



**Mapeamento de tecnologias relacionadas à inteligência artificial com aplicação em aeronáutica, no Brasil e Suécia, através da análise do depósito de patentes no setor**

**2022**





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## **Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI**

**Presidente:** Claudio Vilar Furtado

## **Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados – DIRPA**

**Diretora:** Liane Elizabeth Caldeira Lage

## **Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT**

**Coordenador:** Alexandre Gomes Ciancio

## **Divisão de Estudos e Projetos- DIESP**

**Chefe:** Cristina d'Urso de Souza Mendes Santos





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## **Autores**

Irene von der Weid

DIESP/CEPIT/DIRPA

Monica R. Zimmerman

DIMEC/CGPAT IV/DIRPA

Alexandre G. Ciancio

CEPIT/DIRPA

## **Colaborador**

Andre Felipe Severino

DIESP/CEPIT/DIRPA





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## Ficha catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de Propriedade Intelectual e Inovação Economista  
Claudio Treiguer  
Bibliotecário Evanildo Vieira dos Santos - CRB7-4861

W417 Weid, Irene von der.

Mapeamento de tecnologias relacionadas à inteligência artificial com aplicação em Aeronáutica, no Brasil e Suécia, através da análise do depósito de patentes no setor. / Irene von der Weid, Monica R. Zimmerman e Alexandre G. Ciancio. Colaboração: Andre Felipe Severino. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil) – INPI, Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados – DIRPA, Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT e Divisão de Estudos e Projetos - DIESP, 2022.

Radar tecnológico, 62 p.; figs.

1. Informação tecnológica – Inteligência artificial. 2. Informação tecnológica - Aeronáutica – Brasil. 3. Informação tecnológica - Aeronáutica – Suécia. I. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil). II. Zimmerman, Monica R. II. Ciancio, Alexandre G. IV. Título.

CDU: 347.771:007.52+358.4 (81+485)

Permitida a reprodução, desde que citada a fonte.  
Todos os direitos reservados aos autores e editores da publicação.



# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## Sumário

Abreviaturas.....	7
1 Introdução.....	9
1.1 Grupo de Alto Nível Brasil-Suécia em Aeronáutica (GAN).....	9
1.2 O Setor de aeronáutica e o sistema de patentes .....	10
1.3 Inteligência Artificial (IA) .....	13
1.4 Inteligência Artificial aplicada ao setor de aeronáutica .	14
2 Objetivo do Estudo.....	17
3 Metodologia .....	18
3.1 Pedidos de patentes relacionadas à IA com aplicação no setor de aeronáutica depositados no Brasil .....	18
3.1.1 Levantamento dos pedidos de patente relacionados à IA .....	18
3.1.2 Identificação dos pedidos relacionados à IA com possível aplicação ao setor de aeronáutica .....	18
3.1.3 Validação da estratégia de busca proposta para identificar documentos de patente relacionados à IA com aplicação no setor de aeronáutica .....	19
3.1.4 Categorização dos documentos de patentes de acordo com as 3 dimensões da IA propostas pela OMPI. ....	21
3.1.5 Categorização dos pedidos de patente depositados no Brasil em relação a algumas das principais áreas de aplicação da IA na aviação .....	22
3.1.6 Análise do patenteamento no setor de aeronáutica no Brasil de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) das empresas .....	22
4 Resultados e Discussão .....	23
4.1 Documentos relacionados à IA aplicada ao setor de aeronáutica no Brasil .....	23
4.1.1 Validação da estratégia de busca.....	23





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

4.1.2	Análise do panorama dos pedidos depositados no Brasil .....	25
4.2	Documentos relacionados à IA aplicada ao setor de aeronáutica depositados na Suécia .....	39
4.3	Documentos de patentes relacionados à IA aplicada ao setor de aeronáutica depositados no Escritório Europeu de Patentes (EPO) que apresentam depositantes, inventores ou prioridade sueca. ....	42
5	Considerações Finais .....	46
6	Referências bibliográficas.....	51
	Anexo 1 .....	53
	Anexo 2 .....	58



# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## Abreviaturas

ATC - Controle de tráfego aéreo (do inglês *Air Traffic Control*)

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CPC - Classificação Cooperativa de Patentes (*Cooperative Patent Classification*)

DAI - Inteligência Artificial Distribuída (do inglês *Distributed Artificial Intelligence*)

ECAM - *Electronic Centralized Aircraft Monitor*

EICAS - *Engine Indicating and Crew Alerting System*

EP - Patente Europeia

EPC - *European Patent Convention*

EPO - Escritório Europeu de Patentes (*European Patent Office*)

EUA - Estados Unidos da América

F-terms - *File Forming Term*

FI - *File Index*

FURB - Fundação Universidade Regional de Blumenau

GAN - Grupo de Alto Nível Brasil-Suécia em Aeronáutica

HMI - Interface homem-máquina (do inglês *human machine interface*)

IA - Inteligência Artificial

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial

IPC - Classificação Internacional de Patentes (*International Patent Classification*)

IoT - Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things*)

IoTA - IoT aplicada ao sistema aeroespacial

KRR - Representação de conhecimento (do inglês *Knowledge Representation and Reasoning*)

NLP - Processamento de Linguagem natural (do inglês *Natural Language Processing*)



# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

OMPI – Organização Mundial da Propriedade Industrial

P, D & I - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PI - Propriedade Intelectual

PIB - Produto Interno Bruto

PF – Pessoa Física

PRV - Escritório Sueco de Propriedade Intelectual

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

UCS - Universidade de Caxias do Sul

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

USP – Universidade de São Paulo

UAV – Veículo Aéreo não Tripulado (do inglês *Unmanned Aerial Vehicle*)

VTOL – Decolagem e aterrissagem Vertical (do inglês *Vertical Take-Off and Landing*)





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## 1 Introdução

O presente estudo foi realizado no âmbito do GAN (Grupo de Alto Nível Brasil-Suécia em Aeronáutica), uma parceria que envolve governos, indústria e academia de ambos os países, visando a cooperação para o desenvolvimento tecnológico no setor. O INPI faz parte do comitê executivo do GAN desde 2020, tendo proposto realizar um mapeamento tecnológico através de levantamentos de documentos de patentes em áreas de interesse do GAN, considerando os pedidos depositados nestes dois países.

### 1.1 Grupo de Alto Nível Brasil-Suécia em Aeronáutica (GAN)

O GAN foi criado durante a reunião da Comissão Mista de Cooperação Econômica, Comercial e Tecnológica, ocorrida em 21/05/2015. O Grupo é coordenado pelo Secretário Executivo do então MDIC (atual Ministério da Economia) e pelo secretário de estado do *Ministry of Enterprise and Innovation* da Suécia.

A criação do GAN pode ser considerada um desdobramento da compra de 36 aviões de caça suecos realizada pelo Governo brasileiro. Uma das principais razões para a escolha da empresa sueca frente aos demais concorrentes foi a transferência de tecnologia e a possibilidade de inserção das empresas brasileiras na cadeia de fornecimento global da Saab, por meio da fabricação de alguns componentes do caça Gripen NG, proporcionando, ao Brasil, o acesso a novos mercados<sup>1</sup>.

A primeira reunião do GAN aconteceu em 19/10/2015. Em 2020, o INPI foi convidado a integrar o Comitê Executivo do GAN (CE-GAN), o que ocorreu a partir de outubro deste mesmo ano. Uma das atividades propostas para o INPI no âmbito do GAN foi apresentar um estudo de mapeamento tecnológico através de levantamento de documentos de patentes em áreas de interesse

<sup>1</sup> <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/noticias/mdic/competitividade-industrial/gan-brasil-suecia-em-aeronautica>





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

do GAN, sendo a Inteligência Artificial uma das áreas apontadas pelo grupo.

## 1.2 O Setor de Aeronáutica e o sistema de patentes

A indústria aeronáutica é um setor que abrange empresas governamentais ou privadas, cuja atividade é a pesquisa, desenvolvimento, fabricação, serviços e comercialização de aeronaves (aviões ou helicópteros) e seus componentes (aviônicos). Os produtos deste setor caracterizam-se por um alto conteúdo tecnológico, bem como alto valor agregado. A indústria aeronáutica faz parte de um setor mais abrangente, o da indústria aeroespacial, que envolve ainda o desenvolvimento de tecnologias ligadas a foguetes, satélites etc.

As Ciências Aeronáuticas constituem uma área tecnológica altamente estratégica tanto para o Brasil quanto para a Suécia. Se por um lado o Brasil é um dos quatro maiores produtores de aeronaves civis do mundo, a Suécia, por outro, é um produtor importante de aeronaves militares, bem como um fornecedor de componentes e tecnologia para montagens de aeronaves civis. Adicionalmente, é importante ressaltar que a Indústria Aeronáutica depende fortemente de tecnologias avançadas, com fortes efeitos indiretos estendidos não apenas às suas tecnologias centrais, mas também a toda uma gama de tecnologias, com características transversais, estendendo-se muito além da área aeronáutica, como, por exemplo, a indústria automotiva, TIC e muitas outras<sup>2</sup>.

As patentes são instrumentos importantes e estratégicos dentro do setor aeroespacial, podendo ser usadas para bloquear concorrentes, garantir liberdades de mercado, além de facilitar as parcerias comerciais e de pesquisa. Através do sistema de patentes os inventores podem garantir exclusividade de mercado para suas inovações por até vinte anos, criando uma vantagem competitiva duradoura. Ademais, as patentes podem ser usadas

<sup>2</sup> <https://www.cisb.org.br/images/pdf/Folder%20-%20Cooperation%20Brazil-Sweden%20in%20Aeronautics%20and%20Defence.pdf?msckid=766f462db9b911ecbc66e7d0026a5801>





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

por governos e tomadores de decisão como indicadores de inovação e sucesso no setor.

O papel das patentes na história da aviação revela três importantes estágios de desenvolvimento: os primeiros anos de colaboração aberta, seguidos pelo surgimento de uma nova indústria e, finalmente, os anos de guerra. Cada uma dessas etapas proporcionou um cenário e dinâmica de inovação diferentes entre os inventores, as instituições acadêmicas, os governos e o ambiente econômico. Hamdan-Livramento (2018) discorre sobre o papel decisivo que governos tiveram no desenvolvimento das aeronaves, particularmente durante as duas guerras mundiais, uma vez que as aeronaves eram tidas como armas estratégicas, de modo que seu desenvolvimento rapidamente se tornou prioridade. No entanto, à medida que os aviões se tornaram mais complexos, o ecossistema de inovação do setor também evoluiu. As cadeias de suprimentos tornaram-se cada vez mais complexas, exigindo maior foco na coordenação da integração de muitas tecnologias diferentes de maneira otimizada e econômica, envolvendo uma estreita colaboração com uma série de fornecedores de tecnologia.

Historicamente, as organizações aeroespaciais tendiam a proteger a Propriedade Intelectual (PI) por meio de segredos comerciais, *know-how* e acordos comerciais. Isso vem mudando nas últimas décadas, à medida que as patentes aeroespaciais internacionais viram uma taxa de crescimento crescente. Políticas nacionais, incentivos corporativos, novas tecnologias e mercados em amadurecimento foram os maiores impulsionadores para essa mudança<sup>3</sup>.

Também no Brasil, por algum tempo, a questão da apropriação de direitos por Propriedade Industrial ou o uso do Segredo Industrial foi discutida no Setor Aeronáutico, principalmente, devido ao desenvolvimento de aplicação militar. Hoje, porém, cada vez mais é consenso de que as demandas

<sup>3</sup> [https://www.ati.org.uk/wp-content/uploads/2021/08/insight\\_11-global-aerospace-patents-1.pdf](https://www.ati.org.uk/wp-content/uploads/2021/08/insight_11-global-aerospace-patents-1.pdf)





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

militares ocorrem de forma sazonal e que o uso dual é importante para a manutenção de fluxo econômico dessas empresas, com um crescimento de depósitos de patentes em detrimento à manutenção da tecnologia em Segredo Industrial.

Importante considerar que o sistema de patentes apresenta pequenas nuances nos diferentes países, sendo possível para os depositantes considerar diferentes rotas e estratégias de patenteamento de acordo com os mercados de interesse e com as legislações nacionais ou regionais, o que pode refletir no número de documentos identificados em cada escritório.

No caso dos países europeus, os depositantes podem realizar o depósito diretamente nos escritórios nacionais ou no Escritório Europeu de Patentes (EPO). As patentes europeias são concedidas através de um procedimento de análise centralizado no EPO, sendo, portanto, mais rápido e econômico do que realizar o depósito do pedido de patente em cada país onde se pretende proteger a invenção. Considerando que são 38 estados contratantes do EPO (entre eles a Suécia), faz sentido depositar um pedido de patente europeia em vez de pedidos nacionais quando a proteção é pretendida em pelo menos quatro países europeus. A patente europeia geralmente é concedida dentro de 3 a 4 anos após o depósito. No entanto, o procedimento europeu não substituiu os procedimentos nacionais de concessão, de modo que, uma vez publicada a concessão, a patente europeia deve ser validada em cada um dos estados designados dentro de um prazo específico para manter o seu efeito protetor. Os requerimentos de validação podem diferir de acordo com o país<sup>4</sup>.

Especificamente no caso da Suécia, uma tradução das reivindicações para o sueco ou para o inglês deve ser fornecida nas condições previstas no Art. 65(1) EPC<sup>5</sup>. A Patente sueca é então publicada com o *kind code* T3 pelo Escritório Sueco de

<sup>4</sup> <https://www.epo.org/applying/european/Guide-for-applicants.html>

<sup>5</sup> <https://www.epo.org/law-practice/legal-texts/html/natlaw/en/iv/se.htm> e <https://www.prv.se/en/patents/applying-for-a-patent/international-protection/european-patent-applications/validation-of-european-patents/typical-examples-of-validation/>





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

Propriedade Intelectual (PRV), que corresponde à publicação da tradução da patente EP.

Alguns estudos discutem o papel da Propriedade intelectual, das patentes e inovação no setor de aeronáutica (Mccarville, 2012), ou apresentam mapeamentos de patentes no setor aeroespacial nos últimos anos, como o relatório do Aerospace Technology Institute (2019) que discute a maturidade tecnológica e os novos mercados e avanços tecnológicos, como fatores-chave para o aumento da atividade de depósito de patentes, identificando também os novos conceitos de aeronaves de decolagem e pouso vertical (VTOL) e tecnologias de eletrificação, como os que têm se tornando mais prevalentes, sinalizando potencial disruptivo destas tecnologias.

### 1.3 Inteligência Artificial (IA)

No caso específico da Inteligência Artificial (IA), 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 que 85% das interações com clientes poderão passar a ser gerenciadas sem humanos (OECD, 2020). As aplicações da IA 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).

Um estudo recente da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, 2019) apresenta um panorama mundial do patenteamento em tecnologias relacionadas a IA, onde foi demonstrado que muitas destas tecnologias podem ser utilizadas em diferentes setores. O setor de transporte se destaca não apenas nos resultados gerais, mas também aparece entre os campos que apresentam as maiores taxas de crescimento nos pedidos de patentes relacionados à IA, com um crescimento anual de 33% entre 2013 e 2016. Dentro da categoria de transporte cresceram rapidamente as subcategorias aeroespacial/aviônicos (crescimento anual de 67%) e veículos autônomos (42%). O





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

*boom* das tecnologias de transporte também foi evidenciado pela análise das tendências no período de 2006 a 2016: representando apenas 20% dos pedidos em 2006 e chegando a um terço dos pedidos em 2016.

Um mapeamento tecnológico do setor de Inteligência Artificial através das patentes depositadas no Brasil foi apresentado no Radar Tecnológico publicado pelo INPI em 2020 (von der Weid & Villa verde, 2020). Neste estudo foi demonstrado que, também no Brasil, o campo de aplicação de IA com maior número de depósitos de pedidos de patente era o de Transportes, e que a Boeing figurava como a sexta maior depositante de pedidos relacionados à IA no país.

### 1.4 Inteligência Artificial aplicada ao setor de Aeronáutica

A Inteligência Artificial e as tecnologias de cognição que processam e interpretam uma grande quantidade de dados (*Big Data*) já fazem parte de diversas rotinas na aviação, sendo constantemente adotada em uma infinidade de produtos e serviços comerciais, empurrando os limites da automação.

Uma vez que a automação em aviação já é bastante conhecida (como, por exemplo, sistemas de ECAM (Eletronic Centralized Aircraft Monitor)/ EICAS (Engine Indicating and Crew Alerting System<sup>6</sup>), piloto automático etc.), devemos fazer aqui uma distinção entre automação e inteligência artificial de modo a entender como essa fronteira tecnológica se separa da tecnologia já em uso. Enquanto que a automação opera com pouca ou nenhuma iteração humana com base em alguns padrões específicos para desempenhar tarefas repetitivas, a IA pode ser definida como uma coleção de várias tecnologias diferentes que permitem que a máquina opere em um nível de inteligência equivalente ao humano. Esse processo requer aprendizado a partir de experiências passadas e autocorreção, permitindo rápida tomada de decisões. Assim, podemos dizer que a IA se baseia em

<sup>6</sup> Painel de monitoramento acoplados a sistemas de diagnósticos





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

tarefas não repetitivas, envolvendo aprendizado a partir do processamento e interpretação de uma grande quantidade de dados, além interações com humanos.

No setor de aeronáutica, por exemplo, a IA têm sido aplicada em diferentes domínios, desde a otimização da operação, incluindo manufatura de aeronaves, manutenção preditiva, segurança, experiência de usuários e gerenciamento de receitas, até aviões totalmente autônomos<sup>7</sup>. O sistema de transporte aéreo enfrenta vários desafios para os quais a IA pode oferecer oportunidades, como: aumento dos volumes de tráfego aéreo, padrões ambientais mais rigorosos, crescente complexidade dos sistemas e maior foco na competitividade.

Assim, a IA pode estar integrada a sistemas críticos de forma a tornar as aeronaves cada vez mais independentes. Equipamentos com essas habilidades aprenderão a reagir às diferentes situações que enfrentam. Como exemplo desta aplicação temos os sistemas baseados em IA para gerenciar o tráfego aéreo incorporados aos aeroportos, capazes de lidar com grandes volumes de dados, compreender o contexto e minimizar o tempo de tomada de decisão.

Uma das vertentes da IA, a Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*), é um conceito que se refere aos objetos que estão conectados à rede. As utilidades principais são a automação e o acesso remoto, além da coleta de dados. É com os dados gerados por objetos conectados à internet que os algoritmos possibilitam que as máquinas aprendam e possam funcionar de maneira autônoma. Da mesma forma, a IoT utiliza a IA para analisar os dados coletados.

A IoT aplicada ao sistema aeroespacial (IoTA) pode ser definida como sistemas de aeronaves com dispositivos de computação embutidos que podem se comunicar com outros dispositivos por meio de uma rede determinística segura, e assim tomar decisões com base em "Inteligência de Enxame" (*Swarm*

---

<sup>7</sup> <https://www.whatnextglobal.com/post/artificial-intelligence-in-aviation>



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

*Intelligence*), funcionando de forma auto-organizada e descentralizada. Ramaligam *et al.* (2017) analisaram o potencial da IoTA, identificando mais de 20 características relevantes de IoT aplicadas no setor, os níveis de maturidade destas tecnologias e o possível impacto para o sistema aeroespacial.

A Robótica é outra aplicação funcional da IA que vem crescendo nos últimos anos nos setores aeroespacial, defesa e segurança. Os robôs tornaram-se progressivamente mais baratos, mais inteligentes, mais flexíveis e mais fáceis de treinar. O sítio de internet da *Airforce Technology*<sup>8</sup> apresenta um painel com dados e informações sobre robótica nos setores aeroespacial, defesa e segurança, incluindo dados de depósitos de patente nos últimos 20 anos.

---

<sup>8</sup> <https://www.airforce-technology.com/robotics-in-aerospace-defence-security/>



# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## 2 Objetivo do Estudo

Considerando a relevância da IA para o setor de aeronáutica e a participação do INPI no GAN, o objetivo deste radar tecnológico é apresentar um mapeamento da aplicação da IA no setor de aeronáutica a partir de um retrato do depósito de pedidos de patentes nos últimos 20 anos, no Brasil e na Suécia, de modo a melhor compreender o panorama de tecnologias e atores envolvidos no desenvolvimento de inovação neste setor. Considerando ainda que a Suécia é estado membro do Escritório Europeu de Patentes (EPO), e que o depósito de pedidos de patentes no EPO é uma via bastante comum, utilizada principalmente pelas grandes empresas que atuam em mercados internacionais, foi avaliado também o perfil de depósito de pedidos de patente no EPO, cujo desenvolvimento tecnológico teria origem na Suécia.

Assim, foi possível (i) analisar o panorama de patenteamento de tecnologias que utilizam IA com aplicação em aeronáutica no Brasil e (ii) analisar o desenvolvimento tecnológico neste setor por depositantes Brasileiros e Suecos.





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## 3 Metodologia

### 3.1 Pedidos de patentes relacionadas à IA com aplicação no setor de aeronáutica depositados no Brasil

#### 3.1.1 Levantamento dos pedidos de patente relacionados à IA

O primeiro passo para obter as amostras a serem estudadas foi identificar os pedidos de patente e as patentes relacionados às tecnologias envolvendo Inteligência Artificial (IA) depositados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial Brasileiro (INPI), no Escritório Sueco de Propriedade Intelectual (PRV) e no Escritório Europeu de Patentes (EPO). Para este levantamento foi utilizada a metodologia descrita no estudo publicado pela OMPI em 2019 sobre o tema. Neste estudo, a estratégia proposta utiliza, como parâmetros de busca dos documentos de patente, diferentes códigos de classificação de tecnologias, 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 Anexo 1. Os levantamentos dos pedidos de patentes depositados no Brasil, na Suécia e no EPO foram realizados utilizando a base Derwent Innovation®, tendo em vista que esta contempla todos os parâmetros utilizados na estratégia proposta pela OMPI, além de permitir o uso de palavras-chave em inglês, uma vez que as terminologias de IA nem sempre possuem tradução apropriada para o português ou outras línguas. Adicionalmente, foi aplicada como restrição temporal para o levantamento das amostras os pedidos com ano de depósito a partir de 2000.

#### 3.1.2 Identificação dos pedidos relacionados à IA com possível aplicação ao setor de Aeronáutica

O segundo passo foi identificar, no conjunto de pedidos relacionados à IA, aqueles que teriam aplicação no setor de aeronáutica. A partir das amostras levantadas no item anterior





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

(3.1.1), relativas aos documentos depositados no Brasil e Suécia, foi realizada a verificação do enquadramento destes pedidos de patente contendo técnicas de IA no setor de aeronáutica. Considerando o baixo número de pedidos encontrados no escritório sueco, foi feita uma busca complementar dos pedidos de origem sueca depositados no EPO, considerando que esta pode ser uma via preferencial de depósito, principalmente para pedidos de origem sueca.

Para esta etapa foram utilizadas três estratégias de busca, a saber:

- (i) foram identificadas as classificações IPCs e CPCs que teriam relação direta com o setor de aeronáutica;
- (ii) foram definidas palavras-chave e expressões específicas e/ou relacionadas ao setor de aeronáutica; e
- (iii) foram identificadas as principais empresas do setor de aeronáutica que poderiam figurar como depositantes dos pedidos de patente, sejam elas brasileiras, suecas ou multinacionais.

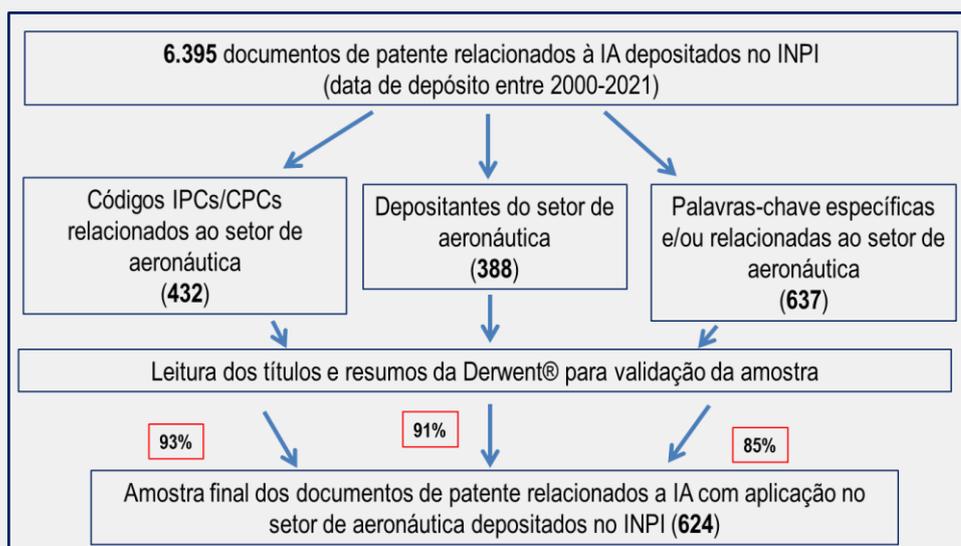
As listas de classificações, palavras-chave e empresas utilizadas na estratégia podem ser encontradas no Anexo 2.

### **3.1.3 Validação da Estratégia de busca proposta para identificar documentos de patente relacionados à IA com aplicação no setor de aeronáutica**

Para a validação da estratégia de busca empregada foi utilizada a amostra de documentos depositados no INPI. A validação dos três subconjuntos de dados gerados a partir do item 3.1.2 (classificação, empresas e palavras-chave - ver Figura 1) foi realizada manualmente, através da leitura dos títulos e/ou



resumos DWPI<sup>9</sup> dos documentos. Foram excluídos aqueles que não se referiam ao setor de aeronáutica e posteriormente os subconjuntos foram unidos, sendo as duplicatas removidas. Uma vez validada a metodologia, o mesmo procedimento foi realizado para as amostras de pedidos depositados na Suécia e no EPO, dando origem às 3 amostras analisadas neste radar tecnológico – documentos de patente referentes à IA com possível aplicação à aeronáutica depositados no INPI, no PRV e no EPO. A Figura 1 apresenta um esquema que indica como as amostras de pedidos de patente obtidas foram construídas, sendo exemplificada pela amostra de pedidos depositados no INPI (as amostras do PRV e do EPO foram obtidas utilizando os mesmos passos e critérios).



**FIGURA 1. ESQUEMA DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA AMOSTRA DE DOCUMENTOS DE PATENTE DEPOSITADOS NO INPI RELACIONADOS À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COM POSSÍVEL APLICAÇÃO NO SETOR DE AERONÁUTICA**

<sup>9</sup> A base *Derwent Innovation* fornece os títulos e resumos dos documentos de patente reescritos por especialistas, de modo a tornar mais fácil a identificação e compreensão do objeto destes pedidos de patente.



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

### 3.1.4 Categorização dos documentos de patentes de acordo com as 3 dimensões da IA propostas pela OMPI.

Esta categorização dos documentos de patente tem como base o esquema sugerido pelo estudo da OMPI, que permite que as patentes relacionadas à IA sejam agrupadas em 3 dimensões:

**“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;

**“Aplicações Funcionais”**, que dizem respeito às funções humanas mimetizadas pela IA, como processamento da fala ou visão computacional, considerando que as mesmas podem ser realizadas usando uma ou mais técnicas de IA; e

**“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.

Para a categorização dos documentos de patentes nestas três dimensões, foram utilizadas adaptações dos *Thesaurus* propostos no estudo da OMPI, que se baseiam em Classificações (IPC e CPC) e palavras-chave (os *Thesaurus* podem ser encontrados no estudo publicado da OMPI, 2019). Estes “dicionários” buscam as palavras-chave nos títulos, resumos ou reivindicações dos pedidos, bem como as classificações atribuídas aos mesmos, relacionando assim cada pedido à uma ou mais dimensões/categorias de IA.





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

### 3.1.5 Categorização dos pedidos de patente depositados no Brasil em relação a algumas das principais áreas de aplicação da IA na aviação

Através da leitura dos títulos/resumos dos 624 documentos de patentes depositados no Brasil, estes foram categorizados de acordo com áreas de aplicação de IA em aviação ao qual se referiam. A saber foram identificados pedidos nas áreas de (1) Manutenção Preditiva de Aeronaves; (2) Otimização da eficiência de vôo; (3) Assistentes Virtuais de Pilotos; (4) Fabricação; (5) Serviços aeroportuários e (6) Decolagem e aterrissagem Vertical – (VTOL, do inglês *Vertical Take-Off and Landing*).

### 3.1.6 Análise do patenteamento no setor de aeronáutica no Brasil de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) das empresas

Para conhecer o universo dos pedidos de patente das empresas brasileiras do setor de aeronáutica, independentemente destes pedidos terem sistemas de Inteligência Artificial envolvidos, foram recuperados da base do INPI todos os pedidos de patentes depositados no INPI a partir do ano 2000 , cujas empresas depositantes estão classificadas nas CNAEs 30.41-5 (Fabricação de aeronaves), 30.42-3 (Fabricação de turbinas, motores e outros componentes e peças para aeronaves) e 33.16-3 (Manutenção e reparação de aeronaves).





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Documentos relacionados à IA aplicada ao setor de Aeronáutica no Brasil

A busca dos documentos de patentes relacionados à Inteligência Artificial depositados no INPI recuperou 6.395 famílias<sup>10</sup> de patentes DWPI. Foram realizadas então três novas buscas dentro deste conjunto de documentos conforme o item 3.1.2 e o esquema da Figura 1. Os três conjuntos de documentos foram analisados separadamente, através da leitura dos títulos e resumos, quanto a sua pertinência em relação ao setor aeroespacial. Em seguida os documentos foram reunidos em um único conjunto, considerado então a amostra do estudo, contendo 624 documentos de patentes relacionados à Inteligência Artificial com aplicação no setor aeroespacial depositados no Brasil entre os anos 2000 e 2021. Considerando a amostra inicial de documentos de patentes relacionados a IA depositados no Brasil, foi observado que cerca de 10% destes documentos apresentam possível aplicação no setor de aeronáutica.

#### 4.1.1 Validação da estratégia de busca

Nesta etapa, os títulos e eventualmente também os resumos dos documentos de cada bloco foram lidos de forma a validar a estratégia de busca utilizada, e após excluídos os documentos considerados não pertinentes ao setor, os 3 blocos foram unidos e as duplicatas removidas. Foi observado que, apesar da busca por palavras-chave recuperar um maior número de documentos, ela foi também menos assertiva (85% da amostra era efetivamente referente ao setor de aeronáutica). Por outro lado, as buscas utilizando classificação de patentes

---

<sup>10</sup> Família de patentes: Uma família de patentes é a coleção de documentos de patente relacionados à mesma invenção ou a invenções correlacionadas, publicados em diferentes países. Cada documento de patente da família baseia-se, normalmente, nos dados do primeiro pedido, depositado no país da prioridade. Cada registro na base *Derwent World Patents Index*® (DWPI) representa uma família de documentos de patentes.





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

(IPC/CPC) e depositantes do setor revelaram 93 e 91% de assertividade com o setor de aeronáutica, respectivamente.

Em relação aos documentos recuperados através da utilização de classificações IPC/CPC selecionadas para o setor aeroespacial foi observado que pelo menos 93% dos documentos eram referentes ao setor tecnológico estudado, tendo sido retirados apenas os documentos que se referiam especificamente a veículos terrestres, aquáticos ou submarinos, satélites para mapeamento de imagens e elevadores. Foram mantidos na amostra documentos relacionados a balões, quando os mesmos são utilizados para monitoramento, posicionamento e plataforma de rede de dados.

No que diz respeito aos pedidos de empresas relacionadas com o setor de aviação, foram recuperados 388 documentos a partir do nome do depositante (Figura 1). Após a leitura dos títulos/resumos, foram excluídos da amostra 9% dos documentos, sendo principalmente documentos da empresa General Electric (GE), relacionados a turbinas eólicas, quando não mencionado potencial aplicação no setor de aviação, como, por exemplo documentos referentes a "parques eólicos" (sistemas gerais de sensores/controladores de turbinas eólicas foram mantidos na amostra), sistemas de detecção de deterioração em ambientes de exploração de óleo e gás (quando mencionada a possível aplicação em sensoriamento de combustível para aeronaves os documentos foram mantidos na amostra), documentos de métodos de diagnóstico médico.

Foram mantidos na amostra os documentos de empresas ligadas ao setor aeronáutico ou espacial, mas que não eram específicos do setor aeronáutico, como, por exemplo, sistema de manufatura aditiva, e monitoramento de linhas de montagem, sensores e sistemas de monitoramento/navegação de veículos em geral e sistemas de captura de imagens, uma vez que na sua grande maioria citavam a possível aplicação no setor aeroespacial. Dentre as empresas com grande número de documentos de escopo mais amplo, temos a Boeing e empresas automotivas como a Nissan.





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

O grupo de documentos recuperados a partir de palavras-chave ou expressões relacionadas ao setor estudado foi o que gerou o maior número de documentos. No entanto, foi também onde houve maior “ruído” na busca, visto que 15% dos documentos não estavam diretamente relacionados com o setor de interesse. Dentre as palavras que trouxeram maior ruído para a amostra destacam-se “*simulator*”, “HMI (ou *human machine interface*)”, “*flying*” e “*flight*” (ver as palavras utilizadas no Anexo 2).

Assim, a amostra final de documentos relacionados à IA com aplicação no setor aeroespacial contém 624 documentos que foram analisados e discutidos a seguir.

### 4.1.2 Análise do panorama dos pedidos depositados no Brasil

Conforme apresentado na metodologia, foram analisados os pedidos de patentes com data de depósito entre os anos 2000 e 2021. A Figura 2 apresenta a análise do crescimento do número de depósitos de patentes no setor. Os dados dos pedidos depositados nos anos de 2020/2021 não foram incluídos na figura uma vez que, devido ao período de sigilo dado pelo sistema de patentes (18 meses até que o mesmo seja publicado, a menos que seja solicitada a publicação antecipada pelo depositante), os pedidos depositados nos últimos anos na sua grande maioria não puderam ser recuperados na busca, podendo dar uma falsa sensação de queda no número de depósitos.





**FIGURA 2. DISTRIBUIÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTE RELACIONADOS À IA COM APLICAÇÃO NO SETOR AERONÁUTICO DE ACORDO COM O ANO DE DEPÓSITOS DESTES PEDIDOS**

O primeiro grande salto no número de depósito de patentes relacionadas a IA no mundo ocorre em 2011, sendo que patenteamento de tecnologias envolvendo técnicas de “aprendizado profundo” (*deep learning*) cresceu exponencialmente a partir de 2013, chegando a bater 175% entre 2013-2016<sup>11</sup>. Deste modo, o pico de depósitos observados no Brasil a partir de 2013 acompanha os dados de patenteamento no mundo de tecnologias relacionadas à IA no mesmo período.

A Figura 3 apresenta os depositantes com mais de 10 pedidos de patente relacionados a IA com aplicação no setor aeronáutico depositados no INPI. Os dados apresentados são aqueles constantes da base de dados nacional.

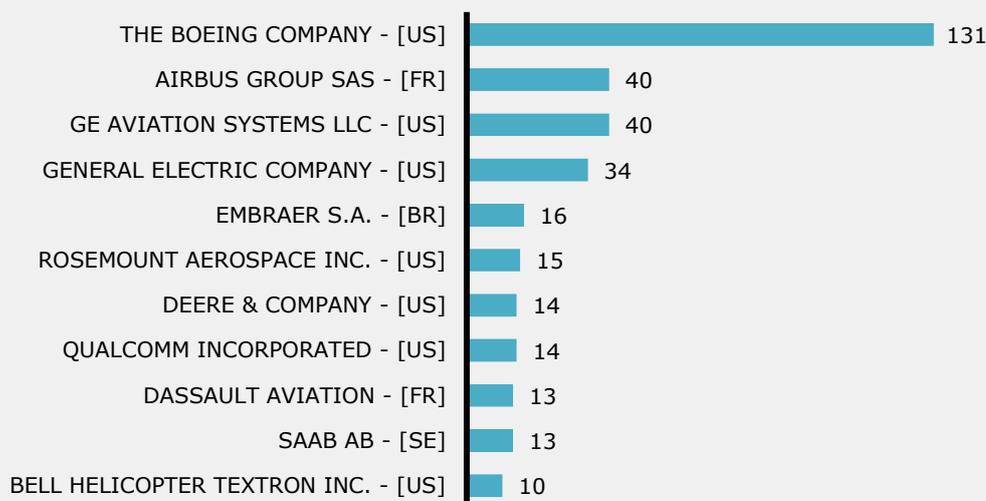
O maior depositante é a Boeing, com 131 pedidos de patente, o que corresponde a cerca de 20% da amostra total. A segunda posição entre os maiores depositantes é dividida pelo grupo francês da Airbus e a GE Aviation Systems, com 40 pedidos de patente cada um. Cabe lembrar que subsidiárias de empresas localizadas em países diferentes não foram consideradas como mesmo depositante. O único depositante nacional a figurar na

<sup>11</sup> [https://www.wipo.int/tech\\_trends/en/artificial\\_intelligence/story.html](https://www.wipo.int/tech_trends/en/artificial_intelligence/story.html)



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

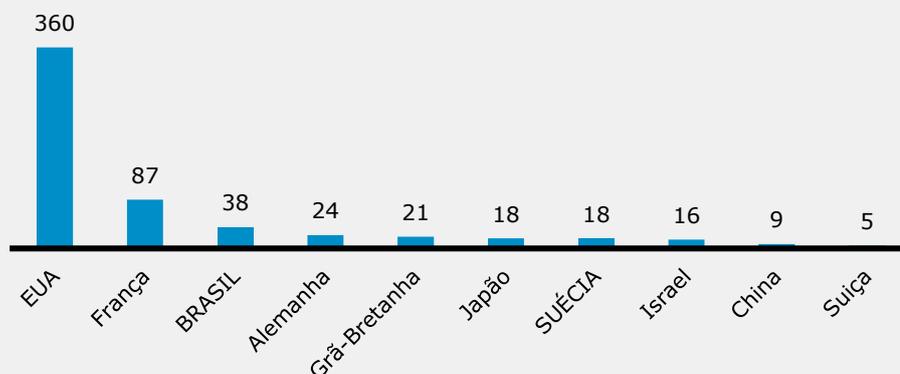
lista dos maiores depositantes do setor é a Embraer, com 16 documentos de patente envolvendo inteligência artificial com aplicação no setor aeronáutico, ocupando a quinta posição no ranking de maiores depositantes.



**FIGURA 3. NÚMERO DE PEDIDOS DE PATENTES DEPOSITADOS NO INPI PELOS MAIORES DEPOSITANTES DE TECNOLOGIAS RELACIONADAS À IA COM APLICAÇÃO NO SETOR DE AERONÁUTICA**

Para conhecer a origem das tecnologias que pleiteiam proteção por patentes no Brasil foi realizada a análise do perfil de país dos depositantes, de acordo com os dados obtidos a partir da base do INPI, que está apresentada na Figura 4, onde se observa que cerca de 57% dos pedidos da amostra são de depositantes dos Estados Unidos da América (EUA), seguidos pelos pedidos de depositantes franceses e dos depositantes nacionais, com 87 e 38 documentos de patente depositados, respectivamente. A Suécia aparece na 7ª posição, com 18 documentos, atrás ainda da Alemanha, Grã-Bretanha e Japão.





**FIGURA 4. DISTRIBUIÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À IA COM APLICAÇÃO NO SETOR DE AERONÁUTICA DE ACORDO COM O PAÍS DOS DEPOSITANTES.**

Com o objetivo de identificar os principais atores e tecnologias desenvolvidas pelos depositantes residentes foi realizado um recorte da amostra. Dentre os 38 documentos de patente de origem nacional (ver Figura 4), 23 pertencem à empresas residentes, sendo 16 depositados pela Embraer e outros 7 pedidos depositados pelas empresas Adroit Robotics Sistemas Inteligentes LTDA, Gol Linhas Aéreas S.A, NCB Sistemas Embarcados Eireli EPP, Perfect Flight Assessoria e Controle de pulverização LTDA, Perkons S.A., Skydrones Tecnologia Aviônica LTDA e Sigma Instrumentos Ltda (em parceria com a UFMG). Foi identificado apenas um pedido para cada uma destas empresas. Dentre os pedidos da Embraer, 3 são em parceria com a Empresa Paulista Yaborã Indústria Aeronáutica S.A e 2 são em parcerias com institutos de pesquisa, sendo um com a USP e a universidade de São Carlos, e o outro com o SENAI da Bahia.

Cinco pedidos são de universidades ou institutos de pesquisa: dois deles em parceria com a Embraer; um pedido da UFMG em parceria com a Sigma Instrumentos Ltda (conforme discutido acima); um pedido cujo depositante é a Universidade de Caxias do Sul (UCS); e uma parceria da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. Adicionalmente,

identificamos que treze pedidos de patentes pertencem a pessoas físicas (PF), sendo que um dos depositantes possui 3 pedidos (todos relacionados à sensores para drones e *Unmanned Aerial Vehicle* - UAV). Além deste depositante PF, da Embraer e da Yaborã Indústria Aeronáutica S.A (pedidos todos em cotitularidade com a Embraer), nenhum outro residente depositou mais de um pedido de patente. A distribuição dos pedidos de patente de origem nacional, de acordo com a natureza jurídica dos depositantes, é apresentada na Figura 5.



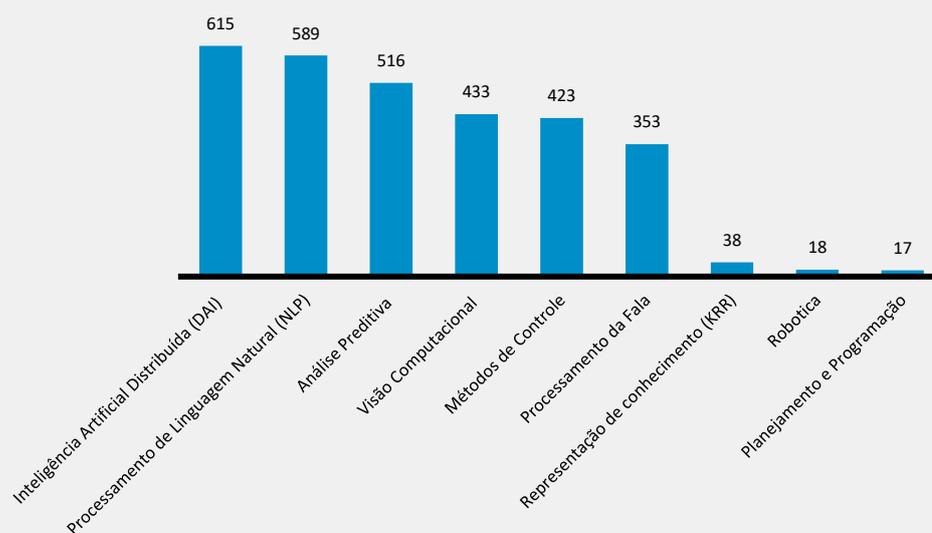
**FIGURA 5. DISTRIBUIÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTES DO SETOR DE AERONÁUTICA CONTENDO TECNOLOGIA RELACIONADA À IA DEPOSITADOS NO INPI POR RESIDENTES DE ACORDO COM A NATUREZA JURÍDICA DOS DEPOSITANTES**

Em relação aos 18 pedidos de patente de origem sueca depositados no INPI (ver Figura 4), foram identificados 13 documentos da Saab, 2 da Scania, 2 da Volvo e 1 da Bae Systems.

Conforme descrito no item 3.3 da metodologia, o estudo da OMPI enxerga os documentos de patentes relacionados à IA de acordo com o que eles chamam de 3 dimensões da IA, a saber (i)

**Aplicações funcionais**, (ii) **Campos de aplicação** e (iii) **Técnicas em IA** (entendidas como tecnologias “core” da IA). Assim, os pedidos analisados neste estudo foram também submetidos ao esquema de categorização proposto pela OMPI para as 3 dimensões da IA.

Em relação aos documentos depositados no Brasil, 99% da amostra pôde ser enquadrada na dimensão “Aplicações Funcionais” proposta pela OMPI. Estes pedidos foram distribuídos em 10 categorias, conforme apresentado na Figura 6. É importante notar que um mesmo documento pode ser atribuído a mais de uma categoria de aplicação funcional.



**FIGURA 6. CATEGORIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE PATENTE DA AMOSTRA DE PEDIDOS RELACIONADOS À IA COM APLICAÇÃO NO SETOR DE AERONÁUTICA DE ACORDO COM AS SUAS APLICAÇÕES FUNCIONAIS**

Outra forma de categorizar os documentos proposta pela OMPI é de acordo com a dimensão “Campos de Aplicação” das tecnologias apresentadas. Assim como acontece com as aplicações funcionais, também podemos ter um mesmo documento de patente atribuído a mais de um campo de aplicação. Assim, 99% da amostra também pode ser enquadrada nesta dimensão. Estes documentos foram categorizados em 20





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

diferentes campos de aplicação conforme apresentado na Figura 7.

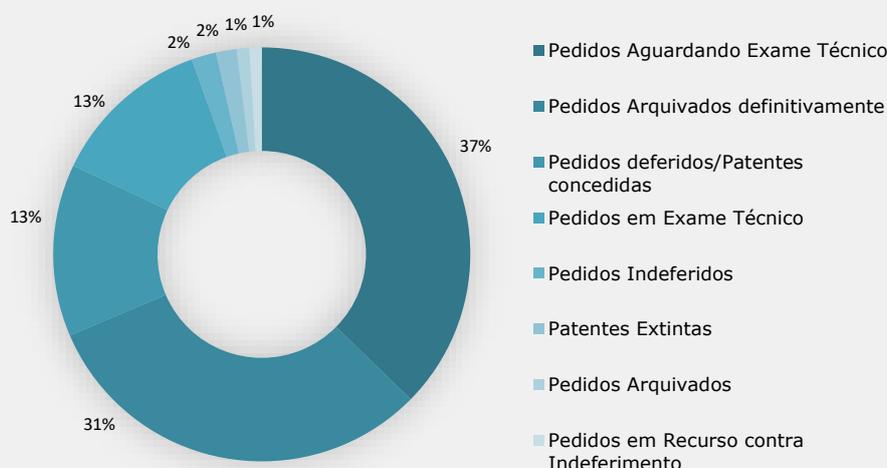


**FIGURA 7. CATEGORIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE PATENTE DA AMOSTRA DE PEDIDOS RELACIONADOS À IA COM APLICAÇÃO NO SETOR DE AERONÁUTICA DE ACORDO COM SEUS CAMPOS DE APLICAÇÃO**

Já em relação aos documentos que se referem essencialmente às tecnologias “core” (ou núcleo), apenas 151 documentos (24%) foram identificados na amostra de pedidos depositados no Brasil, utilizando a metodologia proposta pela

OMPI, sendo 147 identificados como técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*), 5 de lógica difusa (lógica *Fuzzy*) e 1 de Programação Lógica.

A Figura 8 apresenta a análise do andamento destes 624 pedidos no INPI, tendo sido identificado pouco mais de 1/3 que ainda aguarda o início do exame técnico, outro 1/3 são pedidos arquivados definitivamente ou patentes já extintas, enquanto que 13% são pedidos deferidos/patentes concedidas (o *status* de cada pedido na época do estudo pode ser observado na planilha Excel do Anexo 3, ou por busca atualizada no site do INPI). Foram identificados ainda 5 pedidos que utilizaram um dos programas de trâmite prioritário do INPI, sendo dois deles de depositantes residentes (NCB Sistemas Embarcados Eireli EPP e Perfect Flight Assessoria e Controle de Pulverização LTDA).

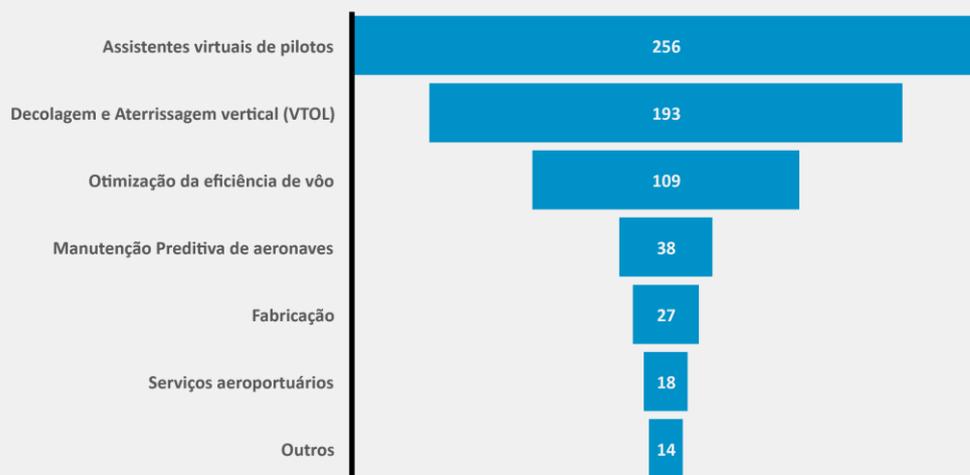


**FIGURA 8. REPRESENTAÇÃO DO ANDAMENTO PROCESSUAL DOS PEDIDOS DE PATENTES NO INPI RELACIONADOS À IA COM APLICAÇÃO NO SETOR DE AERONÁUTICA (EM DEZEMBRO 2021)**

Como discutido anteriormente, a Inteligência Artificial pode estar aplicada no setor de aviação em vários segmentos diferentes, tanto em relação aos equipamentos, como também em relação aos serviços prestados. Como exemplo, podemos citar

que a IA pode atuar de modo a facilitar a análise e otimizar o desempenho do voo, otimizar a manutenção de equipamentos, melhorar rotas e interagir com o piloto e passageiros de aeronaves. Assim, a IA é capaz de promover benefícios como segurança de voo, ganhos no consumo de combustível e um maior conforto da tripulação. De uma forma ainda mais ampla, a IA pode melhorar uma série de serviços como o atendimento ao cliente, o gerenciamento de bagagens e emissão de passagens.

Os pedidos depositados no INPI foram ainda categorizados de acordo com algumas das principais áreas de aplicação da IA em aviação, conforme o item 3.1.5. A Figura 9 apresenta as tecnologias relacionadas à “assistentes virtuais de pilotos”, “VTOL” e “Otimização da eficiência de vôo” como as que aparecem na maior parte dos pedidos depositados no Brasil.



**FIGURA 9. CATEGORIZAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE PATENTES DEPOSITADOS NO INPI DE ACORDO COM AS PRICIPAIS ÁREAS DE APLICAÇÃO DA IA NO SETOR DE AERONÁUTICA**

A categoria de aplicação denominada “Assistentes Virtuais de Pilotos” trata de uma aplicação para melhorar a produtividade e eficiência dos pilotos. É uma categoria de interação humana com IA que figura entre as mais relevantes e aqui se destaca em particular a reprodução de *landscapes* para visualização e a



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

redução de tarefas repetitivas como trocar os canais de rádio, ler previsão do tempo e fornecer a informação sobre a posição da aeronave. Particularmente sobre “aeronave autônoma”, a análise dos pedidos encontrados mostra que a Airbus por exemplo, tem tomado iniciativas para essa aplicação no taxiamento, decolagem e aterrissagem empregando um sistema autônomo de visão. A categoria de assistentes virtuais foi estendida para a cabine com a aplicação desse conceito para facilitar e tornar mais eficiente o atendimento ao passageiro e as demais tarefas dos comissários de bordo.

A categoria denominada “VTOL (*Vertical Take-off and Landing*)” compreende os veículos aéreos capazes de efetuar a decolagem e pouso verticais, tripulados ou não tripulados (também denominados drones), satélites e foguetes.

A categoria que trata da “Otimização da eficiência de vôo” se refere à aplicação da IA com o intuito de otimizar a utilização de combustível pela aeronave com base em um algoritmo que coleta e analisa parâmetros que impactam a eficiência de voo, como distância da rota e altitude, tipo de aeronave, peso e condições meteorológicas. Esses dados impactam a otimização da eficiência de voo de modo que a IA permite que as tomadas de decisão sejam efetuadas com muito mais subsídio e em tempo real.

A categoria que se refere a “Manutenção Preditiva de Aeronaves”, é uma área relevante da *análise preditiva*, aplicada ao suporte técnico da frota em terra. A sistemática compreende a coleta de uma vasta quantidade de dados em tempo real, processando e guardando estes dados no servidor de nuvem. A manutenção ocorre por horas (planejada) ou mal funcionamento/falhas (não planejada) e o tratamento de dados em tempo real pode facilitar e otimizar o trabalho em terra das equipes que atendem a frota de aeronaves em uso das companhias aéreas. Uma outra área nessa categoria seria a *análise de imagens* de inspeções cujo exemplo seria a inspeção da asa que ocorre em alguns intervalos de vôo que pode ser





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

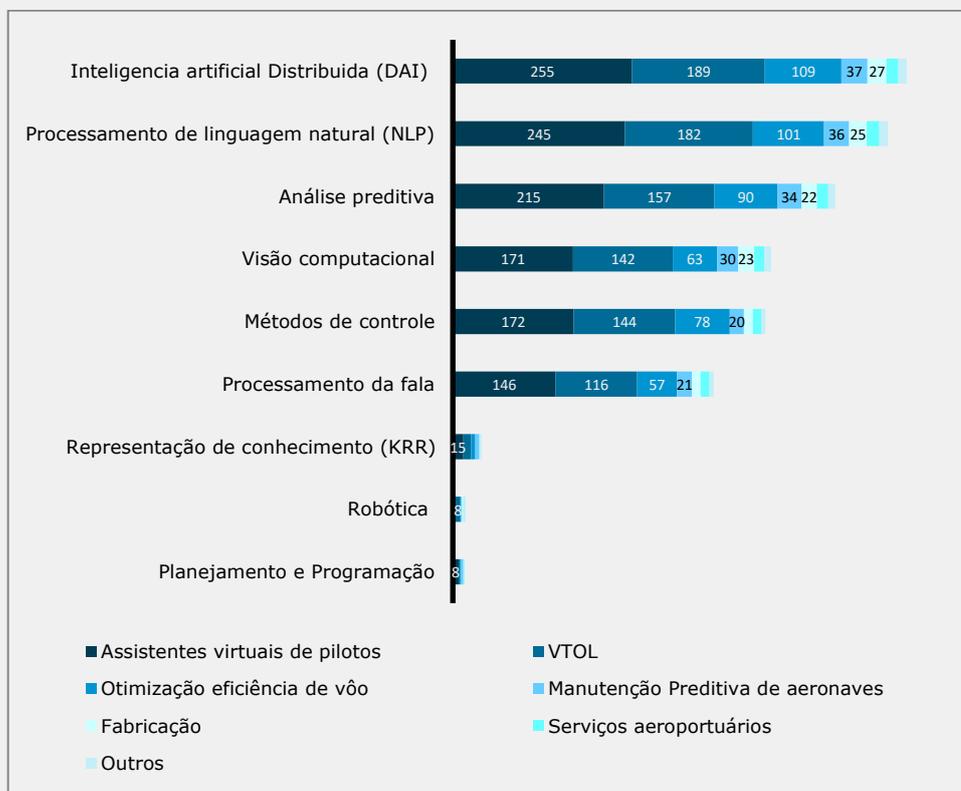
visualizada da cabine, ou ainda a inspeção visual das palhetas/pás das turbinas que ocorrem em intervalo de horas preestabelecidos.

A categoria de “Fabricação” refere-se a pedidos de patente relacionados ao processo fabricação de aeronaves. Na aviação comercial é um processo que requer planejamento de longo prazo, muito caro e cujos erros podem ter consequências tremendas. No caso de controle de qualidade, a automação é aplicada com a ajuda de uma solução autônoma de IA, no qual a testagem automática com a ajuda de tecnologias envolvendo aprendizado de máquina (*machine learning*) é capaz de aumentar a taxa de detecção de defeitos em quase 90%. Uma outra área de fabricação seria o “Design Generativo” no qual a IA pode ser utilizada para criar peças de forma eficiente, mais rápida e mais leves na indústria aeronáutica, ao mesmo tempo que aplica maneiras inovativas de projetar essas peças.

A categoria de “Serviços” engloba desde a conferência de bagagens com a assistência de robôs e a ferramenta de reconhecimento facial, o que promoverá muita rapidez no processo de *check-in*, até a utilização de máquinas de recomendação, que analisam dados históricos dos passageiros como reservas do passado, técnicas de rastreamento de comportamento etc.

Foi contruída uma matriz de correlação entre as 7 categorias de aplicação da IA em aviação com as aplicações funcionais da IA, apresentada na Figura 10.





**FIGURA 10. CORRELAÇÃO ENTRE AS CATEGORIAS DE APLICAÇÃO DA IA EM AVIAÇÃO E AS APLICAÇÕES FUNCIONAIS DA IA**

Ainda em relação às categorias de aplicação da IA em aeronáutica, foram identificadas em quais as categorias os pedidos dos principais depositantes no Brasil se enquadravam. Esta análise é encontrada na

Figura 11, onde observamos uma concentração dos pedidos da Boeing, Airbus e GE Aviation em pedidos relacionados à assistentes virtuais de pilotos e otimização da eficiência de voo. Observa-se também que todos os pedidos da Qualcomm depositados no INPI no setor estudado tratam de VTOL, área também de interesse da Saab (cerca de 70% dos pedidos) de acordo com a categorização dos pedidos identificados na amostra estudada. Em relação à Embraer observamos uma maior concentração em pedidos relacionados à assistentes virtuais de pilotos.

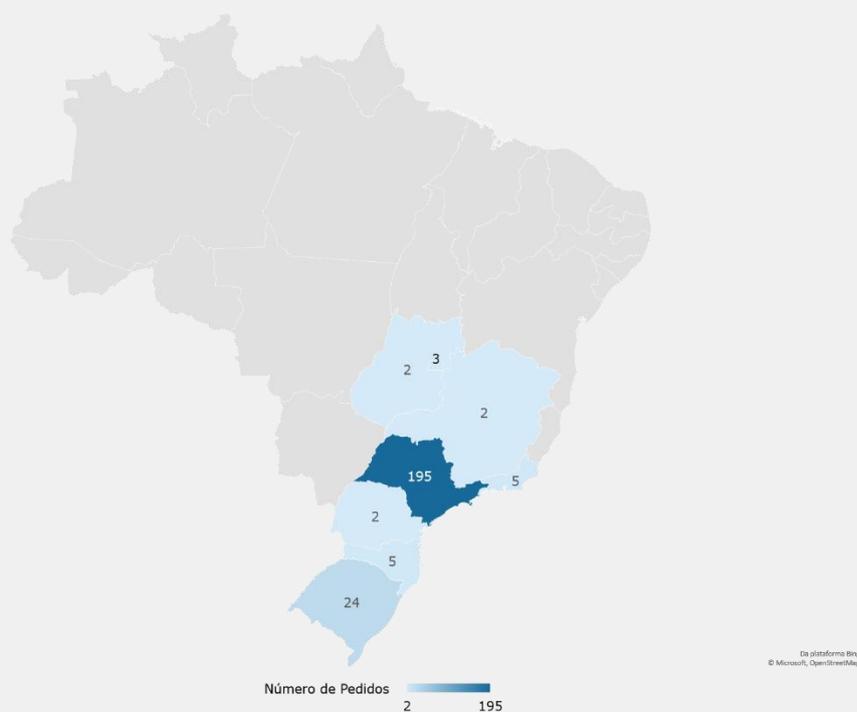
Total de Documentos		Assistentes virtuais de pilotos	Decolagem/Aterrissagem vertical (VTOL)	Otimização da eficiência de voo	Manutenção preditiva de aeronaves	Fabricação	Serviços aeroportuários	Outros
131	THE BOEING COMPANY - [US]	62	18	27	9	14	4	4
40	AIRBUS GROUP SAS - [FR]	28	2	13	1	1	1	
40	GE AVIATION SYSTEMS LLC - [US]	25	3	10	3	2	1	
34	GENERAL ELECTRIC COMPANY - [US]	10	2	8	4	4	2	4
16	EMBRAER S.A. - [BR]	10		6	2			
15	ROSEMOUNT AEROSPACE INC. - [US]	11		5				
14	DEERE & COMPANY - [US]	3	11					
14	QUALCOMM INCORPORATED - [US]		14					
13	DASSAULT AVIATION - [FR]	10		4	1			
13	SAAB AB - [SE]	3	9	1				
10	BELL HELICOPTER TEXTRON INC - [US]	5	2	2		2		

**FIGURA 11. DISTRIBUIÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTE DOS PRINCIPAIS DEPOSITANTES NO BRASIL NO SETOR ESTUDADO, DE ACORDO COM AS CATEGORIAS DE APLICAÇÃO DESTES PEDIDOS.**

Considerando que foram identificados apenas 38 pedidos de patente na amostra de pedidos depositados no Brasil por residentes relacionados à IA com aplicação no setor de aeronáutica, foi feita uma outra análise do setor, através da utilização dos códigos de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) dos depositantes nacionais. Esta análise tem como objetivo apresentar o panorama de depósito de patentes por residentes no setor de aeronáutica, quando desconsiderado envolvimento de tecnologias de inteligência artificial nos pedidos.

Foram identificados entre 2000 e 2021 um total de 238 pedidos de patentes depositados no INPI, cujos depositantes são empresas classificadas nas CNAEs 30.41-5 (Fabricação de aeronaves – 193 pedidos), 30.42-3 (Fabricação de turbinas, motores e outros componentes e peças para aeronaves – 214 pedidos) e 33.16-3 (Manutenção e reparação de aeronaves – 208 pedidos). Cabe lembrar que uma mesma empresa pode estar classificada em mais de uma CNAE, de modo que a soma dos números de pedidos por categoria CNAE da empresa não corresponde ao total de pedidos.

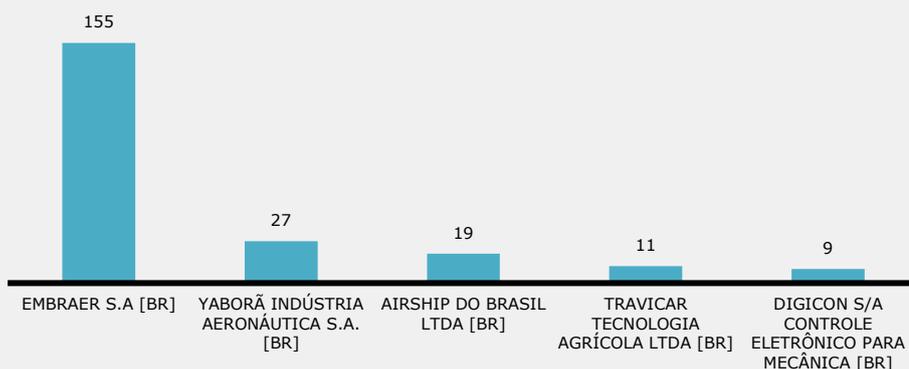
Quando analisamos o número de depósitos destas empresas por ano, verifica-se que, na primeira década analisada (entre 2000 e 2010), havia uma média de 4,8 pedidos depositados por ano, enquanto na segunda década (2011 a 2021), observa-se uma média de 18,1 pedidos depositados por ano, um aumento de quase 4 vezes. A grande maioria destes pedidos são de depositantes residentes da região Sudeste do Brasil (principalmente o estado de São Paulo), seguida pelas regiões Sul e Centro-oeste, como representado na Figura 12.



**FIGURA 12. NÚMERO DE PEDIDOS DE PATENTE DE EMPRESAS COM CNAE RELACIONADAS À AERONÁUTICA DE ACORDO COM A LOCALIZAÇÃO DOS DEPOSITANTES**

Quando consideramos as CNAEs dos depositantes residentes pertencentes ao setor de aeronáutica, o maior depositante de patentes no setor é sem dúvidas a Embraer, como demonstrado da Figura 13, com 155 pedidos de patentes depositados entre 2000-2021. Como visto na Figura 3, apenas 16

destes pedidos (cerca de 10%) correspondem a pedidos cujas tecnologias estão relacionadas ao uso de Inteligência Artificial.



**FIGURA 13. PRINCIPAIS DEPOSITANTES RESIDENTES NO SETOR DE AERONÁUTICA CONSIDERANDO A CNAE DAS EMPRESAS, INDEPENDENTEMENTE DE OS PEDIDOS TEREM RELAÇÃO COM TECNOLOGIAS ENVOLVENDO IA**

## 4.2 Documentos relacionados à IA aplicada ao setor de Aeronáutica depositados na Suécia

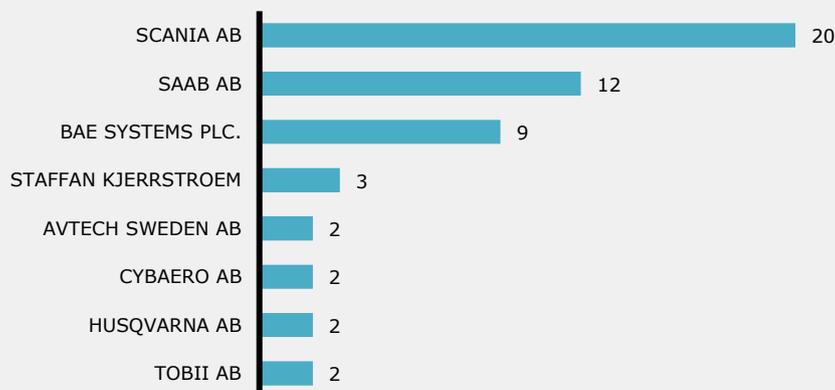
A mesma metodologia de recuperação de documentos utilizada para definir a amostra de documentos de patente relacionadas à IA depositados no Brasil foi aplicada aos pedidos depositados na Suécia. Assim, foram recuperados 988 documentos de patentes depositados na Suécia entre os anos 2000-2021, relacionados à IA. Quando utilizada a metodologia para identificar os pedidos dentro desta amostra, que estariam relacionados ao setor de aeronáutica (ver item 3.1.3 da metodologia), aplicando os *Thesaurus* de classificação, palavra-chave e empresas, foi obtida uma amostra de apenas 63 documentos que seriam relacionados à IA com aplicação para aviação. Destes, 62 tinham prioridade sueca e apenas 1 documento tinha prioridade estrangeira (US). Uma possível explicação para este baixo número seria o acesso que o depositante sueco tem ao Escritório Europeu de Patentes, escolhendo-o como escritório prioritário para exame de seus pedidos. Tal possibilidade motivou a análise conduzida na seção

4.3. Apesar do baixo quantitativo de pedidos encontrado no escritório sueco, observamos um aumento no número de depósitos a partir de 2017, apresentado na Figura 14, onde são apresentados também os dados de depósito dos pedidos de patentes de depositantes inventores ou pedidos com prioridade sueca no EPO no mesmo setor (item 4.3).



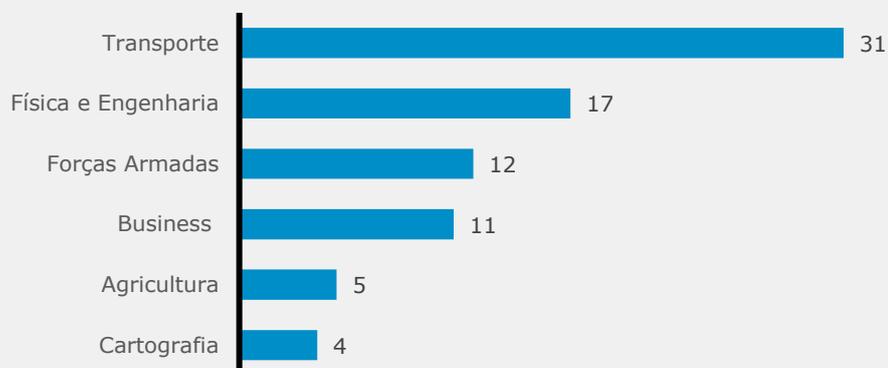
**FIGURA 14. DISTRIBUIÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTES ENVOLVENDO IA APLICADOS À AERONÁUTICA DEPOSITADOS NA SUÉCIA (PRV) E NO EPO (COM DEPOSITANTE, INVENTOR OU PRIORIDADE SUECA) ENTRE 2000-2019**

A Figura 15 representa cerca de 82% da amostra e apresenta os maiores depositantes no setor de IA aplicada à aeronáutica, com pedidos depositados no Escritório Sueco de Patentes, sendo quase todas empresas suecas, com exceção da multinacional inglesa Bae Systems.



**FIGURA 15. PRINCIPAIS DEPOSITANTES DE PEDIDOS DE PATENTE DE TECNOLOGIAS ENVOLVENDO IA NO SETOR DE AERONÁUTICA COM DEPÓSITO NO ESCRITÓRIO SUECO DE PATENTES NOS ÚLTIMOS 20 ANOS**

A análise da categorização destes 63 pedidos de acordo com as dimensões da IA propostas pela OMPI identificou 4 documentos de patente relacionados à técnica de *machine learning* (dimensão “core” de IA) e 2 principais categorias de aplicações funcionais, a saber: “visão computacional” e “métodos de controle”, com 49 e 29 documentos respectivamente. Já em relação à dimensão de campos de aplicação, as principais categorias encontradas podem ser identificadas na Figura 16. Através da leitura dos títulos e resumos dos documentos encontrados foi observado um grande número de pedidos relacionados a tecnologias militares, como, por exemplo, “sistemas de orientação de mísseis”, principalmente depositados pelas empresas Bae Systems e Saab.



**FIGURA 16. CAMPOS DE APLICAÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTES ENVOLVENDO IA APLICADA AO SETOR DE AERONÁUTICA DEPOSITADOS NA SUÉCIA A PARTIR DO ANO 2000**

### 4.3 Documentos de patentes relacionados à IA aplicada ao setor de Aeronáutica depositados no Escritório Europeu de Patentes (EPO) que apresentam depositantes, inventores ou prioridade sueca.

Dado o baixo número de documentos depositados no escritório sueco utilizando a estratégia acima, e visando entender a forma de proteção utilizada pelos depositantes suecos para suas invenções neste setor, foi realizando um novo levantamento, desta vez buscando os documentos de patente depositados no EPO que apresentassem depositantes ou inventores de origem sueca, ou ainda pedidos que apresentassem prioridade sueca (SE).

Para esta análise foi utilizada a estratégia de busca proposta pela OMPI para recuperar os documentos de patente relacionados a tecnologias de inteligência artificial, restringindo a amostra aos pedidos com depósito entre 2000 e 2021. Foram recuperados nesta etapa 72.627 documentos de patente relacionados à IA depositados no EPO no período. Deste conjunto 2.106 documentos eram de depositantes ou inventores suecos, ou indicavam uma prioridade sueca. Conforme esperado,

observou-se um número de pedidos de origem sueca depositados junto ao EPO muito superior ao depositado no PRV.

Neste conjunto de 2.106 documentos relacionados à IA foi aplicada a metodologia para identificação dos pedidos que estariam relacionados ao setor de aeronáutica, o que gerou uma amostra de 155 documentos de patente desenvolvidos por suecos e depositados no EPO, analisados a seguir. A distribuição destes pedidos de acordo com a data de depósito dos mesmos foi apresentada na Figura 14.

Dentre os 155 pedidos, 135 são de depositantes suecos. Aparecem ainda 7 pedidos com depositantes japoneses, 4 norte americanos além de chineses, suíços, ingleses, dinamarqueses e espanhóis, indicando possíveis parcerias (co-titularidades das patentes), ou inventores suecos trabalhando em empresas estrangeiras.

A Figura 17 apresenta os principais depositantes de tecnologias depositadas no EPO que descrevem tecnologias envolvendo IA no setor de aviação. Estes pedidos possuem depositantes, inventores ou prioridade sueca, o que seria um indicativo da origem de desenvolvimento destas tecnologias na Suécia.



**FIGURA 17. NÚMERO DE PEDIDOS DAS PRINCIPAIS DEPOSITANTES DE TECNOLOGIAS DE ORIGEM SUECA DEPOSITADAS NO EPO RELACIONADAS À IA APLICADA AO SETOR DE AERONÁUTICA**



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

Dentre os pedidos da Saab, as principais classificações encontradas são relacionadas a “sistemas de controle de posição, curso e altitude” (por exemplo, piloto automático), “sistemas de controle de tráfego aéreo (ATC)”, “métodos de reconhecimento de padrões e análise de imagens”. Em relação às aplicações funcionais da IA nestes pedidos as mais identificadas são “visão computacional” e “métodos de controle”. Já dentre os pedidos da Ericsson, segunda principal depositante identificada, pelo menos 68% e 47% da amostra trata de “sistemas de controle de posição, curso e altitude” e de “veículos aéreos não tripulados (UAV)”, respectivamente.

A Veoneer e a Volvo, que aparecem na terceira e na quarta posições, são fornecedoras de tecnologia automotiva. No entanto, os pedidos identificados sugerem a possibilidade de aplicação destas tecnologias para aviação.

Cinco dos 6 pedidos da Bae Systems foram identificados como tendo campo de aplicação nas forças armadas, como por exemplo, “veículos de combate” e “sistemas de direcionamento de mísseis”. Os pedidos da Sony são todos classificados como relacionados a UAV, enquanto a Vicon Systems é uma empresa americana, fruto de uma joint-venture entre a Saab e a DigitalGlobe, provedora de softwares de inteligência geoespacial. Na amostra de pedidos depositados no EPO, identificamos 23 pedidos relacionados a técnicas de *Machine Learning* aplicadas principalmente à “visão computacional”, “DAI (*Distributed Artificial Intelligence*)” e “métodos de controle” na área de “transportes”.

A Figura 18 apresenta a distribuição dos pedidos depositados no EPO de acordo com as classificações de patentes (CPC) que aparecem em maior quantidade na amostra. De acordo com esta figura, podemos observar que as tecnologias de IA aplicadas ao “controle de posição, curso ou altitude” são as que mais se destacam. Outras categorias relevantes são “reconhecimento ou compreensão de imagem ou vídeo”, “sistemas de controle de tráfego para aeronaves”, “veículos aéreos não-tripulados (UAV)”.





**FIGURA 18. NÚMERO DE PEDIDOS DE PATENTES DISTRIBUÍDOS DE ACORDOS COM AS CLASSIFICAÇÕES CPC QUE APARECEM EM MAIOR QUANTIDADE NA AMOSTRA**



# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## 5 Considerações Finais

Um dos objetivos do GAN é integrar parceiros industriais e acadêmicos de ambos os países para desenvolver uma agenda de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P, D & I), visando fortalecer as relações entre as instituições, promover e contribuir para a criação de redes que assegurem a colaboração de longo prazo e promovam a inovação na área da Aeronáutica e Defesa no Brasil.

O presente estudo mapeou os documentos de patentes depositados no Brasil, na Suécia e no EPO (neste caso, considerando apenas documentos de origem sueca, identificados através do país do depositante, inventor ou prioridade), que se referiam a tecnologias relacionadas à IA aplicadas ao setor de aviação. Cabe ressaltar que muitos pedidos são de desenvolvedores relacionados a outros setores (e.g. setor automotivo), uma vez que muitas destas tecnologias podem ter aplicações transversais em diversas áreas. Neste ponto, observamos também que somente foram considerados os pedidos de patente que citavam a possibilidade de aplicação no setor de aeronáutica, de modo que, para uma análise mais profunda de tecnologias específicas, novas estratégias de busca podem ser desenhadas a fim de identificar tecnologias que não citem a aplicação em aviação, mas que possam ser incorporadas ao setor (tecnologias *spin-in*<sup>12</sup>).

A metodologia apresentada recupera primeiramente os documentos de patentes relacionados a tecnologias de IA e depois identifica neste conjunto aqueles que teriam aplicação em aeronáutica. Em ambas as etapas foram utilizadas classificações de patentes e palavras chaves dos referidos setores. De acordo com o esquema apresentado na Figura 1, observamos que a utilização das classificações de patentes leva a uma maior assertividade na recuperação de documentos. Por outro lado, a utilização de palavras-chave na estratégia, apesar de menos

<sup>12</sup> *Spin-in* é um termo que se contrapõe a *Spin-out* ou *Spin-off*, e quer dizer incorporar e trazer para dentro da empresa, outra empresa (*spin-in* de empresa) ou tecnologia (*spin-in* de tecnologia).





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

assertiva (15% dos documentos não eram diretamente relacionados com o setor estudado), permite recuperar documentos que as classificações não identificaram. Assim, a estratégia proposta permitiu a recuperação de conjuntos de 624, 63 e 155 documentos de patentes relacionadas à IA com possível aplicação na aeronáutica depositados no INPI, PRV e EPO, respectivamente. Nota-se que o número de depósitos vem aumentando nos últimos anos acompanhando as ondas de desenvolvimento de tecnologias relacionadas à IA (ver Figura 2 e Figura 14).

Em relação ao cenário de patenteamento no Brasil, observamos que a maior parte dos depositantes na área estudada são estrangeiros, principalmente depositantes norte-americanos e franceses, como por exemplo a Boeing e Airbus, conhecidamente as maiores montadoras do mundo, que estão no topo da lista dos principais depositantes (ver Figura 3 e Figura 4). A Embraer aparece como o único depositante residente entre os principais atores identificados na amostra, enquanto a Saab, empresa sueca de aviação, também aparece como um ator importante no cenário brasileiro de aviação utilizando a IA.

O cenário de patenteamento na Suécia aparece de forma bem diferente, onde a maior parte dos pedidos foi depositada por residentes, sendo a Scania e a Saab os principais atores no país desenvolvendo tecnologias relacionadas à IA com possível aplicação para aviação. Outro fato interessante identificado no estudo foi a rota preferencial de proteção escolhida pelos depositantes suecos. O número de pedidos identificados no escritório sueco (PRV) foi consideravelmente menor que os pedidos identificados no EPO, e que seriam de tecnologias desenvolvidas por suecos, indicando assim o escritório europeu (EPO) como principal estratégia de depósito, o que seria um indicativo de interesse em ampliar a proteção destas invenções para além no território sueco. Como discutido no item 1.2, o depósito no EPO consiste em um procedimento centralizado e, portanto, mais rápido e econômico, onde, após a concessão da patente europeia, a mesma deve apenas ser validada nos países





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

de interesse, considerando que são 38 estados contratantes do EPO (entre eles a Suécia).

Axman & Blomberg (2020) apresentaram os resultados de um estudo de caso dentro da Saab, em relação ao alinhamento entre o processo de inovação, estratégia tecnológica e gerenciamento de ativos de PI (patentes, segredos industriais ou publicações) na empresa, onde os resultados podem ser generalizados para o contexto mais amplo de empresas da indústria aeroespacial e de defesa (A&D). Ainda no contexto do setor aeroespacial e de defesa, segundo Cipher (2018, *apud* Axman & Blomberg, 2020), novos atores estão entrando no mercado à medida que surgem novas tecnologias. Por exemplo, o uso de robótica, automação e interface homem-máquina (HMI) permitem que novas empresas de tecnologia e *start-ups* entrem no mercado. Essas mudanças exigem novas formas de lidar com a PI, devido também às mudanças nas estratégias corporativas.

São Paulo é destaque nas indústrias Aeroespacial e de Defesa na América Latina. O Estado concentra o maior polo aeroespacial da região, localizado na cidade de São José dos Campos. Entre as maiores fabricantes do mundo, a Embraer S.A. é a empresa-âncora desse cluster e, junto a outras companhias que atuam no setor, desenvolve em São Paulo seus processos e produtos para os segmentos de aviação comercial e executiva, além de soluções integradas para defesa, segurança e sistemas<sup>13</sup>. A Figura 12 corrobora esta afirmativa, uma vez que foi identificado que cerca de 82% dos pedidos de patente de empresas de aeronáutica nacionais são de depositantes localizados em São Paulo.

A economia paulista responde pela quase totalidade do setor aeroespacial brasileiro, evidenciando seu caráter predominante nessa indústria. Em 2018, segundo dados da mais recente da Pesquisa Industrial Anual divulgada pelo IBGE, São Paulo respondeu por 95% das receitas líquidas de vendas e 96% do valor da transformação industrial do setor no Brasil<sup>13</sup>. No

<sup>13</sup> <https://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/aeroespacial-e-defesa/>





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

presente radar tecnológico observamos também que 63% dos pedidos identificados possuem depositantes do estado de São Paulo.

A Embraer é conhecidamente uma empresa brasileira de sucesso no mercado internacional, com um volume de vendas que a coloca no posto de terceira maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo, atrás apenas das gigantes Airbus e Boeing. A companhia também atua na indústria de defesa, por meio da Embraer Defesa & Segurança. No entanto, em decorrência do investimento na formação de engenheiros na área, bem como do investimento em pesquisa acadêmica no setor, a Embraer não é a única empresa brasileira que produz aviões. Na verdade, no país também existem diversas fábricas menores que produzem diversos tipos de aeronaves, de monomotores para uso recreativo até helicópteros, dirigíveis e drones militares<sup>14</sup>. Este radar tecnológico identificou outras empresas (além da Embraer), universidades e institutos de pesquisa com depósitos de pedidos de patente relacionados à IA com aplicação em aviação, em que a maior parte, no entanto, possui apenas um pedido depositado no setor, no período analisado.

Este estudo comprova o protagonismo da Embraer no cenário nacional também quando falamos de tecnologias de IA aplicadas ao setor de aviação, tendo sido o único depositante residente a figurar entre os maiores depositantes no setor identificados na base do INPI (ver Figura 3). Em relação ao baixo número de depositantes residentes identificados neste estudo, não fica claro se existe um baixo número de desenvolvedores de tecnologias no setor analisado ou se, na realidade, há um desconhecimento do sistema de patentes, ou ainda, se o custo, burocracia de depósito, manutenção e defesa de patentes, podem ser fatores de desencorajamento para empresas menores. No entanto, as empresas devem avaliar os benefícios que a proteção

<sup>14</sup> <https://www.cnnbrasil.com.br/business/alem-da-embraer-conheca-outras-fabricantes-que-produzem-avioes-no-brasil/>





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

legal através das patentes oferece para o seu empreendimento frente à manutenção do segredo industrial.

Por fim, a metodologia proposta pode ser utilizada para avaliar outros mercados de interesse, bem como identificar outros atores importantes no cenário global. Adicionalmente, pode-se pensar também em definir campos de tecnologias específicas (não necessariamente relacionadas a Inteligência Artificial) que possam estar sendo desenvolvidas para outros setores e que tenham possível aplicação em aeronáutica, podendo ser avaliadas então como tecnologias *spin-in* para o setor. Ademais, os resultados obtidos podem contribuir para a formulação de políticas públicas específicas além de auxiliar a tomada de decisão tanto pelos depositantes como pelos agentes de governo para este setor tecnológico.

Os principais dados bibliográficos dos pedidos de patentes identificados neste estudo estão disponíveis no Anexo 3.



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

### 6 Referências bibliográficas

- Aerospace Technology Institute (2019). "Global Aerospace Patents – Technology, Innovation and Competitive Strategy". Disponível em: [https://www.ati.org.uk/media/o5zjy32j/insight\\_11-global-aerospace-patents-1.pdf](https://www.ati.org.uk/media/o5zjy32j/insight_11-global-aerospace-patents-1.pdf)
- Axman, A. & Blomberg, E. (2020) "Aligning Innovation with Technology Strategy and IP Management: A case study in the Aerospace & Defense industry" CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (Tese de mestrado) Gothenburg, Suécia. Disponível em: [https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/300960/1/E2020\\_094.pdf](https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/300960/1/E2020_094.pdf)
- Cipher (2018). "Under attack from innovation." In Airbus conference
- Hamdan-Livramento, I. (2018). "The role of patents in the history of aviation" WIPO Magazine 6/2018. Disponível em: [https://www.wipo.int/wipo\\_magazine/en/2018/06/article\\_0007.html](https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2018/06/article_0007.html)
- IEL (2018) "Síntese dos resultados: construindo o futuro da indústria brasileira". Confederação Nacional da Indústria, vol. 1, 2018, p. 276. Disponível em: [https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/8c/13/8c13f007-35c7-4fa2-89e9-3550bca42a16/sintese\\_dos\\_resultados.pdf](https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/8c/13/8c13f007-35c7-4fa2-89e9-3550bca42a16/sintese_dos_resultados.pdf)
- Mccarville, D.A. (2012) "Intellectual property, patents and innovation in aeronautics". Innovation in Aeronautics. Pp. 263-304. Disponível em: <https://doi.org/10.1533/9780857096098.3.263>
- OECD (2020) "The Impact of Big Data and Artificial Intelligence (AI) in the Insurance Sector". Disponível em: <https://www.oecd.org/finance/The-Impact-Big-Data-AI-Insurance-Sector.pdf>
- OMPI (2019). "WIPO Technology Trends 2019 – Artificial Intelligence". Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4386>





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

- Ramalingam, T., Christophe, B. & Samuel, F. (2017). "Assessing the Potential of IoT in Aerospace". In: Digital Nations – Smart Cities, Innovation, and Sustainability. Pp 107-121. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68557-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68557-1_11)
- von der Weid, I & Villa Verde, F. (2020). "Inteligência Artificial: Análise do mapeamento tecnológico do setor através das patentes depositadas no Brasil". Radar Tecnológico INPI. Disponível em: [https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/copy3\\_of\\_IA\\_estendido\\_062020final.pdf](https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/copy3_of_IA_estendido_062020final.pdf)



# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

## Anexo 1

### ESTRATÉGIA DE BUSCA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (adaptado OMPI)

**Final query= Bloco 1 OR Bloco 2 OR Bloco 3.**

#### **Bloco 1 - Lista de códigos CPC específicos de tecnologias que envolvem IA**

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)





## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

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)

### Bloco 2 – Lista de palavras-chave específicas relacionadas a IA (buscadas nos Título, Resumo ou reivindicações)

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



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

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?))

### **Bloco3 – Listas de códigos de CPC ou IPC ou classes de FI/F-terms não específicas, controladas por palavras=chaves relacionadas a IA**

((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



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

(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



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

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))))



## Anexo 2

### THESAURUS UTILIZADOS PARA DEFINIR OS PEDIDOS RELACIONADOS AO SETOR DE AERONÁUTICA

#### Subconjunto de “palavras-chave” relacionadas ao setor de aeronáutica

Palavras e expressões específicas		Palavras e expressões relacionadas
Aeronautics	Fault Detection Isolation and Recovery	Aerospace
Aerial	FDIR	Atmosphere
Aeroplane	Flight	Auto-Pilot
AEW&C <sup>15</sup>	Fuel Efficiency Optimization	Collision Prevention Systems
Aircraft	Helicopter	Image Based Navigation
Airplane	Landing	HMI
Air-Traffic Control	Micro-Aerial Vehicle	Human Machine Interface
Air-Traffic Management	ROAAS <sup>16</sup>	Map Display
ATTOL <sup>17</sup>	Unmanned Aerial Vehicles	Simulator
Auto-Land	UAV	Guidance and Navigation Control
Aviation	Virtual Pilot Assistant	GNC
Avionics	Take-Off	SAR Image Processing
Detect Sense And Avoid	VTOL <sup>18</sup>	Smart Maintenance
Drone	windshear	Transponder

<sup>15</sup> AEW&C, sigla em inglês para Plataforma Aérea de Controle Aéreo e Alerta Antecipado (Airborne Early Warning and Control)

<sup>16</sup> Sistema de alerta e prevenção de saídas de pista (Runway Overrun Awareness and Alerting System)

<sup>17</sup> Autonomous Taxi, Take-Off and Landing

<sup>18</sup> Vertical Take-Off and Landing



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

### Subconjunto de Classificações IPCs e CPCs com aplicação no setor aeroespacial

B21D005392; B23B221504; B23C221504; B23P270001; B32B260518;  
B60F000502; B60R20210093; B60T0008325; B60V000308; B63B003550;  
B63B003552; B63B003553; B63G0011; B64B; B64C; B64D; B64F;  
C10N204013; C10N2240121; D06N2211267; E05Y2900502; F01P0007023;  
F02C000944; F05B2220303; F05B222031; F05B227010815; F05D2220323;  
F05D22701022; F16N221008; F21W210730; F21W211106; F41F000306;  
F41G0007; F41H001102; G01C0005005; G01C0009005; G01C0023005;  
G01M0001125; G01M0001127; G01M00050016; G01S000116; G01S000118;  
G01S001379; G01S001387; G01S001389; G01S0013913; G01S00139303;  
G01S0013933; G01S0013953; G01S0017933; G01S001915; G01S220106;  
G01S2205003; G01S2205005; G01V000316; G01V0005025; G05D00010083;  
G05D00010202; G05D0001042; G05D00010607; G05D00010808;  
G05D00010858; G05D00010866; G05D0001101; G05D0001102;  
G05D0001104; G05D00011064; G08B00131965; G08G0005; G09B000908;  
G09B00091; G09B000912; G09B000916; G09B00092; G09B00093;  
G09B00094; G09B00095; G09B0019165; G09G238012; G10K22101281;  
H01Q0001285; H02P210130; H04B000718506; H04L20124028;  
Y02P0070585; Y02T005000; Y02T005058; Y02T005060; Y02T005067;  
Y02T0050678; Y02T0050823; Y02T009036; Y02T009044; Y10S006205;  
Y10S011192; Y10S0180904; Y10S026102; Y10S032033



## Subconjunto de empresas estrangeiras e nacionais que atuam no setor aeroespacial

Empresas Estrangeiras				Empresas Brasileiras
Aernnova	Curtiss-Wright	Kf Aerospace	Recaro Aircraft Seating	Acs Aviation
Aerobotics	Daher	Kittyhawk	Relativity Space	Aeroalcool
Aerojet Rocketdyne	Dassault Aviation	Kongsberg	Rockwell Collins	Aerobravo
Aerospace Corporation	Diehl Aerosystems	Korea Aerospace Industries	Rolls-Royce	Aeropepe
Aerovironment	Droneseed	Korean Air Aerospace Division	Rosemount Aerospace	Aerotron
Aidc	Ducommun	L-3 Communications Avionics Systems	Rostec State Corporation	Airship Do Brasil
Airbus	Eaton	L-3 Technologies	Ruag	Avibras
Airgility	Elbit Systems	Latécoère	Saab	Avio Do Brasil
Airobotics	Esterline	Leonardo	Safe Flight Instrument	Collins Aerospace
Airscout	European Aeronautic Defence And Space	Liebherr	Safran Aircraft	Comaf
Allegheny Technologies	Facc	Lisi	Sandel Avionics Llc	Desaer
American Robotics	Figeac Aéro	Lockheed Martin	Shinmaywa	Eleb



## Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

Empresas Estrangeiras				Empresas Brasileiras
Amphenol	Flir Systems	Lord Corporation	Sierra Nevada Corporation	Embraer
Arconic	Garmin	Magellan Aerospace	Skf	Fly
Asco Industries	Ge Aviation Systems	Martin-Baker	Skyrobot	Flyer
Astronics Corporation	Gec Avionics	Maxar Technologies	Skyx	Gol Linhas Aéreas
Aurora Flight Services	General Dynamics	Mda	Snecma	Helibras
Avic	General Electric	Meggitt	Solvay Group	Inpaer
Bae Systems	Gkn	Mitsubishi Aircraft Industries	Sonaca	Ipe Aeronaves
Ball Aerospace	Gulfstream Aerospace	Mitsubishi Heavy Industries	Space Data Corporation	Novaer
Barnes Aerospace	Harris	Moog	Spacex	Octans Aircraft
Bell Helicopter	Heico	Mtu Aero Engines	Spirit Aerosystems	Opto
Bluestaq	Héroux-Devtek	Nasa	St Engineering	Orbital
Boeing	Hexcel	Nordam Group	Standardaero	Paradise Indústria Aeronáutica
Boeing	Hindustan Aeronautics	Northrop Grumman	Subaru Corporation	Saipher
Bombardier	Honeywell	Office National D'études Et De Recherches Aérospatiales	Teledyne Technologies	Sat
Boom Supersonic	Hutchinson	Panasonic Avionics	Textron	Sccon Geospatial





# Inteligência Artificial no Setor de Aeronáutica

Empresas Estrangeiras				Empresas Brasileiras
Cae	Ihi	Parker Hannifin	Thales	Scoda Aeronáutica
Chromalloy	Iris Automation	Pilatus	Transdigm	Seamax
Cmc Eletronics	Israel Aerospace Industries	Planetlabs	Triumph Group	Siatt
Cms Aeronautica	Itt Corporation	Pratt & Whitney	Turkish Aerospace Industries	Skydrones Tecnologia Avionica
Cobham	Jamco	Praxair	United Aircraft	Stella Tecnologia
Collins Aerospace	Kaiser Aluminum	Precision Castparts	United Technologies	Visiona Tecnologia Espacial
Constellium	Kaman Aerospace	Qinetiq	Viking Air	Voa
Crane Aerospace	Kawasaki Heavy Industries	Raytheon	Woodward	Volato

