

Documentos

Campinas, SP / Junho, 2025

Panorama de patentes no
contexto da transformação
digital para o setor de grãos



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agricultura Digital
Ministério da Agricultura e Pecuária***

e-ISSN 2764-2488

Documentos 195

Junho, 2025

**Panorama de patentes no contexto da
transformação digital para o setor de grãos**

Maria Angélica de Andrade Leite

Cláudia de Mori

Sandra Protter Gouvêa

Embrapa Agricultura Digital

Campinas, SP

2025

Embrapa Agricultura Digital

Av. Dr. André Tosello, 209 - Cidade Universitária
Campinas, SP, 13083-886

www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Júlio Cesar Dalla Mora Esquerdo

Secretária-executiva

Sônia Ternes

Membros

Adauto Luiz Mancini, Alan Massaru Nakai,
Carla Cristiane Osawa, Geraldo Magela
de Almeida Cançado, Graziella Galinari,
Joice Machado Bariani, Juliana Erika de
Carvalho Teixeira Yassitepe, Luiz Manoel
Silva Cunha, Magda Cruciol, Paula
Regina Kuser Falcão

Revisão de texto

Graziella Galinari

Normalização bibliográfica

Carla Cristiane Osawa

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Ana Caroline Bianchi

Foto da capa

Tomas May

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agricultura Digital

Leite, Maria Angelica de Andrade.

Panorama de patentes no contexto da transformação digital para o setor de
grãos / Maria Angelica de Andrade Leite, Claudia De Mori, Sandra Protter
Gouvêa. – Campinas : Embrapa Agricultura Digital, 2025.

PDF (00 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Agricultura Digital, ISSN
2764-2488)

1. Pesquisa agrícola. 2. Patentes. 3. Soja. 4. Milho. 5. Arroz. 6. Trigo. 7.
Feijão. I. De Mori, Claudia. II. Gouvêa, Sandra Protter. III. Título. IV. Embrapa
Agricultura Digital. V. Série.

CDD (21. ed.) 630.72

Autores

Maria Angelica de Andrade Leite

Engenheira Civil, doutora em Engenharia de Computação, pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Claudia De Mori

Agrônoma, doutora em Engenharia de Produção, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Sandra Protter Gouvêa

Bióloga, doutora em Ciências, analista da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP.

Apresentação

A transformação digital é um processo de adoção e implementação de tecnologias digitais ou tecnologias 4IR (do inglês, 4th Industrial Revolution) em todos os aspectos de uma empresa: nos modelos de negócios, nas experiências do cliente e em processos e operações, junto a uma mudança de mentalidade. A transformação digital auxilia uma empresa a aproveitar dados e impulsionar fluxos de trabalho inteligentes, a tomar decisões mais rápidas e precisas, e a responder aos desafios do mercado em tempo real.

No setor da agropecuária, a integração das tecnologias 4IR aliadas à conectividade, à biotecnologia e à nanotecnologia está revolucionando a forma como os alimentos são produzidos, aumentando a produtividade, a eficiência e a sustentabilidade das atividades agrícolas. Está permitindo que os agricultores enfrentem desafios como mudanças climáticas, escassez de recursos e aumento da demanda global por alimentos funcionais, seguros e saudáveis de maneira mais eficaz.

Uma das fontes de informação sobre as inovações das tecnologias 4IR para a transformação digital na agricultura são as patentes. Este trabalho caracterizou um conjunto de patentes relacionadas com a transformação digital no setor de grãos focando nas culturas de soja, milho, arroz, trigo e feijão a partir de um conjunto de 3.111 documentos de patentes recuperados na pesquisa na base Derwent Innovations Index no período de 2010 a 2021.

Stanley Robson de Medeiros Oliveira
Chefe-Geral da Embrapa Agricultura Digital

Sumário

Introdução	9
Compilação dos dados do levantamento na base Derwent Innovations Index	10
Resultado da compilação do panorama das patentes no setor de grãos	13
Lista das patentes retornadas na pesquisa	21
Considerações finais	30
Referências	32

Introdução

A transformação digital é um processo de adoção e implementação de tecnologias digitais em todos os aspectos de uma empresa: nos modelos de negócios, nas experiências do cliente e em processos e operações, junto a uma mudança de mentalidade. A transformação digital auxilia uma empresa a aproveitar dados e impulsionar fluxos de trabalho inteligentes, a tomar decisões mais rápidas e precisas, e a responder aos desafios do mercado em tempo real. (O'Brien et al., 2024).

As tecnologias digitais representadas por inteligência artificial (IA), aprendizado de máquina, internet das coisas (IoT), big data, robótica e automação, *blockchain*, drones e imagens por satélite são fundamentais para impulsionar a transformação digital em diversos setores, ajudando as organizações a se tornarem mais eficientes, inovadoras e ágeis. São também conhecidas como tecnologias 4IR, em referência à quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0 (What [...], 2022). Essas tecnologias permitem que empresas e organizações transformem suas operações e inovem continuamente. Elas oferecem uma vantagem competitiva significativa em um mundo cada vez mais digital, ajudando a moldar o futuro dos negócios e da sociedade.

No setor da agropecuária, a integração das tecnologias 4IR aliadas à conectividade, à biotecnologia e à nanotecnologia estão revolucionando a forma como os alimentos são produzidos, aumentando a produtividade, a eficiência e a sustentabilidade das atividades agrícolas. Estão permitindo que os agricultores enfrentem desafios como mudanças climáticas, escassez de recursos e aumento da demanda global por alimentos funcionais, seguros e saudáveis de maneira mais eficaz (Massruhá et al., 2020, 2023).

Uma das fontes de informação sobre as inovações das tecnologias 4IR para a transformação digital na agricultura são as patentes. Uma patente concedida é um direito exclusivo garantido por lei aos inventores ou titulares de monopólio da invenção, por um período limitado, em contrapartida à disponibilização de detalhes sobre a mesma em termos de problema técnico solucionado pela invenção, descrição

detalhada da mesma e desenhos quando necessários (Thomson Corporation, 2004). A concessão de uma patente ajuda a promover a inovação, pois incentiva inventores e empresas a investirem em pesquisa e desenvolvimento, garantindo-lhes a exclusividade de explorar comercialmente suas inovações por um tempo determinado. Assim sendo, estudos patentométricos descritivos auxiliam a identificar os perfis das tecnologias desenvolvidas e quais os direcionamentos esperados para uma determinada área ou setor. As patentes muitas vezes são registradas mesmo antes da tecnologia chegar ao mercado possibilitando a prospecção de tendências futuras.

Este trabalho caracterizou um conjunto de patentes relacionadas com a transformação digital no setor de grãos focando nas culturas de soja, milho, arroz, trigo e feijão a partir de um conjunto de 3.111 documentos de patentes recuperados na pesquisa na base Derwent Innovations Index, para o período de 2010 a 2021. Neste estudo, procurou-se levantar o uso de tecnologias 4IR nas patentes depositadas.

No decorrer deste trabalho são apresentados a forma como os dados foram compilados e o resultado desta compilação, considerando: 1) número de patentes para tipo de grão; 2) categoria das patentes; 3) número de patentes relacionadas às tecnologias 4IR; 4) área de aplicação; 5) países onde as patentes foram requeridas; 6) tipo de solicitante; 7) evolução do depósito de patentes ao longo dos anos; e 8) áreas tecnológicas representativas das patentes de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (CIP). Além disso, são apresentadas as listas de patentes recuperadas para cada tipo de grão e, por último, as considerações finais.

Compilação dos dados do levantamento na base Derwent Innovations Index

Os documentos de patentes foram recuperados em 18 de outubro de 2021 na base mundial Derwent Innovations Index (Blossey, 2024). Para tanto foi utilizada uma expressão de busca mais ampla, contendo as frases e/ou palavras que remetiam a assuntos relacionados à

transformação digital na agricultura de modo geral, com termos como: agricultura digital, agricultura de precisão, agricultura inteligente, dentre outros. Ao realizar uma busca relacionada à transformação digital, a expectativa foi de recuperar patentes associadas às tecnologias 4IR. A expressão de busca ampla, utilizada no campo tópicos da pesquisa avançada por patentes, e que serviu de base para este e outros estudos, encontra-se a seguir:

“Digital Agricult*” or “Precision Agricult*” or “Smart Agricult*” or “Intelligent Agricult*” or “Precision Livestock” or “Smart Livestock” or “Intelligent Livestock” or “Digital Forestry” or “Precision Forestry” or “Smart Forestry” or “Intelligent Forestry” or “Digital Farm*” or “Precision Farm*” or “Smart Farm*” or “Intelligent Farm*” or “Digital Rural” or “Smart Rural” or “Intelligent Rural” or “Smart AgriFood” or “Digital Agri-Food” or “Smart Agri-Food” or “Smart Agribusiness” or “Precision crop production” or “Smart crop production” or “Precision tillage” or “Smart tillage” or “Digital animal husbandry” or “Precision animal husbandry” or “Smart animal husbandry” or “Intelligent animal husbandry” or “Agricult* 4.0” or “Agricult* 5.0”.

O período de recuperação de documentos estabelecido foi de 2010 a 2021. Como resultado da busca ampla, foi recuperado um conjunto de 3.111 documentos de patentes na base Derwent Innovations Index. O conjunto de documentos recuperados foi exportado da base patentária em formato de texto.

Foi utilizado o software de análise bibliométrica Vantage Point versão 13.1¹, que recebeu os dados mediante importação com filtro específico fornecido pelo fabricante do software. Algumas das análises feitas no Vantage Point foram exportadas como planilhas, para possibilitar a organização e tratamento da informação. As planilhas foram geradas para cada tipo de grão (individualmente) ou coletivamente,

⁽¹⁾ Informações atualizadas sobre o software estão disponíveis em Search Technology (2024).

como objeto desse estudo, por meio de busca em lista de palavras-chave do Vantage Point (*soy; soybean; soya; paddy; rice; corn; maize; bean; grain; cereal*). Foi possibilitada a qualificação do perfil de inovações relacionadas a cada tipo de cultura agrícola selecionada, conforme apresentado a seguir:

1) Planilhas relacionadas a arroz foram geradas a partir dos termos *rice* ou *paddy*.

2) Planilhas relacionadas a milho foram geradas a partir dos termos *corn* ou *maize*.

3) Planilhas relacionadas a trigo foram geradas a partir do termo *wheat*.

4) Planilhas relacionadas a soja foram geradas a partir dos termos *soy* ou *soybean* ou *soya*.

5) Planilhas relacionadas a feijão foram geradas a partir do termo *bean*.

6) Planilhas relacionadas a grãos de maneira geral foram geradas a partir dos termos *grain* ou *cereal*.

Em seguida, procedeu-se à leitura das patentes de cada planilha, identificando: 1) número de patentes para tipo de grão; 2) categoria das patentes; 3) número de patentes relacionadas às tecnologias 4IR; 4) área de aplicação; 5) países onde as patentes foram requeridas; 6) tipo de solicitante; e 7) evolução do depósito de patentes ao longo dos anos. Além disso, as áreas tecnológicas representativas de pesquisa e proteção patentária foram mapeadas com a Classificação Internacional de Patentes² (CIP). Para a análise, foi selecionado o grupo das subclasses da CIP, representando também o descritivo de domínios em tecnologias pertencentes ao tema monitorado.

⁽²⁾ Codificação, padronizada pelo Acordo de Estrasburgo e usada pelos escritórios de patentes para organizar os registros

Resultado da compilação do panorama de patentes no setor de grãos.

Nesta seção será apresentado o levantamento de inovações nas patentes recuperadas da base Derwent Innovations Index, por tipo de grão considerando as culturas de arroz, milho, trigo, soja e feijão. Também são apresentadas as patentes relacionadas a grãos de forma geral em que não foi especificado o tipo de grão na patente. Em alguns casos a mesma patente se aplica a mais de um tipo de grão. As patentes que se inserem neste escopo foram repetidas em cada tipo de grão no qual se aplica.

A Figura 1 ilustra o número de patentes para cada tipo de grão e patentes depositadas para os grãos de maneira geral. O arroz e o milho são os grãos que mais possuem patentes depositadas .

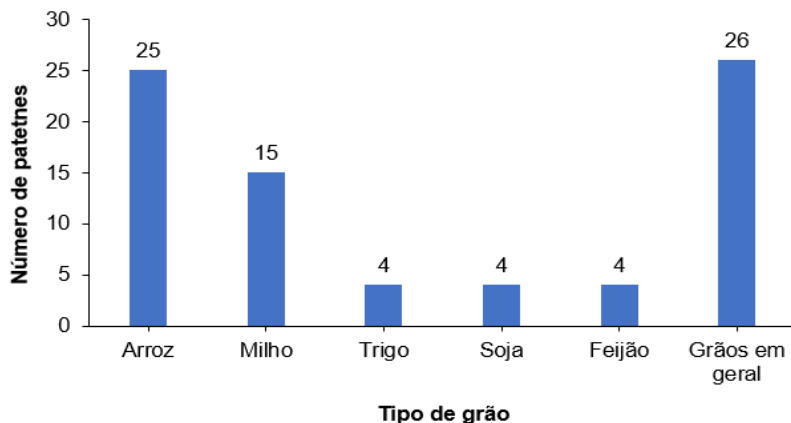


Figura 1. Número de patentes por tipo de grãos.

As patentes foram classificadas por categoria em: 1) máquina ou equipamento; 2) método, metodologia ou processo; e 3) software. A Figura 2 mostra a classificação das patentes por categoria. Observa-se que as patentes focam na categoria de máquina e equipamento para a maioria das culturas de grãos estudadas.

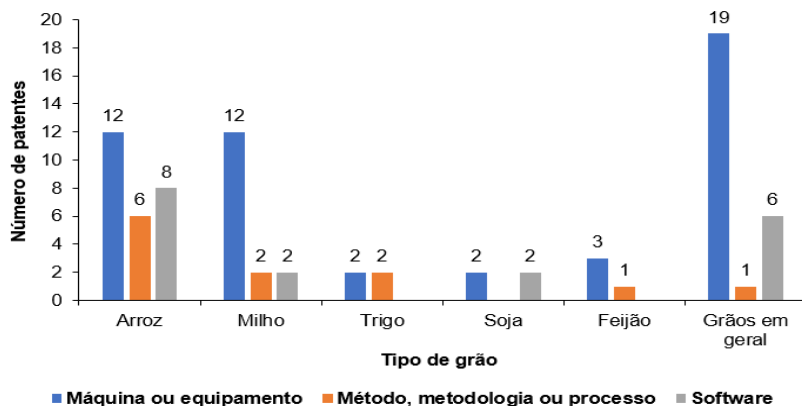


Figura 2. Classificação das patentes por categoria.

Dentre as tecnologias 4IR mencionadas nas patentes tem-se: internet das coisas (IoT), robô, inteligência artificial, *blockchain*, sensor, computação em nuvem, processamento de imagem, veículo aéreo não tripulado (VANT), *big data* e sensoriamento remoto conforme mostrado na Figura 3.

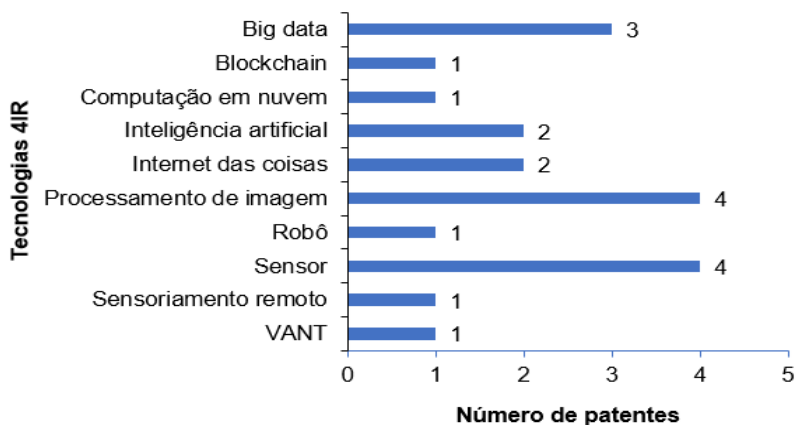


Figura 3. Número de patentes relacionadas às tecnologias 4IR.

De acordo com a sua área de aplicação, as patentes foram classificadas em: 1) gestão agrícola; 2) manejo de plantio; 3) irrigação; 4) manejo de adubação; 5) manejo de pragas e doenças; 6) manejo de cultivo; 7) manejo de colheita; e 8) pós-colheita. A Figura 4 ilustra a distribuição de patentes por área de aplicação. As áreas de gestão agrícola e de pós-colheita possuem o maior número de patentes totalizando 22 e 21 patentes, respectivamente.

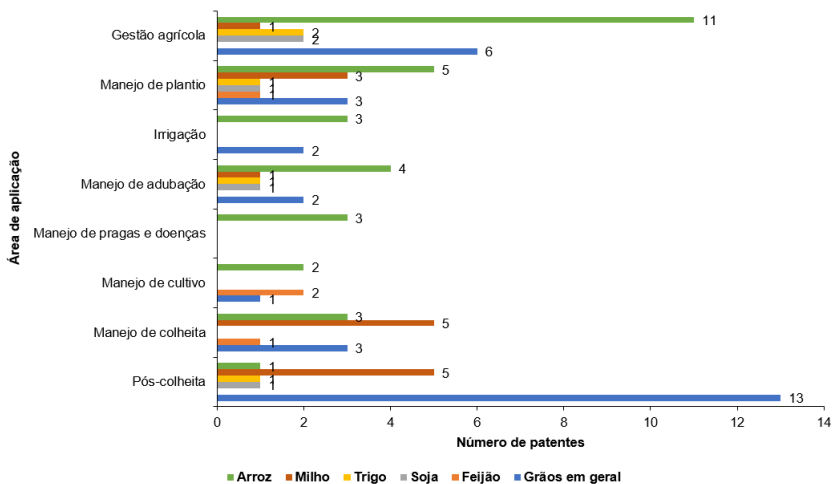


Figura 4. Número de patentes por área de aplicação.

A Figura 5 ilustra os países ou a organização onde as patentes foram requeridas baseado na classificação da World Intellectual Property Organization (2024). Observa-se que a China é o país com maior titularidade de patentes (62 ao todo) com destaque para arroz e grãos de maneira geral. Acredita-se que o grande número de patentes na China, relacionadas ao arroz, é devido ao grande consumo deste cereal no país. Existe uma previsão de consumo de 140 milhões de toneladas de arroz beneficiado em 2024/2025 na China (Produção [...], 2024). O Brasil retornou apenas 1 patente de acordo com o critério de pesquisa realizado. Isso indica um baixo grau de proteção tecnológica no país, no nicho tecnológico monitorado.

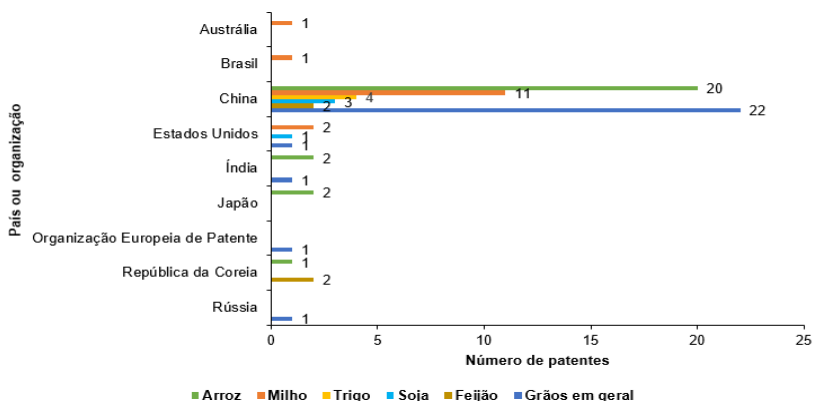


Figura 5. Países ou organização de depósito das patentes.

As patentes também foram classificadas de acordo com o tipo de solicitante, podendo ser: 1) governo; 2) academia; 3) pessoa física; 4) empresa; e 5) empresa em conjunto com a academia. A Figura 6 ilustra o tipo de solicitante das patentes. Houve um predomínio de patentes depositadas por empresas (30 patentes) e pessoa física (25 patentes).

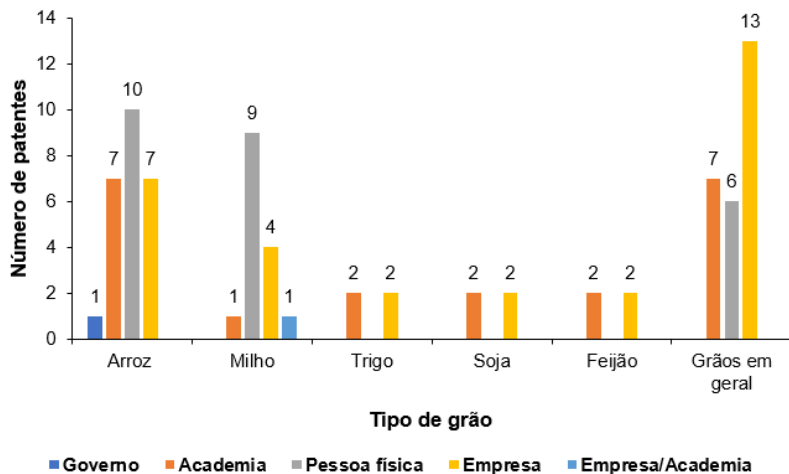


Figura 6. Número de patentes por tipo de solicitante e de grão.

Com relação à evolução das patentes ao longo do tempo, a Figura 7 ilustra a distribuição de patentes por tipo de grão pelos anos em que foram depositadas. A partir do ano de 2019, o número de patentes aumentou para 13, ou mais, patentes depositadas por ano.

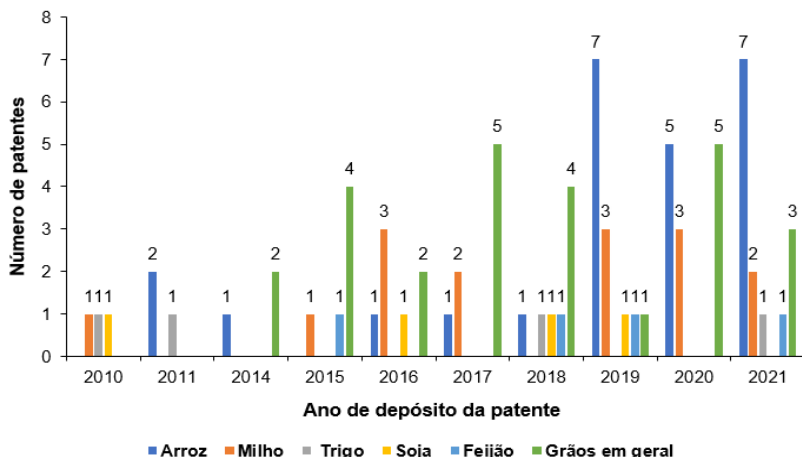


Figura 7. Número de patentes por tipo de grão ao longo dos anos.

A Figura 8 ilustra a evolução no número das patentes publicadas considerando todos os tipos de grãos. Ao longo dos anos o patenteamento vem aumentando, embora o número de patentes seja menor que 15 ao longo dos anos para todos os tipos de grãos estudados. Quando se observa o valor acumulado, o montante de patentes até o ano de 2021 foi de 78. O ano da patente corresponde à publicação do pedido de patente que ocorre, em geral, após 18 meses do depósito (período de sigilo), portanto esse número poderá ser maior que o número recuperado de pedidos, para o ano de 2020. Com o comportamento observado, é sugerido que, embora crescente, ainda é tímido o desenvolvimento desse tipo de soluções, ou ainda, que a estratégia de proteção via patente não constitui uma tática dominante dos titulares atuantes nesse setor.

As áreas tecnológicas representativas de pesquisa e proteção patentária podem ser mapeadas com a Classificação Internacional

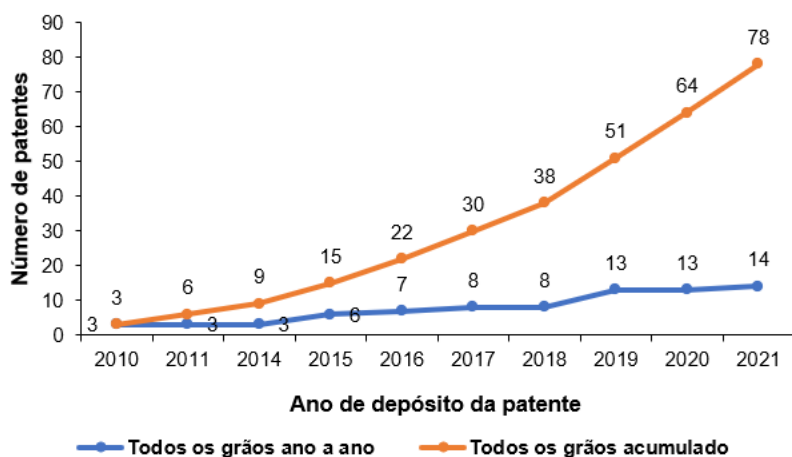


Figura 8. Evolução das patentes ao longo dos anos considerando todas as culturas de grãos e o acumulado ao longo do período 2010-2021.

de Patentes (CIP). Uma mesma patente pode ser classificada em 1 ou mais subclasses CIP. Para a análise foi selecionado o grupo das subclasses da CIP, representando também o descritivo de domínios em tecnologias pertencentes ao tema monitorado. Foram recuperadas 50 subclasses CIP. As 15 subclasses que têm maior vínculo com os documentos recuperados pela estratégia de busca são apresentadas na Tabela 1. As seções CIP de Física (subclassas iniciadas com G, 70,7%) e de Necessidades humanas (subclassas iniciadas com A, 61,3%) são as mais recorrentes, entre as 50 subclasses. Nos dados analisados ainda se observa as seções Execução de operações; Transporte (subclassas iniciadas com B, 20%); Eletricidade (subclassas iniciadas com H, 12%), Engenharia mecânica, iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão; (subclassas iniciadas com F, 8%), Química; Metalurgia (subclassas iniciadas com C, 1,3%), e Construções fixas (subclassas iniciadas com E, 1,3%), porém em menores ocorrências.

Tabela 1. Principais subclasses da Classificação Internacional de Patentes (CIP) mais ocorrentes, entre as patentes amostradas para grãos, no período 2010 a 2021.

Num. Pa- tentes (%)	Código	CIP Subclasses
11 (14,7%)	A01C	Necessidades humanas - > Agricultura; Silvicultura; Criação de Animais; Caça; Armadilha; Pesca - > Plantio; Semeadura; Fertilizante
9 (12,0%)	G01N	Física -> Medição; Teste -> Investigando ou analisando materiais determinando suas propriedades químicas ou físicas
8 (10,7%)	A01G	Necessidades humanas -> Agricultura; Silvicultura; Criação de animais; Caça; Armadilha; Pesca -> Horticultura; Cultivo de hortaliças, flores, arroz, frutas, vinha, lúpulo ou algas marinhas; Silvicultura; Rega
7 (9,3%)	A01D	Necessidades humanas -> Agricultura; Silvicultura; Criação de animais; Caça; Armadilha; Pesca -> Colheita; Cortar
6 (8%)	G06K	Física -> Computando; Calculando ou contando -> Reconhecimento de dados; Apresentação de dados; Porta
6 (8%)	G06Q	Física -> Computando; Calculando ou contando -> 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 de outra forma

Continua...

Tabela 1. Continuação.

5 (6,7%)	A01B	Necessidades humanas -> Agricultura; Silvicultura; Criação de animais; Caça; Armadilha; Pesca -> Trabalho do solo na agricultura ou silvicultura; Peças, detalhes ou acessórios de máquinas ou implementos agrícolas, em geral
5 (6,7%)	A01M	Necessidades humanas -> Agricultura; Silvicultura; Criação de Animais; Caça; Armadilha; Pesca -> Captura, Captura ou afugentamento de animais; Aparelhos para a destruição de animais nocivos ou plantas nocivas
5 (6,7%)	G06F	Física -> Computando; Calculando ou contando -> Processamento elétrico de dados digitais
4 (5,3%)	A01F	Necessidades humanas -> Agricultura; Silvicultura; Criação de animais; Caça; Armadilha; Pesca -> Debulha; Enfardamento de palha, feno ou similares; Aparelhos fixos ou ferramentas manuais para moldar ou amarrar palha, feno ou similares em feixes; Corte de palha, feno ou similares; Armazenamento de produtos agrícolas ou hortícolas
4 (5,3%)	B65G	Execução de operações; Transporte -> Transporte; Embalagem; Armazenamento; Manuseio de material fino ou filamentoso -> Dispositivos de transporte ou armazenamento
4 (5,3%)	G01D	Física -> Medição; Teste -> Medição não especialmente adaptada para uma variável específica; Arranjos para medir duas ou mais variáveis não abrangidas por uma única outra subclasse; Aparelhos de medição tarifária; Transferência ou tradução de arranjos não especialmente adaptados para uma variável específica; Medição ou teste não previsto de outra forma

Continua...

Tabela 1. Continuação.

4 (5,3%)	G05D	Física -> Controladoria; Regulação -> Sistemas de controle ou regulação de variáveis não elétricas
4 (5,3%)	G06N	Física -> Computando; Calculando ou contando -> Sistemas computacionais baseados em modelos computacionais específicos
4 (5,3%)	G06T	Física -> Computando; Calculando ou contando -> Processamento ou geração de dados de imagem, em geral

Lista das patentes retornadas na pesquisa

Como resultado da consulta de patentes realizada na base Derwent Innovations Index, as tabelas a seguir apresentam a lista de identificação das patentes recuperadas para cada tipo de grão. Na cultura de arroz foram identificadas 25 patentes, conforme ilustra a Tabela 2.

Tabela 2. Patentes para o arroz.

Número	Identificação das patentes para o arroz
1	Dispositivo para expulsão de pássaros.
2	Plataforma de computação em nuvem e análise de big data para monitorar dados de plantio de arroz.
3	Sistema inteligente de monitoramento de plantio de arroz baseado em big data para melhorar eficiência de compra e venda de arroz.
4	Placa de rolamento flutuante para plantio de arroz.
5	Método para expressar características dinâmicas do arroz para manejo preciso de fertilizantes.

Continua...

Tabela 2. Continuação.

6	Veículo de trabalho (como trator e plantadeira de arroz tipo passageiro) equipado com sistema global de navegação por satélite (GNSS) para a realização de trabalhos agrícolas de alta precisão e com custo relativamente baixo.
7	Método de controle de umidade do campo de arroz para apoiar irrigação automática.
8	Sistema de sensoriamento remoto para auxílio à agricultura de precisão para cultivo de arroz.
9	Suporte de transporte de veículo não tripulado para plantio de arroz ou grãos.
10	Sistema inteligente de monitoramento e gerenciamento de agricultura em tempo real baseado em big data que inclui módulo de detecção de nutrientes do solo, módulo de detecção de parâmetros ambientais do campo de arroz e módulo de classificação e identificação de pragas.
11	Sistema IoT de fazenda inteligente para gerenciamento de cultivo de arroz que compreende unidade de controle de abastecimento de água e drenagem e permite que fertilizante líquido ou pesticida seja automaticamente diluído e injetado no produto.
12	Método de identificação de arroz baseado em aprendizagem profunda (redes neurais) realizando posicionamento e reconhecimento de pequenos alvos como espigas de arroz observando o estado de crescimento do arroz.
13	Plataforma tecnológica blockchain conectada a drones, máquinas agrícolas inteligentes, processamento de arroz e gerenciamento de campo que possui serviços de vendas diretas de atacado e comércio eletrônico conectados aos clientes e fontes de dados de produtos conectadas por meio de customização.
14	Dispositivo de pulverização agrícola inteligente.

Continua...

Tabela 2. Continuação.

15	Máquina agrícola inteligente como trator, máquina de proteção de plantas, transplantadora de arroz e distribuidor de fertilizante com chassi ajustável de forma automática de acordo com a altura do solo, a obstrução ou a cultura.
16	Dispositivo de transplante agrícola inteligente para inserir e prender as mudas de arroz na vertical, no solo.
17	Sistema inteligente de proteção baseado no cultivo de arroz para realizar operações de proteção de arroz e cultivo de arroz em casca.
18	Robô agrícola inteligente que substitui a mão de obra para melhorar a eficiência das batidas do bolo de arroz.
19	Modelo de estimativa hiperespectral do teor de nitrogênio total em folha de arroz em escala regional.
20	Máquina com imagem colorida para identificação, prevenção e tratamento de <i>Xanthomonas oryzae</i> . Trata o voo inteligente de veículo aéreo não tripulado (UAV, na sigla em inglês) para detectar <i>Xanthomonas oryzae</i> e realizar a pulverização.
21	Método para modelagem de monitoramento do espectro de conteúdo de nitrogênio nas folhas de arroz/trigo em agricultura de precisão.
22	Sistema de debulha de espigas de arroz para separação automática de grãos.
23	Sistema de monitoramento de lavouras de arroz que pode ser usado para monitoramento automatizado de colheitas de arroz mesmo em um local remoto.
24	Gestão de energia para sistema de irrigação automatizado movido a energia solar para lavoura de arroz.
25	Método de medição de atitude de postura de máquina de operação de arrozal.

Na cultura de milho foram identificadas 15 patentes conforme ilustra a Tabela 3.

Tabela 3. Patentes para a cultura de milho.

Número	Identificação das patentes para o milho
1	Método para prever e detectar o estresse por deficiência de nutrientes em plantas de milho por meio de imagens aéreas.
2	Sistema inteligente de secagem de milho.
3	Dispositivo inteligente de escavação de covas de plantio de milho.
4	Máquina agrícola inteligente para colheita de milho com arado.
5	Máquina agrícola inteligente para colheita de milho com mesa de colheita.
6	Semeadora de precisão de bicos cônicos para plantio de mudas de culturas como batata, cana-de-açúcar e milho, no solo.
7	Transportador inteligente de milho com capacidade de controle sem fio.
8	Debulhador de milho com controle sem fio.
9	Plantadeira pneumática de milho.
10	Método para operações de colheita, para aplicação de simulação e previsão climática em tempo real em nível de campo a um ou mais modelos agrícolas para gerar uma série de resultados de consultoria de colheita em uma ferramenta de apoio ao gerenciamento de operações agrícolas. O método também é útil para modelar o crescimento da cultura e determinar janelas de colheita para silagem de milho.
11	Separador agrícola inteligente com função de detecção de aflatoxina e anfotericina.

Continua...

Tabela 3. Continuação.

12	Sistema de rastreamento de produtos agrícolas como sementes revestidas e não revestidas com inseticidas e sementes de milho e soja, aplicados em campo.
13	Dispositivo de teste de velocidade de suspensão para milho, soja e trigo.
14	Colheitadeira integrada para processamento mecânico de palha de milho que flui a palha colhida através da saída de palha, misturando a palha e o solo usando o rolo de aração.
15	Colheitadeira de milho para máquinas agrícolas inteligentes.

Na cultura de trigo foram identificadas 4 patentes conforme ilustra a Tabela 4.

Tabela 4. Patentes para a cultura de trigo.

Número	Identificação das patentes para o trigo
1	Método de monitoramento do conteúdo de nitrogênio da camada da coroa do trigo com base em dados de sensoria-mento remoto de múltiplas fontes.
2	Máquina de semeadura e adubação para semear trigo e soja.
3	Método para modelagem de monitoramento do espectro de conteúdo de nitrogênio nas folhas de arroz/trigo em agricul-tura de precisão.
4	Dispositivo de teste de velocidade de suspensão para milho, soja e trigo.

Na cultura de soja foram identificadas 4 patentes conforme ilustra a Tabela 5.

Tabela 5. Patentes para a cultura de soja. Título de seção terciária

Número	Identificação das patentes para a soja
1	Sistema de gestão e de monitoramento on-line de soja baseado em sensor de fibra óptica, possui banco de dados de plantio e cultivo de soja, servidor de internet e rede virtual que são conectados entre si por meio de rede de comunicação óptica.
2	Máquina de semeadura e adubação para semear trigo e soja.
3	Sistema de rastreamento de produtos agrícolas como sementes revestidas e não revestidas com inseticidas e sementes de milho e soja, aplicados em campo.
4	Dispositivo de teste de velocidade de suspensão para milho, soja e trigo.

Na cultura de feijão foram identificadas 4 patentes conforme ilustra a Tabela 6.

Tabela 6. Patentes para a cultura de feijão.

Número	Identificação das patentes para o feijão
1	Sistema geotérmico para grandes fazendas inteligentes, como estufas para brotos de feijão, com edifícios que usam poço coletor radial, possuem bombas de calor conectadas à unidade de reinjeção para reinjetar água subterrânea no solo.
2	Dispositivo inteligente de processamento de remoção de vagem de feijão para máquinas agrícolas. O aparelho pode transportar automaticamente e triturar o feijão de forma a filtrar grande quantidade de resíduos agrícolas.
3	Sistema de manuseio de bandejas multiúso para diversos fins, como freezer, caixa de carregamento de ventilador, multiplicador, dispositivo de implementação de fazenda inteligente, vários dispositivos de cultivo hidropônico e dispositivo de cultivo de broto de feijão.

Continua...

Tabela 6. Continuação.

- | | |
|---|---|
| 4 | Método de plantio de feijão de fileiras largas e estreitas que envolve seleção de parcelas, aração profunda, adubação se-guida de valas, agricultura de precisão, amontoamento, plantio, irrigação, cultivo, capina e controle de pragas. |
|---|---|

Para grãos, de maneira geral, foram identificadas 26 patentes conforme ilustra a Tabela 7.

Tabela 7. Patentes para grãos, de maneira geral.

Número	Identificação das patentes para grãos
1	Equipamento inteligente de máquinas agrícolas para secagem efe-tiva de grão sendo conveniente para remover impurezas do grão.
2	Dispositivo de armazenamento de grãos para uso agrícola inteligente com sensor de temperatura e umidade e um novo mecanismo de secagem para absorver a umidade dos grãos, para atingir o objetivo de secar os grãos permanentemente.
3	Sistema agrícola autônomo e inteligente de acesso remoto para cultivo, possui inteligência artificial que decide quando, como e onde irrigar o campo com base no tempo, onde dados de sensores e condições ambientais são medidos localmente. Os usos incluem, mas não estão limitados, a frutas, vegetais, grãos e flores.
4	Sistema inteligente de gerenciamento de produção de grãos.
5	Dispositivo inteligente de processamento de drenagem rural que não só pode ser usado para entrada de água mas que ao descarregar a água pode efetivamente remover os elementos de metal pesado da água.
6	Equipamento agrícola inteligente para secagem que possui dispositivos que resolvem o problema de baixo grau das má-quinas de secagem de grãos que causam facilmente germina-ção, deterioração e mofo.
7	Bomba de água automática combinada com sistema de contro-le inteligente de internet das coisas para produção conjunta de grãos.

Continua...

Tabela 7. Continuação.

8	Assento de instalação de painel solar para um sistema de coleta de vídeo inteligente de produção de grãos.
9	Sistema automatizado para medição em linha do rendimento de grãos, incluindo câmara de medição e sensores, que pode ter aplicação na colheita de safras em colheitadeira de grão.
10	Dispositivo anti-insetos para remoção de umidade agrícola e armazenamento de grãos.
11	Celeiro inteligente de armazenamento de grãos.
12	Dispositivo inteligente de detecção de conteúdo de água para detectar com precisão o teor de umidade dos grãos em laboratório.
13	Dispositivo de detecção dinâmica, em tempo real do campo, de informações do espectro de grãos da colheitadeira.
14	Unidade de preparo do solo para uso com função de semeadura de grãos que possui sistema de controle acoplado com módulo GPS e sistema de controle eletrônico para distribuição de fertilizantes com módulo dosador de taxa. Realiza medições precisas de uma área de cultivo e examina a riqueza do solo para manter registros de dados sobre custo e lucratividade de uma determinada área. A unidade de preparação do solo ajusta automaticamente o fertilizante à riqueza do solo, para que o consumo de fertilizantes possa ser reduzido.
15	Dispositivo de detecção de qualidade de grãos de colheita agrícola em tempo real com unidade detectora de espectrômetro e sistema de controle.
16	Celeiro inteligente que detecta e controla a temperatura em uma câmara, melhorando o controle à prova de umidade de maneira eficaz, fornecendo isolamento térmico, ventilação, disposição hermética, à prova de traças e à prova de fogo, de maneira eficaz.
17	Secador agrícola inteligente com alta eficiência de detecção e controle de temperatura, além de reduzir a taxa de consumo do tempo de secagem.

Continua...

Tabela 7. Continuação.

18	Sistema inteligente de gerenciamento de colheita agrícola que calcula o rendimento da colheita e previsão de preços por meio de análise de dados gráficos para planejar o mapa para o terminal do usuário. O sistema evita o desperdício de grãos.
19	Plataforma de gerenciamento agrícola inteligente baseada em processamento de imagens, possui módulo de envio de informações conectado ao módulo de análise de dados para obter informações meteorológicas e módulo de coleta de dados conectado ao terminal do usuário. A plataforma reduz o índice de desperdício de grãos.
20	Plataforma agrícola inteligente, possui módulo de coleta climática para determinação do rendimento e época da colheita, e módulo de análise de dados para previsão de gráfico de preços e mapa de planta.
21	Sistema de gestão agrícola inteligente de forma a controlar o abastecimento de água, grãos, ventilação da fazenda.
22	Método para aplicar simulação e previsão climática, em tempo real em nível de campo, a vários modelos agrícolas, envolvendo a geração de avisos que representam a avaliação de risco dos custos de secagem e perda de rendimento da colheita, a geração de avisos de commodities agrícolas no perfil de condições de produção da colheita e a previsão de custos unitários variáveis no tempo por porcentagem de umidade por unidade de massa.
23	Caixa inteligente de armazenamento de grãos agrícolas com sensor de temperatura e umidade.
24	Modelo de cabeçote semeador para realizar a operação de semeadura contínua podendo realizar a autolimpeza e, também, a realização de trabalhos automáticos de puncionamento e semeadura.
25	Sistema de monitoramento on-line de temperatura, umidade e teor de umidade do armazém de sementes, possui processador fornecido com instrumento de medição do teor de água dos grãos e circuito de transmissão fornecido com processador e módulo de exibição LCD.

Tabela 7. Continuação.

26	Equipamento mecânico de monitoramento de fazenda, possui motor hidráulico fixo com máquina de fertilização de sementeira em um caminhão agrícola.
----	---

Considerações finais

Este trabalho apresentou o resultado de uma busca de patentes relacionadas com a transformação digital no setor de grãos, focando nas culturas de soja, milho, arroz, trigo e feijão. Um conjunto de 3.111 documentos de patentes foi recuperado na pesquisa na base Derwent Innovations Index, no período de 2010 a 2021. Além das culturas de grãos específicas, também foram contabilizadas as patentes com aplicação de grãos de maneira geral sem a identificação do tipo de grão.

Com base nos dados analisados, verificou-se que o arroz e o milho são os grãos que mais possuem patentes depositadas, conforme a estratégia de busca e seleção utilizadas. A categoria de máquina ou equipamento foi a de maior foco na solicitação de patentes, seguida da categoria de software. As áreas com maior aplicação das patentes foram em gestão agrícola e processamento pós-colheita. A China foi o país com maior número de depósitos das patentes, principalmente na cultura de arroz, muito utilizado na alimentação daquele país, além de patentes relacionadas a grãos de maneira geral. Os solicitantes de patentes concentraram-se nas pessoas físicas ou empresas. Até o ano de 2021, o número acumulado de patentes foi de 78. Verificou-se que à medida que a transformação digital em grãos se torna cada vez mais realidade nos países, o número de patentes tende a aumentar ao longo dos anos.

No que se refere às áreas tecnológicas representativas de pesquisa e proteção patentária, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes, concluiu-se que as áreas de maior abrangência nas 15 principais subclasses mencionadas se referiram às classes de manejo de plantio, manejo de cultivo, colheita, tratamento do solo,

manejo de pragas e processos pós colheita (debulha, enfardamento, dispositivos de transporte ou armazenamento) aliados à tecnologia digital ou máquinas e equipamentos, tais como: processamento de dados, máquinas ou implementos agrícolas, processamento eletrônico de dados digitais, medição, sistemas de controle, sistemas de computação e processamento ou geração de dados de imagem.

O trabalho também listou as patentes recuperadas como resultado da busca, categorizadas pelo tipo de grão onde são aplicadas. A transformação digital está revolucionando a agricultura, introduzindo novas tecnologias e práticas que visam aumentar a produtividade, a eficiência e a sustentabilidade do setor. As invenções relacionadas à transformação digital na agricultura envolvem a combinação das diferentes tecnologias 4IR o que tornará a geração de inovações mais complexa e poderá influir nas estratégias de proteção intelectual. Conforme visto, já existem várias patentes que combinam máquinas ou equipamentos, metodologias e softwares. Essas inovações promovem uma agricultura mais automatizada e inteligente, baseada em dados e informações e no uso das tecnologias 4IR. Os dados podem ser obtidos por meio de sensores, drones, satélites e processados por meio de inteligência artificial para apoiar a tomada de decisão mais embasada em conhecimento.

Nesse cenário, a corrida por inovação tende a intensificar a competição entre países e empresas por direitos exclusivos. A necessidade de proteger as inovações na agricultura digital incentivará um maior investimento em estratégias de proteção. Nesse sentido, as patentes podem ser um ativo cada vez mais importante para as empresas do setor agrícola, protegendo seus investimentos em inovação. O baixo número de patentes depositadas no Brasil aponta uma possível limitação do uso desse mecanismo como estratégia dentro da cultura das empresas do setor, evidenciando a necessidade de políticas e incentivos para fortalecer o desenvolvimento e registro de tecnologias agrícolas no País.

Por outro lado, alguns tipos de inovação digital tendem a não usar mecanismos de propriedade intelectual como mecanismos de proteção de seus produtos. Isso em função do perfil dos produtos, como

softwares ou tecnologias de inteligência artificial ou de conectividade, cuja customização e velocidade de atualização tornam os mecanismos de PI defasados e não adequados.

A transformação digital na agricultura está gerando um novo cenário de inovações, com mais invenções, maior complexidade e novas estratégias de proteção. Para se destacar nesse contexto, é fundamental que as empresas do setor agrícola invistam em pesquisa e desenvolvimento e escolham métodos adequados e seguros de proteção de seus produtos.

Referências

BLOSSEY, R. **Derwent Innovations Index on Web of Science**.

Disponível em: <https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/derwent-innovations-index-on-web-of-science/>. Acesso em: 25 out. 2024.

MASSRUHA, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; BOLFE, E. L. Agro 4.0: o papel da pesquisa e perspectivas para a transformação digital na agricultura. In: DIAS, E. M.; DOURADO NETO, D.; SCOTON, M. L. R. P. D.; OLIVEIRA, D. H. de; SANTOS, I. M. G. L. dos; MENEZES, J. H. V. (org.). **Agro 4.0: fundamentos, realidades e perspectivas para o Brasil**. Rio de Janeiro: Autografia, 2023. cap. 3, p. 58-77.

Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1154917>. Acesso em: 2 out. 2024.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, E. L. (ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 1, p. 20-45. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1126214>. Acesso em: 2 out. 2024.

O'BRIEN, K.; DOWNIE, A.; SCAPICCHIO, M. **O que é**

transformação digital? IBM, 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/digital-transformation>. Acesso em: 16 out. 2024.

PRODUÇÃO de arroz da China para 2024/25: projeções e tendências. 2024. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/arroz/noticias/producao-de-arroz-da-china-para-2024-25-projecoes-e-tendencias>. Acesso em: 16 out. 2024.

SEARCH TECHNOLOGY. **Products – The VantagePoint**. Disponível em: <http://www.thevantagepoint.com/products.html>. Acesso em: 16 out. 2024.

THOMSON CORPORATION. **Derwent Innovations Index SM 4.0**: sem- dii-4-0-0104-Sp. Philadelphia, 2004. 57 p. Disponível em: <https://silo.tips/download/derwent-innovations-index-sm-40-sem-dii-sp>. Acesso em: 16 out. 2024

WHAT are Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR? 2022. Disponível em: https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir#. Acesso em: 23 jul. 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION.
Standard ST.3: recommended standard on two-letter codes for the representation of states, other entities and intergovernmental organizations. In: WORLD INTELLECTUAL ORGANIZATION.
Handbook on industrial property information and documentation. Genebra, 2024. pt. 3, p. 3.3.1-3.3.4. Disponível em: www.wipo.int/standards/en/pdf/03-03-01.pdf. Acesso em: 17 out. 2024.

