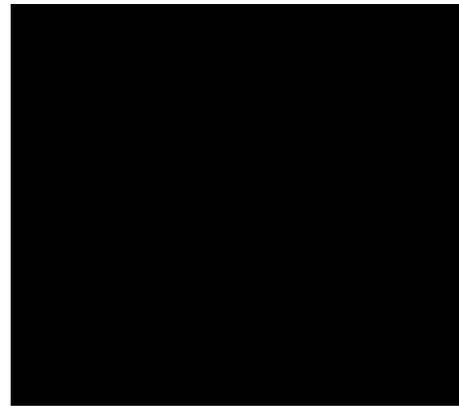


PI

dados & fatos



#1

Inteligência artificial em máquinas e equipamentos

#1 inteligência artificial em máquinas e equipamentos

Autores

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Cristina d'Urso de Souza Mendes Santos

Flávia Romano Villa Verde

Irene von der Weid

Ministério da Economia

Graziele Cristina Silveira Zerbini Costal

Mário dos Santos Morais Valverde Neto

Miguel Campo DallOrto Emery de Carvalho

Natália Semeria Ruschel

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

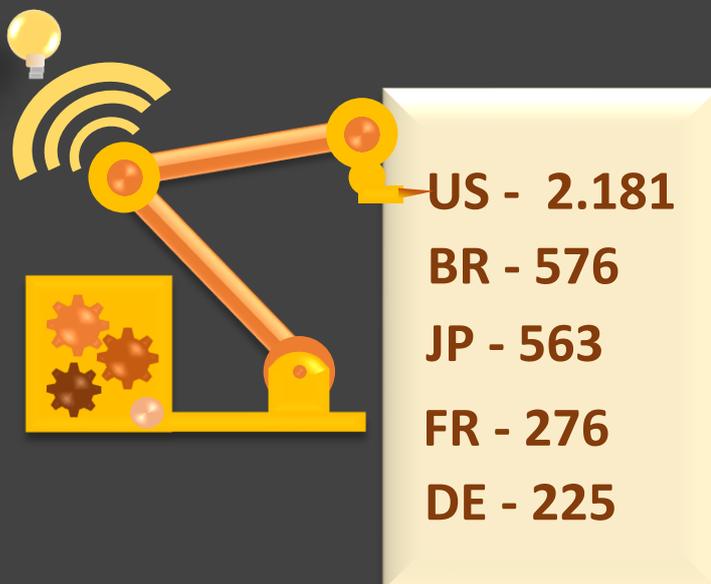
Jackson De Toni

Rogério Dias de Araújo

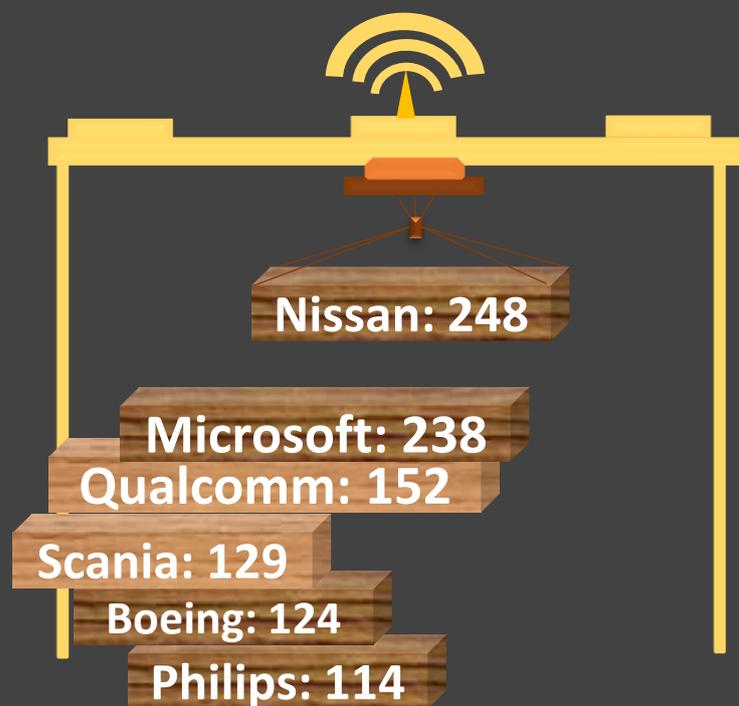
PI DADOS & FATOS

Inteligência artificial em máquinas e equipamentos

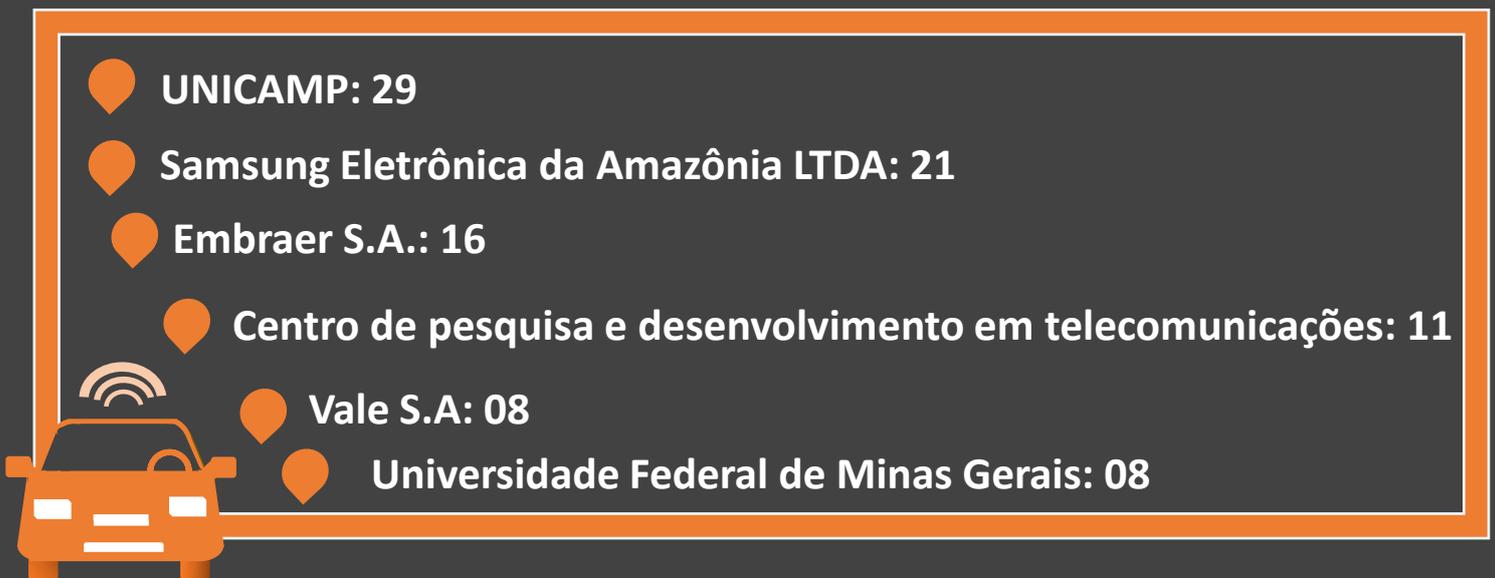
Número de pedidos por país do depositante (Origem da tecnologia)



Principais depositantes no Brasil (nº de pedidos)



Número de pedidos dos principais depositantes residentes

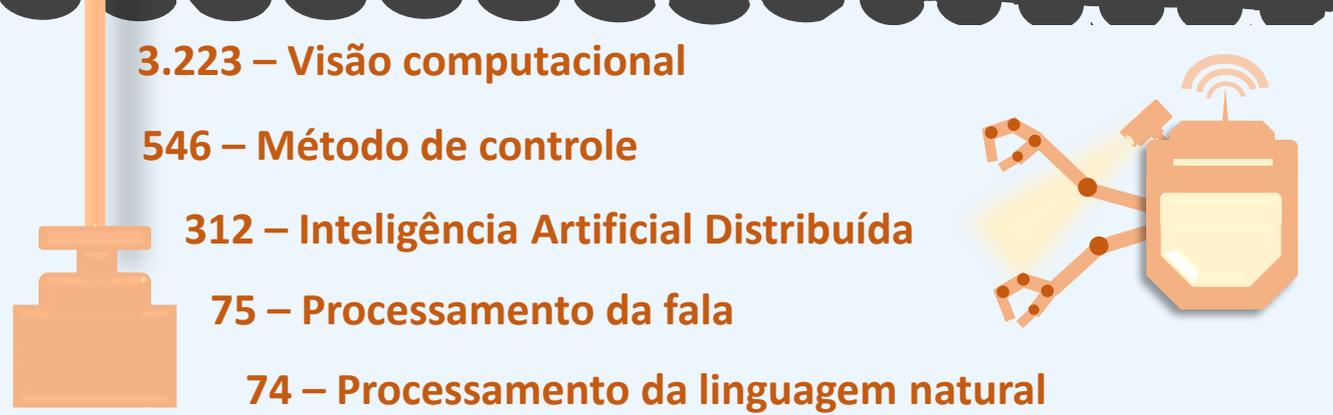


IA EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

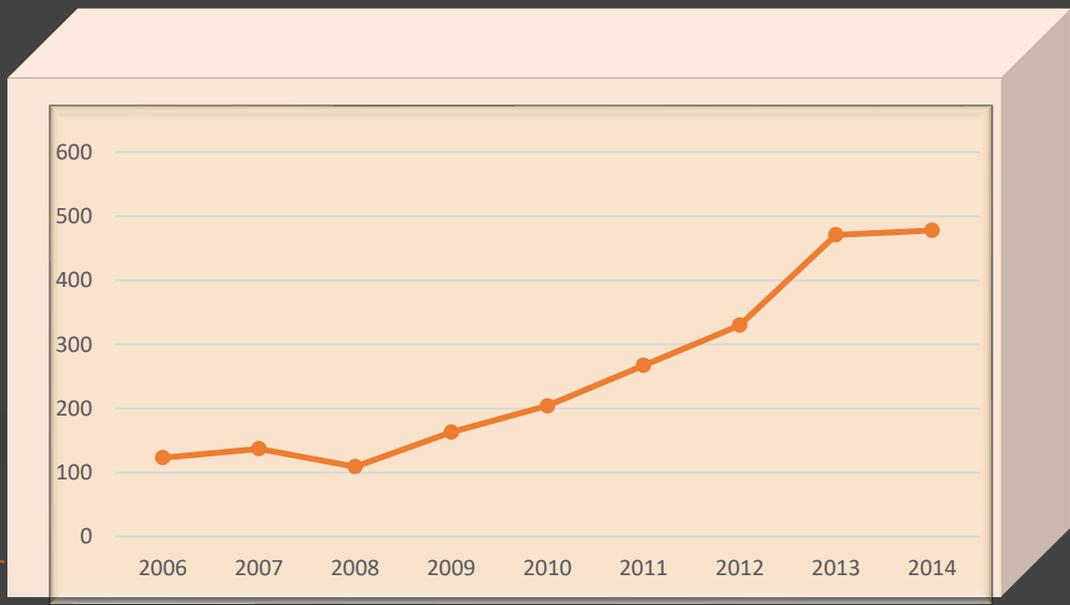
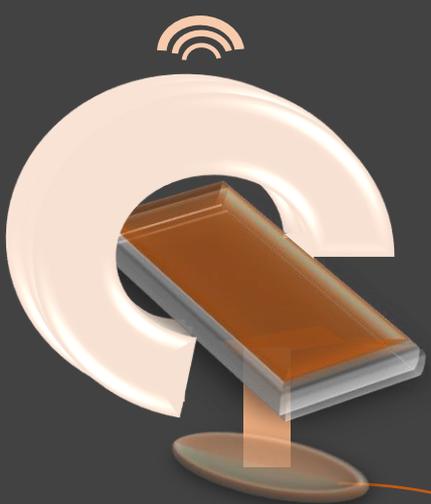
5 principais categorias de máquinas e equipamentos contendo Inteligência Artificial (IA) abarcada



5 principais aplicações funcionais de IA identificadas nas máquinas e equipamentos



Número de depósitos de pedidos de patente vs tempo



Após um período de dificuldade do setor produtivo brasileiro, agravado principalmente pelos efeitos da pandemia do Coronavírus (Covid-19), é preciso retomar o ritmo de produção, especialmente quando se observa uma melhora do quadro sanitário e a redução do contágio. Esta retomada, entretanto, não deve ser apenas no sentido de “religar” as máquinas, mas sim com um olhar no futuro, focado no aumento da produtividade e, conseqüentemente, da competitividade, para enfrentar os desafios de um “novo mundo” pós-pandemia.

Os desafios para a recuperação da indústria brasileira são vários, que podem ser exemplificados, entre outras questões, pela quebra das cadeias de produção, devido ao lockdown imposto durante a pandemia; pela elevação de preços de insumos estratégicos; e, também, pelo aumento da concorrência na manutenção e conquista de novos mercados.

O fato de a indústria brasileira ser diversificada, em comparação, por exemplo, com outros países em desenvolvimento, sempre foi visto como uma vantagem. Manter essa diversificação, com especial atenção em elos produtivos estratégicos, é essencial para uma retomada sustentada da economia brasileira.

Os desafios da indústria brasileira se tornam ainda mais proeminentes quando se consideram indicadores estruturais, como a participação no Produto Interno Bruto - PIB. A participação da indústria de transformação, nos últimos 10 anos, vem apresentando quedas sucessivas, saindo de uma participação no PIB de 15,0%, em 2010, para 11,2%, em

2020 [1]. Essa queda não é consequência apenas de um desempenho mais favorável em outros setores, como o agrícola, mas também de uma perda de dinamismo que só será revertida em um processo de “reinvenção”, que envolve o adensamento tecnológico e produtivo com uma maior conexão com as cadeias globais de valor.

De forma relevante, quando se analisa o cenário internacional, se vislumbra países e empresas se movimentando para aumentar sua competitividade de forma sistêmica, com preocupações em acelerar ainda mais os seus processos de transformação digital, integrando empresas, fornecedores e clientes em plataformas estratégicas. Ademais, temas relacionados à uma maior eficiência energética e a preocupação com o meio ambiente são cada vez mais frequentes nas questões regulatórias impostas pelos diversos países, impondo uma série de desafios de modernização por parte do setor privado e de acesso à mercados.

[1] Fonte: percentuais obtidos a partir das Contas Trimestrais, preços correntes, disponíveis no portal SIDRA do IBGE. Fórmula de cálculo: valor adicionado da indústria / valor adicionado total do Brasil.

Exemplos recentes de iniciativas de países a serem citadas são os dos Estados Unidos, que reconhecem que o futuro da sua economia depende de uma reinvenção do seu setor manufatureiro e de inovação – *Made in America Initiative* [2]; e dos países da União Europeia [3], com a atualização das suas estratégias industriais com a reafirmação do seu foco na transição para uma economia verde e digital, e, também, na necessidade da recuperação do seu setor produtivo, após a eclosão da pandemia do Covid-19.

A retomada da produção industrial brasileira é bem-vinda e imprescindível, porém, justamente em períodos agudos de crise que é que preciso repensar e reposicionar o Brasil de forma mais competitiva, como outros países concorrentes têm se posicionado.

No processo de transformação digital, dada a diversidade do setor produtivo, há situações, principalmente para micro, pequenas e médias empresas, em que será necessário implementar iniciativas que identifiquem o porquê, o quê, e como transformar, por meio da introdução de boas práticas produtivas, os processos de produção e de gestão rumo à digitalização. É importante ter em mente que essas empresas, na maioria das vezes, apresentam problemas básicos de produtividade, mas que, sem orientação, acabam se perdendo no dia a dia, ficando marginalizadas no sistema produtivo brasileiro, por isso a importância de programas do Governo Federal, como o Brasil Mais Digital [4], que endereçam estas questões.

Por sua vez, em grandes empresas,

Esse reposicionamento deverá passar, necessariamente, por um processo de aceleração da transformação digital, além da resolução dos temas transversais relevantes, como o tributário, levando em conta tanto os seus aspectos positivos, associados ao aumento da produtividade, como também os desafios que serão impostos, como a necessidade de uma melhor capacitação dos trabalhadores e dos empresários industriais rumo à digitalização da economia.

entre outras iniciativas, é preciso promover uma maior conectividade com seus fornecedores, aproveitando as diversas ferramentas digitais disponíveis e com a possibilidade de sua ampliação com o advento da conexão do 5G. Essa maior conectividade permitirá que sejam realizadas correções em tempo real de falhas na produção, melhorias no fluxo de processos, e uma melhor gestão dos insumos estratégicos utilizados, permitindo, assim, que haja um ganho de produtividade no sistema produtivo como um todo, considerando as sinergias entre os setores industriais, de serviços e da agricultura. Não menos importante, é preciso, por meio da conectividade, aprimorar a relação entre o consumidor e o setor produtivo para que haja maiores possibilidades

[2] Fonte: <https://www.whitehouse.gov/omb/briefing-room/2021/07/29/the-future-of-our-economy-depends-on-reinventing-american-manufacturing-and-innovation/>

[3] Fonte: https://ec.europa.eu/growth/industry/policy_en

[4] Fonte: <http://brasilmaisdigital.org.br/index.php/pt-br/>

de desenvolvimento de produtos, com maior celeridade e diminuindo os riscos da não aceitação, atendendo as demandas sociais e econômicas da população brasileira.

Para promoção do aumento da produtividade brasileira de forma sistêmica, é preciso ter um olhar especial para um setor transversal, que é o de bens de capital. Este setor é crucial para promover o desenvolvimento produtivo e tecnológico da indústria brasileira, por ser transversal e influenciar a produtividade dos demais setores produtivos, por meio da introdução de tecnologias emergentes nas máquinas e equipamentos que são ofertados.

Cabe destacar que, recentemente, mesmo se observando um processo de

recuperação no setor de bens de capital, na qual os últimos números do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, referentes a outubro de 2021, apresentam um crescimento de 34% no acumulado do ano, é preciso compreender que esta recuperação pode ser interrompida, a médio e longo prazo, se este setor não se “reinventar”, incorporando novas tecnologias e aprofundando o processo de transformação digital.

A Figura 1 apresenta a evolução recente do setor de bens de capital, apresentando o processo de recuperação recente, mas, ao mesmo tempo, caracterizando que o nível de produção ainda precisa avançar bastante, já que o mesmo se encontra abaixo do patamar observado em 2012.

Figura 1. Evolução da Produção Física de Bens de Capital (base 2012: 100, com ajuste sazonal)



Fonte: Produção Física, IBGE, 2021.

Para que a retomada da indústria brasileira seja sustentada a médio e longo prazo, em termos de eficiência produtiva, é necessário acelerar e aprofundar a adoção da Indústria 4.0 no Brasil, conectado com o processo de transformação digital.

Como destacado acima, se observou nos últimos meses uma retomada mais evidente da produção física no setor de bens de capital, sendo fruto, em um primeiro momento, da necessidade de reposição de maquinário no setor produtivo brasileiro. Porém, é preciso não pensar somente em reposição em si, mas sim investir em máquinas e equipamentos, com uma vertente na indústria 4.0, com o uso, por exemplo, de Inteligência Artificial (IA) e adequação da infraestrutura produtiva para comportar o 5G, promovendo, de fato, uma transformação dentro dos muros das fábricas brasileiras.

No caso específico da Inteligência Artificial, estima-se que o potencial impacto da tecnologia sobre o Produto Interno Bruto (PIB) mundial será da ordem de US\$ 15,7 trilhões até 2030, e 85% das interações com clientes podem ser gerenciadas sem humanos até 2020 (OECD, 2020). Já a previsão de investimentos mundiais nesses sistemas pode chegar a US\$ 52,2 bilhões até 2021 (KPMG, 2018). Ademais, as aplicações da inteligência artificial podem produzir efeitos radicais sobre processos, produtos, insumos, organizações, infraestruturas e mercados. Mesmo sendo tecnologias em diferentes estágios de desenvolvimento, o ritmo de progresso técnico é muito intenso, assim como o de aplicação geral na indústria (IEL, 2018).

Ainda a respeito da Inteligência Artificial, Yáñez (2017) mencionou que essa tecnologia dependerá do uso de Big Data, e da aplicação de algoritmos e cálculos (Data Mining) para permitir que as máquinas identifiquem padrões de comportamento, tomadas de decisão, antecipação de necessidades e outros aprendizados que podem ser automatizados e resultem em aumento da produtividade do setor produtivo de forma sistêmica.

Finalmente, cabe mencionar que as novas tecnologias permitirão o aprimoramento do uso de ativos fixos, reduzindo tempos de inatividade e aumentando o uso da capacidade. A flexibilidade também poderá reduzir os investimentos em várias linhas de produção automatizadas e a própria necessidade de investimento em ferramentas e equipamentos, e reduzirá os custos de manutenção entre 10% e 40% até 2025 (MANYIKA et al., 2015; UNIDO, 2019). A manutenção preditiva, o autodiagnóstico imediato e a detecção de falhas são outras características positivas a serem consideradas, pois viabilizam a redução do tempo de inatividade da máquina e fornecem soluções de forma rápida e eficaz (UNIDO, 2019).

Assim, diante do contexto apresentado, além da necessidade de uma retomada qualificada do setor produtivo brasileiro, pós efeitos da pandemia do Covid-19, o presente estudo tem como

objetivo analisar a aplicação de tecnologia relevante que pode resultar em um salto de produtividade e competitividade, que é a Inteligência Artificial. Para que se possa exemplificar melhor os benefícios desta tecnologia, o estudo focará a sua aplicabilidade em bens de capital, por meio da identificação de informações relevantes provenientes do Sistema de Propriedade Industrial em termos de pedidos de patentes, o que possibilitará identificar oportunidades, principais atores, áreas de enfoque e os diferentes tipos de inteligência artificial aplicados ao setor de máquinas e equipamentos. O estudo está dividido em 7 seções, a saber: **introdução, metodologia, análise, conclusão, referências, anexo e apêndice.**

Introdução

A primeira revolução industrial ocorreu há mais de 200 anos, iniciada na Inglaterra, e caracterizava-se por utilizar máquinas a vapor para realização de atividades anteriormente feitas por artesãos (1760 e 1830). Já no final do século XIX, a partir da utilização de eletricidade no funcionamento das máquinas, ocorreu a segunda revolução industrial. Em meados do século XX, foi iniciada a terceira revolução industrial caracterizada pela introdução da eletrônica, a tecnologia da informação e telecomunicações. Por fim, a quarta revolução decorre da utilização de sistemas virtuais e físicos de manufatura que cooperam um com o outro de forma flexível e global [5], [6].

Indústria 4.0

Schwab (2019) situa a quarta revolução industrial, denominada como Indústria 4.0 pelos alemães, com a evolução das tecnologias digitais que estão se tornando mais sofisticadas e integradas, transformando tanto a sociedade como a economia global. Tendo em vista as várias definições e argumentos acadêmicos para caracterização das revoluções históricas, o autor diz acreditar que esta última se iniciou da virada do século, caracterizando-se "*por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina).*"

Essas tecnologias permitiram o surgimento de "fábricas inteligentes" em um mundo onde sistemas físicos e

virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível, permitindo total personalização de produtos e criação de novos modelos operacionais. Schwab também chama a atenção para a velocidade, escala e escopo das mudanças que geram ruptura no caso da Indústria 4.0.

Assim, a indústria 4.0 abarca várias ferramentas para automatizar a produção, como, por exemplo, internet das coisas (do termo em inglês *Internet of Things* - IoT); Robótica avançada; Manufatura aditiva; *Big data* ou computação em nuvem; Inteligência Artificial; e Sistemas de simulação.

O processo de otimização da linha de produção no contexto da Indústria 4.0 é chamando de "manufatura inteligente" e permite, entre outras coisas, o aumento da eficiência e

[5] Fonte: https://blog.eletrogate.com/industria-4-0/?gclid=CjwKCAjwvuGJBhB1EiwACU1AiY_HnzbooNNihV7HBO7fbEWctqWDX08pot05vhbm20B5Pn_ocBrgORoCFdUQA_VD_BwE

[6] Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>

eficácia; redução de custos de produção; aumento da produtividade e qualidade; otimização no uso de matéria-prima e energia; otimização do processo produtivo; customização da produção; e realização de atividades que envolvam risco de contaminação.

Como a indústria 4.0 está relacionada à uma visão geral/global do fluxo de produção, o Planejamento dos Recursos da Empresa (ERP - *Enterprise Resource Planning*) vem sendo utilizado para o mapeamento da cadeia produtiva permitindo sua flexibilização e agilidade. O uso de sistemas para realizar o gerenciamento e controle das atividades em tempo real permite estabelecer ligação entre as equipes de gestão e execução. O *Manufacturing Execution Systems* (MES) surge como sendo capaz de integrar o ERP à softwares que representem a linha de produção[7].

Yáñez (2017) destaca a importância de não se perder a corrida da Indústria 4.0, indicando que empresas que acreditam que se trata apenas de um modismo estão propensas a desaparecer em poucos anos. As grandes empresas estão investindo grandes somas para promover a mudança tecnológica, mas seria importante a democratização do conhecimento sobre essas tecnologias para Pequenas e Médias Empresas (PME's), dado que o esforço para essas empresas conseguirem realizar essa mudança pode ser muito desafiador. Como exemplo, Yáñez cita a visão estratégica alemã de promover a conversão de PME's alemãs para a Indústria 4.0 como um objetivo chave

de seu plano para esse tema, e que essa diretriz ajudou a recuperação de empregos no país.

Inteligência Artificial (IA)

A Inteligência Artificial é uma das tecnologias que norteiam a indústria 4.0. Como colocado anteriormente, as aplicações da IA na indústria são inúmeras, considerando que esta pode ser empregada tanto em atividades produtivas quanto gerenciais. De maneira geral, o conceito de IA está relacionado à capacidade de se criar soluções tecnológicas que permitam a realização de atividades de um modo considerado inteligente. Assim, graças a sistemas de aprendizado que analisam grandes volumes de dados, as tecnologias envolvendo IA são capazes de “aprender por si mesmas”, possibilitando a ampliação e posterior aplicação de seus conhecimentos de maneira autônoma.

De acordo com Yáñez (2017) as tecnologias que envolvem IA dependem de *Big Data* e da aplicação de algoritmos para permitir que máquinas identifiquem padrões de comportamento, tomadas de decisão, antecipação de necessidades e outros aprendizados automáticos. Uma das principais tecnologias que impulsionaram a Inteligência Artificial é o “aprendizado de máquinas”, que permite que as máquinas possam aprender melhor, mais rápido e de forma mais confiável que uma pessoa a partir dos mesmos dados. Para esse fim, o autor cita três fases necessárias: coleta de dados de processos,

[7] https://www.tecnicon.com.br/blog/426-O_controle_de_producao_com_MES_na_industria_4_0

transmissão de dados para a Nuvem; Big Data e, por fim, a utilização de modelos de algoritmos e cálculos (análise de dados por meio de Data Mining). A IA também está ligada à robótica, ao reconhecimento de voz e de visão, entre outras tecnologias. Assim, uma solução de IA pode envolver um agrupamento de várias tecnologias, como redes neurais artificiais, algoritmos, sistemas de aprendizado, entre outros que conseguem simular capacidades humanas ligadas à inteligência. Por exemplo, o raciocínio, a percepção de ambiente e a habilidade de análise para a tomada de decisão[8]. Um mapeamento tecnológico do setor de Inteligência Artificial através das patentes depositadas no Brasil foi apresentado no Radar Tecnológico publicado em 2020 (INPI, 2020). O estudo tem como base estratégia de busca de patentes proposta pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), e que permite que as patentes relacionadas à IA sejam agrupadas em 3 dimensões: (i) **“Técnicas em IA”**, também chamadas de tecnologias “core” (ou núcleo, em português) que se referem a formas avançadas de modelos estatísticos e matemáticos, permitindo o cálculo de tarefas normalmente executadas por seres humanos como aprendizado de máquina, programação lógica e lógica fuzzy; (ii) **“Aplicações Funcionais”**, que dizem respeito à funções como processamento da fala ou visão computacional e que podem ser realizadas usando uma ou mais técnicas de IA; e (iii) **“Campos de Aplicação”**,

referentes a diferentes campos, áreas ou disciplinas onde as técnicas de IA ou suas aplicações funcionais podem ter aplicações, como transporte, agricultura, segurança, ciências médicas e da vida entre outros. Estas três dimensões da IA podem ser ainda subdivididas em diversas categorias.

AIoT (“Artificial Intelligence of Things”)

O termo Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*) refere-se amplamente à extensão da conectividade de rede e capacidade de computação para objetos, dispositivos, sensores e itens que normalmente não são considerados computadores. Esses “objetos inteligentes” requerem intervenção humana mínima para gerar, trocar e consumir dados; frequentemente apresentam conectividade para coleta de dados remotos, análise e recursos de gerenciamento. Assim, IoT é uma ferramenta fundamental para que haja interconectividade em toda cadeia produtiva. Segundo Rose et al. (2015), existem diversas definições de IoT voltadas a manufatura inteligente, desde as mais simples à outras bastante complexas. Algumas destas são mais relevantes para a aplicação industrial. Nesta publicação são citadas definições que tornam explícitos os tipos de componentes inteligentes que são incorporados em objetos comuns para que esses objetos possam contar como dispositivos de IoT e formar constituintes de sistemas ciberfísicos (CPS).

[8] Fonte: <https://www.totvs.com/blog/inovacoes/o-que-e-inteligencia-artificial/>

AIoT (*Artificial Intelligence of Things* - Inteligência Artificial das Coisas) pode ser entendida como a combinação do poder computacional da IA com a interoperabilidade coletiva da IoT, que permite elevar o potencial de dispositivos inteligentes, capacitando-os a executar tarefas altamente desafiadoras, que são tecnicamente impossíveis com as arquiteturas IoT atuais. A AIoT tem sido amplamente adotada em diferentes setores, como varejista, de saúde, automobilístico, de eletrodomésticos, etc. (Ghosh et al., 2018; Poniszewska-Maranda & Kaczmarek, 2015; Gonzalez Garcia et al., 2019 citados por Pappakrishnan et al., 2021).

Equipamentos e Máquinas

Com relação a equipamentos e máquinas, a IA pode ser utilizada tanto no controle do processo produtivo industrial, como também estar embarcada no equipamento/máquina. Para o último caso, podemos citar como exemplos equipamentos e máquinas que são utilizados no diagnóstico de doenças, na realização de atividades de maior periculosidade como manuseio de matérias tóxicas ou explosivas, em eletrodomésticos, eletrônicos etc.

Como estudos de casos de tecnologias de IA em máquinas, Yáñez (2017) citou o uso de ferramentas de aprendizagem de máquinas para automatizar a otimização da operação de processo de injeção de plástico a partir das variáveis de entrada e a visualização dinâmica do efeito nas variáveis de saída. São citadas também como exemplos o uso da tecnologia de IA para determinar o tempo de substituição das ferramentas

de máquina a partir da avaliação de parâmetros de qualidade das partes produzidas e o caso de máquinas de estampagem automobilística que usa visão artificial para detectar desvios da qualidade requerida das peças produzidas, para realizar auto regulação até encontrar o valor ótimo de ajuste, além de armazenar todos parâmetros do processo e da inspeção de cada peça junto com seu código, permitindo a rastreabilidade futura.

Considerando que o setor de máquinas e equipamentos é bastante transversal, tornou-se necessário delinear o seu mapeamento para este estudo. Assim, foi utilizada a abordagem para o setor conforme determinado pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), que possui um escopo razoavelmente amplo do setor, abarcando áreas importantes para a economia brasileira tais como Mineração; Petróleo; Saúde; Transporte; Telecomunicações; Eletro e eletrônico; Informática, entre outras.

Uma iniciativa da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) executada pelo Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO) da Universidade Federal do Rio Grande do SUL (UFRGS) sobre a Indústria 4.0, Transformação Digital e Inovação de Modelos de Negócio na Indústria de Máquinas e Equipamentos objetivou entender a realidade das empresas que compõem a ABIMAQ e identificar o potencial das mesmas para a implementação e/ou oferecimento de soluções 4.0. Para tal foi aplicado um questionário de diagnóstico, obtendo-se amostra com

135 empresas. Como resultado destacou-se a introdução da conectividade mediante a Internet das Coisas (IoT) e o processo de transformação digital na indústria, apoiado pela implementação de quatro tecnologias de base (IoT, computação em nuvem, *Big Data*, e *Analytics/Inteligência Artificial*).

As tecnologias base são compostas por quatro conceitos que apresentam uma implementação progressiva. A Internet das Coisas permite a conectividade dos equipamentos. Os serviços em nuvem (*Cloud*) permitem o armazenamento de dados em bases remotas. Como consequência da conectividade e armazenamento na nuvem, tem-se a possibilidade de criar grandes bases de dados (*Big Data*) e finalmente realizar uma análise estruturada dos mesmos (*Data Analytics*) visando identificar padrões de comportamento e relações entre variáveis que signifiquem uma vantagem competitiva.

Considerando a relevância das aplicações de técnicas de Inteligência Artificial para o desenvolvimento do setor de máquinas e equipamentos, este estudo tem como objetivo mapear o depósito de patentes no Brasil relacionadas ao setor de máquinas e equipamentos que possuem inteligência artificial abarcada. A metodologia proposta buscou identificar primeiramente os documentos de patentes depositados no INPI relacionados a IA considerando que, em linhas gerais, os pedidos de patentes que possuem IA deveriam estar vinculados a algum tipo de máquina ou equipamento, uma vez que um *software* per se não pode ser

protegido segundo a Lei de Propriedade Industrial (LPI). Uma vez identificados os pedidos que descrevem tecnologias relacionadas à IA, uma segunda etapa de tratamento da amostra consistiu na identificação dos pedidos que estavam relacionados também ao setor de máquinas e equipamentos.

Metodologia

Levantamento dos pedidos de patente relacionados à IA

Para levantar os pedidos que envolvem técnicas de IA foi utilizada a metodologia descrita no do estudo publicado pela OMPI em 2019 sobre o tema [9]. Neste estudo a estratégia proposta utiliza como parâmetros de busca dos documentos de patente diferentes códigos de classificação como a *Cooperative Patent Classification (CPC)*, a *International Patent Classification (IPC)*, a *File forming term (F-terms)* e *File Index (FI)*, além de palavras-chave relacionada ao setor, conforme exibido no Apêndice 1. O levantamento dos pedidos de patentes depositados no Brasil foi realizado utilizando a base *Derwent Innovation®* uma vez que esta contempla todos os parâmetros utilizados nesta estratégia, além de permitir o uso de palavras-chave em inglês, tendo em vista que as terminologias de IA nem sempre possuem tradução apropriada para o português. Destacamos que não foi aplicada restrição temporal para o levantamento da amostra.

Identificação dos pedidos relacionados ao setor de máquinas e equipamentos

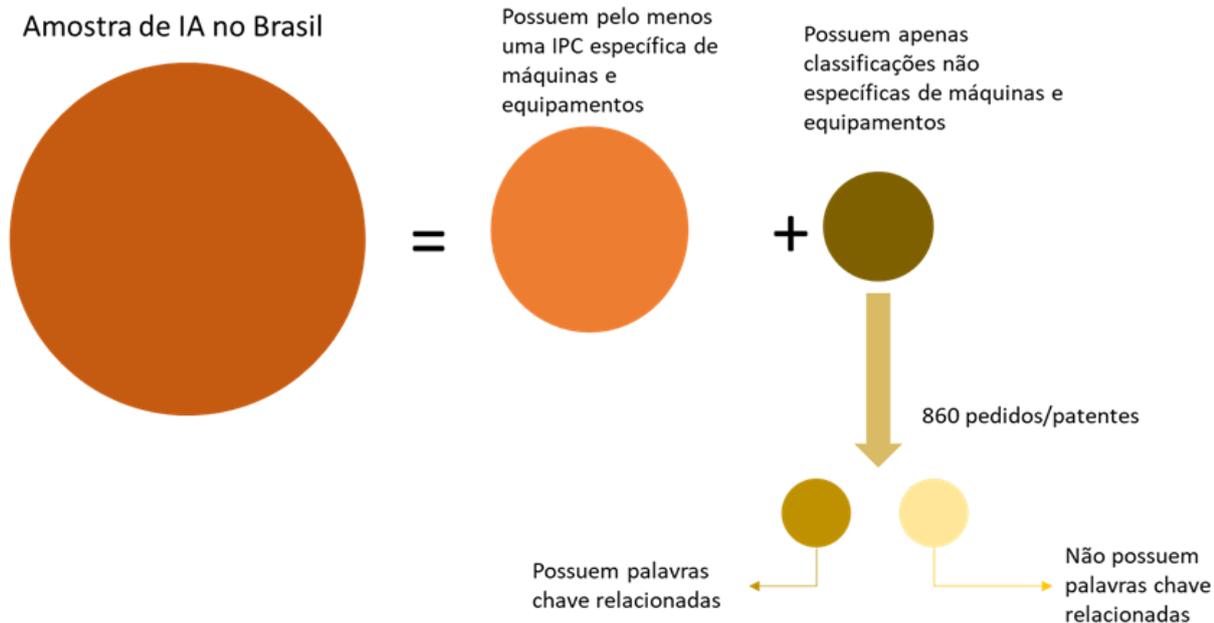
A partir da amostra levantada no item anterior foi realizada a verificação do enquadramento da amostra de pedidos de patente contendo técnicas de IA no setor de máquinas e equipamentos. Para esta etapa foram identificadas as

classificações IPC presentes na amostra que, em princípio, teriam relação direta com o setor máquinas e equipamentos. Assim, considerando que um pedido de patente pode possuir mais de uma IPC, foram retirados da amostra os pedidos que possuíam apenas classificações que não tem relação direta com o setor de máquinas e equipamentos. A Figura 2 (na próxima página) indica como a amostra de IA associada a máquinas e equipamentos foi determinada. Pode se entender como IPCs sem relação direta com máquinas e equipamentos aquelas relacionadas a formulações químicas, modelos matemáticos, métodos de predição, técnicas consideradas “núcleo” de IA (como técnicas de aprendizado de máquina, por exemplo, quando estas não se referem especificamente a uma máquina ou equipamento). Nesta etapa foram retiradas da amostra aqueles documentos de patente que não continham IPC relacionada com máquinas ou equipamentos (Figura 2A).

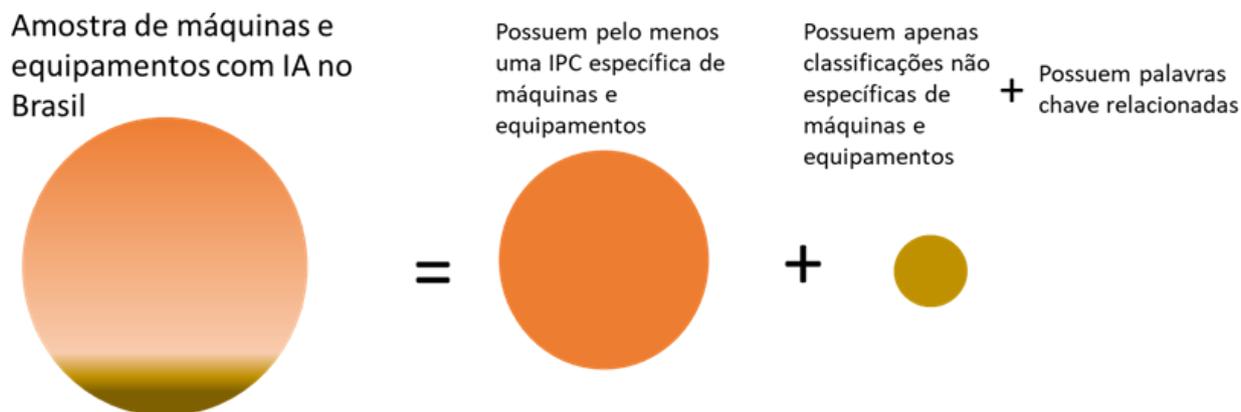
[9] Fonte: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386>

Figura 2. Construção da amostra de pedidos de patentes/patentes de residentes no Brasil que descrevem técnicas de IA aplicadas ao setor de máquinas e equipamentos.

A



B



Com o objetivo validar os documentos retirados da amostra, os títulos [10] dos mesmos foram avaliados de modo a verificar se realmente não estavam relacionados ao setor de máquinas e equipamentos. Os documentos que, apesar de não possuírem classificação relacionada, citassem a aplicação em máquinas e equipamentos foram reinsertos na amostra (Figura 2B).

Categorização dos documentos de patente

Como citado anteriormente, a publicação da OMPI [11] sugere que os pedidos de patente relacionados à IA podem ser analisados de acordo com três dimensões da IA: Campos de Aplicação; Técnicas Núcleo (*core*); e, Aplicações Funcionais.

A fim de categorizar os pedidos deste estudo nas dimensões propostas pela OMPI, a amostra relativa a máquinas e equipamentos com IA abarcada foi separada em relação às suas principais Aplicações Funcionais e em relação aos Campos de Aplicação. Os pedidos que se referem apenas às técnicas núcleo foram retirados da amostra conforme explicado no item anterior. Para a categorização dos pedidos de acordo com as “Aplicações Funcionais” da IA sugeridas pela OMPI foram utilizadas palavras-chave, enquanto que, para fazer o enquadramento de acordo com a “área de conhecimento/campo de aplicação” a categorização foi feita com base na IPC atribuída aos documentos. Considerando que um documento de patente pode ter mais de uma IPC,

alguns pedidos foram categorizados em mais de um grupo. Posteriormente foi construída uma matriz de correlação onde se pode observar a interrelação das categorias propostas.

[10] Foram lidos os títulos reescritos da base *Derwent*, que descrevem melhor o documento quando comparados aos títulos originais dos documentos.

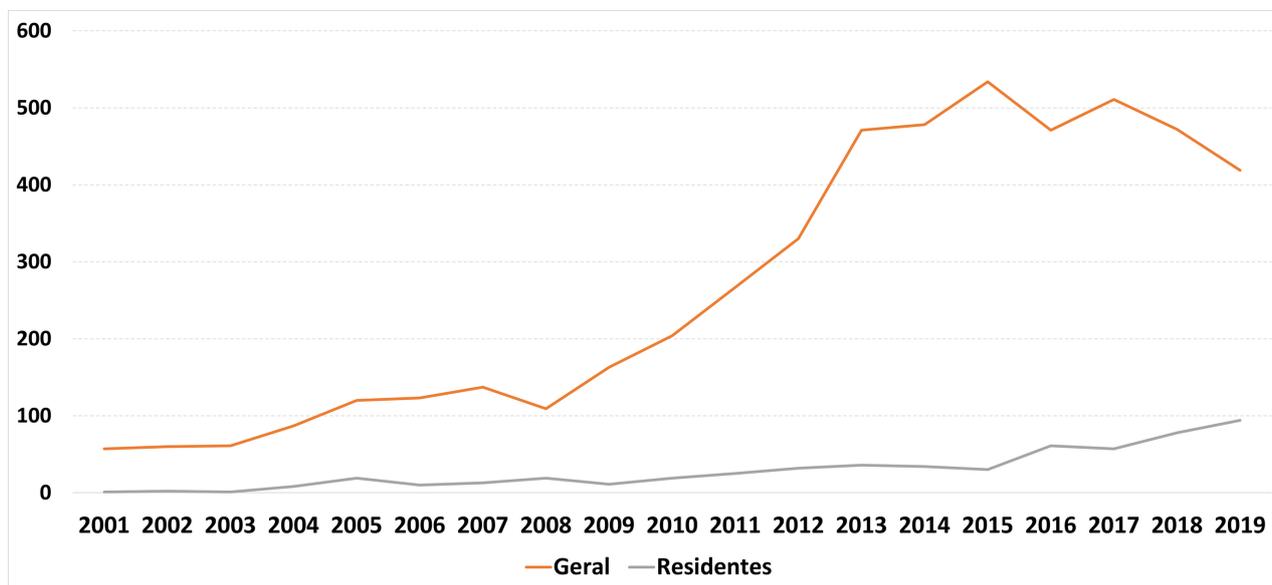
[11] Fonte: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386>

Análise

A Figura 2 indica como a amostra de máquinas e equipamentos com IA foi levantada. A amostra referente aos pedidos de patente/patentes relacionados à Inteligência Artificial depositados no Brasil contemplava 6.226 documentos (data da busca: setembro de 2021). Não houve recorte temporal para o levantamento dos dados. Para realizar o enquadramento da amostra de IA no setor de máquinas e equipamentos foi feita a identificação das IPCs relacionadas a esse setor. Foram identificados 860 documentos que não continham IPC relacionada ao setor de interesse do estudo e, a princípio, deveriam ser excluídos da amostra. Assim, foram geradas inicialmente duas amostras, uma contendo 5.366 documentos que continham pelo menos uma IPC diretamente relacionada ao setor de máquinas e equipamentos, e outra contendo 860 documentos que não tinham IPC relacionada (Figura 2A). Para validar este último conjunto, foram lidos os títulos reescritos pela *Derwent* dos 860 pedidos para verificar se realmente não pertenciam ao setor. Após a leitura dos títulos, 282 documentos foram reinsertos na amostra, pois, apesar de não estarem classificados em IPC relacionada, o título ou resumo do pedido de patente fazia menção a máquinas e/ou equipamentos. Assim, o conjunto final de documentos de patente depositados no INPI relacionados a equipamentos e

máquinas contendo IA abarcada contém 5.648 documentos (Figura 2B). Visando analisar o comportamento do setor de máquinas e equipamentos contendo IA abarcada, foi levantada a curva do número de depósitos por ano (recorte 2001 até 2019), conforme apresentado na Figura 3 onde é observado um crescimento exponencial a partir de 2009 quando analisados os dados da amostra geral (contendo depositantes de qualquer origem) e um crescimento mais acentuado dos depósitos realizados por residentes no Brasil a partir de 2016. Apesar da amostra analisada não conter restrição de datas, o gráfico apresenta apenas o período de 2001 a 2019 (considerando que os pedidos depositados entre 2019 e 2021 podem ainda estar em fase de sigilo, além dos pedidos PCT que tem 36 meses para entrar em fase nacional). Verifica-se como dado relevante a estabilização do número de pedidos de patentes no setor de máquinas e equipamentos contendo IA abarcada por depositantes de qualquer origem no patamar de 450 pedidos por ano, enquanto o número de pedidos por depositantes residentes no Brasil neste setor se aproxima dos 100 pedidos por ano. Apesar do crescimento significativo no número de depósitos por residentes no Brasil, ainda essa participação se encontra num nível muito baixo em relação ao total de pedidos de patentes por depositantes de qualquer origem.

Figura 3. Número de depósitos de patentes no setor de máquinas e equipamentos contendo IA abarcada realizados no INPI entre 2001 e 2019.



Visando melhor mapear o setor, foi realizado o enquadramento destes documentos de acordo com o tipo de tecnologia descrita e os seus respectivos campos de aplicação, com base nos códigos de classificação IPC atribuídos aos documentos. Assim, a amostra foi agrupada em 15 categorias conforme a Tabela 1 na próxima página.

Tabela 1. Distribuição dos pedidos de patente de acordo com as 15 categorias de máquinas e equipamentos identificadas na amostra. São apresentados o total de depósitos na amostra por categoria e ao lado o número de depósitos efetuados por depositantes residentes por categoria.

	Categoria	Total depósitos	Depósitos de residentes	% Depósitos de residentes / total depósitos	Descrição breve da categoria
1	Máquinas e equipamentos relacionados ao processamento de dados digitais	1.316	93	7%	Esta categoria abarca, por exemplo, detecção de erros; monitoração; recuperação de informações; disposição para segurança.
2	Máquinas e equipamentos de medição e contagem	1.119	125	11%	Esta categoria abarca, por exemplo: topografia; videogrametria; medição de: vibrações, massa, distância, temperatura, quantidade de calor.
3	Máquinas e equipamentos aplicados ao reconhecimento de padrões	1.063	169	16%	Esta categoria abarca, por exemplo, marcação, leitura e movimentação de suporte de dados; identificação de caracteres ou outros dados; apresentação visual ou de outra forma dos dados identificados ou o resultado de uma computação.
4	Máquinas e equipamentos relacionados a Transporte	936	42	4%	Esta categoria abarca, por exemplo, veículos em geral; ferrovias, embarcações; aeronáutica; máquinas de elevação e transporte.

Tabela 1 (continuação). Distribuição dos pedidos de patente de acordo com as 15 categorias de máquinas e equipamentos identificadas na amostra. São apresentados o total de depósitos na amostra por categoria e ao lado o número de depósitos efetuados por depositantes residentes por categoria.

5	Máquinas e equipamentos relacionados à comunicação elétrica	730	58	8%	Esta categoria abrange, sistemas de comunicação elétrica com vias de propagação que utilizam a luz, ondas sônicas ou ondas eletromagnéticas, p. ex. comunicação óptica ou via rádio.
6	Máquinas e equipamentos relacionados a sistemas de controle	686	44	6%	Esta categoria abarca, por exemplo, controle de posição, curso, altitude, fluxo, direção, nível; velocidade, pressão, temperatura (propriedades físicas); controle de variáveis elétricas.
7	Máquinas e equipamentos aplicados à física e química em geral	533	54	10%	Esta categoria abarca, por exemplo, equipamentos para processos de separação; aparelhos para processos de químicos e físicos; trituração.
8	Máquinas e equipamentos médicos	455	77	17%	Esta categoria abarca, por exemplo, equipamentos para diagnóstico; exames; cirurgias; acomodações para tratamento; próteses; aparelhos para transfusão; pneumotórax; vaporizadores; insufladores; dispositivos para drenagem de feridas.

Tabela 1 (continuação). Distribuição dos pedidos de patente de acordo com as 15 categorias de máquinas e equipamentos identificadas na amostra. São apresentados o total de depósitos na amostra por categoria e ao lado o número de depósitos efetuados por depositantes residentes por categoria.

9	Outros tipos de máquinas e equipamentos	417	52	12%	Embalagens, máquinas de embalar e transportar em linha de produção; têxtil; papel.
10	Máquinas e equipamentos de sinalização	414	26	6%	Esta categoria abarca, por exemplo, sistemas de controle de tráfego de veículos.
11	Máquinas e equipamentos aplicados à agricultura ou produção de alimentos	220	24	11%	Trabalho do solo, semeadura, colheita e preparação, conservação de alimentos.
12	Máquinas e aparelhos mecânicos	170	22	13%	Motores, bombas, elementos de máquina, resfriamento; aquecimento; trocas de calor; atuadores.
13	Máquinas e aparelhos elétricos	148	22	15%	Fornecimento ou distribuição de energia elétrica; sistemas para armazenamento de energia elétrica; elementos elétricos.
14	Máquinas e equipamentos aplicados à indústria de Petróleo, mineração ou construção civil	143	13	9%	Perfuração do solo; mineração; construção civil (pontes, edificações)
15	Máquinas e equipamentos ópticos	99	6	6%	Elementos, sistemas ou aparelhos ópticos.

Verificamos que há uma predominância de depósitos nas categorias de “Máquinas e equipamentos relacionados ao processamento de dados digitais”; “Máquinas e equipamentos de medição e contagem”; e “Máquinas e equipamentos aplicados ao reconhecimento de padrões” tanto no total depositado como na parcela relativa aos residentes. Contudo, se for analisada a razão dos depósitos de residentes pelo total, a participação nas categorias segue desta forma:

- Máquinas e equipamentos médicos (17%);
- Máquinas e equipamentos aplicados ao reconhecimento de padrões (16%);
- Máquinas e Equipamentos elétricos (15%);
- Máquinas e aparelhos mecânicos (13%);
- Outros tipos de máquinas e equipamentos (12%); e
- Máquinas e equipamentos de medição e contagem e máquinas e equipamentos aplicados à agricultura ou produção de alimentos (11%) cada uma.

As três categorias com maior número de pedidos são consideradas categorias transversais e podem, portanto, conter pedidos de diferentes campos de aplicação. Conforme destacado anteriormente, lembramos que um pedido pode pertencer a mais de uma área/categoria. Assim, foi construída uma matriz de correlação entre as categorias, apresentadas na Figura 4 . A Figura 4A representa a correlação entre as categorias considerando a amostra geral (todos os depositantes) e a Figura 4B representa a correlação entre as categorias dos pedidos de depositantes residentes no Brasil.

Figura 4. Correlação entre as categorias de máquinas e equipamentos contendo IA abarcada, sendo (A) amostra geral e (B) amostra referente aos pedidos de patentes dos depositantes residentes no Brasil.

	A Amostra Geral	Total	1.316	1.119	1.063	936	730	686	533	455	417	414	220	170	148	143	99
	Total	Categorias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.316	Máquinas e equipamentos relacionados ao processamento de dados digitais	1.316	85	188	22	140	83	44	70	58	18	8	2	7	11	11
2	1.119	Máquinas e equipamentos de medição e contagem	85	1.119	158	218	65	172	101	49	51	128	28	32	44	43	14
3	1063	Máquinas e equipamentos aplicados ao reconhecimento de padrões	188	158	1.063	32	126	25	64	80	53	33	20	8	8	5	21
4	936	Máquinas e equipamentos relacionados ao Transporte	22	218	32	936	49	250	28	3	18	192	28	48	15	9	6
5	730	Máquinas e equipamentos relacionados à comunicação elétrica	140	65	126	49	730	44	11	16	42	50	9	2	5	3	24
6	686	Máquinas e equipamentos relacionados a sistemas de controle	83	172	25	250	44	686	19	2	35	81	37	24	15	13	1
7	533	Máquinas e equipamentos aplicados à física e química em geral	44	101	64	28	11	19	533	33	39	3	15	15	7	16	13
8	455	Máquinas e equipamentos médicos	70	49	80	3	16	2	33	455	24	12	4	3	5	1	6
9	417	Outros tipos de máquinas e equipamentos	58	51	53	18	42	35	39	24	417	7	5	4	4	8	13
10	414	Máquinas e equipamentos de sinalização	18	128	33	192	50	81	3	12	7	414	4	5	2	1	4
11	220	Máquinas e equipamentos aplicados à agricultura ou produção de alimentos	8	28	20	28	9	37	15	4	5	4	220	1		3	
12	170	Máquinas e aparelhos mecânicos	2	32	8	48	2	24	15	3	4	5	1	170	6	2	2
13	148	Máquinas e aparelhos elétricos	7	44	8	15	5	15	7	5	4	2		6	148	0	1
14	143	Máquinas e equipamentos aplicados à indústria de Petróleo, mineração ou construção civil	11	43	5	9	3	13	16	1	8	1	3	2		143	0
15	99	Máquinas e equipamentos ópticos	11	14	21	6	24	1	13	6	13	4		2	1	0	99

Figura 4. Correlação entre as categorias de máquinas e equipamentos contendo IA abarcada, sendo (A) amostra geral e (B) amostra referente aos pedidos de patentes dos depositantes residentes no Brasil.

	B Amostra Residentes	Total	169	125	93	77	58	54	52	44	42	26	24	22	22	13	6
	Total	Categorias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	169	Máquinas e equipamentos aplicados ao reconhecimento de padrões	169	25	24	12	10	8	7	1	2	6	2	2	3	1	1
2	125	Máquinas e equipamentos de medição e contagem	25	125	12	6	7	16	2	9	9	5	6	9	1	5	1
3	93	Máquinas e equipamentos relacionados ao processamento de dados digitais	24	12	93	9	7	4	7	2	3	4	1	1			1
4	77	Máquinas e equipamentos médicos	12	6	9	77	3	2	1	1		1	1	1			1
5	58	Máquinas e equipamentos relacionados à comunicação elétrica	10	7	7	3	58		2	3	2	3	1		1		1
6	54	Máquinas e equipamentos aplicados à física e química em geral	8	16	4	2		54	3	1	1		4		1	1	
7	52	Outros tipos de máquinas e equipamentos	7	2	7	1	2	3	52		1					1	
8	44	Máquinas e equipamentos relacionados a sistemas de controle	1	9	2	1	3	1		44	15	5	3	1	2	1	
9	42	Máquinas e equipamentos relacionados à Transporte	2	9	3		2	1	1	15	42		5	1	2	1	
10	26	Máquinas e equipamentos de sinalização	6	5	4	1	3			5		26	1		2		1
11	24	Máquinas e equipamentos aplicados à agricultura ou produção de alimentos	2	6	1	1	1	4		3	5	1	24		1	1	
12	22	Máquinas e aparelhos elétricos	2	9	1	1				1	1			22			
13	22	Máquinas e aparelhos mecânicos	3	1			1	1		2	2	2	1		22		
14	13	Máquinas e equipamentos aplicados à indústria de Petróleo, mineração ou construção civil	1	5				1	1	1	1		1			13	
15	6	Máquinas e equipamentos ópticos	1	1	1	1	1					1					6

Pode ser verificada, no caso do total de depósitos, uma relação forte entre as categorias “Máquinas e equipamentos relacionados a Transporte” e as categorias “Máquinas e equipamentos relacionados a sistemas de controle”, “Máquinas e equipamentos de medição e contagem” e “Máquinas e equipamentos de sinalização”.

Já em relação aos pedidos de depósitos de depositantes de origem brasileira, as relações mais significativas são da categoria “Máquinas e equipamentos aplicados ao reconhecimento de padrões” com as categorias “Máquinas e equipamentos de medição e contagem” e “Máquinas e equipamentos relacionados ao processamento de dados digitais”.

Quando analisados os resultados de pesquisa do Núcleo de Engenharia Organizacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de iniciativa da ABIMAQ [12] a respeito do uso de tecnologias da Indústria 4.0 pelo setor, verificou-se que os principais clientes de empresas que compõem a ABIMAQ são do setor agrícola, metalmeccânico e químico.

“O setor da agricultura tem mostrado um forte crescimento em tecnologias para agricultura de precisão, mediante a utilização de drones, equipamentos ensoreados e autônomos, entre outros. Por outro lado, o setor metalmeccânico é um dos que mais tem se beneficiado com as tecnologias da Indústria 4.0, no gerenciamento do mix de produção em tempo real, na automatização de processos manuais, no rastreamento de produtos e materiais, na utilização de tecnologias de manufatura aditiva, entre outros. Por fim, o

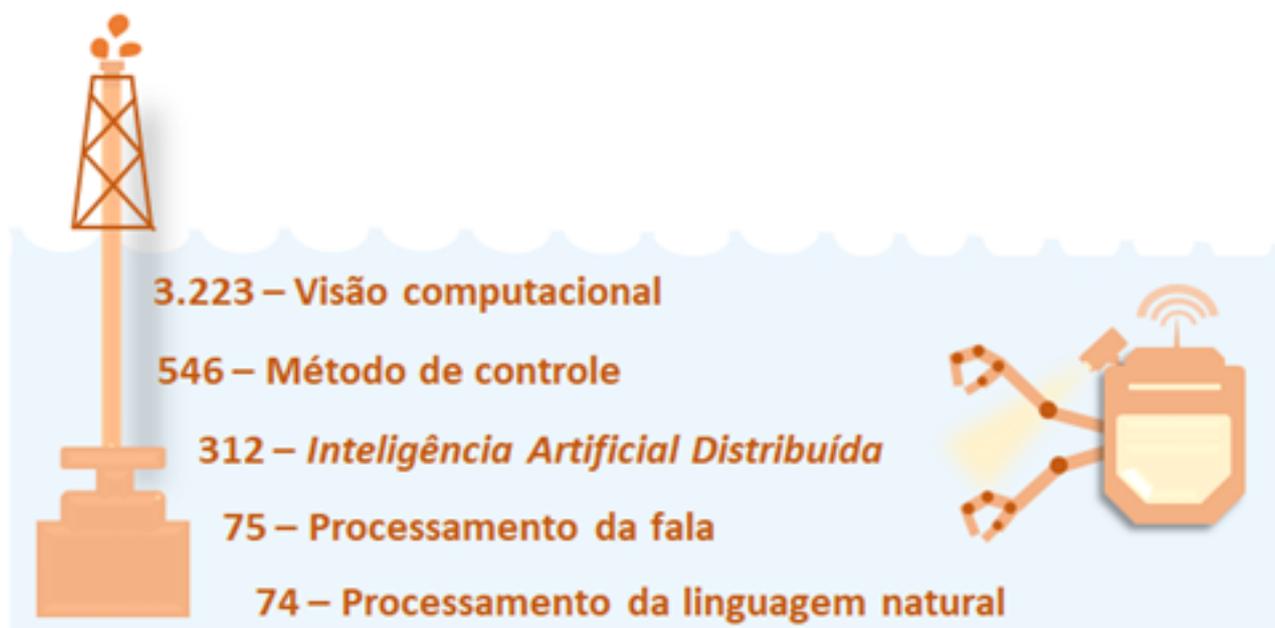
setor químico tem se destacado pela crescente implementação de tecnologias voltadas para o sensoriamento de parâmetros que permitam um controle de processos contínuos e integrados, garantindo maior eficiência e melhorias na qualidade do processo”. (p. 8)

Nesse sentido, observa-se igualmente uma significativa relevância dos depósitos de patentes de origem brasileira relacionadas a equipamentos com IA embarcada nos setores agrícola e metalmeccânico, com 11% e 13% de participação no todo de depósitos de todas as origens, conforme Figura 4B.

Quando realizada a categorização proposta pela OMPI dos documentos relacionados a IA no que diz respeito às “Aplicações Funcionais” das invenções, foi aplicado na amostra um thesaurus contendo classificações IPC e CPC (Classificação Cooperativa de Patentes) além de palavras-chave que definem cada categoria. Foi identificado que a grande maioria dos documentos faz referência a técnicas relacionadas “visão computacional” (3.223 documentos), seguido pelos “métodos de controle”, “Inteligência Artificial distribuída (DAI)”, “métodos de processamento da fala” e “NLP (Natural Language Processing)”, com 546, 312, 75 e 74 documentos, respectivamente, conforme apresentado na Figura 5.

[12] Indústria 4.0: Transformação Digital e Inovação de Modelos de Negócio na Indústria de Máquinas e Equipamentos. Pesquisa Industrial, 2021. Disponível em: < <https://camara40.com.br/wp-content/uploads/2021/06/Relatorio-Geral-ABIMAQ-Final-R05.pdf> >.

Figura 5. Número de pedidos encontrados nas cinco principais categorias de aplicações funcionais da Inteligência Artificial identificadas na amostra de Máquinas e Equipamentos contendo IA abarcada.



Apesar dos pedidos de patente relacionados às técnicas núcleo terem sido a princípio retirados da amostra, aqueles que mencionavam no título aplicação ao setor de máquinas e equipamentos foram mantidos, tendo sido identificados 123 documentos que fazem referência às técnicas núcleo aplicadas ao setor (188 referentes ao aprendizado de máquina e 6 referentes à Lógica *Fuzzy* [13].

A análise dos dados bibliográficos dos pedidos de patente da amostra revelou que os principais países/escritórios de

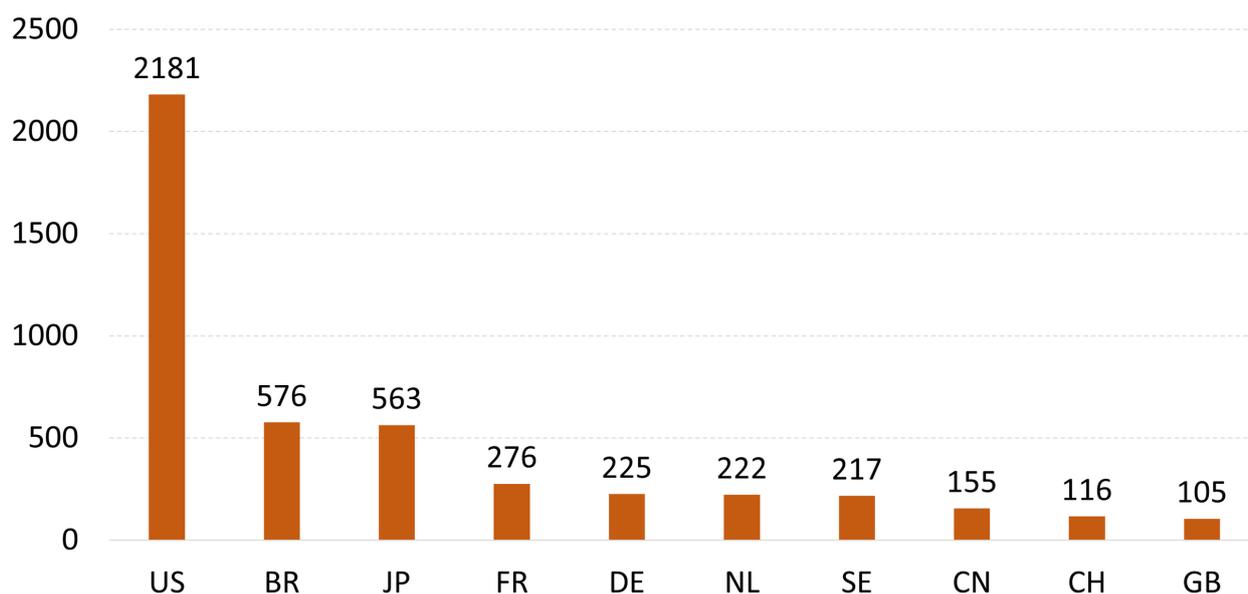
prioridade dos mesmos são Estados Unidos, Brasil, Japão e o Escritório Europeu de Patentes (*European Patent Office*, EPO). O país de prioridade costuma ser utilizado como um indicativo da origem da tecnologia. No entanto, é possível que depositantes estrangeiros façam uso de outros escritórios para o depósito da sua prioridade. Adicionalmente, como a prioridade EP não nos permite analisar o país europeu de origem, foram analisados mais especificamente os dados do país depositante (quando o

[13] Conforme explicação de Gomide, Gudwin & Tanscheit (2015), "A lógica *fuzzy* é a lógica baseada na teoria dos conjuntos *fuzzy*. Ela difere dos sistemas lógicos tradicionais em suas características e seus detalhes. Nesta lógica, o raciocínio exato corresponde a um caso limite do raciocínio aproximado, sendo interpretado como um processo de composição de relações nebulosas. Na lógica *fuzzy*, o valor verdade de uma proposição pode ser um subconjunto *fuzzy* de qualquer conjunto parcialmente ordenado, ao contrário dos sistemas lógicos binários, onde o valor verdade só pode assumir dois valores: verdadeiro (1) ou falso (0). Nos sistemas lógicos multi-valores, o valor verdade de uma proposição pode ser ou um elemento de um conjunto finito, num intervalo, ou uma álgebra booleana. Na lógica nebulosa, os valores verdade são expressos linguisticamente, (e.g. : verdade, muito verdade, não verdade, falso, muito falso, ...), onde cada termo linguístico é interpretado como um subconjunto fuzzy do intervalo unitário." Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Gudwin/publication/268371800_CONCEITOS_FUNDAMENTAIS_DA_TEORIA_DE_CONJUNTOS_FUZZY_LOGICA_FUZZY_E_APLICACOES/links/5591377908ae47a3490f584b/CONCEITOS-FUNDAMENTAIS-DA-TEORIA-DE-CONJUNTOS-FUZZY-LOGICA-FUZZY-E-APLICACOES.pdf

mesmo é fornecido para a base de dados). A Figura 6 apresenta os dez países que mais depositam pedidos de

patente no Brasil no setor de IA aplicado a máquinas e equipamentos.

Figura 6. Distribuição do número de pedidos/patentes de acordo com o país do depositante. US (Estados Unidos); BR (Brasil); JP (Japão); FR (França); DE (Alemanha); NL (Holanda); SE (Suécia); CN (China); CH (Suíça); e GB (Inglaterra).



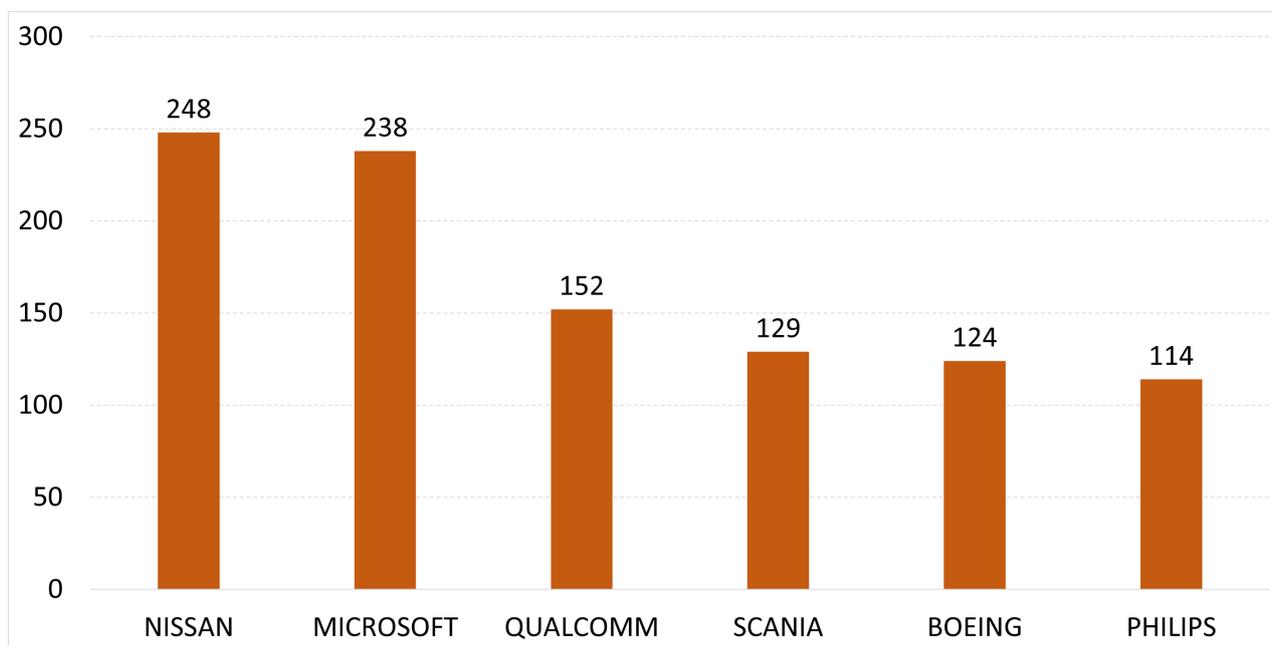
Apesar da hegemonia de depositantes dos Estados Unidos, com número de depósitos quase quatro vezes superior ao segundo colocado (Brasil), observa-se que outros grandes atores no setor não superam o Brasil em termos de depósitos, o que demonstra uma oportunidade no sentido do país aproveitar essa lacuna de participação desses países no depósito de patentes no Brasil, para investir na pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor, gerando patentes e ampliando a participação dos depósitos de residentes no Brasil. No entanto, cabe observar que quase 90% da amostra é de não residentes e mesmo o Brasil ocupando o segundo lugar no ranking, esse valor percentual de 10% dos

depósitos no setor de Máquinas e Equipamentos feito pelos residentes é mais baixo do que a média alcançada pelos residentes em outros setores tecnológicos, que, em geral, fica na faixa de 20% do total, conforme dados publicados pelo INPI [14].

Para analisarmos o setor de forma a identificar se essa tecnologia está concentrada em um grupo restrito de atores ou se está pulverizada, foi feito o levantamento dos principais depositantes, conforme apresentado na Figura 7 e na Figura 8. A primeira identifica os depositantes dentro da amostra geral, enquanto a segunda se refere apenas aos principais depositantes residentes.

[14] Fonte: https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas-e-estudos-economicos/estatisticas-1/estatisticas_aecon

Figura 7. Número de pedidos/patentes de máquinas e equipamentos contendo IA dos principais depositantes do setor no Brasil.



Os pedidos de patente/patentes dos seis principais depositantes somados representam quase 18% da amostra. Verifica-se que há uma predominância de empresas relacionadas a área de transporte: Nissan, Scania e Boeing. A Nissan e a Scania são fabricantes, respectivamente, japoneses e suecos de automóveis que vem atuando, por exemplo, em tecnologias relacionadas a veículos autônomos, enquanto a Boeing é uma empresa norte-americana de desenvolvimento aeroespacial e de defesa, e vem aplicando, como exemplo, tecnologias de IA em drones. A Microsoft, empresa norte americana que desenvolve softwares, é a segunda depositante em número pedidos/patentes do setor estudado.

Vem atuando em Drones, robótica inteligente, aplicativos com IA para uso pessoal e industrial. Como exemplo, temos o AirSim, um simulador de plataforma aberta para drones, e veículos em geral que cria uma versão 3D de um ambiente real [15], [16]. A Qualcomm é uma empresa norte-americana que vem atuando em IA desenvolvendo ferramentas com processamento neural, visão computacional e aplicativos multimídia [17]. Philips é uma empresa holandesa com produtos voltados ao cuidado com a saúde com IA aplicada a o apoio para as decisões clínicas, por exemplo .

[15] Fonte: <https://www.microsoft.com/PT-BR/ai/customer-stories>

[16] Fonte: <https://microsoft.github.io/AirSim/>

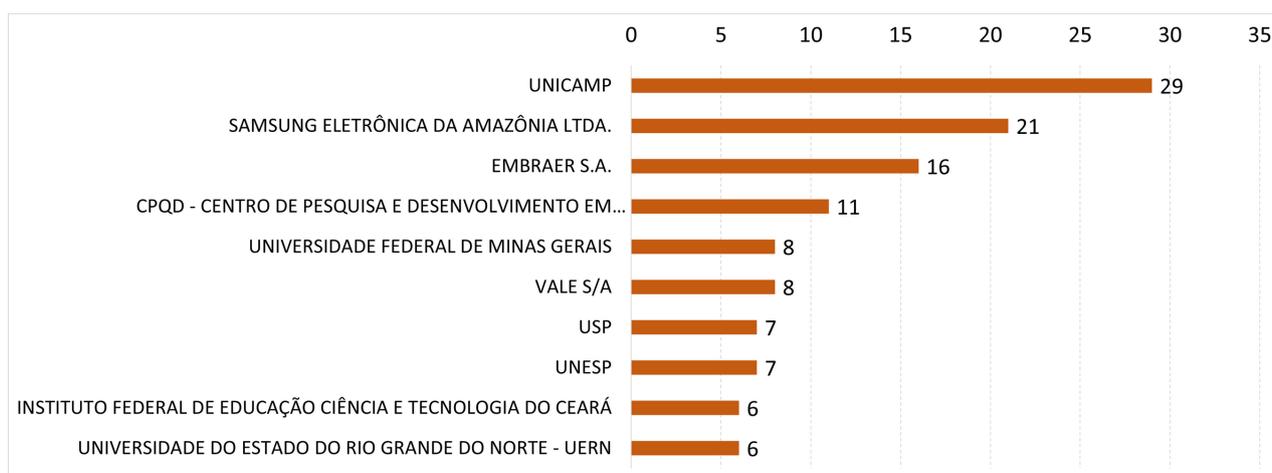
[17] Fonte: <https://www.tecmundo.com.br/produto/223272-qualcomm-lanca-drone-suporte-5g-inteligencia-artificial.htm>

[18] Fonte: <https://www.philips.com.br/healthcare/nobounds/four-applications-of-ai-in-healthcare>

Cabe ressaltar que estas mesmas seis empresas já configuravam entre os principais depositantes no Brasil de pedidos de patente contendo tecnologias relacionadas à IA de acordo com o radar tecnológico do INPI publicado em 2020. No entanto, quando analisados os pedidos relacionados à IA sem restrição ao setor de máquinas e equipamentos, a Microsoft aparecia como a principal depositante, seguida da Qualcomm e Philips. A permanência

dos principais depositantes era, em princípio esperada, uma vez que em linhas gerais, os pedidos de patente que possuem IA deveriam estar vinculados a algum tipo de máquina ou equipamento para obter proteção, conforme estabelecido pela LPI. Devido a esse fato a amostra do setor de máquinas e equipamentos com IA representa cerca de 91% de toda amostra de IA.

Figura 8. Número de pedidos/patentes dos principais depositante residentes no Brasil no setor de máquinas e equipamentos contendo IA.



Observa-se que, enquanto os seis maiores depositantes na amostra geral são todos empresas (Figura 7), quando observada a amostra de residentes, 6 dos 10 maiores depositantes são universidades públicas brasileiras (Figura 8), o que sinaliza uma lacuna de participação das empresas brasileiras no desenvolvimento e patenteamento de tecnologias de máquinas e equipamentos com IA embarcada no país e também demonstra a oportunidade de se trabalhar a transferência tecnológica e além de se buscar parcerias para desenvolvimento

conjunto entre empresas e universidades brasileiras nessa área. Quando analisados os campos tecnológicos dos pedidos de patente dos três principais depositantes nacionais observamos que existe uma concentração dos pedidos nas categorias de Equipamentos para reconhecimento de padrões com 14 pedidos da Unicamp e 8 da Samsung Eletrônica da Amazônia. Outras categorias relevantes identificadas foram as categorias de Equipamentos de sistemas de controle (10 pedidos da Embraer), Equipamentos médicos (8

pedidos da Unicamp), e Equipamentos para processamento de dados digitais (6 pedidos da Samsung Eletrônica da Amazônia e 6 da Unicamp).

O setor de equipamentos médicos brasileiro vem cada vez mais inovando com base no uso de Inteligência Artificial, tendo aparecido como um dos principais campos de aplicação da IA neste estudo (Figura 4B). Diversos exemplos de pesquisas e desenvolvimento de produtos nesta área têm sido observados. Como exemplo, vários casos de tecnologias de máquinas e equipamentos com IA relacionadas ao diagnóstico e/ou controle da pandemia Covid-19 foram citadas pelo Observatório Tecnológico do INPI (ObTec-Covid19) [19], e por serem tecnologias descritas muito recentemente provavelmente, se foram depositadas como pedidos de patente, ainda estão em fase de sigilo, e portanto, não aparecem na amostra analisada. No entanto, algumas destas tecnologias estão citadas no Anexo 1 com base em informações disponíveis na internet sobre estes equipamentos. A amostra levantada apresenta grande diversidade de tecnologias dentro de cada categoria. Podemos citar como exemplos de pedidos identificados na amostra:

Máquinas e equipamentos médicos:

- BR112018075594 (KONINKLIJKE PHILIPS, N.V.) entitulado "Aparelho para monitoramento óptico de características faciais durante o ciclo menstrual de mulheres, possui processador que é configurado para

prever janela de fertilidade compreendendo período de tempo de maior fecundabilidade para o sujeito";

- BR102015000259 (CENTRO EDUCACIONAL ASSISTENCIAL PROFISSIONALIZANTE - CEAP, BR) entitulado "Cadeira de rodas automatizada controlada por voz para uso por quadriplégicos, possui módulo eletrônico cujo controlador de seminário recebe instruções do módulo de reconhecimento de voz e opera em circuito de força para motores de acionamento interligados a polias"

- BR112021008205 (OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LIMITED, GB) entitulado "Caracterizar a região de interesse que compreende o tecido adiposo, determinar a disfunção do tecido adiposo e prever o risco de distúrbio metabólico calculando o valor da assinatura radiológica da região de interesse usando dados de imagens médicas"

- BR102016029897 (SOCIEDADE BENEFICENTE ISRAELITA BRASILEIRA HOSPITAL ALBERT EINSTEIN, BR) entitulado "Sistema de controle inteligente baseado em aprendizado de máquina para modular os níveis de concentração expirada e tem dispositivo de respiração parcial, no qual um primeiro sinal de concentração e pressão do fluxo de gás de entrada é fornecido em um tempo de respiração atual"

- BR102019024180 (UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, BR) entitulado "Equipamento utilizado para predição de lesão musculoesquelética por meio da avaliação postural, compreende uma plataforma com

[19] Fonte: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/Telemedicina>

altura e largura médias que serve de base para diferenciação do algoritmo por meio da identificação do código RGB”

Máquinas e equipamentos aplicados à agricultura ou produção de alimentos:

- BR102019021567 (Deere & Company, US) intitulado “Máquina de colheita agrícola, por ex. colheitadeira combinada, tem gerador de sinal de controle que gera sinal de controle para subsistema controlável com base na distribuição de probabilidade referenciada”
- BR102020016762 (Deere & Company, US) intitulado “Dispositivo sensor para o sistema de monitoramento de perda de grãos em conexão com material agrícola, tem sensor óptico que fornece fluxo de dados de imagem, de modo que o número de grãos verificado é determinado com base no fluxo de dados acústicos e no fluxo de dados de imagem”
- PI0819792 (EMBRAPA, BR) intitulado “Aparelho para identificação dos diferentes tipos de árvores cítricas através da análise do espectro de fluorescência obtido das folhas, possui fonte de laser provida de comprimento de onda de excitação, filtro óptico, acoplador de fibra óptica e mini espectrômetro”
- PI0101172 (MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO S.A, BR) intitulado “O controlador automatizado baseado em análise de imagens digitalizadas de pulverizador agrícola tem um sensor de imagem de solo e planta servindo a um processador de dados com redes neurais”

Petróleo:

- BR102019019350 (PETROLEO BRASILEIRO S.A., BR) intitulado “Controlador de supressor Gulf, compreende a hibridização de um sistema de inferência difusa (SIF) com um controlador PID clássico para controlar a válvula de estrangulamento de um sistema de produção de petróleo, PID tem ganho integral variável.”
 - BR112015021961 (BAKER HUGHES INC., US) intitulado “O aparelho para processamento de sinais de fundo de poço para fins, como produção de hidrocarbonetos, tem vários eletrodos que comunicam o sinal de entrada da rede para a rede neural e comunicam o sinal de saída da rede para fora da rede neural.”
- Transporte:
- PI0802621 (EMBRAER S.A., BR) intitulado “O aparelho de controle de voo para aeronaves tem rotina de transformação associada ao processador para transformar comandos de inceptor, onde a transformação é realizada por outra rotina de transformação dependendo do tipo de proteção.”
 - BR102017005479 (BOEING CO., US) intitulado “Aparelho para analisar objetos compostos em aeronaves, durante a fabricação de aeronaves, aplica algoritmos de aprendizagem para funções de distribuição e dados de forma de onda acústica para gerar saída para avaliar a integridade estrutural do objeto.”
 - BR112013026165 (NISSAN MOTOR CO. LTD, JP) intitulado “Aparelho para auxiliar a condução do veículo, tem unidade de avaliação de gotas de chuva

que é usada para determinar se a gota de chuva está aderida à porção da lente da unidade de captação de imagem, a partir da redução no grau de linhas de borda de correspondência.”

- BR102018073085 (TOYOTA MOTOR CORP., JP) intitulado “Aparelho para auxiliar a condução do veículo no estacionamento durante a saída de pedestres, possui unidade de controle eletrônico para adquirir informações de disponibilidade de vagas que indicam se o conjunto de vagas de estacionamento no estacionamento está ocupado.”

Conclusão

Observa-se que o número de depósitos de patentes no Brasil, por residentes, de máquinas e equipamentos com IA embarcada, tem crescido desde 2015, chegando próximo dos 100 pedidos por ano em 2019, enquanto o número de depósitos de patentes no Brasil de forma geral tem-se estabilizado em cerca de 450 pedidos por ano. Destaca-se também que as principais origens dos depósitos de patentes de máquinas e equipamentos com IA embarcada no Brasil são Estados Unidos, Brasil, Japão e França. Esses achados se assemelham aos obtidos no Radar Tecnológico de Inteligência Artificial de 2020.

Nota-se que, apesar da hegemonia de depositantes dos Estados Unidos, outros países de destaque no setor não apareceram à frente do Brasil no número de depósitos no país. Ou seja, em termos quantitativos de patentes, temos indicativos de que o Brasil não está muito atrás dos demais países, havendo oportunidade para os brasileiros encontrarem vantagem competitiva e investirem na pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor, gerando cada vez mais patentes e que sejam aplicáveis ao mercado. Os dados também indicaram que 60% dos maiores depositantes residentes no Brasil nesse tema são universidades públicas brasileiras, evidenciando grande potencial de parcerias entre universidades e empresas, seja por transferência de tecnologia ou por desenvolvimento conjunto.

Outro aspecto relevante do estudo foi identificar a relação entre os depósitos e as categorias/setores envolvidos, onde se observou uma participação maior dos depósitos de residentes no Brasil em relação aos depósitos totais por categoria nas seguintes áreas: máquinas e equipamentos médicos; aplicados ao reconhecimento de padrões; elétricos; mecânicos; outros tipos; de medição e contagem; e os aplicados à agricultura ou produção de alimentos.

Esse resultado se alinha aos achados da pesquisa da ABIMAQ (NEO/UFRGS, 2021) a respeito do uso de tecnologias da Indústria 4.0 pelo setor, em que se verificou que os principais clientes de empresas que compõem a ABIMAQ são do setor agrícola, metalmecânico e químico e também demonstra a capacidade de inovação pelos fornecedores residentes no Brasil nesses setores e o reflexo dessa capacidade na geração de ativos de Propriedade Industrial (PI).

Com relação aos principais depositantes foi identificada a predominância de empresas com tecnologias relacionadas a transporte: Nissan, Scania e Boeing. Também figuram como principais depositantes a Microsoft e Qualcomm. Em relação aos depositantes residentes, houve predominância de universidades federais, demonstrando a importância de que se promovam e estimulem parcerias entre a academia e as

empresas nacionais.

O destaque em relação ao setor de saúde verificado no presente estudo também se alinha aos achados do Radar Tecnológico de Inteligência Artificial 2020, onde o principal campo de aplicação de patentes de IA por depositantes residentes é o de ciências médicas.

Nesse sentido, os casos selecionados para abordagem ao longo do estudo e do Anexo 1 apresentam máquinas e equipamentos médicos com aplicação de IA embarcada, demonstrando também a aplicação de reconhecimento de padrões, por exemplo, o que demonstra o avanço das empresas e universidades brasileiras nesse setor e o potencial dele de geração de ativos de PI e inovação aplicada em produtos disponíveis no mercado, inclusive para atender demandas importantes, como as geradas pela recente pandemia do Covid-19.

A ABDI tem realizado ações que visam estimular a adoção e a difusão da Inteligência Artificial pelo setor produtivo. Recentemente, lançou um edital de seleção de projetos-pilotos de implementação da tecnologia na indústria de transformação. Além disso, também estão sendo realizados projetos-pilotos de uso de IA no agronegócio, no âmbito do Programa Agro 4.0, que inclui, por exemplo, aplicações para a identificação do ponto ótimo de abate do gado, classificação automática de grãos de soja, automação inteligente de pomar, suporte ao controle de ferrugem asiática da soja, entre outras. Estas iniciativas colaboram com o compartilhamento de informações

sobre os resultados, os impactos, os desafios e as oportunidades com a implantação da IA contribuindo para o processo de Transformação Digital do país.

Outras iniciativas vêm sendo estruturadas e implementadas no âmbito do governo federal. O Centro Afiliado para 4ª Revolução Industrial no Brasil, parceria público-privada da qual o Ministério da Economia é um dos membros fundadores, está elaborando um guia para a realização de compras governamentais éticas e responsáveis de soluções de Inteligência Artificial. Também há o programa IA² MCTI, que objetiva apoiar projetos de P&D orientados ao desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial. O programa possui abrangência nacional e apoia investimentos em projetos de P&D orçados em até R\$ 500 mil.

Referências

IBGE (2021) "Sidra: sistema IBGE de recuperação automática". Rio de Janeiro. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>

IEL (2018) "Síntese dos resultados: construindo o futuro da indústria brasileira". Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 276 p. Disponível em: https://www.ie.ufrj.br/images/IE/grupos/GIC/publica%C3%A7%C3%B5es/2019.%20IEL-NC%20et%20al.%20I2027_sintese_vol1-2.pdf

INPI (2020) "Radar Tecnológico - Inteligência Artificial: Análise do mapeamento tecnológico do setor através das patentes depositadas no Brasil". Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/copy3_of_IA_estendido_062020final.pdf

KPMG (2018) "The changing landscape of disruptive technologies: tech disruptors outpace the competition", 42 p. Disponível em: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pl/pdf/2018/06/pl-The-Changing-Landscape-of-Disruptive-Technologies-2018.pdf>

Manyika, J. et al. (2015) "The internet of things: mapping the value beyond the hype". São Francisco: McKinsey Global Institute. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.pdf

NEO/UFRGS (2021) Indústria 4.0: Transformação Digital e Inovação de Modelos de Negócio na Indústria de Máquinas e Equipamentos. Pesquisa Industrial. Porto Alegre. Disponível em: <https://camara40.com.br/wp-content/uploads/2021/06/Relatorio-Geral-ABIMAQ-Final-R05.pdf>

OECD (2020) "The Impact of Big Data and Artificial Intelligence (AI) in the Insurance Sector". Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris: OECD Publishing. Disponível em: <https://www.oecd.org/finance/The-Impact-Big-Data-AI-Insurance-Sector.pdf>

Pappakrishnan, V. et al. (2021) "Role of Artificial Intelligence of Things (AIoT) in Covid-19 Pandemic: A Brief Survey". In: Proceedings of the 6th International Conference on Internet of Things, Big Data and Security (IoTBDs 2021), pages 229-236. Disponível em: <https://www.scitepress.org/Papers/2021/104615/104615.pdf>

Referências

Rose, K. et al. (2015) "The internet of things: an overview". The Internet Society (ISOC) . Disponível em: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>

Schwab, K. (2019) "A Quarta Revolução Industrial". Edipro: 1ª edição.

UNIDO (2019) "Bracing for the New Industrial Revolution: Elements of a Strategic Response. Vienna: United Nations Publications" p. 20 Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-06/UNIDO_4IR_Strategy_Discussion_Paper.pdf

Yáñez, F (2017) "The 20 Key Technologies of Industry 4.0 and Smart Factories: The Road to the Digital Factory of the Future". Independently published.

Exemplos de máquinas e equipamentos médicos - divulgados na mídia

A pandemia da Covid-19, por exemplo, impulsionou uma série de inovações no setor de equipamentos médicos contendo IA abarcada. Algumas dessas pesquisas estão publicadas no portal do Observatório de Tecnologias Relacionadas a Covid do INPI [20]. Como exemplo, podemos citar: 1) uma nova tecnologia que utiliza Inteligência Artificial para auxiliar no diagnóstico da Covid-19 desenvolvida pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) do Rio Grande do Sul desenvolveu juntamente com a empresa Novus. A análise do paciente é feita de maneira remota por uma equipe médica a partir de sinais vitais e respostas a um questionário no momento da triagem utilizando um sistema que inclui câmeras especiais e sensores. 2) Sistema composto por um kit de sensores acoplável a qualquer tipo de óculos e um processador que usa inteligência artificial que atua auxiliando pessoas com deficiência visual a circular com alguma segurança durante a pandemia de Covid-19. Com eficiência de 95% na fase de testes, o acessório fornece três informações fundamentais para os que enxergam nada ou quase nada se previnam contra o vírus SARS-CoV-2. O aparelho informa se o usuário está a menos de 1,5 metro de distância de alguém; se a pessoa ao redor utiliza máscara corretamente; e se a temperatura corporal dela está alterada.

Case

Tendo em vista o destaque dos depósitos de residentes no Brasil no setor de equipamentos médicos com aplicação de inteligência artificial, buscou-se um case nesse setor. Segue abaixo entrevista com membro da Phelcom, empresa brasileira que vem se destacando no setor com o produto Eyer:

1) Por favor, nos fale um pouco sobre a empresa e seu produto principal

A Phelcom é uma empresa brasileira de base tecnológica que une conhecimentos nas áreas de física eletrônica e computação para criar equipamentos médicos para oftalmologia. Seu principal produto em comercialização é o retinógrafo portátil Eyer. Este equipamento realiza a captura de uma imagem da retina, tecido sensível no fundo do olho, por meio da qual é possível diagnosticar



Créditos: imagens fornecidas pela Phelcom.

diversas doenças da visão como por exemplo retinopatia diabética, degeneração macular relacionado a idade, retinopatia hipertensiva, glaucoma, entre outras.

[20] Link: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tecnologias-para-covid-19/>

2) Como o Eyer foi desenvolvido e como ele utiliza inteligência artificial?

O equipamento é fruto do desenvolvimento tecnológico realizado inteiramente no Brasil por uma equipe multidisciplinar altamente qualificada e se caracteriza por uma parte de hardware e outra de software.

O hardware é composto por um conjunto de lentes e prismas, uma placa eletrônica e uma estrutura mecânica desenvolvida para garantir a operação ergonômica e portátil. Este sistema é acoplado a um Smartphone que realiza a captura da imagem do olho, e por meio de conexão com a internet envia o exame para um sistema em nuvem.

O sistema de software é composto por um aplicativo que roda no smartphone em ambiente android e um sistema em nuvem que além de armazenar os resultados dos exames habilita a telemedicina. Neste arranjo um operador em campo atende o paciente, realiza a captura da imagem e um oftalmologista remoto em uma central de laudamento faz a avaliação e encaminhamento para tratamento, reduzindo consideravelmente os custos do atendimento.

Além disso, um sistema de inteligência artificial embarcado no equipamento analisa automaticamente a imagem do exame instantes depois da captura e indica regiões onde existem características sintomáticas de doenças. Esta indicação serve como uma ferramenta auxiliar ao trabalho do oftalmologista aumentando sua produtividade.

A aplicação da inteligência artificial especificamente foi possível graças ao processamento de um grande volume de exames de retina onde as alterações foram marcadas e “ensinadas” ao smartphone. O sistema permanece em constante evolução pois com o aumento da base de dados o algoritmo pode ser aperfeiçoado aumentando a acurácia e especificidade do sistema.

O equipamento está presente principalmente em clínicas oftalmológicas e hospitais de especialidades, mas também é uma solução ideal para atendimento em campo em mutirões ou na modalidade point-of-care. Toda a tecnologia empregada está ajudando a democratizar o acesso à saúde visual.

Por serem pesquisas desenvolvidas durante a pandemia, portanto muito recentes, não é possível associá-las à depósitos de pedidos de patentes encontrados na amostra, pois estes estariam ainda em fase de sigilo (Artigo 30 da LPI).

Estratégia de busca de documentos de patente relacionados à Inteligência artificial (adaptado de WIPO, 2019)

Estrutura da busca:

Bloco 1: Lista de códigos de classificação CPC específicos para tecnologias relacionadas à IA;

Bloco 2: Lista de palavras-chave específicas para IA (K1);

Bloco 3: Lista de códigos de classificação CPC ou IPC não específicos e classes FI/F-terms controlados por palavras-chave relacionadas à IA (K2). A query final é a união dos blocos 1, 2 e 3.

Bloco 1

(PN=(BR) AND (ACP=(Y10S0706 OR G06N0003 OR (G06N000300) OR (G06N0003002) OR (G06N0003004) OR (G06N0003006) OR (G06N0003008) OR (G06N000302) OR (G06N000304) OR (G06N00030409) OR (G06N00030418) OR (G06N00030427) OR (G06N00030436) OR (G06N00030445) OR (G06N00030454) OR (G06N00030463) OR (G06N00030472) OR (G06N00030481) OR (G06N0003049) OR (G06N000306) OR (G06N0003061) OR (G06N0003063) OR (G06N00030635) OR (G06N0003067) OR (G06N00030675) OR (G06N000308) OR (G06N0003082) OR (G06N0003084) OR (G06N0003086) OR (G06N0003088) OR (G06N0003105) OR (G06N000312) OR (G06N0003123) OR (G06N0003126) OR (G06N000500) OR (G06N0005003) OR (G06N0005006) OR (G06N000502) OR (G06N0005022) OR (G06N0005025) OR (G06N0005027) OR (G06N000700) OR (G06N0007005) OR (G06N000702) OR (G06N0007023) OR (G06N0007026) OR (G06N000704) OR (G06N0007043) OR (G06N0007046) OR (G06N000706) OR G06N0099005 OR G06T220720081 OR G06T220720084 OR G06T00034046 OR G06T0009002 OR G06F001716 OR G05B0013027 OR G05B0130275 OR G05B0013028 OR G05B00130285 OR G05B0013029 OR G05B00130295 OR G05B0221933002 OR G05D00010088 OR G06K0009 OR G10L0015 OR G10L0017 OR (G06F001727) OR (G06F00172705) OR (G06F0017271) OR (G06F00172715) OR (G06F0017272) OR (G06F00172725) OR (G06F0017273) OR (G06F00172735) OR (G06F0017274) OR (G06F00172745) OR (G06F0017275) OR (G06F00172755) OR (G06F0017276) OR (G06F00172765) OR (G06F0017277) OR (G06F00172775) OR (G06F0017278) OR (G06F00172785) OR (G06F0017279) OR (G06F00172795) OR (G06F001728) OR (G06F00172809) OR (G06F00172818) OR (G06F00172827) OR (G06F00172836) OR (G06F00172845) OR (G06F00172854) OR (G06F00172863) OR (G06F00172872) OR (G06F00172881) OR (G06F0017289) OR (G06F001730029) OR (G06F001730032) OR (G06F001730035) OR (G06F001730247) OR (G06F00173025) OR (G06F001730253) OR (G06F001730256) OR (G06F001730259) OR (G06F001730262) OR (G06F001730522) OR (G06F001730525) OR (G06F001730528) OR (G06F00173053) OR G06F001730401 OR G06F00173043 OR

G06F001730654 OR G06F001730663 OR G06F001730666 OR G06F001730669 OR G06F001730672 OR G06F001730684 OR G06F001730687 OR G06F00173069 OR G06F001730702 OR (G06F001730705) OR (G06F001730707) OR (G06F00173071) OR (G06F001730713) OR (G06F001730731) OR (G06F001730734) OR (G06F001730737) OR (G06F001730743) OR (G06F001730746) OR (G06F001730784) OR (G06F001730787) OR (G06F00173079) OR (G06F001730793) OR (G06F001730796) OR (G06F001730799) OR (G06F001730802) OR (G06F001730805) OR (G06F001730808) OR (G06F001730811) OR (G06F001730814) OR G06F001924 OR G06F0019707 OR (G01R00312846) OR (G01R00312848) OR G01N022011296 OR G01N00294481 OR G01N00330034 OR G01R00313651 OR G01S0007417 OR (G06N0003004) OR (G06N0003006) OR (G06N0003008) OR G06F0111476 OR G06F00112257 OR G06F00112263 OR G06F001518 OR G06F022074824 OR G06K00071482 OR G06N0007046 OR G11B002010518 OR G10H02250151 OR G10H02250311 OR G10K022103024 OR H01J0223730427 OR H01M000804992 OR H02H00010092 OR H02P00210014 OR H02P00230018 OR H03H020170208 OR H03H222204 OR H04L020125686 OR H04L0202503464 OR H04L0202503554 OR H04L0250254 OR H04L002503165 OR H04L004116 OR H04L004508 OR (H04N00214662) OR (H04N00214663) OR (H04N00214665) OR (H04N00214666) OR H04Q02213054 OR H04Q0221313343 OR H04Q02213343 OR H04R0025507 OR G08B0029186 OR B60G026001876 OR B60G026001878 OR B60G026001879 OR B64G02001247 OR E21B020410028 OR B23K0031006 OR B29C294576979 OR B29C0066965 OR B25J0009161 OR (A61B00057264) OR (A61B00057267) OR Y10S0128924 OR Y10S0128925 OR F02D00411405 OR F03D0007046 OR F05B2270707 OR F05B02270709 OR F16H020610081 OR F16H020610084 OR B60W003006 OR (B60W003010) OR (B60W003012) OR (B60W003014) OR (B60W0030143) OR (B60W0030146) OR (B60W003016) OR (B60W0030162) OR (B60W0030165) OR (B60W003017) OR B62D00150285 OR (G06T220730248) OR (G06T220730252) OR (G06T220730256) OR (G06T220730261) OR (G06T220730264) OR (G06T220730268) OR G06T220730236 OR G05D0001 OR A61B0057267 OR F05D02270709 OR G06T220720084 OR G10K22103038 OR G10L002530 OR H04N00214666 OR A63F001367 OR G06F00172282)))

OR

Bloco 2

(PN=(BR) AND (CTB=((ARTIFIC* OR COMPUTATION*) NEAR2 INTELLIGEN*) OR (NEURAL NEAR2 NETWORK*) OR (NEURAL NETWORK*) OR (NEURAL NETWORK*) OR (BAYES* NEAR2 NETWORK*) OR BAYESIAN-NETWORK* OR (BAYESIAN NETWORK*) OR (CHATBOT?) OR (DATA NEAR2 MINING*) OR (DECISION NEAR2 MODEL?) OR (DEEP NEAR2 LEARNING*) OR DEEP-LEARNING* OR (DEEP LEARNING*) OR (GENETIC NEAR2 ALGORITHM?) OR ((INDUCTIVE NEAR2 LOGIC) ADJ2 PROGRAMM*) OR (MACHINE NEAR2 LEARNING*) OR (MACHINE LEARNING*) OR MACHINE-LEARNING* OR ((NATURAL ADJ2 LANGUAGE) NEAR2 (GENERATION OR PROCESSING)) OR (REINFORCEMENT NEAR2 LEARNING) OR (SUPERVISED NEAR2 (LEARNING* OR TRAINING)) OR SUPERVISED-LEARNING* OR (SUPERVISED LEARNING*) OR (SWARM NEAR2 INTELLIGEN*) OR

SWARM-INTELLIGEN* OR (SWARM INTELLIGEN*) OR (UNSUPERVISED NEAR2 (LEARNING* OR TRAINING)) OR UNSUPERVISED-LEARNING* OR (UNSUPERVISED LEARNING*) OR (SEMISUPERVISED NEAR2 (LEARNING* OR TRAINING)) OR SEMI-SUPERVISED-LEARNING OR (SEMI SUPERVISED LEARNING*) OR CONNECTIONIS* OR (EXPERT NEAR2 SYSTEM?) OR (FUZZY NEAR2 LOGIC?) OR TRANSFER-LEARNING OR "TRANSFER LEARNING" OR (TRANSFER NEAR2 LEARNING) OR (LEARNING NEAR4 ALGORITHM?) OR (LEARNING NEAR2 MODEL?) OR (SUPPORT VECTOR MACHINE?) OR (RANDOM FOREST?) OR (DECISION TREE?) OR "GRADIENT TREE BOOSTING" OR XGBOOST OR ADABOOST OR RANKBOOST OR "LOGISTIC REGRESSION" OR "STOCHASTIC GRADIENT DESCENT" OR (MULTILAYER PERCEPTRON?) OR "LATENT SEMANTIC ANALYSIS" OR "LATENT DIRICHLET ALLOCATION" OR (MULTI-AGENT SYSTEM?) OR (HIDDEN MARKOV MODEL?))))

OR

Bloco 3

(PN=(BR) AND (((ACP=(G06T0007 OR G06T000120 OR G10L0013 OR G10L0025 OR G10L0099 OR (G06F001714) OR (G06F0017141) OR (G06F0017145) OR (G06F0017147) OR (G06F0017148) OR G06F0017153 OR (G10H2250005) OR (G10H2250011) OR (G10H2250015) OR (G10H2250021) OR G06F01750 OR (G06Q003002) OR (G06Q00300201) OR (G06Q00300202) OR (G06Q00300203) OR (G06Q00300204) OR (G06Q00300205) OR (G06Q00300206) OR (G06Q00300208) OR (G06Q00300209) OR (G06Q00300211) OR (G06Q00300212) OR (G06Q00300213) OR (G06Q00300214) OR (G06Q00300215) OR (G06Q00300216) OR (G06Q00300217) OR (G06Q00300219) OR (G06Q00300221) OR (G06Q00300222) OR (G06Q00300223) OR (G06Q00300224) OR (G06Q00300225) OR (G06Q00300226) OR (G06Q00300227) OR (G06Q00300228) OR (G06Q00300229) OR (G06Q00300231) OR (G06Q00300232) OR (G06Q00300233) OR (G06Q00300234) OR (G06Q00300235) OR (G06Q00300236) OR (G06Q00300237) OR (G06Q00300238) OR (G06Q00300239) OR (G06Q00300241) OR (G06Q00300242) OR (G06Q00300243) OR (G06Q00300244) OR (G06Q00300245) OR (G06Q00300246) OR (G06Q00300247) OR (G06Q00300248) OR (G06Q00300249) OR (G06Q00300251) OR (G06Q00300252) OR (G06Q00300253) OR (G06Q00300254) OR (G06Q00300255) OR (G06Q00300256) OR (G06Q00300257) OR (G06Q00300258) OR (G06Q00300259) OR (G06Q00300261) OR (G06Q00300262) OR (G06Q00300263) OR (G06Q00300264) OR (G06Q00300265) OR (G06Q00300266) OR (G06Q00300267) OR (G06Q00300268) OR (G06Q00300271) OR (G06Q00300272) OR (G06Q00300273) OR (G06Q00300274) OR (G06Q00300275) OR (G06Q00300276) OR (G06Q00300277) OR (G06Q00300278) OR (G06Q00300279) OR (G06Q00300281) OR (G06Q00300282) OR (G06Q00300283) OR (G06Q00300284) OR (G07C0009 OR G06F0021)) OR IC=(A61B0005 OR A63F001367 OR B23K0031 OR B25J000916 OR B25J000918 OR B25J000920 OR B29C065 OR B60W003006 OR B60W003010 OR B60W003012 OR (B60W003014) OR (B60W003016) OR (B60W0030165) OR (B60W003017) OR B62D001502 OR (B64G000124) OR (B64G000126) OR (B64G000128) OR (B64G000132) OR (B64G000134) OR (B64G000136) OR (B64G000138) OR E21B0041 OR (F02D004114) OR (F02D004116) OR

F03D000704 OR F16H0061 OR (G01N002944) OR (G01N002946) OR (G01N002948) OR (G01N002950) OR (G01N002952) OR G01N0033 OR (G01R003128) OR (G01R003130) OR (G01R0031302) OR (G01R0031303) OR (G01R0031304) OR (G01R0031305) OR (G01R0031306) OR (G01R0031307) OR (G01R0031308) OR (G01R0031309) OR (G01R0031311) OR (G01R0031312) OR (G01R0031315) OR (G01R0031316) OR (G01R00313161) OR (G01R00313163) OR (G01R00313167) OR (G01R0031317) OR (G01R00313173) OR (G01R00313177) OR (G01R00313181) OR (G01R00313183) OR (G01R00313185) OR (G01R00313187) OR (G01R0031319) OR (G01R00313193) OR (G01R003136) OR (G01R0031364) OR (G01R0031367) OR (G01S000741) OR (G05B001302) OR (G05B001304) OR G06F001114 OR (G06F001122) OR (G06F001124) OR (G06F001125) OR (G06F001126) OR (G06F0011263) OR (G06F0011267) OR (G06F001127) OR (G06F0011273) OR (G06F0011277) OR G06F001518 OR G06F001714 OR G06F001715 OR G06F01716 OR G06F001720 OR G06F001727 OR G06F001728 OR G06F001924 OR G06K000714 OR G06K0009 OR G06N0003 OR G06N0005 OR G06N0007 OR G06N0099 OR G06T000120 OR G06T000140 OR G06T000340 OR G06T0007 OR G06T0009 OR (G08B002918) OR (G08B002920) OR (G08B002922) OR (G08B002924) OR (G08B002926) OR (G08B002928) OR G10L0013 OR G10L0015 OR G10L0017 OR G10L0025 OR G10L0099 OR (G11B002010) OR (G11B002012) OR (G11B002014) OR (G11B002016) OR (G11B002018) OR G16H005020 OR H01M000804992 OR H02H0001 OR H02P0021 OR H02P0023 OR (H03H001702) OR (H03H001704) OR (H03H001706) OR H04L001224 OR H04L001270 OR H04L0012751 OR (H04L002502) OR (H04L002503) OR (H04L002504) OR (H04L002505) OR (H04L002506) OR (H04L002508) OR (H04L002510) OR (H04L002512) OR (H04L002514) OR (H04L002517) OR (H04L002518) OR (H04L002520) OR (H04L002522) OR (H04L002524) OR (H04L002526) OR H04L002503 OR H04N0021466 OR H04R025 OR G07C0009 OR G06F0021) OR FIC=((G06N000302) OR (G06N000304) OR (G06N000304127) OR (G06N000304136) OR (G06N000304145) OR (G06N000304154) OR (G06N000304190) OR (G06N000304E) OR (G06N000304F) OR (G06N000304Z) OR (G06N000306) OR (G06N0003063) OR (G06N0003067) OR (G06N000308) OR (G06N000308120) OR (G06N000308140) OR (G06N000308160) OR (G06N000308180) OR (G06N000308Q) OR (G06N000308Z) OR (G06N000310) OR G06N000308 OR G06N0099 OR G06N000704 OR G06K0009 OR G06K000900 OR G10L0013 OR G10L0025 OR G10L0015 OR G10L0017 OR G10L0099 OR G06F001727 OR G06F001728 OR (G06F001730180A) OR (G06F001730180B) OR (G06F001730180C) OR G06F 17/30210A OR G06F 17/30210D OR G06F 17/30220A OR G06F 17/30310C OR G06F 17/30330C OR G06K 9 OR G06F 19/00130 OR G06N 3/00140 OR G06F 11/14676 OR G06F 11/22657 OR G06F 11/22663 OR G06K 7/14082 OR H01M 8/04992 OR H04N 21/466 OR (B60W 30/06) OR (B60W003010) OR (B60W003012) OR (B60W003014) OR (B60W003016) OR (B60W0030165) OR (B60W003017) OR F02D004114310H) OR FTC=(5B078* OR 5B178* OR 5B064* OR 5L096FA* OR 5L096GA* OR 5L096HA* OR 5L096JA* OR 5L096KA* OR 5L096MA07 OR 5B043* OR 5B064* OR 5B057CH* OR 5B057DA* OR 5B057DC* OR 5H004KD23 OR 5H004KD31 OR 5H004 KD32 OR 5H004KD33 OR 5H004KD35 OR 5H004KD63 OR 5H301DD02 OR 5H301JJ* OR

5H301LL* OR 5D045* OR 5D015* OR 5B056BB* OR 5B056HH03 OR 5B056HH05 OR 5B109QA* OR 5B109RD02 OR 5B109RD03 OR 5B091* OR 5B075NK3* OR 5B075PP04 OR 5B075PP24 OR 5B075PP25 OR 5B075QP* OR 5B075QT04 OR 5B075QT05 OR 5B064* OR 5L049DD04 OR 5J070BF16 OR 5B078* OR 5B048DD12 OR 5K030KA07 OR 5K030KA18 OR 5K030KA20 OR 5C164PA43 OR 5C164YA12 OR 5C087GG02 OR 3D241AF05 OR 3D241AF07 OR 3D241BA* OR 3D241CE05 OR 3D241CE06 OR 3D241CE08 OR 3D241CE10 OR 3C707KT11 OR 3C707 LW1* OR 4C117XJ31 OR 4C117XK11 OR 3G301ND2* OR 3G301ND3* OR 3G301ND43 OR 3J552TA11 OR 3J552TA12 OR 3J552TA18 OR 3J552TA19 OR 3J552TA20)) AND CTB=(CLUSTERING OR (COMPUT* CREATIVITY) OR (DESCRIPTIVE MODEL?) OR (INDUCTIVE REASONING) OR OVERFITTING OR (PREDICTIVE NEAR2 (ANALYTICS OR MODEL?)) OR (TARGET NEAR2 FUNCTION?) OR ((TEST OR TRAINING OR VALIDATION) ADJ2 DATA ADJ2 SET?) OR BACKPROPAGATION? OR SELF-LEARNING OR "SELF LEARNING" OR (OBJECTIVE FUNCTION?) OR (FEATURE? SELECTION) OR (EMBEDDING?) OR (ACTIVE LEARNING) OR (REGRESSION MODEL?) OR ((STOCHASTIC OR PROBABILIST*) ADJ3 (APPROACH* OR TECHNIQUE? OR METHOD? OR ALGORITHM?)) OR (RECOMMEND* SYSTEM?) OR ((TEXT OR SPEECH OR HAND WRITING OR FACIAL OR FACE? OR CHARACTER?) NEAR2 (ANALYSIS OR ANALYTIC? OR RECOGNITION)))));

O Núcleo de Inteligência em Propriedade Industrial (NIPI), instituído pela Portaria SEPEC/ME nº 4.426, de 22 de junho de 2021, tem como objetivo principal produzir e divulgar estudos a partir das bases de dados de propriedade industrial, para subsidiar o desenvolvimento de políticas de competitividade e produtividade.

