 1 - Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Seção	Classe	Sub-Classe	Grupo	Sub Grupo
↓	↓	↓	↓	↓
A	23	G	9	04

Fonte: INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

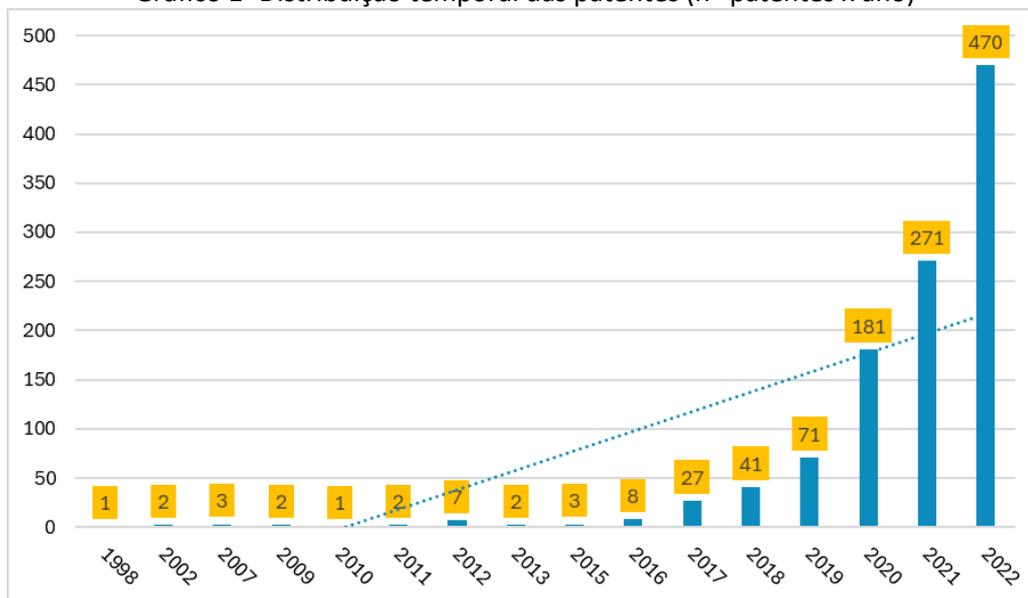
Esta seção está organizada em resultados que se alinham ao objetivo proposto no artigo, que consiste em realizar um mapeamento patentométrico da produção tecnológica sobre IA na Agricultura, tendo por base a plataforma DII. Neste desiderato, inicialmente, fez-se uma análise temporal, contemplando os 16 anos de produção de patentes sobre o tema. Em seguida, explora-se a distribuição geográfica das patentes, apresentando-as por país. E, por fim, fez-se uma análise temática das patentes a partir da CIP.

3.1 Análise Temporal

O gráfico 1, do tipo “colunas”, com linha de tendência do tipo “linear”, apresenta a distribuição das patentes por período. Este dado permite a avaliação de patentes pelo mundo ao longo dos anos, sendo o ano do primeiro depósito (*earliest filing date*), a data mais próxima da concepção de uma determinada tecnologia (Speziali; Nascimento, 2020).

Ademais, este indicador possibilita a identificação dos primeiros depósitos de patente e sua posterior evolução, permitindo a interpretação do estado da técnica de um determinado campo numa perspectiva histórica. Assim, são observadas possíveis tendências nos pedidos de patentes, permitindo inferir sobre obsolescência, estabilização ou crescimento de um determinado conjunto de técnicas.

Gráfico 1- Distribuição temporal das patentes (nº patentes x ano)



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Conforme se pode observar, a produção é crescente e desde 2015 é ininterrupta com tendência ascendente, o que presume o protagonismo da IA no futuro da Agricultura. Tal comportamento se revela similar aos dados de Tey *et al.*, (2023), que perceberam um crescimento nas inovações ligadas à agricultura de precisão, sendo a IA uma das responsáveis pela maior variedade destas soluções e destaque no quesito tecnologia da informação nas aplicações no âmbito da Agricultura. Isto inclui a aprendizagem de máquina e a internet das coisas, que no âmbito da IA, permitem que as operações agrícolas assistidas por tecnologia respondam às transformações em tempo real, e, antecipem potenciais mudanças ligadas a pragas e doenças, qualidade das culturas e fenotipagem (Tey *et al.*, 2023).

Outra observação é que o ano 2022 registrou o pico no número de patentes depositadas (n=470), isto representa um incremento de 57,6% em relação ao ano anterior,

indicando a consolidação da produção de inovações relacionadas à IA no segmento da Agricultura. Este dado reflete um cenário tecnológico dinâmico e uma crescente disposição das entidades em proteger suas inovações. Este fenômeno é amplamente sustentado por políticas favoráveis e financiamento para pesquisa e desenvolvimento que buscam produzir inovações traduzidas em patentes na indústria agro. Em ordem, tem-se como anos relevantes 2021 (n=271) e 2020 (n=181).

Ainda à luz do gráfico 1, identificaram-se as patentes seminais, sendo a primeira do ano 1998. Com isto, observa-se que este documento possui como depositante a *University of California*, representada pelos inventores Rine, J. e Ashby, M. Foi depositada na Organização Mundial da Propriedade Intelectual¹ (OMPI), sob o sistema de Patente de Cooperação Internacional, conhecido como *Patent Cooperation Treaty* (PCT), identificada pelo código WO, permitindo que os inventores busquem proteção de patente internacionalmente em múltiplos países por meio de uma única aplicação de patente, simplificando o processo de registro em diferentes jurisdições.

Com base nas informações do resumo da patente, verifica-se que o documento supramencionado se refere a um invento que provê sistemas e métodos para gerar e analisar padrões de resposta biológica usando protocolos de dedução aplicados através de sistemas de IA, como sistemas especialistas e redes neurais que analisam como corpos reagem a diferentes substâncias ou situações sem a necessidade de testes em animais vivos. Sua aplicação na agricultura visa desenvolver plantas mais resistentes a doenças e pragas, o que reduziria a necessidade de pesticidas e aumentaria a produtividade das colheitas. Além disso, ao compreender melhor como os produtos químicos afetam as plantas e o meio ambiente, pode-se usar fertilizantes e pesticidas de maneira mais eficiente, minimizando custos e impactos ambientais.

Contudo, a comercialização dessas inovações por meio de patentes como um modelo de negócio traz à tona desafios socioeconômicos, incluindo questões de acesso e direitos de uso, que podem impactar a equidade na distribuição dos benefícios da tecnologia. A sustentabilidade ambiental, embora beneficiada pela eficiência e inovação proporcionadas

¹ Do inglês: *World Intellectual Property Organization* (WIPO)

pela IA, requer uma vigilância contínua para garantir que a exploração de recursos naturais e a produção de alimentos sejam realizadas de maneira responsável, visando a conservação para futuras gerações.

Conforme mostra Burrell (2020), a segurança alimentar é um tema caro às aplicações da IA, pois, projeções populacionais preveem substancial crescimento na população global até o ano 2050, onde chegar-se-ia a um valor próximo a 10 bilhões de pessoas (“World Population Prospects - Population Division - United Nations”, [s.d.]), constituindo-se num desafio para o agronegócio, especialmente no que tange ao impulsionamento da produção de alimentos.

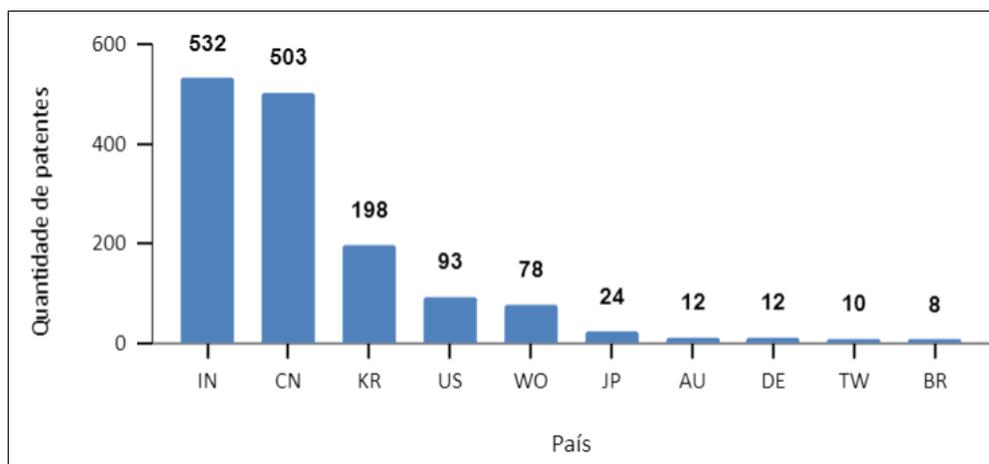
Entre os otimistas, destaca-se a crença na correlação entre o investimento em tecnologia e a capacidade dos países de criação de indústrias, postos de trabalho e resolução de problemas sociais, ao confiar na habilidade humana de redefinir e valorizar aspectos do trabalho que transcendem a automatização, assegurando que a participação das pessoas em processos laborais preceda o uso das máquinas. Entre os mais cautelosos, ressalta-se que o advento da IA na produção agrícola não apenas reformula as práticas vigentes, mas também desencadeia uma reconfiguração no mercado de trabalho com implicações individuais e coletivas na sociedade, podendo ser gerador de massas de desempregados. Ademais, sendo os inventos parte de patrimônios privados, seu uso é restrito e seus benefícios são disseminados dentro de uma lógica econômica que visa lucratividade, favorecendo apenas as camadas mais abastadas da população, contribuindo para o aumento das desigualdades, sendo, inclusive, um fator agravante da fome no planeta.

3.2 Distribuição Geográfica

A distribuição geográfica das patentes é um indicador importante no cenário global de inovação e desenvolvimento tecnológico. Ajuda a identificar os países com maior quantidade de depósito de patentes e sua posição no panorama global de tecnologia e inovação em determinados temas. Possibilita a avaliação da assertividade de políticas de Estado no que tange ao incentivo do progresso tecnológico. Desta feita, o gráfico 2

apresenta o *ranking* dos países que mais produziram patentes sobre o tema objeto deste artigo, enfocando os dez primeiros colocados, plotados em um gráfico de colunas.

Gráfico 2 - Distribuição Geográfica das Patentes por País



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Conforme os dados supramencionados, nota-se que a Índia lidera com uma diferença significativa para a China, segunda colocada. Os resultados atualizados são os seguintes: Índia (n=532), China (n=503), Coreia do Sul (n=198), Estados Unidos (n=93), Organização Mundial (n=78), Japão (n=24), Alemanha e Austrália (n=12) cada, Taiwan (n=10) e Brasil (n=8). Estes números indicam uma forte concentração de atividade de patenteamento na Ásia, com a Índia e a China mostrando um volume representativo de patentes. Este fenômeno pode ser atribuído a vários fatores, como políticas governamentais incentivando a inovação, investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento, e a expansão acelerada de setores tecnológicos nesses países.

Apesar de a maioria das empresas que investem em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) agrícola estarem baseadas em países desenvolvidos, seus impactos são significativos e crescentes em países em desenvolvimento. Fuglie (2016) destaca que 88% do P&D agrícola global privado foi realizado por empresas em países de alta renda, embora uma parcela significativa desses esforços seja direcionada para mercados em desenvolvimento. A Índia abriu seus mercados agrícolas para o setor privado, resultando em um aumento significativo no P&D doméstico e estrangeiro. Já a China, apesar de ser o maior produtor agrícola mundial, restringiu a participação estrangeira, resultando em menores investimentos

privados diretos em P&D agrícola dentro do país, fruto da sua dinâmica política e de sua estratégia de crescimento no mercado global (Fuglie, 2016).

Historicamente, a China tem uma longa tradição agrícola, e a modernização através da tecnologia tem sido um foco desde a Revolução Cultural. Com reformas econômica nas décadas de 1980 e 1990, houve um impulso para a adoção de novas tecnologias agrícolas, incluindo a inovação e a pesquisa e desenvolvimento, que foram fatores cruciais para a transformação do setor agrícola da China (Huang *et al.*, 2020). Hoje, o governo chinês investe massivamente em pesquisa e desenvolvimento para posicionar a China como líder global em tecnologia.

Segundo Bilski (2013), há aproximadamente 29 milhões de tratores agrícolas no mundo, com os Estados Unidos sendo responsável por 17% de toda a frota, seguido pela Índia com 9% (Silva; Vian, 2017). O Brasil, apesar de possuir apenas 3% da frota mundial de tratores agrícolas, ocupa uma posição significativa no mercado de exportação, situando-se na 10ª posição, e no que tange às exportações de colheitadeiras de grãos, melhora sua posição, estando em 5º lugar (Silva; Vian, 2017). Quanto ao Japão, sexto colocado no *ranking* de patentes, na visão de Silva e Vian, é um país que se encontra numa situação de dualidade: enquanto é altamente eficiente em termos de produção agrícola por unidade de área, ainda assim, precisa recorrer ao mercado internacional para complementar seu abastecimento alimentar. Conseguem quase se equiparar a Índia em termos de tratores agrícolas, mas possuem uma área territorial significativamente menor (2017).

Choi *et al.* (2020) analisaram as tendências de patentes e as perspectivas de crescimento tecnológico no campo da gestão pós-colheita de produtos agrícolas frescos. Segundo os autores, a Coreia do Sul é um dos principais atores e vem obtendo constância no crescimento superior à China, que mostrou um aumento explosivo no número de patentes a partir de 2013. A Coreia do Sul, por sua vez, possui um investimento maior em tecnologias de fumigação e métodos avançados de armazenamento e embalagem, buscando manter a qualidade dos produtos durante o transporte e armazenamento (Choi *et al.*, 2020), sendo esta sua característica e diferencial competitivo.

A análise dos índices de patente, como PI (*Patent Increase*) e PS (*Patent Sharing*), revelou que a tecnologia de armazenamento tem uma alta competitividade de mercado,

mas um nível tecnológico relativamente baixo, indicando uma grande oportunidade de inovação e aprimoramento tecnológico (Choi *et al.*, 2020). Apesar de possuir mercado global crescente para produtos agrícolas frescos, os investimentos em novas tecnologias pós-colheita têm sido insuficientes. A estagnação nos investimentos pode limitar a competitividade global da indústria, especialmente frente ao rápido crescimento do mercado chinês e às políticas de incentivo à inovação tecnológica implementada por outros países. (Choi *et al.*, 2020).

Assim, a indústria de alimentos deve buscar parcerias e adotar tecnologias avançadas de gestão de resíduos para aumentar sua eficiência em patentes, capitalizando nas sinergias entre processos de produção e tecnologias de reciclagem e reutilização de resíduos. (Lee *et al.*, 2016). Agricultura é um setor em que as disparidades na produtividade global é substancialmente maior do que na manufatura, destacando uma produtividade no trabalho muito maior fora da Agricultura do que dentro dela (Caselli, 2004).

3.3 Análise das classificações

Na análise dos documentos de patentes, foram identificados 160 códigos de assuntos diferentes, ressaltando a ampla gama de temas explorados. A tabela 1 ilustra os cinco códigos de assuntos mais recorrentes segundo a CIP, que coletivamente constituem, aproximadamente, 56,12% do total de assuntos, das 1092 patentes encontradas na pesquisa.

Tabela 1 - Temas predominantes em patentes selecionadas

Sub-Classe	Descrição	Qtd.
A01G	Horticultura; Cultivo de vegetais, flores, arroz, frutas, unhas, lúpulo ou algas; Silvicultura; Irrigação.	296
A01K	Criação de atumas; Avicultura; Piscicultura; Apicultura.	218
A01M	Captura ou caça de animais; Equipamentos para a captura ou morte de animais.	130
G06Q	Sistemas ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para fins administrativos, comerciais, financeiros, gerenciais, de supervisão ou de previsão; Sistemas ou métodos especialmente adaptados para fins administrativos: comerciais: financeiros, gerenciais, de supervisão ou de previsão: não previstos em outro lugar.	128
A01D	AOID - Colheita: Ceifa.	67

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Analisando essas classificações, nota-se que a inovação na indústria agrícola a partir do advento tecnológico é um fenômeno em expansão. Além disso, a distribuição das ocorrências sugere que certos países, particularmente a China e a Índia, estão liderando no registro de patentes nessas áreas. Isso pode ser atribuído a um investimento estratégico em P&D, bem como a uma demanda recorrente por tecnologias que possam alimentar uma população crescente e otimizar operações comerciais.

Nesse cenário, com uma população cada vez maior, a interação entre a IA, as patentes e a inovação tecnológica, especialmente no setor agrícola, requerem uma abordagem holística que considere tanto os avanços tecnológicos quanto seus impactos socioeconômicos. Assim, o debate transcende a esfera econômica e tecnológica, demandando uma reflexão mais aprofundada sobre as bases que sustentam o desenvolvimento sustentável e inclusivo. Smith e Anderson (2014) coletaram informações de 1896 especialistas sobre o impacto da inovação até o ano de 2025, com visões bastantes divididas entre eles. A pesquisa sugere protagonismo da automação para aumento da produtividade e renda, mas ao custo de ser uma substituta direta do trabalho humano, gerando desemprego e aumentando as desigualdades.

Ainda enfocando a tabela 1, os cinco assuntos mais relevantes estão categorizados até a subclasse na CIP. Observa-se que, entre esses assuntos, quatro pertencem à Classe A01, que abrange várias categorias dentro do domínio da Agricultura. Isso destaca uma forte diversidade nas inovações agrícolas, ressaltando a importância da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico nesse setor. A prevalência de assuntos relacionados à Classe A01 enfatiza a tendência de investimentos e avanços tecnológicos focados na otimização de processos agrícolas, no tratamento e criação de animais, e na conservação de recursos naturais ligados à Agricultura. Essa tendência é um claro indicativo da busca constante por eficiência, sustentabilidade e inovação no setor agrário.

O destaque da classificação A01G, com 296 registros, destaca a horticultura como um campo significativo de avanço tecnológico. Em seguida, a A01K, com 218 registros, reflete o desenvolvimento tecnológico na criação de animais. A A01M, com 130 incidências, e a A01D, com 67, sugerem atenção substancial à eficiência na gestão e colheita de recursos animais e vegetais, respectivamente.

Notavelmente, a classificação G06Q, embora quarta em frequência com 128 registros, indica a penetração de tecnologias de processamento de dados na agricultura, evidenciando a convergência entre TI e práticas agrícolas. Em geral, relaciona-se ao universo da agricultura de precisão, que visa fornecer informações espaciais que permitam aos produtores tomarem decisões de gestão mais precisas espacial e temporalmente, permitindo a gestão de propriedades produtivas agrícolas a partir de sistema de apoio à decisão (SAD) com o objetivo de otimizar o retorno sobre os insumos e, ao mesmo tempo, preservar os recursos (Karydas *et al.*, 2023).

Neste sentido, Silva e Silva-Mann (2022), ao analisarem as redes temáticas com base na CIP de patentes da área de agricultura de precisão, perceberam que o par de relações mais prolífico foi composto por procedimentos de controle de transmissão de dados (H04L29/08) e os sistemas voltados para a Agricultura (G06Q50/02), demonstrando a centralidade dos aspectos tecnológicos neste ramo do setor agrícola, revelando-se um espaço altamente profícuo para aplicações de tecnologias de IA.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A IA representa um vetor transformador na agricultura, prometendo avanços significativos em eficiência, sustentabilidade, automação e segurança alimentar. No entanto, a observação cuidadosa dos desafios socioeconômicos e a implementação de estratégias equitativas são fundamentais para garantir que os benefícios da inovação sejam amplamente compartilhados, contribuindo para um futuro agrícola sustentável e inclusivo.

O setor privado tem um papel crescente na P&D agrícola, transformando a inovação global. Contudo, a desigualdade geográfica e a concentração setorial são desafios. É essencial que as inovações sejam amplamente distribuídas, especialmente para agricultores em países em desenvolvimento. Políticas nacionais que incentivem um ambiente de inovação robusto e inclusivo são cruciais para atrair investimentos e garantir crescimento sustentável. O desenvolvimento depende da mediação estatal para assegurar a minimização das assincronias causadas pelo patenteamento das tecnologias de IA, evitando que os benefícios destas técnicas limitem-se às elites. Neste sentido, o investimento em Ciência,

Tecnologia & Inovação pelos países é imprescindível, permitindo que parte representativa destes conhecimentos aplicados pertençam à sociedade.

A distribuição geográfica das patentes, dominada pela Índia e pela China, pode ser interpretada como reflexo de estratégias direcionadas de pesquisa e desenvolvimento, bem como da necessidade de soluções inovadoras para enfrentar desafios populacionais e comerciais. Assim, fica evidente nesta pesquisa o crescimento de patentes de IA na Agricultura, impulsionada por países asiáticos. Destaca-se a seção A, classe 01, especialmente na subclasse G, cobrindo horticultura, cultivo de vegetais e flores, silvicultura e irrigação.

Espera-se em pesquisas futuras explorar outros metadados e bases de dados de patentes, lançando um olhar mais específico sobre o papel do Brasil e seus progressos no âmbito da IA em um dos setores mais caros ao seu desenvolvimento, o agrícola.

REFERÊNCIAS

BILSKI, B. Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 2, p. 210–214, mar. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687012001093>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BURRELL, D. N. *et al.* Exploring technological management innovations that include artificial intelligence and other innovations in global food production. **International Journal of Society Systems Science**, v. 12, n. 4, p. 267-285, 2020. Disponível em: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJSS.2020.112408>. Acesso em: 24 jun. 2024.

CASELLI, F. **Accounting for Cross-Country Income Differences**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, out. 2004. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w10828.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHOI, J. W. *et al.* Patent prospects and trends in post-harvest management technology of fresh agricultural products. **Korean Journal of Food Preservation**, v. 27, n. 4, p. 423–432, jul. 2020. Disponível em: https://www.ekosfop.or.kr/archive/view_article?pid=kjfp-27-4-423. Acesso em: 24 jun. 2024.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2023:** urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Roma: FAO, 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/445c9d27-b396-4126-96c9-50b335364d01>. Acesso em: 24 jun. 2024.

FUGLIE, K. The growing role of the private sector in agricultural research and development world-wide. **Global Food Security**, v. 10, p. 29–38, set. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211912416300190>. Acesso em: 11 jul. 2024.

HARRIS, D. R.; FULLER, D. Q. Agriculture: Definition and Overview. In: SMITH, C. (Ed.). **Encyclopedia of Global Archaeology**. New York, NY: Springer New York, 2014. p. 104–113.

HORN, R. Growing more with less. **Finance & Development Magazine**, Washington, D.C., p. 46-48, 2023. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/12/Case-Studies-growing-more-with-less-Robert-Horn>. Acesso em: 11 jul. 2024.

HUANG, J. *et al.* Agricultural and rural development in China during the past four decades: an introduction. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 64, n. 1, p. 1–13, jan. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1467-8489.12352>. Acesso em: 11 jul. 2024.

HUANG, M. H.; CHEN, D. Z.; DONG, H. R. Identify technology main paths by adding missing citations using bibliographic coupling and co-citation methods in photovoltaics. In: 2011 **Proceedings of PICMET'11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)**. IEEE, 2011. p. 1-6.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). "**Descrição da subclasse A01G**". Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20230101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipccp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em 04 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Classificação Internacional de Patentes (CIP)**. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20230101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipccp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em: 02 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Manual para o depositante de patentes, 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico/ManualdePatentes20210706.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

KARYDAS, C. *et al.* Embedding a precision agriculture service into a farm management information system-ifarma/PreFer. **Smart Agricultural Technology**, v. 4, p. 1-11, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375523000059>. Acesso em: 24 jun. 2024.

LEE, B. *et al.* Patent-Enhancing Strategies by industry in Korea using a data envelopment analysis. **Sustainability**, v. 8, n. 9, p. 901, 6 set. 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/9/901>. Acesso em: 24 jun. 2024.

MANUAL DE REDAÇÃO DE PATENTES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI). [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://proiti.furg.br/arquivos/MANUAL DE REDAO DE PATENTES DA OMPI 20.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SILVA, R. P. da; VIAN, C. E. de F. O mercado mundial de máquinas agrícolas: distribuição regional e padrões de comércio internacional. **Espacios**, v. 38, n. 1, p. 28-37, 2017. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n01/17380128.html>. Acesso em: 24 jun. 2024.

SILVA, W. de V. R.; SILVA-MANN, R. Agricultura de Precisão: monitoramento tecnológico a partir da análise de patentes. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e42611326852-e42611326852, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26852>. Acesso em: 26 jun. 2024.

SMITH, A.; ANDERSON, J. AI, Robotics, and the Future of Jobs. **Pew Research Center**, 6 ago. 2014. Disponível em: <https://www.pewresearch.org/internet/2014/08/06/future-of-jobs/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

SPEZIALI, M. G.; NASCIMENTO, R. da S. Patentometria: uma ferramenta indispensável no estudo de desenvolvimento de tecnologias para a indústria química. **Química Nova**, v. 43, n. 10, p. 1538–1548, dez. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Kk7D8sML8f8BY93X3RXXFHD/?lang=pt>. Acesso em: 28 jun. 2024.

TEY, Y. S. *et al.* Evolution of precision agricultural technologies: a patent network analysis. **Precision Agriculture**, v. 25, n. 1, p. 376-395, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-023-10076-y>. Acesso em: 26 jun. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **WIPO Patent Drafting Manual**, Second edition. Geneva: WIPO. 2023. Disponível em:

<https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-867-23-en-wipo-patent-drafting-manual.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2024.

UNITED NATIONS. World Population Prospects. Population Division. **Perspectivas da população mundial 2024**. 2024. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 13 mar. 2024.