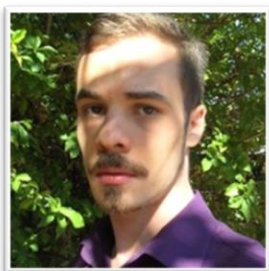
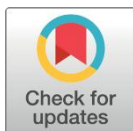


RDBCIRevista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação
Digital Journal of Library and Information Science

Correspondência dos autores

1 Universidade Estadual Paulista
Marília, SP - Brasil
leopinheirodesouza@gmail.com

2 Universidade Estadual Paulista
Marília, SP - Brasil
mariana.rg.mello@unesp.br

As tecnologias de inteligência artificial do paradigma simbólico e suas implicações interdisciplinares para a Ciência da Informação

Leonardo Agostinelli Pereira Pinheiro de Souza¹ Mariana Rodrigues Gomes de Mello²

RESUMO

Introdução: A inteligência artificial está transformando a Ciência, a economia, o mercado laboral e o contexto social. A popularização dessas tecnologias se deu a partir de 2022, quando surgiram modelos de inteligência artificial generativa como Chat GPT e DeepSeek. Inteligência artificial é um termo que contempla paradigmas tecnológicos com distintas aplicações, tal qual o simbólico, que utiliza símbolos e lógica indutiva para desenvolver sistemas autônomos. **Objetivo:** Objetiva-se analisar a produção de artigos nesse paradigma, na base Web of Science, em relação à popularidade ao longo do tempo, por área e por país, evidenciando pontes com teorias da Ciência da Informação. **Metodologia:** Os dados quantitativos dos artigos foram analisados em forma de gráficos e tabelas, calculando-se totais absolutos, parciais, médias e porcentagens. Ademais, utilizou-se o DeepSeek para relacionar as tecnologias com teorias/autores da Ciência da Informação. **Resultados:** Como resultados, notou-se a liderança da China nas pesquisas, uma participação tímida do Brasil, e, especificamente, tímida da Ciência da Informação. Concernente à interdisciplinaridade, foram apontadas dezessete teorias/tecnologias da Ciência da Informação, destacando a representação do conhecimento, ontologias e recuperação da informação. **Conclusão:** Verificou-se que algumas tecnologias de inteligência artificial estão em ascensão, enquanto outras em estabilização ou declínio. É preciso que a Ciência da Informação invista mais em pesquisas neste nicho e que o Brasil acentue parcerias público-privadas para alavancar seus ecossistemas de Inteligência artificial, a exemplo da China.

PALAVRAS-CHAVE

Inteligência artificial. Ciência da informação. Paradigma simbólico. Cientometria.

Artificial intelligence technologies of the symbolic paradigm and their interdisciplinary implications for Information Science

ABSTRACT

Introduction: Artificial intelligence is transforming science, the economy, the job market, and the social context. These technologies began to gain popularity in 2022, when generative artificial intelligence models such as Chat GPT and DeepSeek emerged. Artificial intelligence is a term that encompasses technological paradigms with distinct applications, such as

symbolic intelligence, which uses symbols and inductive logic to develop autonomous systems. **Objective:** The aim was to analyze the production of articles in this paradigm, in the Web of Science database, in relation to popularity over time, by field, and by country, highlighting connections with Information Science theories. **Methodology:** The quantitative data from the articles were analyzed in the form of graphs and tables, calculating absolute totals, partial totals, averages, and percentages. Furthermore, DeepSeek was used to relate the technologies to Information Science theories and authors. **Results:** China's leadership in research was noted, with Brazil's limited participation, and, specifically, Information Science's limited participation. Regarding interdisciplinarity, seventeen Information Science theories/technologies were identified, highlighting knowledge representation, ontologies, and information retrieval. **Conclusion:** Some artificial intelligence technologies are on the rise, while others are stabilizing or declining. Information Science needs to invest more in research in this niche, and Brazil needs to strengthen public-private partnerships to leverage its Artificial Intelligence ecosystems, following China's example.

KEYWORDS

Artificial intelligence. Information science. Symbolic paradigm. Scientometrics.

CRediT

- **Reconhecimentos:** Não aplicável.
- **Financiamento:** Não aplicável.
- **Conflitos de interesse:** Os autores declaram a ausência de quaisquer aspectos que representem conflito de interesse em relação ao manuscrito.
- **Aprovação ética:** Não aplicável.
- **Disponibilidade de dados e material:** Não aplicável.
- **Contribuições dos autores:** Conceitualização, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Administração do Projeto, Recursos, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita - rascunho original, Escrita - revisão e edição: SOUZA, L. P. P. Investigação; Escrita - rascunho original, Escrita - revisão e edição: MELLO, M. R. G.
- **Imagem:** Extraída da plataforma Lattes.

JITA: LP. Agentes inteligentes | Inteligência Artificial

ODS: 9. Indústria, inovação e infraestrutura



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Submetido em: 18/08/2025 – Aceito em: 04/09/2025 – Publicado em: 06/10/2025

Editor: Gildenir Carolino Santos

1 INTRODUÇÃO

O tema Inteligência Artificial (IA) tem despertado grande interesse nos últimos anos, do público leigo, bem como de educadores, demais profissionais, comunidade científica e governos ao redor do globo. Pode-se compreender a IA como um termo guarda-chuva que contempla uma variedade de paradigmas, técnicas e aplicações, envolvendo a computação, a matemática e outras áreas afins. A diferença de um sistema de IA para a programação tradicional é que esses sistemas são treinados mediante um grande volume de dados, e ‘aprendem’ padrões, para poderem executar tarefas e tomarem decisões de maneira autônoma, sem que o programador/a pré-determine cada passo a ser dado.

«Sistema de IA» significa um sistema baseado em máquinas que foi concebido para operar com diferentes níveis de autonomia e que pode apresentar adaptabilidade após a implementação e que, para objetivos explícitos ou implícitos, infere, a partir dos dados que recebe, como gerar resultados, tais como previsões, conteúdos, recomendações ou decisões [...] (União Europeia, *on-line*, 2025).

Evidencia-se que esse tema caiu no debate público com muito maior projeção a partir de 2022, com o lançamento do Chat GPT, que popularizou, ou mesmo vulgarizou, o uso de sistemas treinados a partir de Large Language Models (LLMs- modelos de linguagem em larga escala).

Para além das ferramentas de IA generativa, que oferecem respostas rápidas e, mais ou menos precisas, para um sem-número de questões que a imaginação possa conceber, a IA pode atuar em campos tão diversos e crucialmente relevantes, como: meio ambiente, saúde, negócios e outros. É por este motivo que o governo brasileiro criou um conjunto de políticas para o desenvolvimento de IA visando servir diversas esferas de interesse estratégico da sociedade, com investimentos no montante de R\$ 23 bilhões até 2028 (CNN Brasil, 2024). Tal movimento se alinha com a recente corrida das grandes potências, como China e Estados Unidos, no uso da IA como instrumento de soberania nacional e autossuficiência tecnológica (Chang; Arcesati; Hmaidi, 2025).

Acompanhar o desenvolvimento da IA é, portanto. Imprescindível para a sobrevivência no mundo contemporâneo. Depreende-se, portanto, que quem não acompanhar esta evolução estará fadado à obsolescência, a ser prescindível, desnecessário. Esta mesma lógica se aplica também às áreas do conhecimento e da pesquisa, tal como a Ciência da Informação (CI), foco do presente artigo. Ademais, salienta-se a existência de uma intersecção ‘natural’ entre a CI e a computação por meio de seu principal objeto de estudo que é, justamente, a informação.

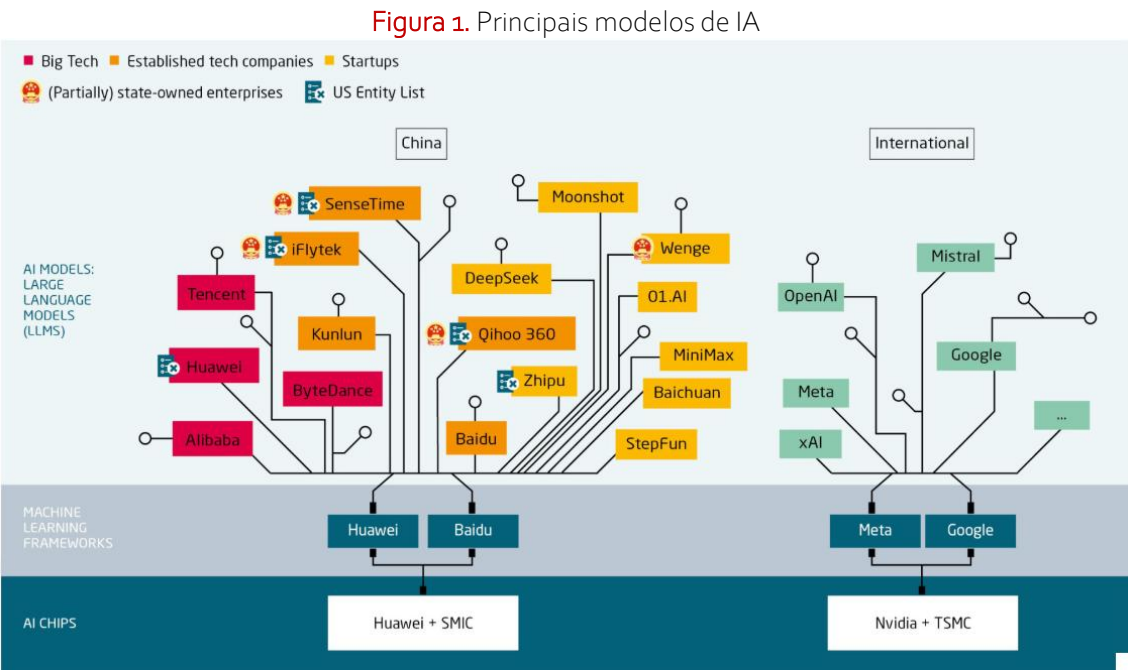
Ferneda (2006), ao tratar da utilização de redes neurais de IA em sistemas de recuperação da informação, já advogava de modo contundente pelo aprofundamento da relação entre a CI e a computação, admoestando, porém, que a CI é responsável por contextualizar criticamente essa relação, pois o seu conhecimento não se constrói no ‘vazio cultural’ dos algoritmos. A maior contribuição científica do presente trabalho, portanto, é destacar a importância desta relação simbiótica entre as duas áreas já referidas, onde a computação provê à CI o ferramental técnico e a CI provê à computação o aspecto pragmático e crítico para pensar os rumos dessa tecnologia, para que atenda às reais necessidades humanas. Salienta-se, ainda, a uma lacuna existente na literatura internacional sobre a contribuição da CI sobre a discussão de temas mais técnicos de IA, especificamente sobre as tecnologias do paradigma simbólico que, como será discutido e demonstrado ao longo deste trabalho, são de especial interesse para a web semântica, representação, organização e gestão do conhecimento, entre outras subáreas. É paradoxal que a relação computação-CI em torno dos temas acima referidos se mostre tão tímida em bases de dados prestigiadas como a Web of Science.

Portanto, a presente pesquisa visa analisar as características da produção científica referente ao paradigma simbólico da IA, interesse da comunidade científica relativo ao tema, popularidade de cada uma de suas abordagens, e possíveis pontos de contato com a CI.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como já exposto na seção anterior, basicamente, a IA se presta a criar sistemas computacionais que consigam aprender mediante ao treinamento com dados pré-existentes, objetivando a autonomia na execução de tarefas complexas, como: reconhecimento de padrões, classificação, agrupamento e outras. O desenvolvimento desta ‘inteligência’ exige o uso intensivo de recursos computacionais, *hardware* especializado, processadores, memória, *frameworks* complexos de *software* e energia elétrica. Esses sistemas, portanto, são constituídos de verdadeiros ‘ecossistemas’ em camadas, quais sejam: chips de Graphic Processing Units (Unidades de Processamento Gráfico - GPUs) interconectados em *clusters*; *High Bandwidth Memory* (memória de alta largura de banda - HBM) associados aos chips GPUs; *frameworks* de software destinados à programação de modelos de AI (Chang; Arcesati; Hmaidi, 2025).

A Figura 1, abaixo, evidencia a atual ‘guerra’ das IAs entre Estados Unidos e China, concernentes aos seus modelos de processamento de linguagem natural mais populares, ancorados em chips da Nvidia e Huawei.



Fonte: Chang; Arcesati e Hmaidi (2025).

Descrição: Figura 1 (Principais modelos de IA): Infográfico comparativo exibindo ecossistemas de IA na China e no cenário Internacional. Mostra a hierarquia tecnológica desde os chips (Nvidia, Huawei), passando pelos *frameworks* de aprendizado de máquina (Meta, Google, Baidu), até os diversos modelos de linguagem (LLMs) desenvolvidos por Big Techs e startups de ambos os lados.

É importante destacar que IA compreende uma grande variedade de abordagens e técnicas para a aplicação em domínios de problemas também diversos. Para melhor entender este panorama, Corea (2018) elaborou um mapeamento dos paradigmas de IA, composto de três macro-abordagens: simbólico, que representa a inteligência por meio da manipulação de símbolos; a sub simbólica, onde nenhuma representação específica de conhecimento é dada a priori; e a estatística, que soluciona problemas por meio da matemática. Segundo este autor (2018), dentro do paradigma simbólico, tem-se ferramentas baseadas no conhecimento

(ontologias, bases de dados, informações e regras): Robotic Process Automation (RPA – Automação de Processos Robóticos), e Expert Systems (ES - Sistemas Especialistas); bem como ferramentas baseadas em lógica (usadas para representação do conhecimento e resolução de problemas): Inductive Logic Programming (ILP – Programação Lógica Indutiva).

Esse paradigma simbólico, por conseguinte, representa o conhecimento por meio de símbolos relacionados por regras lógicas dedutivas, combinando princípios da Ciência Cognitiva e da Matemática, aproximando-se do funcionamento da linguagem humana.

Um sistema simbólico funciona realizando uma série de etapas de raciocínio semelhantes à lógica sobre representações semelhantes à linguagem. As representações são tipicamente de caráter proposicional e afirmam que certas relações se mantêm entre certos objetos, enquanto cada etapa de raciocínio computa um conjunto adicional de relações que seguem daquelas já estabelecidas, de acordo com um conjunto formalmente especificado de regras de inferência (Garneiro; Shanahan, 2019, p. 17, tradução nossa).

Esse paradigma tem uma história relativamente antiga, se baseando num arcabouço de conhecimentos/símbolos previamente definidos, o que difere de técnicas mais recentes. A IA simbólica foi o paradigma dominante até o final dos anos 1980, diferindo da mais recente IA guiada por dados, que utilizam técnicas estatísticas, esta abordagem representa objetos como símbolos e as relações entre eles, como a relação de “possui” entre o objeto “pessoa” e o objeto “carro” (Kalota, 2024). Esse tipo de IA requer conhecimento completo do contexto de sua aplicação para funcionar, o que resulta em transparência quanto ao método de obtenção resultados, sendo bastante empregada em sistemas especialistas, visando a resolução de problemas complexos que exigiriam alto nível de competência humana (Kalota, 2024). O ser humano, portanto, se torna essencial enquanto detentor do conhecimento especializado que ajuda a máquina a interpretar e dar sentido às relações entre os dados em um contexto específico. Ademais, as técnicas e ferramentas construídas sob esse paradigma têm a vantagem da explicabilidade e clareza, devido a se basear em regras explícitas, o que difere de outros tipos de IA, que funcionam como caixas pretas.

| 5

2.1 Sistemas especialistas

Tendo sido brevemente explicado o paradigma, resta ainda discorrer sobre suas três abordagens, iniciando pelos sistemas especialistas. Janjanam; Bharathi e Manjunatha (2021) mencionam especificamente os Knowledge Based Expert System (KBES) – Sistemas especialistas baseados em conhecimento, que incorporam a experiência humana, auxiliando pessoas na resolução de problemas pobremente estruturados, que requerem tomada de decisão, ancorados em: síntese, avaliação, simulação, julgamento e solução heurística baseada na experiência. Para estes autores (2021), tais sistemas são compostos por: uma base de conhecimentos robusta, composta de fatos do domínio da aplicação, além de heurísticas para a sua aplicação; um mecanismo de controle, mecanismo de inferência ou interpretador de regras; uma interface com o usuário.

Esse tipo de sistema faz as vezes do especialista humano, o médico, o químico, o geólogo... tirando inferências lógicas dos dados de que é alimentado, interpretando-os com seu estoque de conhecimento, balizado pelas regras próprias do contexto de aplicação. Sua arquitetura é composta de três blocos principais, como mostrado na Figura 2: a base de conhecimentos; mecanismo de inferências e interface com o usuário.

Figura 2. Componentes principais de um sistema especialista



Fonte: Janjanam; Bharathi e Manjunatha (2021).

Descrição: Figura 2 (Componentes de um sistema especialista): Diagrama de blocos simplificado da arquitetura de um sistema especialista. Apresenta a interconexão entre a Base de Conhecimento (*Knowledge Base*), o Mecanismo de Inferência (*Interface Engine*) e a Interface com o Usuário, que atua como mediadora da comunicação bidirecional com o usuário final.

A interface com o usuário permite que usuários comuns, mesmo sem conhecimentos de programação e dos meandros da tecnologia, interajam com o sistema, devendo ser simples e compreensível, além de útil, simulando a interação da pessoa com um especialista (Ahmadi; Abadi, 2020). A interface esconde do ‘leigo’ a real complexidade do sistema, servindo de ponto de entrada de dados e apresentando a saída do processamento feito pelo mecanismo de inferência.

Para Zwass (2024), o mecanismo de inferência é uma camada que interpreta e avalia os fatos/dados presentes na base de conhecimentos, visando prover a resposta solicitada pelo usuário. O mecanismo de inferência, basicamente, toma os dados de entrada informados na interface e os submete para investigação junto à base de conhecimentos, levando em conta fatores internos e externos (Ahmadi; Abadi, 2020).

Um sistema especialista para medicina, por exemplo, poderia coletar sinais vitais de um paciente e, com base em seu conhecimento dos sintomas, julgar se está positivo ou negativo para uma doença ‘X’.

Para Janjanam; Bharathi e Manjunatha (2021), o mecanismo de inferência determina que heurísticas de técnicas de busca serão empregadas nas regras presentes na base de conhecimentos; esta camada determina que regras serão seguidas em cada caso, implementa essas regras e decide como encontrar uma solução ótima. As possíveis soluções são encontradas por meio de instruções do tipo “se-então”: se certa condição for verdadeira, então uma certa inferência ou curso de ação pode ser tomado (Zwass, 2024). Hipoteticamente, se a saturação do paciente é tal, sua temperatura corporal está acima de tanto e suas radiografias do pulmão apontam tais sinais, com porcentagem x de certeza, poderia ser afirmado que está infectado pela Covid. Contudo, se alguma das condições não for satisfeita, a probabilidade de diagnóstico negativo é maior.

A base de conhecimentos em si, afirma Zwass (2024), é composta de fatos e uma potencial miríade de regras, coletados a partir de entrevistas e observação com especialistas no âmbito para o qual será desenvolvido o sistema. As conclusões, ou recomendações, obtidas pelo sistema são, portanto, atreladas a uma probabilidade, visto a impossibilidade de certeza total dos resultados, ainda segundo Zwass. Para concluir o grupo das técnicas de IA baseadas em conhecimento, resta ainda discutir a RPA.

2.2 Robotic Process Automation

Outra relevante abordagem de IA no paradigma simbólico é a Robotic Process Automation (Automação Robótica de Processos – RPA), que tem a proposta de aumentar a eficiência em serviços repetitivos nas organizações em geral. De acordo com Jovanović; Đurić e Šibalića (2018), ao contrário do senso comum, o termo robô aqui não representa nenhum

aparato eletrônico ou mecânico físicos, mas uma solução de software programada para executar tarefas e processos altamente estruturados e repetitivos normalmente realizados por humanos. Segundo os autores (2018), esta técnica permite a automação de trabalhos considerados extenuantes, tediosos, de maneira eficiente e a baixo custo, onde a tecnologia ‘aprende’ a reproduzir o trabalho ‘incansavelmente’. O RPA não modifica o funcionamento dos sistemas já existentes, mas atua na camada de interface de usuário, reproduzindo trabalhos que este executaria, como preencher planilhas, responder e-mails, interagir com clientes via *chat* e assim por diante. É neste sentido que fica clara a tendência de substituição de trabalhadores humanos por ‘robôs’ em tarefas repetitivas e ‘mecânicas’.

Até mesmo a análise de informação não estruturada é possível mediante a RPA, apresentando aos usuários tendências úteis para tomada de decisões, como a análise de padrões de transações que podem ajudar a evitar fraudes/lavagem de dinheiro (Madakam; Holmukhe; Jaiswal, 2019). A seguir, apresenta-se uma definição mais formal e completa do termo:

Este termo amálgama robótica, referindo-se a agentes de software agindo como seres humanos em interações de sistemas, e automação de processos [...]. Em essência, RPA é uma tecnologia relativamente nova que compreende agentes de software chamados "bots" que imitam o caminho manual tomado por um humano através de uma gama de aplicativos de computador ao executar certas tarefas em um processo de negócios. As tarefas que os bots executam são tipicamente baseadas em regras, bem estruturadas e repetitivas. Exemplos de tarefas que os bots executam incluem transferência de dados entre aplicativos por meio de captura de tela, processamento automatizado de consultas de e-mail e agrupamento de dados de folha de pagamento de diferentes fontes (Syed, 2020, p. 1, tradução nossa).

Contudo, não apenas tarefas simples de preenchimento de valores e clicks podem ser automatizados. Essa tecnologia tem se tornado cada vez mais sofisticada. Para Madakam; Holmukhe e Jaiswal (2019), a RPA é capaz de produzir respostas altamente elaboradas para perguntas complexas, devido à sua capacidade de processamento e relacionamento de grandes quantidades de informação, uma capacidade bastante além do que um humano poderia normalmente pesquisar/assimilar, podendo, por exemplo, responder que as ações do mercado chinês estariam em tendência ascendente, após analisar uma gama de fatores. Estes autores (2019) asseveram ainda que a RPA pode tratar de tarefas baseadas em regras, como já mencionado, repetitivas, deixando os colaboradores livres para atender seus clientes em serviços de maior valor agregado, apesar de a constatação que isto pode resultar em perdas de postos de trabalho.

As técnicas RPA e *expert systems* estão inseridas na intersecção dos quadrantes ‘*knowledge-based*’ (baseado em conhecimento) e ‘*logic-based*’ (baseado em lógica). A próxima seção abordará a tecnologia ILP, que se insere apenas no quadrante ‘*logic-based*’ (baseado em lógica). Entretanto, todas as três tecnologias mencionadas se inserem no paradigma simbólico da IA, fundamentado em um arcabouço de dados e conhecimento.

2.3 Inductive Logic Programming

A lógica clássica consiste em um sistema formal é construída basicamente por quatro componentes: axiomas lógicos, linguagem formal, regras de dedução, além dos possíveis axiomas não lógicos. Desdobram destes princípios as noções sobre teoremas, provas, consistência e etc. A Lógica clássica decorre dos princípios da lógica aristotélica. Tais princípios são: princípio do terceiro excluído, princípio da identidade e princípio da não contradição. Segundo o princípio do terceiro excluído, dada uma sentença qualquer, ou essa sentença é verdadeira, ou a negação dela é, não havendo uma terceira alternativa. O princípio reflete que todo o objeto é idêntico a si mesmo. E por fim, o princípio da não contradição expõe que uma

proposição e sua respectiva negação não podem ser tidas como verdadeiras ao mesmo tempo e sob o mesmo aspecto (Mello, 2024).

A ILP é uma técnica baseada no processo de indução, que consiste na obtenção de generalizações, conclusões lógicas, a partir do exame de casos particulares, balizada pela existência de conhecimentos prévios do contexto de aplicação, fortemente baseada na matemática. A ILP, conforme Cropper *et al.* (2022), é uma forma de aprendizado de máquina (*Machine Learning* – ML), cuja funcionalidade pode ser resumida a introduzir uma hipótese para generalização de casos de treinamento. Para estes autores (2022), enquanto que outros tipos de ML representam os dados de que se alimentam por meio de vetores e tensores, o ILP utiliza-se de conjuntos de regras lógicas, evidenciando relações entre esses dados. A seguir, é apresentada uma conceituação mais formal e detalhada dessa tecnologia.

A Programação Lógica Indutiva (ILP) é uma área de pesquisa formada na intersecção de Aprendizado de Máquina e Programação Lógica. Os sistemas ILP desenvolvem descrições de predicados a partir de exemplos e conhecimento prévio. Os exemplos, conhecimento prévio e descrições finais são todos descritos como programas lógicos (Imperial College London, 2024, on line, tradução nossa).

Portanto, a lógica subjacente na relação entre os dados é aprendida por meio de treinamento com conhecimento prévio, que servirá para generalizar relações em conjuntos de dados semelhantes. Na perspectiva de Sen (2022), a ILP é ideal para inferir regras lógicas de conjuntos de dados rotulados, sendo estas regras explicitamente simbólicas, o que torna estes modelos passíveis de serem inspecionados e entendidos, formando meios eficientes para o armazenamento de conhecimento. Quando se refere a rótulos em IA quer dizer que o conjunto de dados tem atrelado a si um valor esperado de predição. Por exemplo: quando a proporção das dimensões das pétalas e sépalas for tal, a flor será íris da espécie setosa; se as medidas forem diferentes, será da espécie versicolor. Assim, quando o usuário informar novos valores, a IA saberá como classificá-los com base neste aprendizado. Os rótulos se baseiam no chamado conhecimento de fundo (*background*).

A capacidade dos sistemas ILP de acomodar conhecimento de fundo também é fundamental. Alguns relacionamentos aprendidos em aplicações específicas foram considerados descobertas dentro desses domínios. As áreas de aplicação incluem: aprender regras de estrutura-atividade de fármacos [...] aprender regras de bancos de dados de xadrez [...] (Imperial College London, 2024, on line, tradução nossa).

A ILP pode, ainda, servir de base para complementar outros modelos mais complexos, como os de MML, que lidam com linguagem humana, atuando na lógica das funções gramaticais. Ademais, Cropper *et al.* (2022), destacam algumas vantagens da ILP em relação a outros modelos de ML: sua eficiência em aprender com corpus de dados relativamente pequenos com boa capacidade de acurácia; a representação de conhecimento como programas lógicos permite aprender com informação relacional complexa; devido à sua característica simbólica de representação do conhecimento, a ILP pode ‘raciocinar’ sobre hipóteses, o que lhe permite criar programas de solução otimizada; em virtude da semelhança da lógica com a linguagem humana, programas em ILP podem ser mais facilmente compreensíveis por seres humanos, o que é essencial para a explicabilidade do funcionamento da IA.

Uma perspectiva distinta, mas complementar à ILP é de modelos de LLM mais complexos, como o DeepSeek e Chat GPT que também trabalham a lógica indutiva. Costa e Abbe (2000) refletem: “a inconsistência não pode ser, pelo menos diretamente, manipulada através da lógica clássica na qual se fundamentam a maioria das linguagens de programação” (Mello, 2024, p. 59). Os sistemas formais, que seguem princípios da lógica clássica, ao manejarem dados contraditórios, causarão o que se denomina em lógica paraconsistente como princípio da explosão. No sentido de que, se uma contradição prevalece, então, todo o resto também prevalece. Para tanto, na atualidade, foi necessário buscar outras alternativas, além da

lógica clássica às linguagens de programação, por exemplo (Mello, 2024). Ao se raciocinar a partir de uma lógica inconsistente, pode-se partir de premissas inconsistentes e chegar-se a resultados sensatos, sem causar uma inconsistência total, à medida que nem toda contradição se desdobra em um absurdo.

Neste contexto, softwares, como o *DeepSeek*, refletem um modelo de código aberto, capaz de resolver questões complexas, de modo mais crítico e menos generalista, pois utiliza-se de proposições da lógica paraconsistente, lidando bem com contradições. O que aumenta sua confiabilidade, permitindo que o usuário compreenda o processo no decorrer da inferência. Portanto, vai além do binarismo da lógica clássica, o qual considera apenas duas possibilidades para qualquer preposição, ou seja, verdadeiro ou falso.

Como explicitado, as tecnologias do paradigma simbólico são fortemente baseadas não só em dados, como também em conhecimento, característica essa que dá margem para relações interdisciplinares com a CI, e uma consequente, e necessária, problematização e interpretação de seus impactos teóricos e na prática profissional. Estará a comunidade acadêmica da CI tirando o devido proveito da interação com esse campo da computação que se consolida a passos largos?

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa se trata de uma análise cientométrica realizada na base de dados Web of Science (WOS), coleção principal (*core collection*). No mês de setembro de 2025, foram realizadas três buscas nesta base para cada uma das tecnologias de IA abordadas no trabalho: ES, RPA e ILP. O lapso de tempo considerado compreende cinco anos, de 2020 a 2025. Os campos utilizados na busca foram os seguintes: Author Keywords (palavras-chave de autor - AK); Abstract (AB); Title (título - TI).

Ademais, convencionou-se filtrar apenas artigos acadêmicos. Outro filtro empregado foi referente à restrição de áreas do conhecimento, compreendendo apenas campos da Ciência da Computação e da CI, quais sejam: *Computer Science Information Systems*; *Computer Science Software Engineering*; *Computer Science Artificial Intelligence*; *Computer Science Theory Methods*; *Computer Science Interdisciplinary Applications*; *Information Science Library Science*.

Na primeira etapa foram computadas as quantidades de artigos referentes a cada tecnologia em relação à nacionalidade dos autores, ano de publicação e média de artigos por área do conhecimento. Pode-se, assim inferir: que países publicam mais sobre os temas, qual a posição do Brasil neste panorama; se a CI está contribuindo satisfatoriamente em relação às outras áreas; se os temas estão em ascensão ou em declínio ao longo dos anos.

Posteriormente, utilizou-se a ferramenta de LLM *DeepSeek* para pesquisar correlações entre as três tecnologias de IA abordadas e as teorias/autores da CI que tivessem maior aderência, solicitando uma explicação detalhada. A ferramenta *DeepSeek* foi escolhida pela sua gratuidade e melhor desempenho em relação a concorrentes pagos, como o Chat GPT (CNN, 2025).

A pesquisa no Deepseek utilizou três estratégias de busca semelhantes, seguindo a seguinte instrução: “Explique que teorias e autores da área da Ciência da Informação trabalham temas abordados pela área de [...]. Traga as referências bibliográficas ao final de sua busca”. As ‘áreas’ consideradas na instrução acima foram, respectivamente: *Inductive Logic Programming*/ ILP; *Robotic Process Automation*/ RPA; Expert Systems. As respostas foram verificadas posteriormente e foram aceitas somente as que trouxeram as referências bibliográficas completas. Por fim, realizou-se o cômputo da quantidade de menções a cada teoria da CI em correspondência às tecnologias de IA.

Destaca-se que Trindade e Oliveira (2024), reconhecem ser adequada a utilização de IAs generativas para a pesquisa científica, fazendo a ressalva de que o pesquisador deve estar atento quanto às implicações éticas, plágio, vieses e possíveis inconsistências nas informações, verificando e corrigindo quaisquer inconformidades. Estes autores destacam a necessidade de uma visão crítica para o uso da IA na academia por meio da competência em informação. No presente trabalho, as respostas do *DeepSeek* foram conferidas, sendo aceitas apenas as análises que apontassem referências bibliográficas consistentes e corretas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção apresenta os resultados obtidos por meio das buscas na base WOS, concernente às três tecnologias do paradigma simbólico, já discutidas neste artigo: ILP, RPA e ES. Como já mencionado nos procedimentos metodológicos, a abordagem de análise utilizada foi eminentemente quantitativa: numa primeira etapa são apresentadas algumas métricas em números sobre as características do corpus de publicações; na segunda etapa foi efetuada a correlação entre as tecnologias de IA e as teorias/autores da CI correspondentes. No quadro 1, abaixo, são exibidos os critérios/ filtros gerais de busca que foram empregados em todas as três pesquisas realizadas na base de dados.

A pesquisa se deu em setembro de 2025, abrangendo o lapso temporal de 2020 a 2025, selecionando apenas artigos de periódicos de áreas correlatas à computação e à CI.

Quadro 1. Filtros de busca na base WOS

Parâmetro	Valor
Data	Setembro de 2025
Tipo de documento	Artigos
Lapso de tempo	2020 a 2025
Áreas do conhecimento	Computer Science Information Systems; Computer Science Software Engineering; Computer Science Artificial Intelligence; Computer Science Theory Methods; Computer Science Interdisciplinary; Applications; Information Science Library Science

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 1 (Filtros de busca na base WOS): Tabela técnica que sistematiza os parâmetros metodológicos da pesquisa cientométrica. Define o lapso temporal (2020-2025), o tipo de documento (artigos) e as áreas do conhecimento selecionadas nas subáreas de Ciência da Computação e Ciência da Informação.

No quadro 2 abaixo, são mostrados os resultados da busca pela tecnologia ILP. Foram consideradas as palavras-chave de autor (AK), Abstract/resumo (AB) e título (TI) dos trabalhos. Ao todo, foram retornados 837 artigos, com uma média de 139,5 artigos por área de conhecimento, ficando a CI bastante abaixo desse patamar, com apenas 02 (dois) artigos publicados.

Quadro 2. Parâmetros de busca e resultados para a tecnologia ILP

Parâmetro	Valor
String de busca	(((((AK=("Inductive Logic Programming")) OR AK=(ILP)) OR AB=(" Inductive Logic Programming")) OR AB=(ILP)) OR TI=(" Inductive Logic Programming")) OR TI=(ILP)
Tot. artigos retornados	837
Média artigos/área do conhecimento	139,5
Tot. artigos da CI	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 2 (Parâmetros e resultados para ILP): Apresenta a estratégia de busca booleana utilizada para a tecnologia *ILP* e os resultados quantitativos. Registra 837 artigos totais, com uma média de 139,5 por área, ressaltando a baixa participação da Ciência da Informação (apenas 2 artigos).

No quadro 3 a seguir, destaca-se a produção no tema já referido por país. Nota-se a China na liderança da pesquisa, com 268 artigos publicados, os Estados Unidos em segundo lugar, com menos da metade desse montante. Separou-se para análise os 10 países com maior produção, tendo o Brasil ficado em 10º lugar, com 37 publicações.

Quadro 3. Publicações sobre ILP por país

Países	Totais
CHINA	268
ESTADOS UNIDOS	112
ÍNDIA	75
JAPÃO	60
CANADÁ	55
ITÁLIA	55
ALEMANHA	54
FRANÇA	52
INGLATERRA	39
BRASIL	37

Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

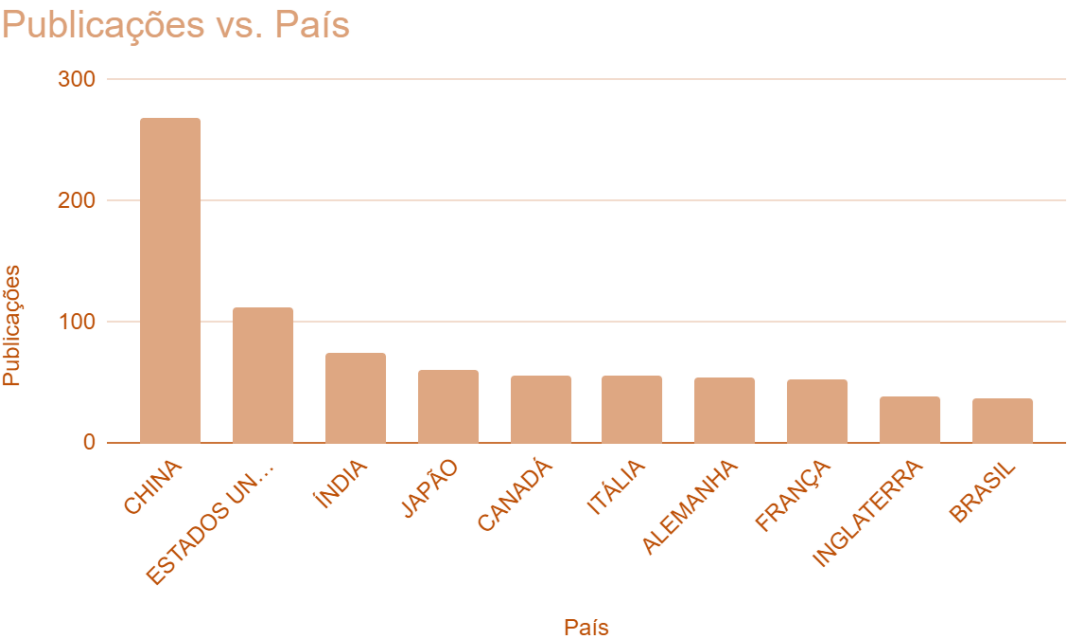
Descrição: Quadro 3 (Publicações sobre ILP por país): Tabela numérica com o ranking dos 10 países mais produtivos em *ILP*. Lista a China no topo (268), seguida por EUA (112) e Índia (75), posicionando o Brasil em décimo lugar com 37 publicações indexadas na Web of Science.

O desempenho chinês reflete bem o investimento governamental desse país na área de IA, como ação estratégica de desenvolvimento científico-tecnológico e econômico, como mostram Chang; Arcesati e Hmaidí (2025). Conforme esses autores (2025), esse desempenho é resultado de um plano claro de desenvolvimento por meio de parcerias público-privadas. É relevante frisar que a China surpreendeu, causando um verdadeiro ‘abalo sísmico’ no mercado de ações no início de 2025, derrubando ações de Big Techs estadunidenses com o lançamento do DeepSeek, utilizando tecnologias de código aberto e chips de baixo custo (Bloomberg, 2025). Como já mencionado anteriormente, o governo brasileiro tem também efetuado esforços

no sentido de desenvolver um ecossistema de IA nacional (CNN Brasil, 2024). É importante que diversos países invistam em tecnologias próprias de modo a reduzir o monopólio das mesmas e consequente dependência de soluções estrangeiras. Evidencia-se que a dependência no campo da IA pode impactar negativamente não só no aspecto econômico mas também da segurança da informação, sendo que as IAs ‘aprendem’ a partir de indução sobre informações/dados gerados por seres humanos e outras fontes.

O gráfico da figura 3 traz uma dimensão visual da produção acadêmica em ILP por país.

Figura 3. Publicações sobre o tema ILP por país



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Figura 3 (Publicações sobre o tema ILP por país): Gráfico de colunas ilustrando a produção científica em Programação Lógica Indutiva (ILP) por nação. A China lidera com ampla margem (268 publicações), seguida pelos Estados Unidos e Índia, com o Brasil ocupando a décima posição entre os países analisados.

O quadro 4 mostra um compilado da produção científica em ILP no lapso temporal 2020-2025, evidenciando uma relativa estabilidade com ligeira tendência de queda desde 2023. A queda mais acentuada em 2025 se explica pelo fato de a presente pesquisa ter buscado dados até o início do segundo semestre de 2025. É possível, contudo, projetar que se atinja ou até mesmo se supere, até o final de 2025 o patamar de publicações atingido no ano anterior, visto que em setembro de 2025 já se atingiu 80% da produção do ano de 2024. Esta escolha de lapso temporal foi estratégica, visando obter os dados mais recentes possíveis e inferir possíveis impactos da corrida internacional da IA que ganhou impulso sem precedentes no início deste ano, com a entrada de novos atores.

Quadro 4. Publicações sobre ILP por ano

Anos de publicação	Totais
2025	106
2024	133
2023	131
2022	140

2021	163
2020	137

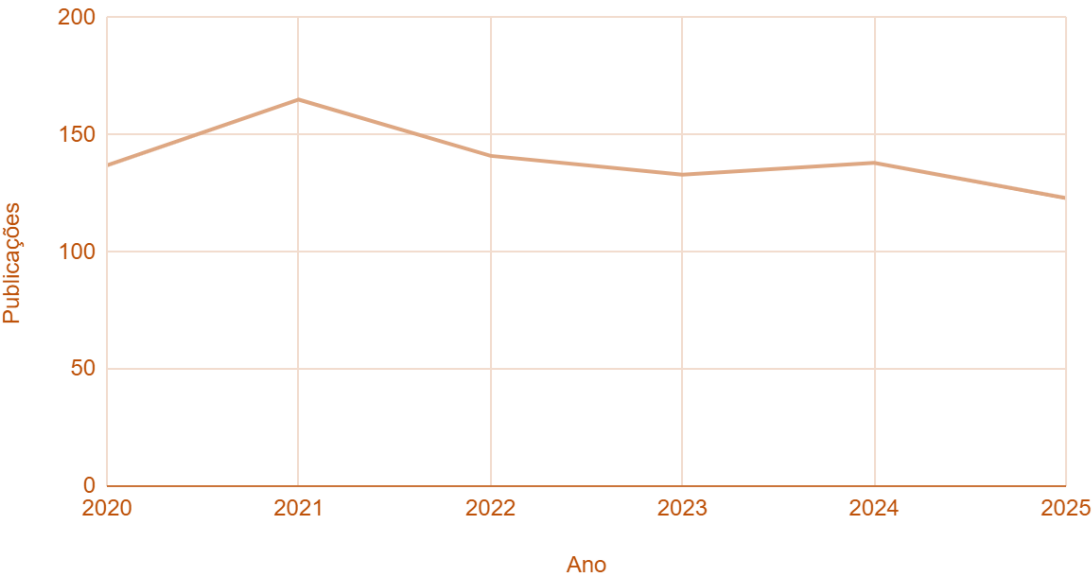
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: **Quadro 4 (Publicações sobre ILP por ano):** Tabela cronológica detalhando o volume anual de produção acadêmica em *ILP* de 2020 a 2025. Os dados mostram uma produção flutuante entre 131 e 163 artigos anuais, com 106 registros coletados até setembro de 2025.

O gráfico da figura 4 traz uma dimensão visual da evolução do tema ao longo do tempo, sendo a queda abrupta em 2025 apenas aparente, pelas razões já mencionadas acima, podendo-se projetar, inclusive um crescimento até o final do ano, visto já foi atingido 80% do volume de produção do ano anterior apenas no início do segundo semestre de 2025.

Figura 4. Publicações sobre o tema ILP por ano

Publicações vs. Ano



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: **Figura 4 (Publicações sobre o tema ILP por ano):** Gráfico de linhas demonstrando a evolução temporal das publicações em *ILP* entre 2020 e 2025. Exibe um pico de produção em 2021, seguido de estabilidade com leve tendência de queda nos anos subsequentes, registrando 106 artigos até o segundo semestre de 2025.

O próximo tema analisado é a produção acadêmica sobre a tecnologia RPA, conforme os resultados exibidos no quadro 5. Utilizando-se, novamente os filtros já apresentados no quadro 1, foi retornado um total de 185 trabalhos, com média de 30,83 por área. Neste contexto, a produção da CI no tema está bastante próxima da média, tendo sido de 25 trabalhos.

Quadro 5. Parâmetros de busca e resultados para a tecnologia RPA

Parâmetro	Valor
String de busca	(((((AK=("Robotic Process Automation")) OR AK=(RPA)) OR AB=(" Robotic Process Automation")) OR AB=(RPA)) OR TI=(" Robotic Process Automation")) OR TI=(RPA)
Tot. artigos retornados	185

Média artigos/área do conhecimento	30,83
Tot. artigos da CI	25

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: **Quadro 5 (Parâmetros e resultados para RPA):** Sistematiza a *string* de busca e métricas para a tecnologia RPA. Do total de 185 artigos retornados, a Ciência da Informação contribuiu com 25 trabalhos, aproximando-se da média geral de 30,83 artigos por área.

Neste nicho de produção, o Brasil conseguiu ficar em sétimo lugar nos países que mais publicam, empatando com Itália e Espanha, como visto no quadro 6. A China novamente desponta na liderança, seguida da Índia em segundo, e Estados Unidos em terceiro lugar. Novamente, observa-se a importância do investimento governamental massivo e de parcerias público-privadas em áreas estratégicas de pesquisa, que se refletem em desempenho mercadológico pujante.

Quadro 6. Publicações sobre RPA por país

Países	Totais
CHINA	41
ÍNDIA	25
ESTADOS UNIDOS	22
ALEMANHA	14
AUSTRÁLIA	11
INGLATERRA	9
BRASIL	8
ITÁLIA	8
ESPAÑA	8
CORÉIA DO SUL	7

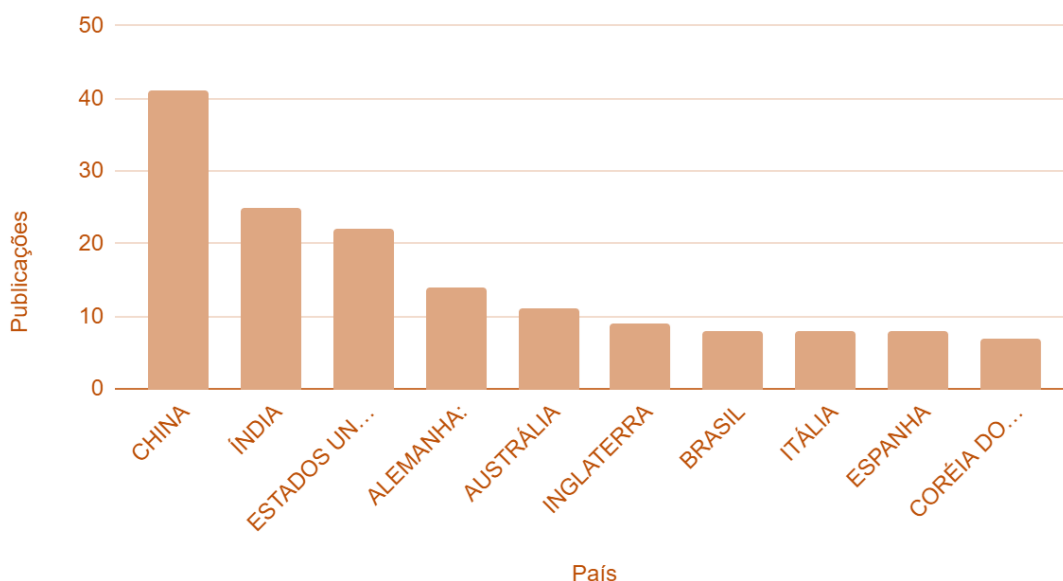
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: **Quadro 6 (Publicações sobre RPA por país):** Ranking decrescente da produção científica em RPA por nação. Consolida a liderança chinesa (41) e indiana (25), situando o Brasil (8) entre os principais produtores globais neste nicho tecnológico específico.

A figura 5, abaixo, evidencia um gráfico representativo dos dados de produção por país, acima discutidos.

Figura 5. Publicações sobre o tema RPA por país

Publicações vs. País



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Figura 5 (Publicações sobre o tema RPA por país): Gráfico de colunas detalhando a produção acadêmica em Automação de Processos Robóticos (RPA). A China mantém a liderança (41 publicações), seguida por Índia e Estados Unidos, com o Brasil figurando em sétimo lugar, empatado com Itália e Espanha.

Quanto à popularidade do tema de pesquisa ao longo do tempo, o quadro 7 mostra uma tendência de crescimento mais forte, embora os números totais de artigos sejam ainda relativamente modestos, se comparados com a tecnologia ILP, por exemplo.

| 15

Quadro 7. Publicações sobre RPA por ano

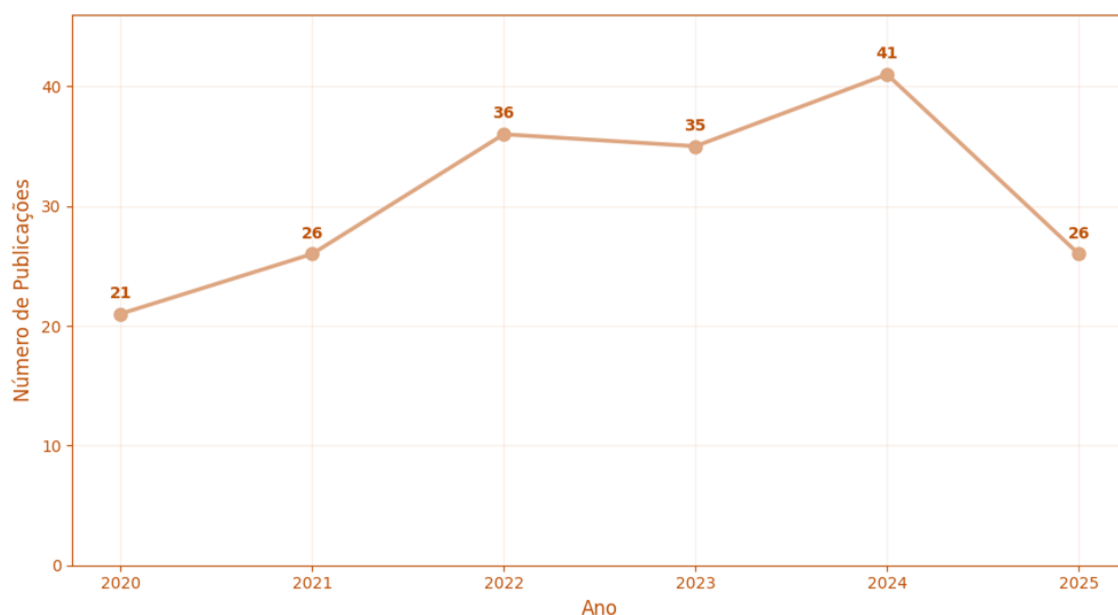
Anos	Totais
2025	26
2024	41
2023	35
2022	36
2021	26
2020	21

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 7 (Publicações sobre RPA por ano): Tabela de distribuição temporal da produção em RPA. Demonstra um crescimento consistente da temática, partindo de 21 artigos em 2020 para 41 em 2024, refletindo a crescente popularização da automação robótica.

Na figura 6, pode-se observar a tendência francamente ascendente dos dados, com uma aparente queda no último ano, justificada pelo fato de os dados terem sido coletados no início do segundo semestre de 2025, ou seja, antes do fechamento do ano. A produção no início do segundo semestre de 2025, contudo, representa já 63% do total de produção relativo ao ano anterior, possibilitando antever uma projeção de crescimento.

Figura 6. Publicações sobre RPA por ano



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Figura 6 (Publicações sobre RPA por ano): Gráfico de linhas com pontos demarcados apresentando o crescimento das publicações em RPA. Observa-se uma trajetória ascendente contínua de 2020 (21 artigos) até o pico em 2024 (41 artigos), com projeção de crescimento para o fechamento de 2025.

Por fim, o quadro 8 exibe os resultados de artigos publicados sobre a tecnologia ES, utilizando os mesmos filtros das duas pesquisas anteriores, como já descrito. De um montante de 471 artigos, obteve-se uma média de 78,5 trabalhos por área do conhecimento, estando a CI bastante abaixo desse parâmetro, com apenas 12 trabalhos publicados.

| 16

Quadro 8. Parâmetros de busca e resultados sobre tecnologia ES

Parâmetro	Valor
String de busca	((TI=("Expert Systems")) OR AK=("Expert Systems")) OR AB=("Expert Systems")
Tot. artigos retornados	471
Média artigos/área do conhecimento	78,5
Tot. artigos da CI	12

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 8 (Parâmetros e resultados sobre ES): Detalha a estratégia de busca e o total de 471 artigos encontrados sobre Sistemas Especialistas. Indica uma média de 78,5 artigos por área, com a Ciência da Informação apresentando uma produção tímida de 12 trabalhos.

Como exibido no quadro 9, a China lidera novamente em montante de 118 publicações, estando os Estados Unidos em segundo lugar com 53, menos da metade da primeira colocada. O Brasil fica em 17º lugar, com apenas 09 trabalhos.

Quadro 9. Publicações sobre ES por país

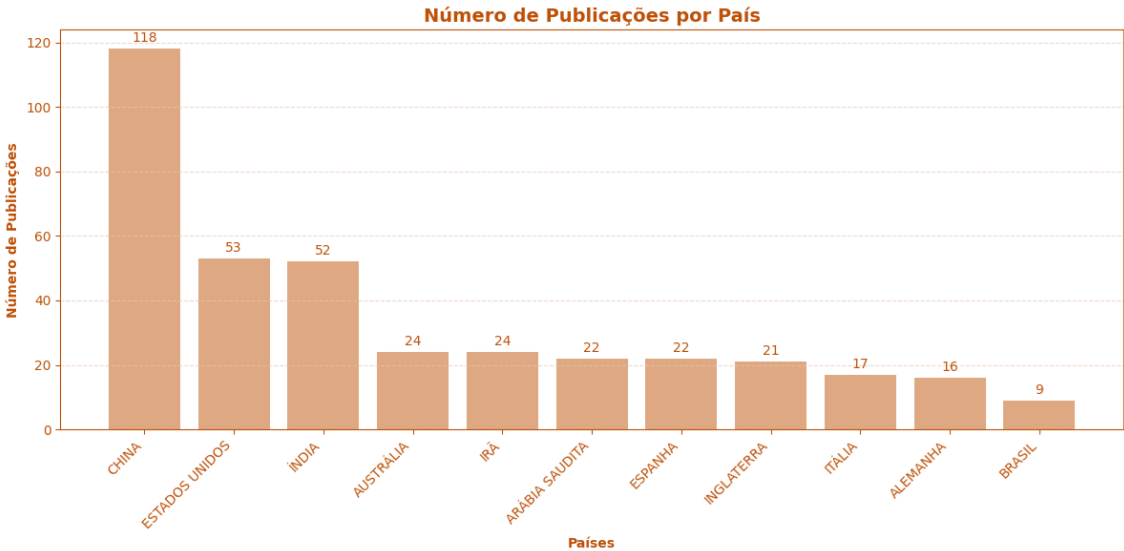
Países	Totais
CHINA	118
ESTADOS UNIDOS	53
ÍNDIA	52
AUSTRÁLIA	24
IRÃ	24
ARÁBIA SAUDITA	22
ESPANHA	22
INGLATERRA	21
ITÁLIA	17
ALEMANHA	16
BRASIL	9

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 9 (Publicações sobre ES por país): Lista a produção mundial em ES, onde a China (118) e os Estados Unidos (53) dominam o cenário. O Brasil ocupa a 17ª posição com 9 trabalhos, atrás de países como Irã, Arábia Saudita e Itália.

O gráfico na figura 7 exibe os dados acima referidos, deixando visualmente evidente que o país com mais publicações tem mais que o dobro de produção que o segundo colocado.

Figura 7. Publicações sobre ES por país



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Figura 7 (Publicações sobre ES por país): Gráfico de colunas com rótulos de dados sobre a produção em Sistemas Especialistas (ES). A China destaca-se com 118 publicações, mais que o dobro dos Estados Unidos (53) e Índia (52), enquanto o Brasil apresenta uma produção modesta de 9 trabalhos.

O quadro 10 exibe a evolução da produção por ano, sendo dos três temas o que mostra a tendência de queda mais pronunciada, sendo a produção de 2024 69% menor que no início do período de análise, em 2020.

Quadro 10. Publicações em ES por ano

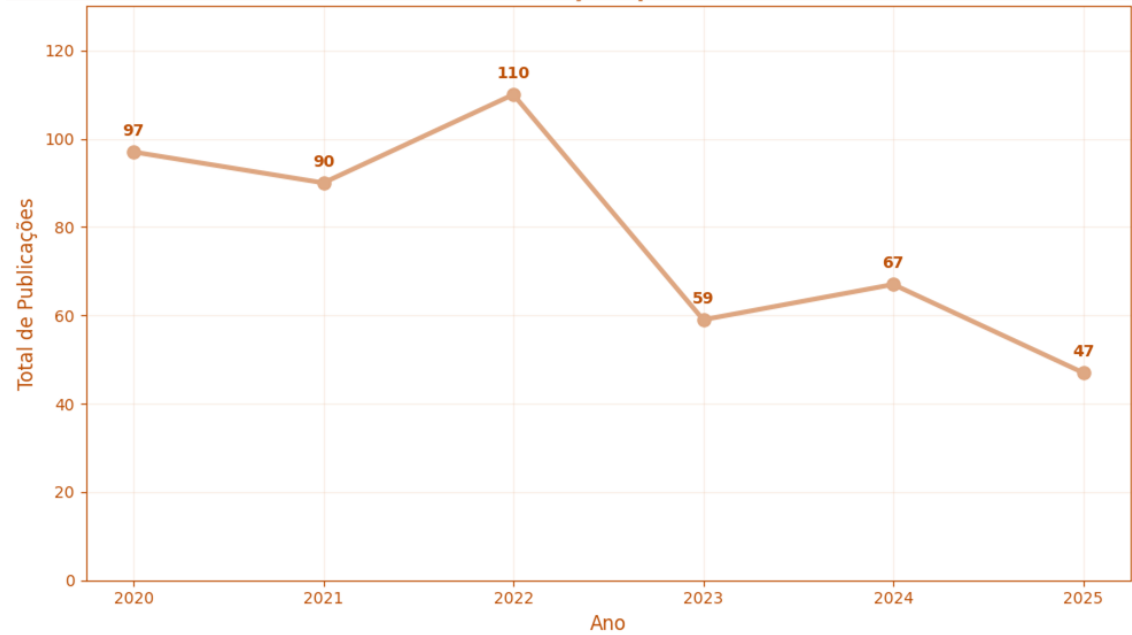
Anos	Totais
2025	47
2024	67
2023	59
2022	110
2021	90
2020	97

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 10 (Publicações em ES por ano): Quadro cronológico que evidencia o declínio de interesse acadêmico em ES. A produção caiu de 110 artigos em 2022 para 67 em 2024, sugerindo uma substituição ou amadurecimento desta tecnologia perante novos paradigmas.

O gráfico da figura 8 mostra uma tendência acentuada de queda de 2022 a 2023 com uma leve recuperação em 2024, sendo que apenas no início do segundo semestre de 2025 já se obteve 70% do montante publicado no ano anterior, apontando para uma tendência de estabilização.

Figura 8. Publicações sobre ES por ano



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Figura 8 (Publicações sobre ES por ano): Gráfico de linhas evidenciando a evolução anual de publicações sobre ES. Revela uma tendência de queda acentuada após o pico de 2022 (110 artigos), atingindo 67 trabalhos em 2024 e apresentando sinais de estabilização em 2025.

Após a análise quantitativa da produção sobre as tecnologias ILP, RPA e ES, alguns aspectos podem ser destacados: a liderança da China com grande vantagem em todos os cenários, a ascensão da tecnologia RPA diante da queda e/ou estabilização das demais; a colaboração mediana a fraca da CI na produção acadêmica nesses temas; o desempenho tímido do Brasil nos três cenários. Infere-se que a CI deve empreender reais esforços no sentido de fomentar mais intensamente pesquisas sobre temáticas tão relevantes para os contextos atuais

e futuros, levando ainda em conta o papel central de dados, informação e conhecimento para essas tecnologias.

4.1 Intersecção entre o paradigma simbólico e teorias da CI

Após a análise quantitativa, ainda resta indagar como, exatamente, a CI se encaixaria no contexto das três tecnologias consideradas, para se ter maior clareza sobre que diálogos interdisciplinares podem ser construídos. Sendo o arcabouço teórico da CI bastante amplo e complexo, e as combinações possíveis teoria/tecnologia potencialmente vastas, a IA foi utilizada para auxiliar na execução desse trabalho hercúleo. Portanto, adotou-se o DeepSeek como ferramenta metodológica. Tomou-se, contudo, o cuidado de solicitar à IA que trouxesse as referências bibliográficas que comprovassem suas análises, sendo que citações que não trouxeram explicitamente suas fontes foram descartadas. O quadro 11 exibe os resultados acima mencionados.

Quadro 11. interrelação de tecnologias de IA e teorias da CI

Tecnologia de IA	Teoria da CI/ autores
ILP	a) Representação do Conhecimento e Lógica (Sowa, 2000; Hjørland, 2003); b) Ontologias e Web Semântica (Gruber, 1993; Berners-Lee et al., 2001); c) Recuperação da Informação e Mineração de Texto (Baeza-Yates; Ribeiro-Neto, 2011; Manning et al., 2008); d) Aprendizado de Máquina e Ciência da Informação (Muggleton, 1991; Floridi, 2010).
BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. Modern Information Retrieval. 2nd ed. Addison-Wesley, 2011. BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. Scientific American, 2001. FLORIDI, L. Information: A Very Short Introduction. Oxford University Press, 2010. GRUBER, T. R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition, 1993. HJØRLAND, B. Fundamentals of Knowledge Organization. Knowledge Organization, 2003. MANNING, C. D.; RAGHAVAN, P.; SCHÜTZE, H. Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008. MUGGLETON, S. Inductive Logic Programming. New Generation Computing, 1991. SOWA, J. F. Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations. Brooks/Cole, 2000.	
RPA	a) Teoria da Automação e Gestão da Informação (Floridi, 2011; Otlet, 1934); b) Interação Humano-Máquina e Cibernética (Wiener, 1948; Turkle, 1984) c) Gestão de Processos e Fluxos de Informação (Davenport, 1993; Orlikowski, 2000); d) Ciência de Dados e Representação do Conhecimento (Checkland, 1981; Sutton, 1999)
FLORIDI, L. The Philosophy of Information. Oxford University Press, 2011. OTLET, P. Traité de Documentation. Mundaneum, 1934. WIENER, N. Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine. MIT Press, 1948. TURKLE, S. The Second Self: Computers and the Human Spirit. Simon & Schuster, 1984. DAVENPORT, T. H. Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology. Harvard Business Press, 1993. ORLIKOWSKI, W. J. Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations. Organization Science, 2000. CHECKLAND, P. Systems Thinking, Systems Practice. Wiley, 1981. SUTTON, S. The Role of Classification in Knowledge Representation and Discovery. Annual Review of	

Information Science and Technology, 1999.	
ES	a) Representação do Conhecimento e Ontologias (HJØRLAND, 2002); b) Recuperação da Informação e Sistemas Inteligentes (Belkin, 1980; Salton, 1968); c) Inteligência Artificial e Ciência da Informação (Simon, 1969); d) Gestão do Conhecimento e Sistemas Baseados em Conhecimento (Nonaka & Takeuchi, 1995).
BELKIN, N. J. Anomalous states of knowledge as a basis for information retrieval. The Canadian Journal of Information and Library Science, 1980. GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 1993. HJØRLAND, B. Domain analysis in information science. Journal of Documentation, 2002. NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. The Knowledge-Creating Company. Oxford University Press, 1995. SALTON, G. Automatic information organization and retrieval. McGraw-Hill, 1968. SIMON, H. A. The Sciences of the Artificial. MIT Press, 1969.	

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 11 (Interrelação tecnologias de IA e teorias da CI): Tabela qualitativa gerada com suporte do DeepSeek associando tecnologias de IA a teorias e autores da CI. Relaciona *ILP*, *RPA* e *ES* a temas como Ontologias, Web Semântica e Gestão do Conhecimento, citando nomes como Hjørland, Floridi e Otllet.

Como pode-se ver no quadro acima, concernente à tecnologia *ILP*, foram relacionados os temas: Representação do Conhecimento e Lógica; Ontologias e Web Semântica; Recuperação da Informação e Mineração de Texto; Aprendizado de Máquina e Ciência da Informação. Dentre os autores citados, aparecem B. Hjørland, R. Baeza-Yates e L. Floridi. O nexos explicitado pelo DeepSeek segue o raciocínio de que, ao lidar com a lógica e modelos matemáticos, a *ILP* se coaduna com teorias da CI sobre a representação do conhecimento, ontologias e recuperação da informação.

Destaca-se, assim, o papel da web semântica para a sociedade moderna, constantemente conectada em rede, tanto para fins de trabalho como lazer. Nunes; Maculan e Almeida (2020) discorrem sobre a importância deste campo para a sociedade da Informação, para lidar com a desinformação e ambiguidade informacionais de que padece esta era, concedendo significado aos dados, melhorando seu processamento, representação, recuperação e validação.

Referente à *RPA*, foram relacionados os temas: Teoria da Automação e Gestão da Informação; Interação Humano-Máquina e Cibernética; Gestão de Processos e Fluxos de Informação; Ciência de Dados e Representação do Conhecimento. Dentre os autores destacados estão: L. Floridi, P. Otllet, T. H. Davenport, P. Checkland, S. Sutton e outros. O nexos evidenciado é que a *RPA*, ao utilizar robôs para a execução de tarefas repetitivas, pode ser empregada na gestão da informação e na organização do conhecimento (OC).

OC).

Para Marcondes (2021), a OC surgiu para gerenciar a explosão do conhecimento científico no pós-guerra e, hodiernamente, enfrenta um novo desafio com o *big data* (grandes volumes de dados) e o contexto web, partindo de sistemas de classificação como CDD e CDU, e avançando sobre a seara dos tesouros e ontologias computacionais. Segundo este autor (2021), além da técnica, a OC deve se concentrar na solidificação de seus alicerces teóricos para dar sentido a este novo panorama, utilizando aportes das ontologias e semiótica.

Concernente à tecnologia *ES*, pela sua característica de armazenar conhecimentos e processar dados visando auxiliar, ou mesmo substituir, o especialista humano em algumas tarefas, pode ser útil na organização e representação do conhecimento, gestão do conhecimento e recuperação da informação. Especificamente, são mencionadas as teorias: Representação do Conhecimento e Ontologias; Recuperação da Informação e Sistemas Inteligentes; Inteligência

Artificial e Ciência da Informação; Gestão do Conhecimento e Sistemas Baseados em Conhecimento. Dentre os autores citados estão: Hjørland, Belkin, Salton, Takeuchi e Nonaka, dentre outros.

No quadro 12, abaixo, é realizada uma contagem das ocorrências de menções a áreas específicas da CI e temas correlatos na análise do Deepseek, evidenciando que a representação do conhecimento, ontologias e recuperação da informação são os temas de relativamente maior destaque, enquanto que as demais áreas/temas aparecem apenas uma vez. Note-se, contudo, que a diferença entre as áreas mais mencionadas e as menos mencionadas é pequena. No total, foram elencadas 17 teorias/tecnologias do campo da CI, sendo que as mais mencionadas receberam de três a duas menções.

Quadro 12. Análise quantitativa das teorias da CI e temas correlatos relacionados às tecnologias de IA

Aporte da CI/ Tecnologia	Qtd. menções
Representação do Conhecimento	3
Ontologias	3
Recuperação da informação	2
Web semântica	1
Mineração de texto	1
Aprendizado de máquina	1
Gestão da Informação	1
Mineração de texto	1
Cibernética	1
Ciência de dados	1
Interação humano-máquina	1
Gestão do conhecimento	1
Gestão de processos e fluxos de informação	1
Teoria da automação	1
Inteligência artificial	1
Sistemas Inteligentes	1
Sistemas baseados em conhecimento	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Descrição: Quadro 12 (Análise quantitativa das teorias da CI): Compila a frequência de menções a aportes teóricos da Ciência da Informação vinculados à IA. Destaca a Representação do Conhecimento e Ontologias como os temas mais citados (3 menções cada), seguidos pela Recuperação da Informação (2).

A representação do conhecimento, área da CI, como observado no quadro acima, tem uma intersecção profunda com o paradigma simbólico da IA, visto que visa representar os

conceitos principais do documento em forma de símbolos, condensar seu conteúdo, de modo a tornar mais eficiente seu armazenamento, organização, recuperação e acesso. É, portanto, natural que este tema tenha aparecido mais vezes na análise gerada pelo DeepSeek.

A interpretação do documento original a ser incluído no sistema, sua descrição como um objeto, sua origem e a condensação de seu conteúdo, a partir dos conceitos nele contidos, contemplando da forma mais perfeita possível a sua essência conceitual. Nesse sentido, a representação seria um substituto do documento armazenado no sistema, com a finalidade de possibilitar sua recuperação. Nesse processo de representação, o documento, ou um conjunto de documentos, pode ser substituído por um conjunto condensado de informações, a fim de que se torne possível sua localização e uso pelos usuários (Alvarenga, 2003, p. 23).

Intimamente relacionado à representação do conhecimento está o conceito de ontologias, que também se destacou na análise. As ontologias se referem a modelos estruturados de representação do conhecimento que destacam a relação entre conceitos no âmbito de domínios específicos, tendo implicações para a CI, computação e Filosofia (Almeida, 2014).

A área de recuperação da informação abrange também os conceitos de representação da informação e ontologias, tendo uma conexão intrinsecamente forte com a computação. Basicamente, a recuperação da informação visa prover aos usuários acesso a conteúdos de seu interesse de modo eficaz, geralmente mediante sistemas computadorizados, abarcando também ações de representação, armazenamento e organização de documentos (Silva, 2023).

Em suma, pode-se observar que as tecnologias do paradigma simbólico da IA podem servir não apenas aplicações mais determinísticas, formais, da CI, como a organização e representação do conhecimento, como também para dar suporte a atividades mais humanizadas e menos ‘exatas’, como a gestão do conhecimento. Espera-se, assim, que a sistematização da relação da CI com as tecnologias já referidas possa servir de mapa à comunidade científica visando um incremento consistente na produção interdisciplinar sobre o tema abordado no presente artigo, auxiliando a CI a acompanhar mais de perto o passo do desenvolvimento tecnológico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das discussões realizadas, pôde-se verificar a grande relevância das tecnologias do paradigma simbólico da IA para a comunidade científica, profissionais e pesquisadores de CI, e para a sociedade em geral, devido às suas aplicações, que influenciam os mais variados âmbitos da vida cotidiana. A ênfase das tecnologias sob esse paradigma nos dados e no conhecimento as torna de especial interesse para diálogos interdisciplinares ricos com a CI.

Na primeira fase, de análise quantitativa, pôde-se verificar uma ascendência de interesse na tecnologia RPA, relativa estabilização na ILP e queda de interesse na tecnologia ES no lapso temporal 2020-2025. Possivelmente, seria interessante analisar um período de tempo mais longo para verificar se essas tendências se confirmam. Chamou atenção também o desempenho relativamente tímido da CI neste nicho de pesquisa, a despeito de sua íntima relação com os temas informação, conhecimento e dados. Este é, indubitavelmente um ponto de alerta para que mais trabalho seja realizado neste

O protagonismo da China em todos os cenários de análise se mostrou muito evidente, indicando que o atual investimento massivo em tecnologias de IA voltadas para o mercado pode ter um lastro no investimento forte também no aspecto da pesquisa científica. Esta é uma lição a ser aprendida pelo Brasil, que apenas inicia um reforço em políticas públicas voltadas para ecossistemas de IA.

Como limitações do presente trabalho, é ressaltado que o recorte de análise focado da WOS poderia ter restringido uma riqueza maior nos resultados. Infere-se que seja possível que

os países com colocações mais baixas no ranking de produção sobre as tecnologias abordadas no presente estudo poderiam também estar investigando esses temas com mais afinco, mas publicando em periódicos indexados em outras fontes, internacionais ou nacionais.

REFERÊNCIAS

AHMADI, M.; ABADI, M. Q. H. A review of using object-orientation properties of C++ for designing expert system in strategic planning. **Computer Science Review**, Amsterdam, v. 37, n. art. 100282, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100282>

ALMEIDA, Maurício Barcellos. Uma abordagem integrada sobre ontologias: ciência da informação, ciência da computação e filosofia. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 242-258, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/1736>

ALVARENGA, Lídia. Representação do conhecimento na perspectiva da ciência da informação em tempo e espaço digitais. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Florianópolis, v. 8, n. 15, p. 18-40, 2003. DOI: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2003v8n15p18>

BLOOMBERG. Deepseek atualiza modelo de IA barato que surpreendeu big techs ocidentais. **O Globo**, Rio de Janeiro, 28/05/2025. Tecnologia. Disponível em: <https://l1nk.dev/Ykpiv>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CHANG, Wendy; ARCESATI, Rebecca; HMAIDI, Antonia China's drive toward self-reliance in artificial intelligence: from chips to large language models. **Mercator Institute for China Studies**, Berlin, 22/07/2025. Disponível em: <https://l1nk.com/RH0TP>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CNN BRASIL. Entenda o que é DeepSeek, IA que derrubou ações de tecnologia nesta segunda. **CNN Brasil**, São Paulo, 27/01/2025. Disponível em: <https://sl1nk.com/pWu77>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CNN BRASIL. Governo vai investir R\$ 23 bilhões em inteligência artificial até 2028. **CNN Brasil**, São Paulo, 30/07/2024. Economia, Macroeconomia. Disponível em: <https://sl1nk.com/vAi6Z>. Acesso em: 03 fev. 2025.

COREA, Francesco. AI knowledge map: how to classify AI technologies: a sketch of a new AI technology landscape. **Medium**, San Francisco, 29/08/2018. Disponível em: <https://sl1nk.com/RHzyj>. Acesso em: 03 fev. 2025.

COSTA, Newton C. A; ABBE, Jair Minoro. Paraconsistência em informática e inteligência artificial. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 14, n. 39, p. 161-174, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142000000200012>

CROPPER, Andrew *et al.* Inductive logic programming at 30. **Machine Learning**, New York, v. 111, p. 147-172, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10994-021-06089-1>

FERNEDA, Edberto. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 25-30, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19652006000100003>

GARNELO, Marta; SHANAHAN, Murray. Reconciling deep learning with symbolic artificial intelligence: representing objects and relations. **Current Opinion in Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 29, p. 17-23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.12.010>

IMPERIAL COLLEGE LONDON. **Inductive Logic Programming**. London, 2024. Disponível em: <https://www.doc.ic.ac.uk/~shm/ilp.html>. Acesso em: 03 fev. 2025.

JANJANAM, Durgaprasad *et al.* Design of an expert system architecture: An overview. **Journal of Physics: Conference Series**, Bristol, v. 1767, n. art. 012036, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1767/1/012036>

JOVANOVIĆ, Saša Z.; ĐURIĆ, Jelena S.; ŠIBALIJA, Tatjana V. Robotic process automation: overview and opportunities. **International Journal Advanced Quality**, Belgrade, v. 46, n. 3-4, 2018.

KALOTA, Faisal. A primer on generative artificial intelligence. **Education Sciences**, Basel, v. 14, n. 2, n. art. 172, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci14020172>

MADAKAM, Somayya; HOLMUKHE, Rajesh M.; JAISWAL, Durgesh K. The future digital work force: Robotic Process Automation (RPA). **Journal of Information Systems and Technology Management**, São Paulo, v. 16, n. 1, n. art. e201916001, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4301/S1807-1775201916001>

MARCONDES, Carlos Henrique. Fundamentos da organização do conhecimento. **Ponto de Acesso**, Salvador, v. 15, n. 3, p. 249-282, 2021. DOI: <https://doi.org/10.9771/rpa.v15i3.47468>

MELLO, Márcia Regina Gabriel de. **Verdade, pós-verdade e desordem informacional: aportes teóricos e filosóficos à Ciência da Informação**. 2024. 243f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2024.

NUNES, Fabrício Rodrigues do Espírito; MACULAN, Benildes Coura Moreira dos Santos; ALMEIDA, Maurício Barcellos. Os fundamentos da Web Semântica como ferramentas de auxílio para as demandas da Sociedade da Informação. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 26, n. 3, p. 224-249, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19132/1808-5245263.224-249>

SEN, Prithviraj *et al.* Neuro-symbolic inductive logic programming with logical neural networks. **Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence**, Washington, v. 36, n. 8, p. 8212-8219, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i8.20795>

SYED, Rehan *et al.* Robotic process automation: contemporary themes and challenges. **Computers in Industry**, Amsterdam, v. 115, n. art. 103162, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103162>

TRINDADE, Alessandra Stefane Cândido Elias da; OLIVEIRA, Henry Poncio Cruz de. Inteligência Artificial (IA) generativa e Competência em Informação: habilidades informacionais necessárias ao uso de ferramentas de IA generativa em demandas informacionais de natureza acadêmica-científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 29, n. art. e-47485, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-5344/47485>

SILVA, Patrícia Nascimento. Recuperação de informação na Ciência da Informação: produção acadêmico-científica brasileira (2012-2021). **Transinformação**, Campinas, v. 35, e237336, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0889202335e237336>

ZWASS, Vladimir. Expert system. **Encyclopedia Britannica**, Chicago, 22 mar. 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/technology/expert-system>. Acesso em: 22 jan. 2025.