

## **Indicadores de Inteligência Artificial**

Indicadores de Inteligência Artificial (Brasil)

# **Indicadores de Inteligência Artificial (Brasil)**



Brasília, DF  
Dezembro, 2022

## **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)**

*Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)*

### **Presidente**

*Fernando Cosme Rizzo Assunção*

### **Diretores**

*Ary Mergulhão Filho*

*Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior*

### **Equipe de apoio**

*Verena Hitner Barros (Coordenação)*

*Caroline Nascimento Pereira*

*Isabela Quadros Dantas Barros*

*Paula Oliveira Gomes*

C389i

Indicadores de Inteligência Artificial (Brasil). Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE, 2022.

58 p.: il.

1. Tecnologia da Informação e Comunicação. 2. Ambiente Digital. 3. Transformação Digital. 4. Inteligência Artificial. I. CGEE. II. MCTI. II. Título.

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*

*SCN Quadra 2 Bloco A*

*Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103*

*70712-900 - Brasília, DF*

*Telefone: (61) 3424.9600*

<http://www.cgEE.org.br>

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão CGEE – 2010 – 36º Termo Aditivo/Projeto Subsídios para as Câmaras 4.0, inclusive quanto aos seus impactos na transformação digital no Brasil – 8.10.53.05.52.03/ Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação/2020.

### **Referência bibliográfica:**

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Indicadores de inteligência artificial (Brasil)**. Brasília: 2022. 58 p.

# Indicadores de Inteligência Artificial

## **Supervisão**

*Ary Mergulhão Filho*

## **Coordenador**

*Verena Hitner Barros*

## **Consultor**

*Fabio Kenji Masago*

## **Equipe técnica do CGEE**

*Caroline Nascimento Pereira*

*Isabela Quadros Dantas Barros*

## **Equipe de apoio**

*Paula Oliveira Gomes*

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	6
1. INDICADORES DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA - BRASIL .....	8
2. BIBLIOGRAFIA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

## INTRODUÇÃO

O projeto Indicadores de Inteligência Artificial, desenvolvido pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), foi iniciado em 2022, pela necessidade de subsidiar a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), lançada em 2021, com o propósito de nortear as ações do Estado brasileiro em prol do desenvolvimento das ações, em suas várias vertentes, que estimulem a pesquisa, inovação e desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial, bem como, seu uso consciente, ético e em prol de um futuro melhor.

A Estratégia está alinhada às diretrizes da OCDE, endossadas pelo Brasil, e fundamenta-se nos cinco princípios definidos pela Organização para uma gestão responsável dos sistemas de IA, quais sejam: (i) crescimento inclusivo, o desenvolvimento sustentável e o bem-estar; (ii) valores centrados no ser humano e na equidade; (iii) transparência e explicabilidade; (iv) robustez, segurança e proteção e; (v) a responsabilização ou a prestação de contas (*accountability*).

A EBIA tem como objetivos:

- Contribuir para a elaboração de princípios éticos para o desenvolvimento e uso de IA responsáveis.
- Promover investimentos sustentados em pesquisa e desenvolvimento em IA.
- Remover barreiras à inovação em IA.
- Capacitar e formar profissionais para o ecossistema da IA.
- Estimular a inovação e o desenvolvimento da IA brasileira em ambiente internacional.
- Promover ambiente de cooperação entre os entes públicos e privados, a indústria e os centros de pesquisas para o desenvolvimento da Inteligência Artificial.

Para tanto, a Estratégia<sup>1</sup> estabelece nove eixos temáticos, caracterizados como pilares do documento; apresenta um diagnóstico da situação atual da IA no

---

<sup>1</sup>[https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-diagramacao\\_4-979\\_2021.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-diagramacao_4-979_2021.pdf).

mundo e no Brasil; destaca os desafios a serem enfrentados; oferece uma visão de futuro; e apresenta um conjunto de ações estratégicas que nos aproximam dessa visão.

O eixo 2 da EBIA, Governança da IA, apresenta entre outras propostas a ação: “Criar um observatório de Inteligência Artificial no Brasil, que possa se conectar a outros observatórios internacionais”. O desenvolvimento desta ação, bem como a responsabilidade por este eixo, é do NIC.br, instituição ligada ao Comitê Gestor da Internet (CGI). O Observatório de IA (OBIA) agregará indicadores padronizados internacionalmente, que serão desenvolvidos para grandes temas, como Produção Científica, Adoção de IA nas empresas, Adoção de IA no setor público, Formação e Capacitação, entre outras dimensões.

Outro aspecto a ser ressaltada da EBIA se refere à ausência de indicadores no documento, que auxiliem no monitoramento e acompanhamento das iniciativas propostas em cada eixo. Para tal, é necessário mapear indicadores nacionais e internacionais que se correlacionem às dimensões propostas.

De forma a atender às necessidades supracitadas para a EBIA, considera-se como objetivos específicos do projeto:

- Identificar índices internacionais com métricas referentes à Inteligência Artificial;
- Identificar a composição dos principais índices internacionais de IA;
- Analisar aspectos de IA no Brasil em relação a outros países (*benchmarking*);
- Analisar o atual estágio de desenvolvimento de indicadores nacionais e subnacionais de inteligência artificial no Brasil com base nos eixos da EBIA;
- Propor indicadores de impacto e de resultado da EBIA;
- Contribuir para o Observatório de Inteligência Artificial (CGI).

De forma a atender parte do projeto, o desenvolvimento de indicadores de inteligência artificial para o Observatório de Inteligência Artificial, primeiro seguem os indicadores acordados com a equipe do NIC.br, nos quais o CGEE irá contribuir, considerando sua *expertise* na visualização e tratamento de dados.

**Quadro 1:** Indicadores a serem elaborados pelo CGEE para o Observatório de Inteligência Artificial (OBIA)

Área	Indicador
<b>Grupos de pesquisa e instituições</b>	Redes de colaboração científica e acadêmica
<b>Patentes</b>	Número de patentes relativas a 'IA' concedidas, por inventor
	O tempo médio entre o depósito de uma 'patente de IA' e sua concessão pelo escritório de patentes
	Número de patentes relativas a 'IA' concedidas a requerentes
	Caracterização de patentes de IA por país de origem
<b>Publicações científicas</b>	Número de publicações científicas sobre IA com a participação de pesquisadores brasileiros
	Artigos e papers relativos a IA
	Citações em artigos e papers relativos a IA
	Redes de co-citação e acompanhamento bibliográfico
	Número de citações recebidas pelo IA acadêmico
	Análise da situação, evolução e emergência de temas pesquisados em AI no Brasil (Lattes) e mundo (base WOS)
<b>Redes de pesquisadores</b>	Redes de coautoria
<b>Registro de software</b>	Registro de software
<b>Cursos de graduação e pós-graduação</b>	Número de pós-graduados em áreas correlatas a IA
<b>Tendências tecnológicas e mercadológicas</b>	A ver

**Fonte:** Elaboração própria

Com base nos indicadores listados, o trabalho apresentado desenvolve alguns dos indicadores da tabela acima, para dados de publicações brasileiras na *Web of Science*.

## 1. INDICADORES DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA - BRASIL

Inicialmente para o acompanhamento e monitoramento dos principais temas relacionados ao escopo de Inteligência Artificial (IA) no que tange a formulação de indicadores e o mapeamento de novas pesquisas, realizou-se uma busca sobre o tema Inteligência Artificial na base Web of Science (WoS). Devido à grande quantidade de informações a serem processadas e a dificuldade de levantamento de dados, além da problematização de definições de temas no que tange IA, resultaram como escopo do produto 1 o tema IA voltado à produção científica e delimitado exclusivamente para o Brasil.

Dessa forma, a busca na WoS envolve documentos científicos da “coleção



principal da Web of Science” depositados a partir de 1979 até dezembro de 2022 para a categoria “Computer Science, Artificial Intelligence” utilizando-se o filtro “Países/Regiões: BRAZIL”.

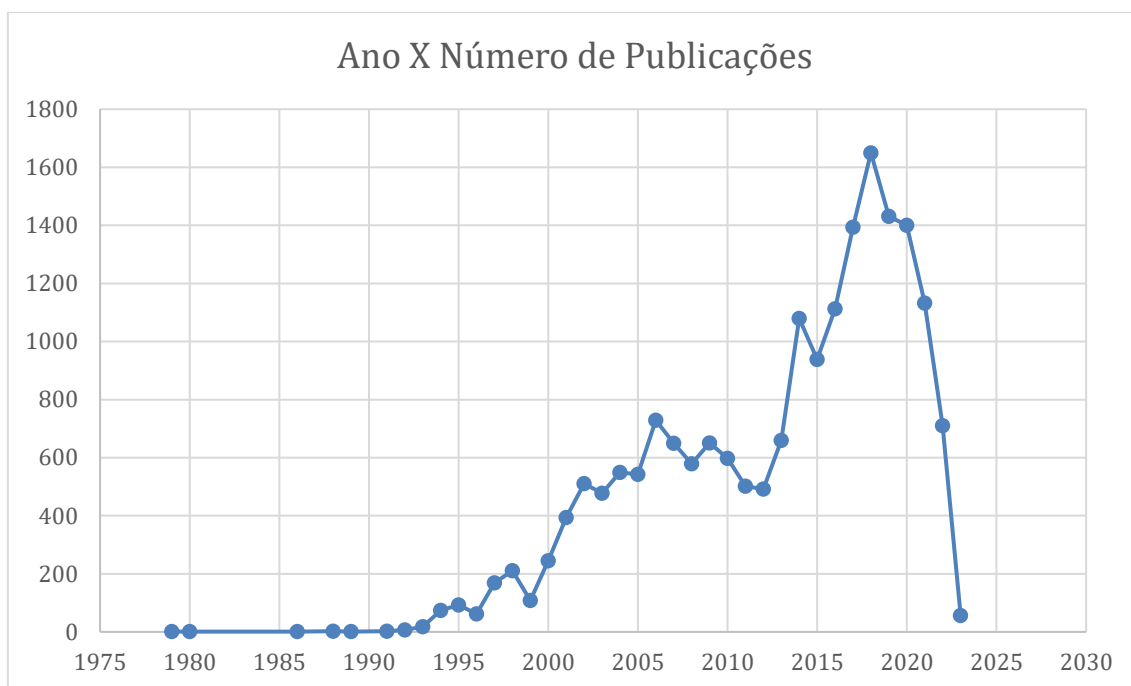
O conjunto de dados retornados para essa pesquisa apresenta no total 19.234 documentos científicos, sendo esses divididos conforme apresentados em Tabela 1:

**Tabela 1:** Documentos científicos – Inteligência Artificial e Computer Science - Brasil

Tipo de Documento	Número de Documentos
Artigos de Conferência	14.328
Artigo	5.585
Artigo de Revisão	143
Material Editorial	127
Acesso Antecipado	82
Correção	19
Carta	16
Resumo de Reunião	6
Outros	12

**Fonte:** Elaboração própria – WoS

Em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta-se o número de publicações de documentos científicos pelo ano de publicação. Pelo gráfico percebe-se que o número de publicações segue em crescimento a partir dos anos 90 com menor quantidade de publicações entre 2007 e 2013, apresentando o seu ápice de crescimento em 2018 com 1.650 publicações. O decréscimo no nível de publicações observado a partir do ano de 2019 se deve ao fato do não processamento e arquivamento de todas as publicações, os quais serão futuramente adicionados pela WoS.



**Gráfico 1:** Número de publicações científicas pelo ano de publicação

**Fonte:** Elaboração própria.

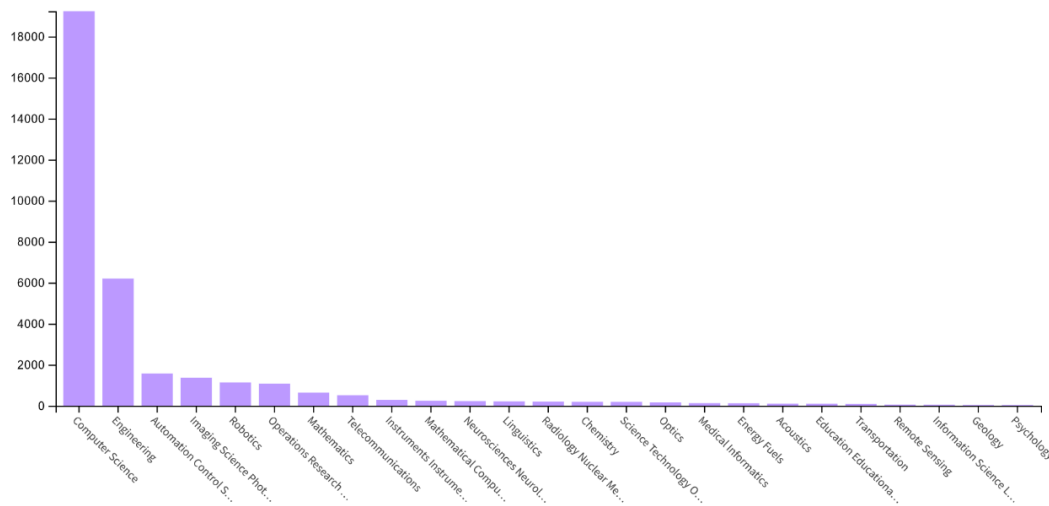
Através da análise dos documentos retornados pela pesquisa, verifica-se que todos são classificados como área de pesquisa igual a “Computer Science”. As áreas de pesquisa, também conhecidas como “categorias” ou “classificação”, constituem um esquema de categorização de áreas ou temas que são compartilhados por todos os bancos de dados de produtos da WoS, permitindo-se assim identificar, recuperar e analisar documentos de vários bancos de dados pertencentes ao mesmo assunto. As áreas de pesquisa são classificadas basicamente em cinco grandes categorias:

- Artes e Humanidades;
- Ciências da vida e Biomedicina;
- Ciências físicas;
- Ciências sociais;
- Tecnologia.

Cada uma das cinco grandes categorias mencionadas, por sua vez, podem ser classificadas em áreas menores. Como, por exemplo, a área “Tecnologia” pode ser dividida em subáreas menores: Acoustics, Automation & Control Systems, Computer Science, Construction & Building Technology, Energy & Fuels, Engineering, Imaging Science & Photographic Technology, Information Science & Library Science, Instruments & Instrumentation, Materials Science, Mechanics,

Metallurgy & Metallurgical Engineering, Microscopy, Nuclear Science & Technology, Operations Research & Management Science, Remote Sensing, Robotics, Science & Technology Other Topics, Spectroscopy, Telecommunications e Transportation.

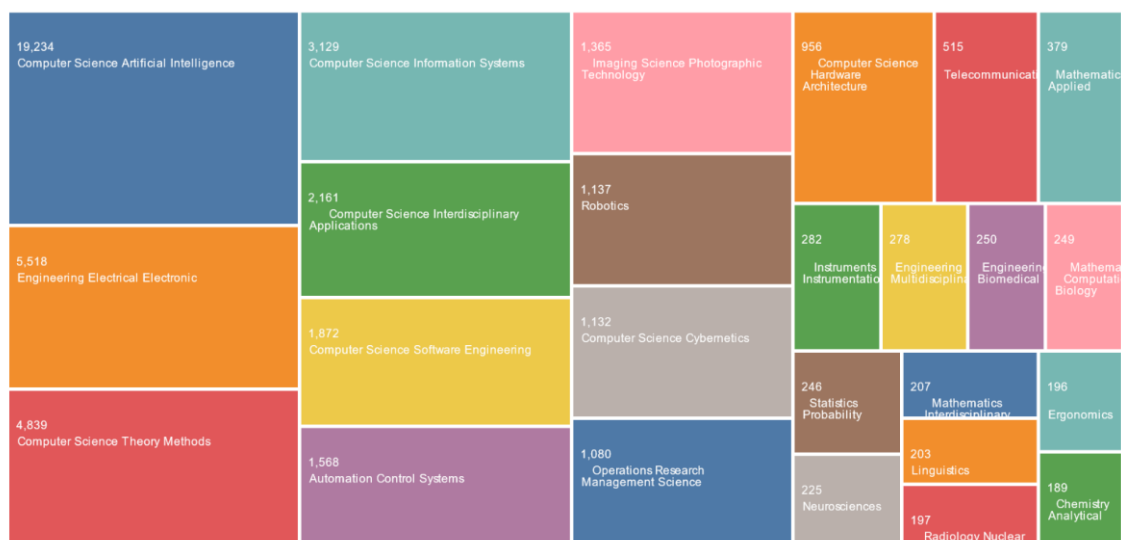
Ressalta-se também que um documento científico não é delimitado a apenas uma área ou subárea de classificação ou mesmo, uma determinada área do conhecimento. Assim, na pesquisa sobre o tema IA, todos os documentos retornados se enquadram na área de “Ciência da Computação”, mas, podem pertencer ao mesmo tempo à uma ou mais áreas do conhecimento. O apresenta o número de documentos científicos que também se classificam como pertencentes à outras áreas de classificação.



**Gráfico 2:** Número de documentos científicos por área do conhecimento  
**Fonte:** Elaboração própria.

Pela análise geral dos resultados conforme as áreas do conhecimento, os dados podem ser classificados também segundo as categorias da WoS. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as 25 principais categorias dos resultados obtidos para a pesquisa de IA. Nessa classificação da WoS, a categoria “Computer Science, Artificial Intelligence” aparece em 100% de todos os documentos devido a query de busca inicial utilizar exatamente esse termo de busca para a pesquisa. Além disso, pela análise dos resultados, percebe-se que 5.518 documentos (cerca de 28% do total de documentos) também são classificados como pertencentes às áreas de “Engineering Electrical Electrônica”,

além de 4.839 documentos serem pertencentes às áreas de “Computer Science Theory Methods” e 3.129 documentos como pertencentes à “Computer Science Information Systems”.



**Figura 1:** Número de documentos científicos por área do conhecimento da WoS  
**Fonte:** Elaboração própria.

Outro esquema de classificação oferecida pela WoS é a “Citation Topics Meso”. Uma estrutura de classificação originária do “InCites”, Citation Topics é um novo esquema de classificação de documentos do “InCites Benchmarking & Analytics” desenvolvido em conjunto com o “Centre for Science and Technology Studies” em Leiden e o “Institute for Scientific Information” (ISI). Nessa classificação, todos os documentos a partir de 1980 são computacionalmente agrupados via o algoritmo Leiden baseando-se no conteúdo das citações dos documentos. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as principais Citation Topics Meso para os resultados obtidos para a query de busca “Computer Science, Artificial Intelligence”.

**Tabela 2.** Citation Topics Meso – Computer Science e Artificial Intelligence

Citation Topics Meso	Número de registros	% de 19.234
4.61 Artificial Intelligence & Machine Learning	2945	15.311

4.17 Computer Vision & Graphics	2262	11.760
4.48 Knowledge Engineering & Representation	1410	7.331
4.84 Supply Chain & Logistics	1140	5.927

**Tabela 2.** Citation Topics Meso – Computer Science e Artificial Intelligence  
(continua)

4.47 Software Engineering	1056	5.490
4.116 Robotics	773	4.019
4.29 Automation & Control Systems	764	3.972
4.18 Power Systems & Electric Vehicles	424	2.204
9.143 Dynamical Systems & Time Dependence	309	1.607
4.13 Telecommunications	300	1.560
1.7 Neuroscanning	295	1.534
4.46 Distributed & Real Time Computing	290	1.508
4.101 Security, Encryption & Encoding	268	1.393
4.174 Digital Signal Processing	244	1.269
4.183 Transportation	173	0.899
6.11 Education & Educational Research	168	0.873
6.3 Management	158	0.821
4.284 Human Computer Interaction	154	0.801
1.82 Gait & Posture	141	0.733
1.5 Neuroscience	138	0.717
1.54 Molecular & Cell Biology - Genetics	105	0.546
4.224 Design & Manufacturing	104	0.541
6.10 Economics	103	0.536
2.244 Chemometrics	97	0.504
4.169 Remote Sensing	95	0.494
4.187 Security Systems	93	0.484
4.206 Models of Computation	93	0.484
1.14 Nursing	82	0.426
2.123 Protein Structure, Folding & Modelling	81	0.421
9.92 Statistical Methods	81	0.421
4.237 Safety & Maintenance	63	0.328
1.119 Breast Cancer Scanning	61	0.317
4.182 Data Structures, Algorithms & Complexity	60	0.312
4.58 Wireless Technology	57	0.296
7.215 Friction & Vibration	56	0.291
6.185 Communication	54	0.281
1.113 Brain Imaging	52	0.270

6.294 Operations Research & Management Science	52	0.270
3.40 Forestry	51	0.265

**Fonte:** Elaboração própria (WoS).

A partir da análise das informações possíveis via o sistema da base da WoS (data de publicação dos documentos científicos, áreas de conhecimento, áreas de conhecimento da WoS e Citation Topics Meso), os dados de cada documento retornados na busca são extraídos e salvos para análise via o software VOSviewer.

O VOSviewer é uma ferramenta para a construção e a visualização de redes bibliométricas. Essas redes podem incluir dados de pesquisadores, periódicos ou publicações, agrupados, a posteriori, em uma estrutura de redes construídas com base em citações, acoplamento bibliográfico, cocitação ou relações de coautoria. O VOSviewer permite funcionalidades como mineração de texto usada para construir e visualizar redes de co-ocorrência de termos importantes extraídos de documentos científicos.

Para a análise inicial via o software VOSviewer dos documentos de IA obtidos da base WoS, utiliza-se a metodologia de redes de mapeamento bibliográfico via a co-ocorrência de palavras-chave.

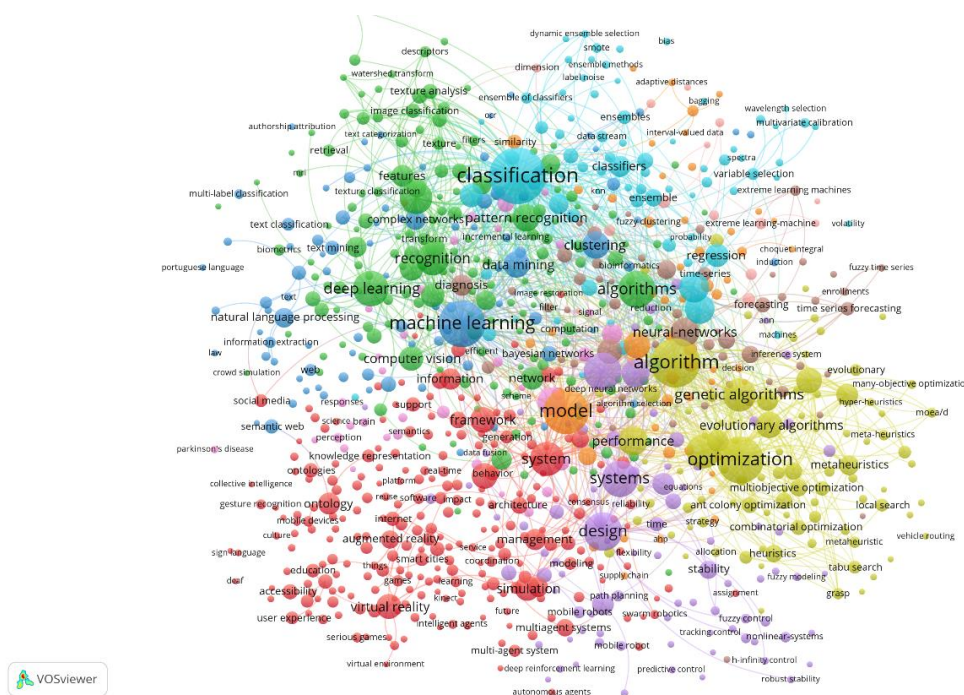
O VOSviewer permite o uso de três campos distintos de palavras-chave para a geração de redes de palavras. A primeira opção é a geração de redes via as palavras-chave especificadas pelos autores dos documentos científicos – Author Keywords. A segunda opção, o uso de palavras-chave adicionadas pela WoS – KeyWords Plus. E, por fim, a combinação de Author Keywords e KeyWords Plus. Para a construção da rede de palavras-chave, optou-se pela rede formada por Author Keywords e KeyWords Plus de cada um dos 19.234 documentos científicos. Com isso, a rede de palavras-chave resultante pelo VOSviewer é composta por 30.917 palavras-chave.

No entanto, devido ao grande número de palavras retornadas, utilizou-se o filtro de número mínimo de co-ocorrências de palavras. Sendo esse filtro delimitado para no mínimo 10 co-ocorrências por palavra, o que resultou em um total em 919 palavras-chave para se compor a rede de palavras-chave. A rede resultante,

por fim, é categorizada em clusters para se facilitar a análise de rede.

Um cluster é um conjunto de nós fortemente relacionados em que para cada nó em uma rede é atribuído um único valor de cluster. O número de clusters é determinado por um parâmetro de resolução e, quanto menor o valor desse parâmetro, maior o número de clusters. Na visualização de uma rede bibliométrica, o VOSviewer utiliza do recurso de cores para os vértices e arestas da rede a fim de se indicar o cluster ao qual um nó foi atribuído. O algoritmo de clusterização empregado pelo VOSviewer utiliza o algoritmo introduzido por Waltman e Van Eck (Waltman & Van Eck, 2013).

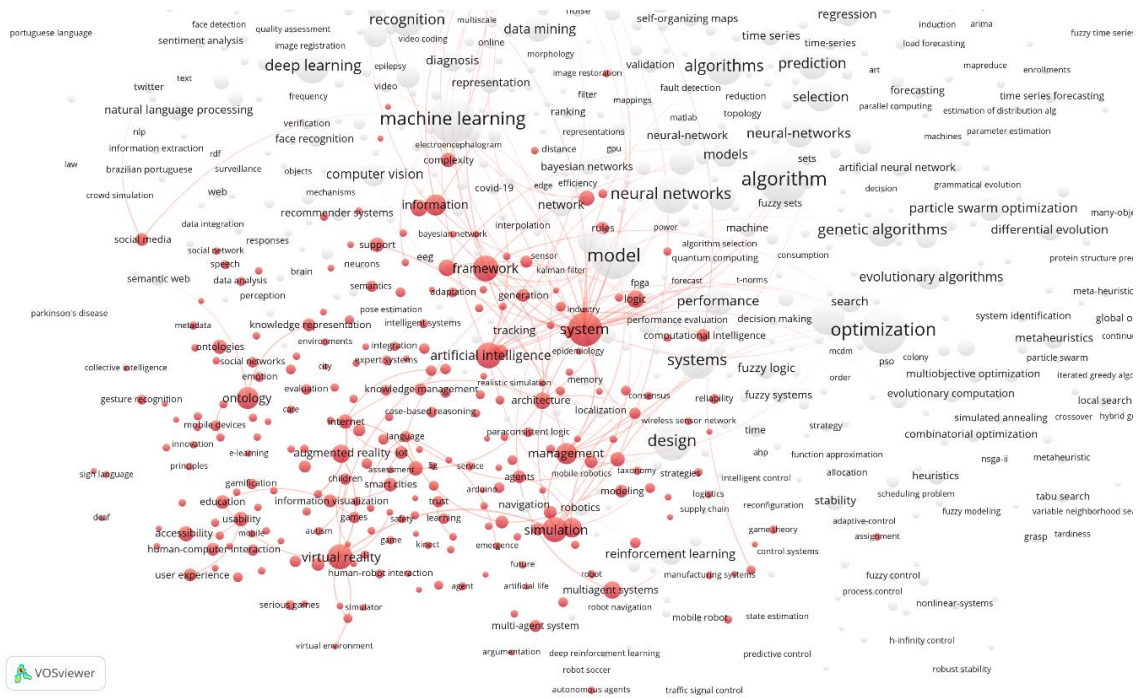
Em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é mostrada a rede de co-ocorrência de palavras-chave (rede do tipo Keywords network visualization) separadas em clusters.



**Figura 2:** Rede de co-ocorrência de palavras-chave dividida em clusters  
**Fonte:** Elaboração própria.

A aplicação do algoritmo de clusterização via o VOSviewer resultou em 10 clusters. O Cluster 1, cluster representado na cor vermelha (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) apresenta tecnologias de aplicação de IA envolvendo principalmente as áreas de sistemas de simulação, realidade virtual e realidade aumentada, além de estruturas não conectadas envolvendo redes

sociais, oncologias e web semântica. Cluster 1 possui palavras diretamente conectadas com palavras em cluster 2 (o qual será discutido mais a frente) envolvendo tecnologias de IA com sistemas de aprendizagem de máquina, redes neurais, algoritmos genéticos, reconhecimento de padrões, deep learning, visão computacional e tecnologias de otimização e modelos de simulação.



**Figura 3:** Co-ocorrência de palavras-chave – Cluster 1

**Fonte:** Elaboração própria.

Cluster 2, com nós representados na cor verde (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), possui ligação direta com cluster 1 e envolve algoritmos de classificação, aprendizagem de máquina, reconhecimento de padrões, redes neurais e algoritmos genéticos. Outra área em destaque para o cluster é a área voltada para visão computacional, envolvendo métodos de reconhecimento de características e padrões, reconhecimento de imagens e segmentação. Deep learning, uma subárea de aprendizagem de máquina, é apresentado interligado com áreas como visão computacional, processamento de imagem, processamento de linguagem natural e redes. Cluster 2 também apresenta conexão com outros clusters envolvendo tecnologias de deep learning com classificação e tecnologias de otimização com aprendizagem de máquina.









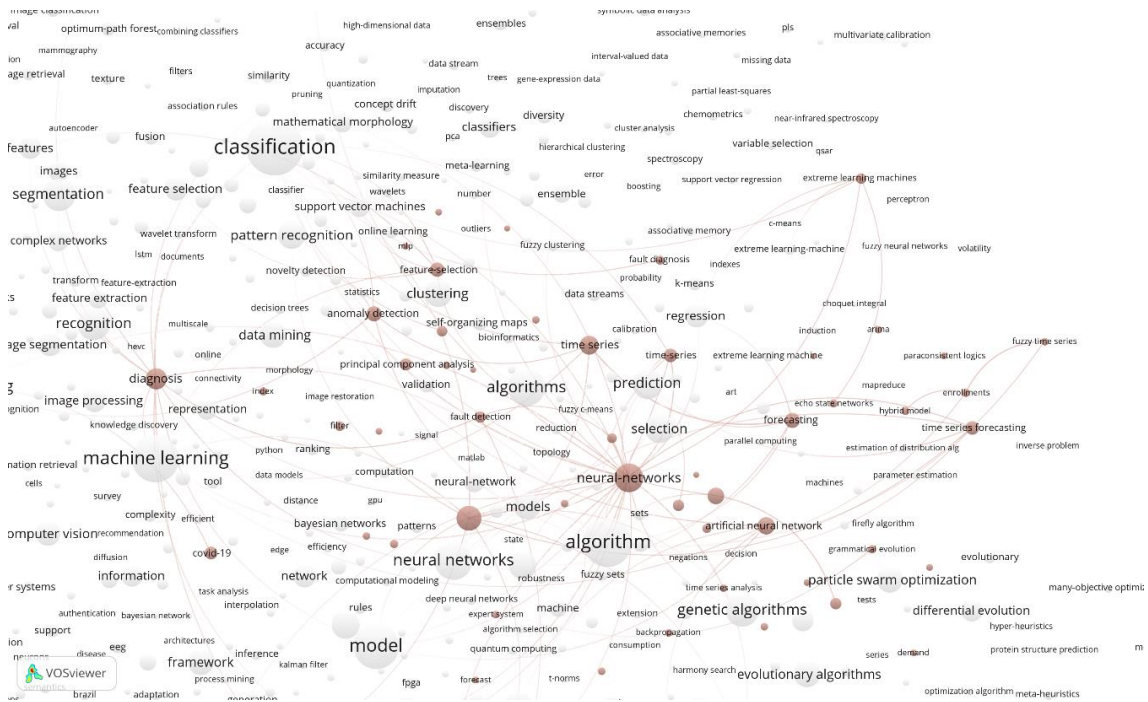




### Figura 9: Co-ocorrência de palavras-chave – Clusters 7

Fonte: Elaboração própria.

Cluster 8 (Erro! Fonte de referência não encontrada. com nós representados na cor marrom) apresenta termos envolvendo redes neurais artificiais conectados com aprendizagem de máquina (cluster 2).



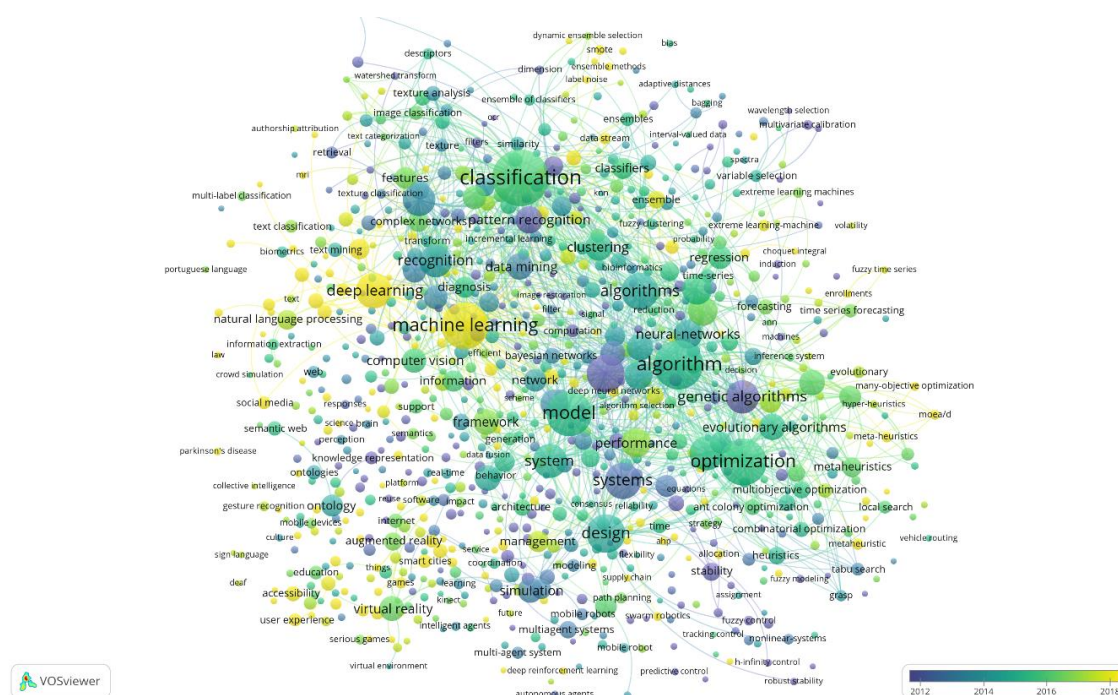
### Figura 10: Co-ocorrência de palavras-chave – Clusters 8

Fonte: Elaboração própria.

Cluster 9 (Erro! Fonte de referência não encontrada. e nós destacados na cor rosa) apresenta tecnologias mais esparsas e não fortemente conectadas. Envolvem termos referentes principalmente a redes neurais, modelos de decisão e reconhecimento de padrões.



Além da visualização da rede por meio do Keywords network visualization, outra forma de visualização e análise da rede de co-ocorrência de palavras-chave é a Overlay visualization (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Essa rede permite mostrar a coloração dos nós segundo uma visão temporal de publicação. Nós mais escuros (azul) são termos utilizados em publicações mais antigas e nós em amarelo são termos usados recentemente nos últimos anos. Para a rede, conclui-se que os termos mais recentes (entre os anos de 2018 até 2022) e bem conectados envolvem termos como aprendizagem de máquina, deep learning, redes neurais e big data. Observa-se também o surgimento de termos como mídia social, internet das coisas, acessibilidade, Interação humano-computador (IHC) e modelos de predição.



**Figura 13: Co-ocorrência de palavras-chave – Overlay visualization**

Fonte: Elaboração própria.

Além das redes bibliométricas de co-ocorrências de palavras-chave obtidos pela lista de palavras-chaves do tipo Author Keywords e KeyWords Plus, termos para a análise de rede podem ser extraídos de campos como o título e resumo de uma publicação. Assim, para a análise dos documentos científicos, utilizou-se também via VOSviewer a geração do mapa de co-ocorrência de termos com











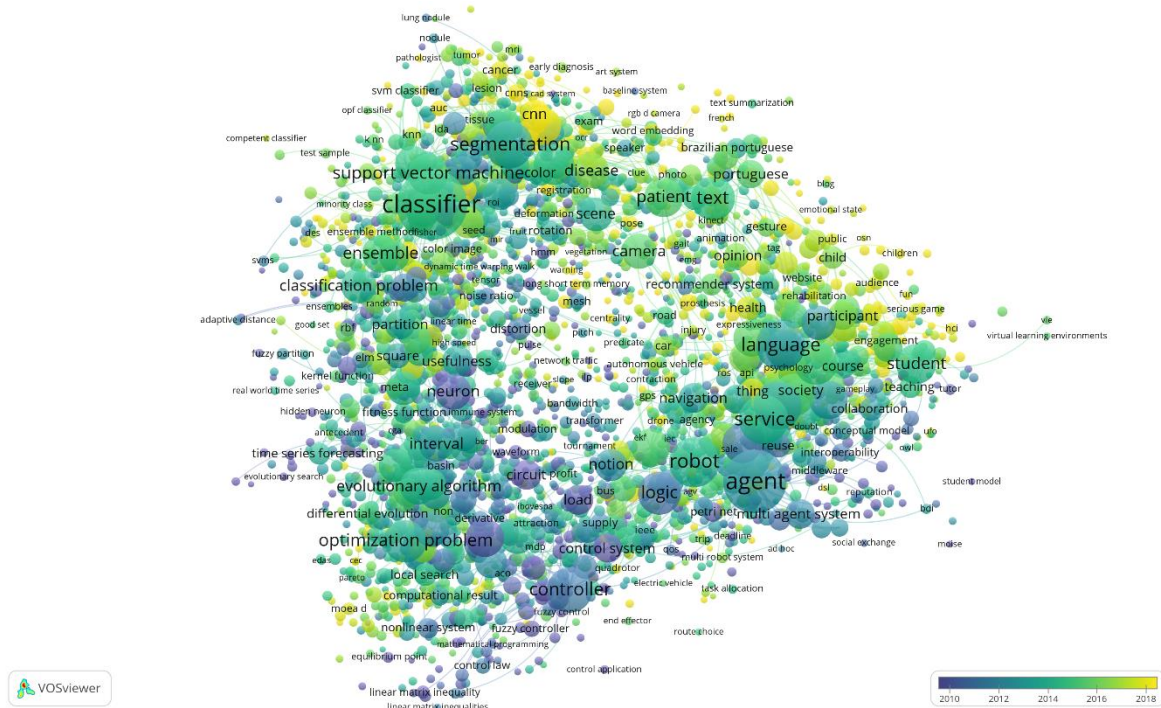












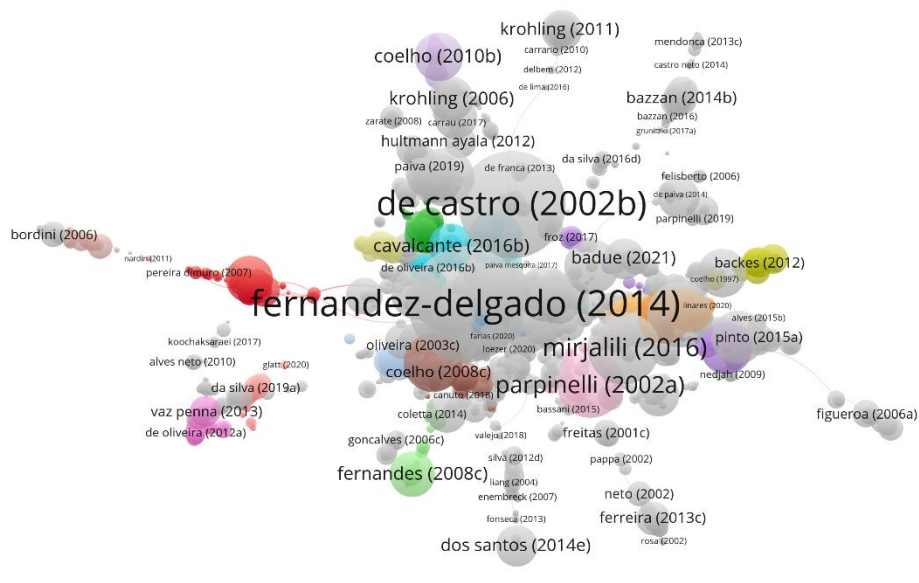
**Figura 23: Rede de co-ocorrência de termos – Overlay visualization**  
**Fonte:** Elaboração própria.

Uma outra forma de análise de redes via VOSviewer é a geração de rede de citações de documentos. Para o processamento das informações, selecionam-se todos os documentos com número mínimo de citações igual a 1, retornando-se 11.907 documentos científicos. Utilizando-se apenas as publicações com o maior número de conexões, restaram apenas 3.241 documentos para a rede. Esse filtro se torna necessário uma vez que, devido as delimitações de alocação de memória do VOSviewer, não foi possível processar os dados das 11.0907 publicações.

Na geração da rede de citações de documentos, o VOSviewer permite a escolha de dois tipos de redes de citações: citações e links.

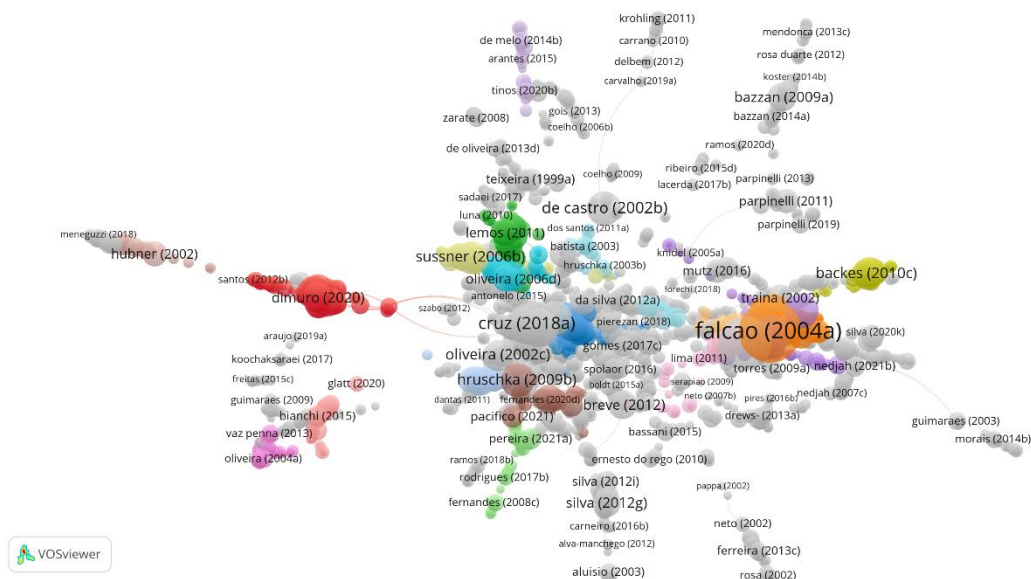
A rede do tipo “citações” apresenta os documentos científicos com os maiores números de citações totais segundo os dados obtidos da WoS. Em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é apresentada a rede de citações totais da WoS para os documentos científicos no escopo da IA. Nessa rede os vértices representam os documentos científicos e as arestas as citações entre os vértices. Quanto maior o tamanho do nó, maior o número de citações recebidas. Com isso, observa-se que os documentos científicos com os maiores número de

citações da rede de citações são fernandez-delgado (2014), de castro (2002b), araujo (2001g) e liu (2013c).



**Figura 24: Rede de citações de documentos – Citações totais da WoS**  
**Fonte:** Elaboração própria.

A próxima rede de citações a ser analisada é a do tipo “links” - rede de citações links. Essa rede enfatiza os documentos que recebem os maiores números de citações apenas entre os nós presentes na rede. Em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é apresentada a rede de citações links da rede. Pela análise da rede, percebe-se que falcao (2004a), papa (2012), cruz (2018a), britto (2014b) e ko (2008a) são documentos mais altamente citados por outros documentos na rede.



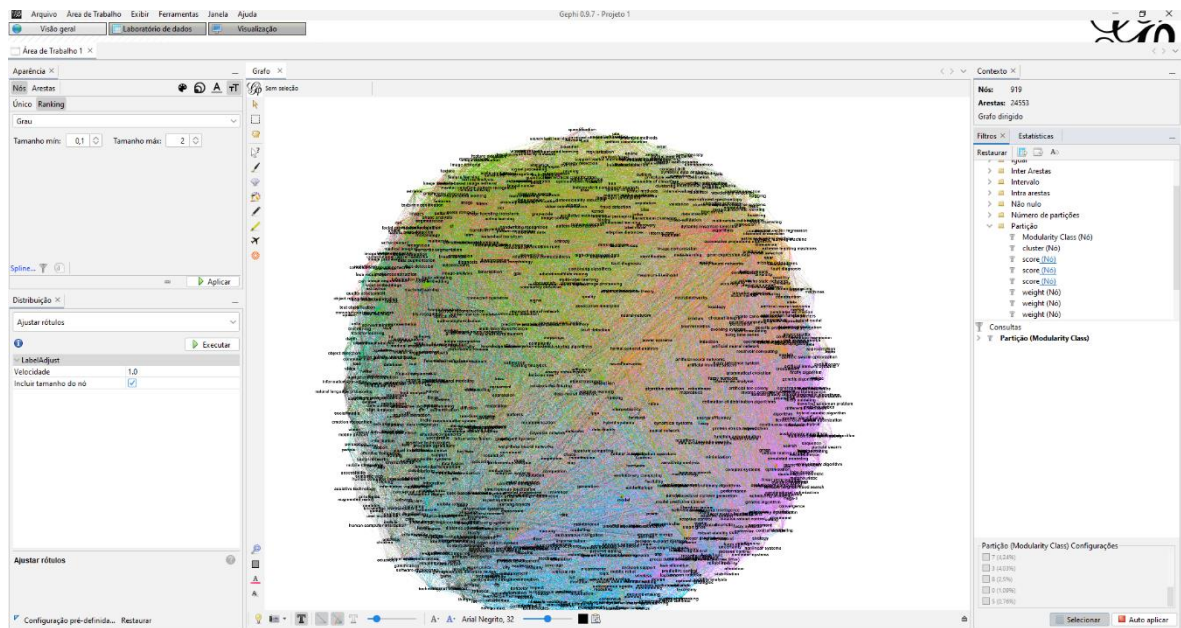
**Figura 25: Rede de citações de documentos – Citações links**  
**Fonte:** Elaboração própria.

Com o intuito de análises mais precisas e detalhadas, principalmente a respeito de maior controle do algoritmo de particionamento de redes de palavras-chave de documentos, os dados extraídos da WoS e processados via VOSviewer foram exportados para o software Gephi Graph Visualization and Manipulation.

Assim, inicialmente foram realizadas análises de redes bibliométricas baseadas em coautoria. Nessas redes de coautoria, pesquisadores, instituições de pesquisa ou países estão vinculados entre si com base quantitativa de publicações de coautoria.

A rede de coautoria processada via Gephi para a análise de dados de países em coautoria com o Brasil para as tecnologias voltadas à IA é a rede de coautoria entre países (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Nessa rede destaca-se a interação de coautores de documentos científicos de diferentes países entre autores brasileiros. Pelo estudo da rede de coautoria entre países, percebe-se que existe uma grande conexão de coautoria entre autores brasileiros e autores provenientes principalmente de países como EUA, Inglaterra, França, Alemanha e Portugal (nós centrais em azul da rede).





**Figura 27: Gephi Keywords network visualization - Partições**  
**Fonte:** Elaboração própria.

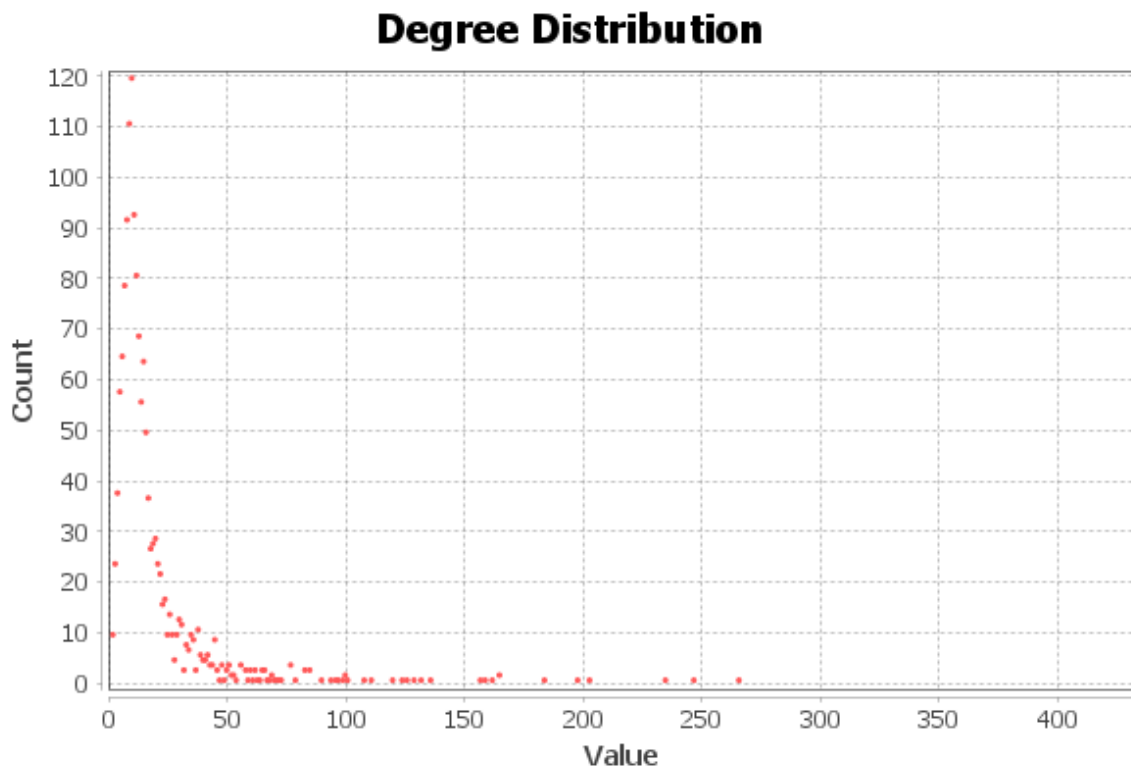
Por meio de uma breve análise da rede de palavras-chave, conclui-se que a rede formada via Author Keywords e KeyWords Plus não gera uma estrutura muito consistente e precisa a respeito de IA. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta uma das partições geradas via o algoritmo modularity class (Partição 10) em que se apresentam palavras como “set”, “flow”, “generation” e “methodology” ligadas com alguns termos relacionados a IA como “multi-agent systems”, “fuzzy sets” e “decision support system”. Além disso, percebe-se que a partição apresenta alguns termos duplicados os quais devem ser combinados em um único termo para uma melhor representação da rede. Palavras como “set” e “sets”, “system” e “framework”, “decision making” e “decision-making” podem ser combinadas.



número mínimo de co-ocorrência igual a 5, a rede passou para uma estrutura contendo 1.466 palavras-chave. Em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta-se a distribuição de grau para a rede e em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam-se as 20 palavras-chave com o maior grau da rede.

**Resultados:**

Grau médio: 17,836



**Figura 29: Distribuição de grau para a rede de co-ocorrência Author Keywords**

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 3.** Vinte primeiras palavras-chave com o maior grau da rede

<i>Label</i>	<i>Score&lt;avg._citations&gt;</i>	<i>Grau</i>
<i>machine learning</i>	104.109	432
<i>neural networks</i>	145.404	265
<i>classification</i>	227.974	246
<i>deep learning</i>	117.778	234
<i>clustering</i>	144.615	202
<i>genetic algorithms</i>	120.303	197
<i>artificial intelligence</i>	37.244	183
<i>artificial neural networks</i>	11.554	164

<i>data mining</i>	125.443	164
--------------------	---------	-----

**Tabela 3.** Vinte primeiras palavras-chave com o maior grau da rede (continua)

<i>optimization</i>	<b>187.432</b>	<b>161</b>
<i>pattern recognition</i>	243.614	158
<i>genetic algorithm</i>	96.707	156
<i>feature selection</i>	125.469	135
<i>feature extraction</i>	269.432	131
<i>image processing</i>	96.336	128
<i>evolutionary algorithms</i>	291.455	125
<i>fuzzy logic</i>	133.036	123
<i>computer vision</i>	84.154	119
<i>ontology</i>	71.048	110
<i>image segmentation</i>	22.233	107

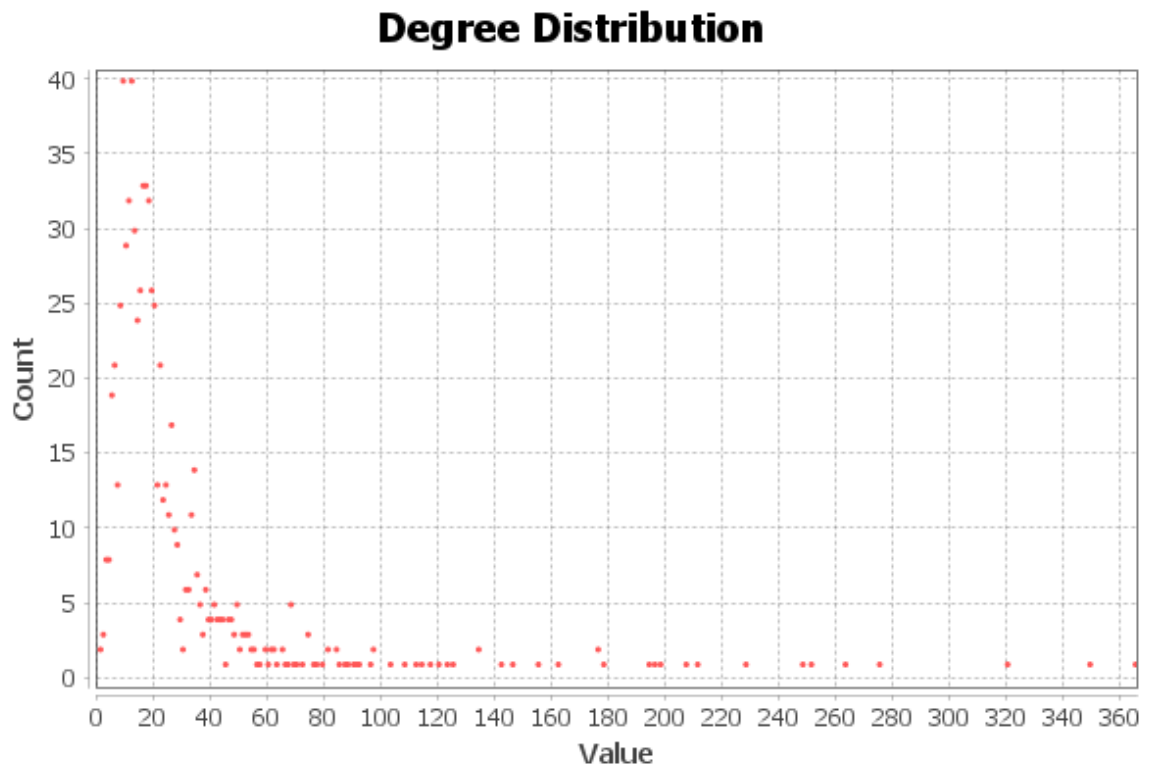
**Fonte:** Elaboração própria.

Por sua vez, para a rede de co-ocorrência KeyWords Plus retornou uma estrutura composta por 6.923 palavras-chave. Com a aplicação do filtro de número mínimo de co-ocorrência de palavras para 5, resultou-se em uma estrutura composta por 770 palavras-chave. Em **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta-se a distribuição de grau para a rede e em **Erro! Fonte de referência não encontrada.**<sup>4</sup> apresentam-se as 20 palavras-chave com o maior grau para a rede.



**Resultados:**

Grau médio: 28,464



**Figura 30: Distribuição de grau para a rede de co-ocorrência Keywords Plus**  
Fonte: Elaboração própria

**Tabela 4.** Rede de co-ocorrência KeyWords Plus – Palavras-chave com maior grau de rede

<b>Label</b>	<b>Score&lt;avg._citations &gt;</b>	<b>Grau</b>
<b>model</b>	134.298	365
<b>algorithm</b>	108.222	349
<b>classification</b>	151.166	320
<b>system</b>	158.175	275
<b>design</b>	13.293	263
<b>algorithms</b>	162.914	251
<b>optimization</b>	123.423	248
<b>systems</b>	94.329	228
<b>performance</b>	144.382	211
<b>prediction</b>	230.889	207
<b>recognition</b>	183.247	198
<b>selection</b>	224.249	196
<b>models</b>	279.744	194
<b>neural-networks</b>	10.715	178
<b>framework</b>	117.031	176
<b>identification</b>	148.686	176
<b>segmentation</b>	204.201	162
<b>networks</b>	95.257	155
<b>representation</b>	239.222	146
<b>information</b>	118.421	142

**Fonte:** Elaboração própria

Por meio da análise das palavras-chave retornadas por ambas as redes, a rede de co-ocorrência Author Keywords apresenta palavras mais consistentes a respeito da área de IA, enquanto que a rede de co-ocorrência KeyWords Plus focara em palavras complementares ao escopo do conteúdo de documento científico. Essa característica ocorre devido ao fato de KeyWords Plus atuarem como termos complementares adicionados por especialistas da WoS às palavras fornecidas pelos autores dos documentos.

Dessa forma, conclui-se que a rede de co-ocorrência Author Keywords apresenta termos que melhor caracterizam o escopo dos documentos científicos, inclusive termos referentes às áreas e subáreas de estudo das tecnologias presentes nos documentos.

Com isso, a fim de se compreender e caracterizar os temas relacionados a IA como um todo, será utilizado dados de redes de co-ocorrência de palavras-

chaves provenientes de Author Keywords. Para se evitar informações duplicadas como mencionado na rede de co-ocorrência Author Keywords mais KeyWords Plus, como, por exemplo, termos como “system” e “framework” e “decision making” e “decision-making”, utiliza-se da criação de um thesaurus para as principais palavras-chave da rede.

Assim, por meio da rede de co-ocorrência Author Keywords, realiza-se um recorte segundo o valor de grau das palavras-chaves que compõem a rede. Através da rede resultante após o recorte, identificam-se os termos com grande relevância a essas são tratadas via a construção de um thesaurus.

Analisando-se as palavras-chave da rede de co-ocorrência Author Keywords após o corte, percebe-se que as palavras com valor de grau abaixo de 50 apresentam pouca relação com termos de IA e, com isso, foram excluídas do processo de criação do thesaurus. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as palavras-chave a serem tratadas para o thesaurus.

**Tabela 5.** Rede de co-ocorrência Author Keywords – Palavras-chave com grau maior que 50

Label	Score<avg._citations >	Grau
machine learning	104.109	432
neural networks	145.404	265
classification	227.974	246
deep learning	117.778	234
clustering	144.615	202
genetic algorithms	120.303	197
artificial intelligence	37.244	183
data mining	125.443	164
artificial neural networks	11.554	164
optimization	187.432	161
pattern recognition	243.614	158
genetic algorithm	96.707	156
feature selection	125.469	135
feature extraction	269.432	131
image processing	96.336	128
evolutionary algorithms	291.455	125
fuzzy logic	133.036	123
computer vision	84.154	119
ontology	71.048	110
image segmentation	22.233	107

**Tabela 5.** Rede de co-ocorrência Author Keywords – Palavras-chave com grau maior que 50 (continua)

<b>particle swarm optimization</b>	<b>139.333</b>	<b>100</b>
virtual reality	25.479	99
reinforcement learning	90.093	99
<b>multi-objective optimization</b>	137.308	98
time series	159.878	96
<b>convolutional neural networks</b>	222.737	95
simulation	3.2	93
segmentation	106.533	89
supervised learning	8.0	84
natural language processing	48.202	84
multi-agent systems	67.701	84
swarm intelligence	273.803	82
metaheuristics	120.341	82
genetic programming	87.727	82
support vector machines	380.727	78
robotics	62.778	76
neural network	99.455	76
fuzzy systems	78.364	76
anomaly detection	100.204	76
complex networks	68.415	72
visualization	32.195	71
mathematical morphology	117.821	70
support vector machine	44.283	69
evolutionary computation	8.873	68
artificial neural network	96.761	68
internet of things	7.0	67
transfer learning	137.143	66
unsupervised learning	7.439	65
forecasting	68.302	65
differential evolution	86.029	65
text mining	4.16	64
semi-supervised learning	10.42	64
online learning	219.773	64
self-organizing maps	44.667	63
computational modeling	60.909	62
training	31.923	61
recommender systems	72.075	61
multiagent systems	72.069	61
task analysis	6.125	60
uncertainty	69.615	59
svm	115.641	59

**Tabela 5.** Rede de co-ocorrência Author Keywords – Palavras-chave com grau maior que 50 (continua)

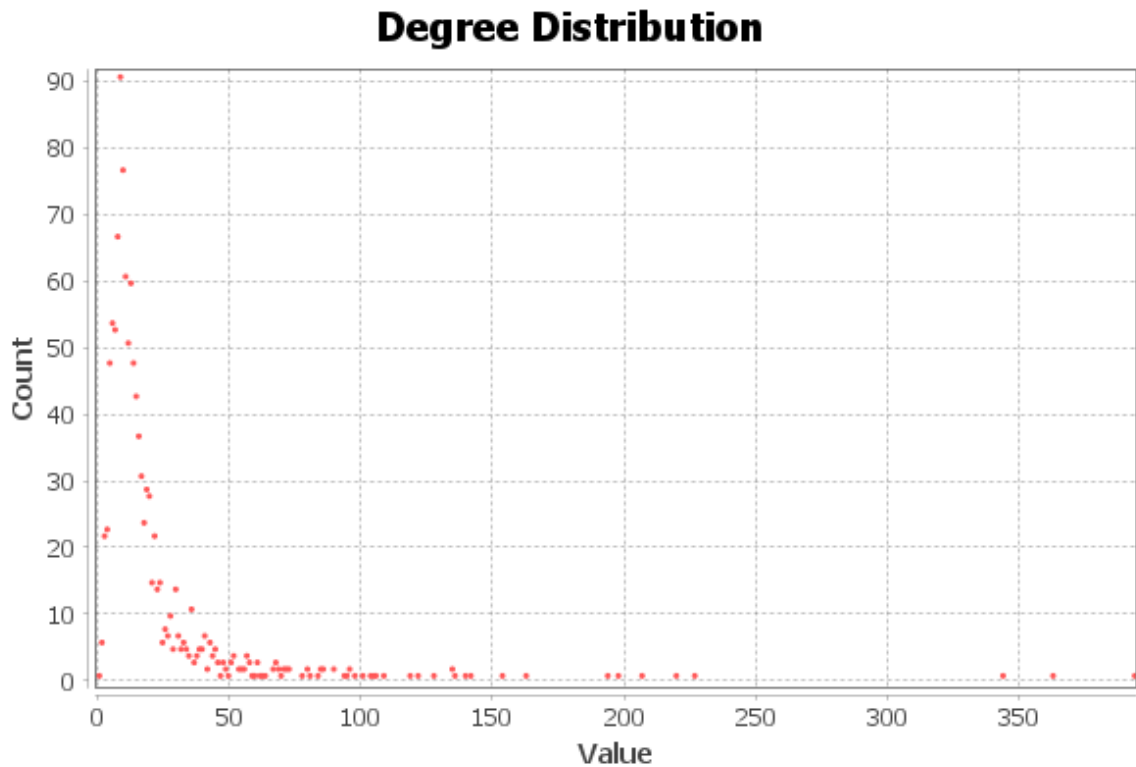
<b>multiobjective optimization</b>	<b>144.792</b>	<b>59</b>
<b>computational intelligence</b>	118.947	58
<b>image classification</b>	176.444	57
<b>face recognition</b>	139.333	57
<b>bayesian networks</b>	124.118	57
<b>time series forecasting</b>	85.435	55
<b>software engineering</b>	46.061	55
<b>image analysis</b>	280.682	55
<b>covid-19</b>	59.143	55
<b>augmented reality</b>	35.211	53
<b>games</b>	22.727	52
<b>convolutional neural network</b>	84.694	52
<b>iot</b>	20.857	51
<b>cloud computing</b>	52.927	51
<b>object detection</b>	50.286	50
<b>modeling</b>	87.632	50
<b>k-means</b>	108.621	50
<b>fuzzy sets</b>	123.056	50

**Fonte:** Elaboração própria

Construído o thesaurus com base em dados da rede de co-ocorrência Author Keywords com grau maior que 50, a nova rede de co-ocorrência Author Keywords é gerada via VOSviewer. A nova rede, rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus, é composta por 25.766 palavras-chave. Aplicando-se o filtro do número mínimo de 5 palavras-chave, origina-se uma rede formada por 1.140 palavras-chave. No entanto, devido a densidade do número de nós da rede, calculou-se grau médio da rede para se obter a distribuição de grau e realizar cortes para análise de rede. **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o gráfico de distribuição de grau para a rede.

### **Resultados:**

Grau médio: 19,705



**Figura 31: Rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus – Distribuição de grau**

Fonte: Elaboração própria

Com os resultados obtidos via a distribuição de grau (grau médio de 19,705) e análise das palavras-chave da rede, realizou-se o recorte de rede para os nós com grau com valor mínimo igual a 20. Após isso, aplicou-se o algoritmo modularity class para a detecção de comunidades via Gephi (ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

## Modularity Report

---

### Parameters:

Randomize: On

Use edge weights: On

Resolution: 1.0

### Results:

Modularity: 0,299

Modularity with resolution: 0,299

Number of Communities: 5

### Algorithm:

Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, Etienne Lefebvre, *Fast unfolding of communities in large networks*, in Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2008 (10), P1000

### Resolution:

R. Lambiotte, J.-C. Delvenne, M. Barahona *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks* 2009

## Size Distribution



**Figura 32: Rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus – Modularity class**

Fonte: Elaboração própria





Fonte de referência não encontrada..

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

Label	Score<avg._citations>	Grau	Modularity Class
machine learning	108.785	393	0
genetic algorithms	138.705	362	1
artificial neural networks	125.821	343	2
classification algorithms	215.472	226	0
deep learning	113.576	219	4
clustering algorithms	130.089	206	0
feature selection	189.726	197	0
fuzzy systems	161.379	193	2
artificial intelligence	41.707	162	2
data mining	132.171	153	0
support vector machine (svm)	324.145	141	0
optimization	187.432	139	1
multi-agent systems	64.822	135	3
convolutional neural networks	141.099	134	4
pattern recognition	243.614	134	4
image processing	92.245	127	4
multi-objective optimization	139.437	121	1
ontologies	69.257	118	3
meta-heuristic optimization	158.405	108	1
computer vision	84.154	105	4
time series analysis	135.524	104	2
image segmentation	210.508	103	4
particle swarm optimization	153.852	100	1
decision support systems	65.176	97	2
mathematical modeling	109.902	95	4
simulation systems	29.352	95	3
internet of things (iot)	47.614	94	3
virtual reality	25.479	93	3
human-computer interaction	74.474	89	3
prediction	88.788	89	2
reinforcement learning	91.875	85	3
segmentation	106.533	85	4
self-organizing maps	62.597	84	2
supervised machine learning	82.542	84	0

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

<b>e-learning</b>	157.206	83	0
<b>facial expression recognition</b>	156.625	80	4
<b>natural language processing</b>	4.871	79	3
<b>recommendation systems</b>	75.125	79	3
<b>unsupervised learning</b>	7.383	77	0
<b>complex networks</b>	79.663	72	0
<b>robotics</b>	62.778	72	2
<b>anomaly detection</b>	100.204	71	2
<b>swarm intelligence</b>	273.803	71	1
<b>knowledge discovery</b>	127.015	70	3
<b>wavelet transforms</b>	111.818	70	2
<b>time-series forecasting</b>	110.312	69	2
<b>object recognition</b>	19.0	68	4
<b>visualization</b>	32.195	68	0
<b>agents</b>	3.75	67	3
<b>knowledge management</b>	46.714	67	3
<b>semi-supervised learning</b>	131.071	67	0
<b>mobile robotics</b>	124.179	66	4
<b>social networks</b>	55.286	66	3
<b>games</b>	2.25	63	3
<b>classifiers</b>	24.68	62	0
<b>real-time systems</b>	49.737	61	2
<b>bayesian networks</b>	117.167	60	3
<b>data streams</b>	127.246	60	0
<b>fuzzy sets</b>	11.5	60	2
<b>computational modeling</b>	60.909	59	2
<b>task analysis</b>	6.125	58	2
<b>health care</b>	66.897	57	3
<b>image analysis</b>	249.423	57	4
<b>transfer learning</b>	137.143	57	4
<b>ensemble methods</b>	151.282	56	0
<b>ensembles</b>	510.698	56	0
<b>modeling</b>	61.273	56	3
<b>text mining</b>	4.16	56	0
<b>training</b>	31.923	55	2
<b>uncertainty</b>	69.615	55	2
<b>artificial immune systems</b>	95.094	54	1
<b>decision trees</b>	461.463	54	0
<b>differential evolution</b>	86.029	53	1
<b>dimensionality reduction</b>	84.884	53	0

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

<b>augmented reality</b>	35.211	51	3
<b>computational intelligence</b>	118.947	51	2
<b>covid-19</b>	59.143	51	4
<b>parallel computing</b>	32.895	51	1
<b>adaptive systems</b>	154.375	50	2
<b>image classification</b>	176.444	50	4
<b>software engineering</b>	46.061	50	3
<b>hybrid systems</b>	5.525	49	2
<b>performance analysis</b>	84.444	48	3
<b>recurrent neural networks</b>	8.907	48	4
<b>predictive models</b>	15.75	47	2
<b>sentiment analysis</b>	135.217	47	3
<b>smart cities</b>	20.893	47	3
<b>image retrieval</b>	188.727	46	4
<b>frameworks</b>	23.571	45	3
<b>text classification</b>	171.351	45	0
<b>texture analysis</b>	167.826	45	4
<b>ant colony optimization</b>	218.864	44	1
<b>data clustering</b>	92.105	44	0
<b>education</b>	22.333	44	3
<b>scheduling algorithms</b>	114.186	44	1
<b>survey</b>	24.2	44	0
<b>cloud computing</b>	52.927	43	3
<b>k-means</b>	108.621	43	0
<b>random forests</b>	888.846	43	0
<b>tracking</b>	164.138	43	4
<b>accessibility</b>	26.923	42	3
<b>cnn</b>	51.786	42	4
<b>information retrieval</b>	35.588	42	0
<b>pattern classification</b>	189.032	42	0
<b>remote sensing</b>	18.25	42	4
<b>systematic review</b>	128.235	42	3
<b>big data</b>	61.875	41	0
<b>heuristics</b>	117.805	41	1
<b>combinatorial optimization</b>	106.939	40	1
<b>components</b>	1.6	40	3
<b>data analysis</b>	33.846	40	3
<b>multi-layer perceptron</b>	95.789	40	2
<b>nonlinear systems</b>	93.571	40	2
<b>semantic web</b>	41.087	40	3
<b>twitter</b>	179.062	40	3
<b>embedded systems</b>	24.375	39	3

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

<b>evaluation</b>	162.593	39	3
<b>fault detection</b>	144.194	39	2
<b>mobile computing</b>	23.636	39	3
<b>optimum-path forest classifiers</b>	21.24	39	0
<b>biometrics</b>	92.647	38	4
<b>case-based reasoning</b>	96.316	38	2
<b>data models</b>	6.0	38	2
<b>learning</b>	76.154	38	1
<b>medical images</b>	24.303	38	4
<b>camera calibration</b>	3.56	37	2
<b>database</b>	33.333	37	0
<b>incremental learning</b>	159.524	37	0
<b>meta-learning</b>	150.667	37	0
<b>design</b>	26.562	36	3
<b>hidden markov models</b>	192.963	36	0
<b>systematic literature review</b>	5.76	36	3
<b>assistive technologies</b>	1.641	35	3
<b>concept drift</b>	171.667	35	0
<b>decision-making</b>	7.0	35	3
<b>fuzzy clustering</b>	121.667	35	0
<b>heuristic algorithms</b>	85.676	35	1
<b>intelligent systems</b>	102.121	35	2
<b>regression</b>	18.44	35	0
<b>simulated annealing</b>	99.143	35	1
<b>unmanned aerial vehicles</b>	117.931	35	1
<b>usability</b>	1.814	35	3
<b>wireless sensor networks</b>	20.2	35	3
<b>active learning</b>	62.333	34	0
<b>diagnosis</b>	9.2	34	4
<b>kernel</b>	4.75	34	2
<b>principal component analysis</b>	182.162	34	2
<b>information extraction</b>	65.185	33	3
<b>information visualization</b>	22.857	33	3
<b>security</b>	75.263	33	3
<b>similarity measures</b>	13.25	33	4
<b>stock market</b>	15.45	33	1
<b>breast cancer</b>	259.286	32	4
<b>control</b>	97.895	32	2
<b>fpga</b>	47.407	32	2
<b>image reconstruction</b>	34.545	32	4

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

<b>novelty detection</b>	14.5	32	2
<b>path planning</b>	86.774	32	1
<b>autism spectrum disorder</b>	43.478	31	3
<b>benchmark functions</b>	263.043	31	1
<b>expert systems</b>	97.647	31	3
<b>k-nearest neighbors</b>	46.667	31	0
<b>mobile devices</b>	26.538	31	3
<b>bioinformatics</b>	29.259	30	1
<b>collaborative filtering</b>	8.619	30	3
<b>eeg</b>	5.875	30	0
<b>planning</b>	23.846	30	1
<b>pso</b>	66.522	30	1
<b>semantics</b>	8.0	30	3
<b>word embeddings</b>	35.185	30	3
<b>edge detection</b>	102.105	29	4
<b>estimation</b>	58.571	29	2
<b>graph theory</b>	44.444	29	4
<b>hyper-heuristics</b>	92.188	29	1
<b>industry 4.0</b>	26.957	29	3
<b>linked open data</b>	79.565	29	3
<b>lstm</b>	6.25	29	4
<b>risk assessment</b>	46.667	29	4
<b>self-organization</b>	73.571	29	1
<b>serious games</b>	22.414	29	3
<b>speech recognition</b>	32.273	29	2
<b>stability analysis</b>	350.476	29	2
<b>system identification</b>	52.424	29	2
<b>user experience</b>	19.231	29	3
<b>data visualization</b>	36.842	28	3
<b>image enhancement</b>	82.632	28	4
<b>interpretability</b>	15.882	28	0
<b>petri nets</b>	69.091	28	3
<b>uav</b>	7.0	28	3
<b>autonomous vehicles</b>	6.8	27	4
<b>bagging</b>	43.75	27	0
<b>diversity</b>	69.091	27	1
<b>entropy</b>	42.857	27	4
<b>gamification</b>	2.875	27	3
<b>navigation</b>	87.059	27	4
<b>portuguese language</b>	6.04	27	3
<b>ranking</b>	4.25	27	0
<b>supply chain management</b>	213.636	27	3

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

symbolic data analysis	276.774	27	0
community detection	56.667	26	0
emotion recognition	166.429	26	3
fuzzy neural networks	121.429	26	2
gpu computing	40.526	26	0
handwritten digit recognition	127.778	26	4
multi-criteria decision analysis	253.333	26	1
multi-label classification	108.929	26	0
affective computing	43.125	25	3
association rules	46.316	25	0
complexity	199.565	25	4
fault diagnosis	129.474	25	0
local search	16.625	25	1
paraconsistent annotated logic program	25.319	25	2
signal processing	130.667	25	2
software testing	92.857	25	1
associative memories	16.28	24	4
autonomous systems	30.625	24	3
context-awareness	71.765	24	3
imbalanced datasets	101.538	24	0
interaction	1.5	24	3
topology	78.462	24	2
algorithms	7.125	23	0
context	57.368	23	3
control systems	134.167	23	2
dynamic selection	267.333	23	0
evolving systems	11.36	23	2
feature learning	543.571	23	4
graphs	149.333	23	4
image restoration	71.875	23	4
interoperability	1.75	23	3
logistic regression	63.077	23	0
mammography	134.667	23	4
mlp	70.909	23	2
probabilistic logic	64.615	23	2
pruning	46.429	23	0
sensors	40.769	23	3
autoencoders	39.444	22	4
filtering	7.8	22	0
game development	18.333	22	3

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

<b>image registration</b>	48.462	22	4
<b>intelligent tutoring systems</b>	38.846	22	3
<b>interval-valued data</b>	24.5	22	0
<b>knowledge graphs</b>	58.333	22	3
<b>memetic algorithms</b>	157.895	22	1
<b>multi-class classification</b>	121.364	22	0
<b>multi-objective</b>	42.143	22	1
<b>pre-processing</b>	156.364	22	4
<b>robots</b>	2.0	22	2
<b>software</b>	21.818	22	3
<b>systematic mapping study</b>	56.471	22	3
<b>adaptive control</b>	9.0	21	2
<b>autonomous agents</b>	61.667	21	3
<b>brain-computer interface</b>	21.429	21	0
<b>cellular automata</b>	70.417	21	1
<b>chatbots</b>	99.091	21	3
<b>complex systems</b>	9.0	21	1
<b>data augmentation</b>	7.8	21	4
<b>electroencephalogram</b>	9.25	21	0
<b>energy consumption</b>	2.7	21	3
<b>gesture recognition</b>	52.105	21	3
<b>human activity recognition</b>	65.882	21	0
<b>inference</b>	44.545	21	3
<b>information theory</b>	161.538	21	4
<b>morphological neural networks</b>	23.2	21	4
<b>networks</b>	50.714	21	3
<b>performance</b>	194.706	21	3
<b>process mining</b>	84.375	21	3
<b>reservoir computing</b>	70.714	21	2
<b>shape analysis</b>	196.667	21	4
<b>standards</b>	3.5	21	2
<b>symbolic regression</b>	50.357	21	1
<b>tabu search</b>	179.048	21	1
<b>architecture</b>	45.714	20	3
<b>classifier ensembles</b>	294.615	20	0
<b>estimation of distribution algorithms</b>	11.619	20	1
<b>fish school search</b>	4.375	20	1
<b>fractal dimension</b>	180.909	20	4
<b>kinect</b>	38.462	20	3
<b>long short-term memory</b>	3.5	20	4

**Tabela 6:** Termos da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20 (continua)

many-objective optimization	56.667	20	1
model selection	134.118	20	0
parameter estimation	32.353	20	2
regularization	85.833	20	2
robustness	41.875	20	1
three-dimensional displays	6.5	20	2
validation	120.833	20	3
vector quantization	6.4	20	0

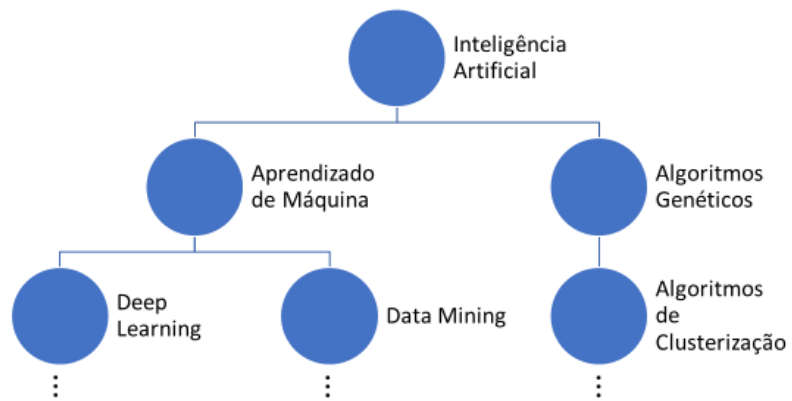
**Fonte:** Elaboração própria.

A construção da estrutura da prototaxonomia pode ser desenvolvida seguindo os conceitos de taxonomia facetada como instrumento de organização da informação apresentados em Maculan & Lima (Maculan & Lima, 2011). A taxonomia facetada é a organização de documentos sob diferentes dimensões, em que o conteúdo de um documento oferece diferentes opções de busca ao usuário na recuperação de informações.

Porém, mesmo sem a estrutura de prototaxonomia completa, a partir da obtenção e tratamento dos termos apresentado em **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, já se torna possível a análise relacional dos temas e a caracterização da área por especialistas na área de IA.

Futuramente para a próxima etapa do projeto (produto 2), com os resultados da rede de co-ocorrência Author Keywords com thesaurus e grau maior que 20, pode-se dar início a estruturação da prototaxonomia. O formato para a prototaxonomia para a avaliação dos principais temas em IA é exemplificado em **Erro! Fonte de referência não encontrada.**





**Figura 34: Exemplo de prototaxonomia para os principais temas em IA**  
**Fonte:** Elaboração própria.

## **2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MACULAN, B. C. M. D. S., LIMA, G. N. B. O. 2011. Taxonomia facetada navegacional: agregando valor às informações disponibilizadas em bibliotecas digitais de teses e dissertações. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/174991>. Acesso em: 22 dez. 2022.

WALTMAN, L., VAN ECK, N.J. 2013. A smart local moving algorithm for large-scale modularity-based community detection. *Eur. Phys. J. B* 86, 471 (2013). Disponível em: <https://doi.org/10.1140/epjb/e2013-40829-0>.