

PESQUISA EXPLORATÓRIA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:

análise de áreas de conhecimento, instituições e temas de grupos de pesquisa do CNPq e das pesquisas acadêmicas no BDTD

Priscila Ramos Carvalho¹
Fábio Castro Gouveia²
Marcos Gonçalves Ramos¹

Resumo: O estudo apresenta um retrato da pesquisa acadêmica sobre inteligência artificial no Brasil. O objetivo foi identificar as áreas de conhecimento, instituições e temas das aplicações de inteligência artificial, além de perceber como estão as pesquisas sobre o tema na Ciência da Informação. Para tanto, o estudo bibliométrico coletou dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (760 Grupos de Pesquisa), da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (2.516 registros de teses e dissertações), e usou o programa IRaMuTeQ para identificação de temas nos resumos das teses e dissertações.

Palavras-Chave: Inteligência Artificial. Grupos de Pesquisa. Pesquisa Acadêmica. Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Na história da Inteligência Artificial (IA), John McCarthy foi um dos pioneiros a incentivar o desenvolvimento da área por meio da organização de um curso em 1956, nos Estados Unidos, em que reuniu pesquisadores como: Marvin Minsky, Claude Shannon e Nathaniel Rochester (NILSSON, 2009).

Motivados pelas discussões sobre uma nova área, os pesquisadores começaram a explorar uma multiplicidade de caminhos para mecanizar a inteligência, o que levou a divisão da IA em duas vertentes: 1) sistemas simbólicos ou especialistas: tenta ensinar máquinas a pensar codificando uma série de regras lógicas, como caso de jogos e para tomada de decisão; 2) conexionista ou redes neurais: tenta ensinar a máquina regras dominadas por um cérebro humano, imitando a arquitetura subjacente do cérebro, constituindo camadas de neurônios artificiais que podem transmitir e receber informações em uma estrutura semelhante à rede de neurônios biológicos (LEE, 2019).

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

² Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Nessa lógica, uma diversidade de definições, abordagens e aplicações foram propostas sobre a IA por pesquisadores e estudiosos em diferentes áreas do conhecimento como, por exemplo, Nilsson (2009) que relatou:

[...] Para mim, inteligência artificial é aquela atividade dedicada a tornar as máquinas inteligentes, e inteligência é aquela qualidade que permite que uma entidade funcione adequadamente e com previsão em seu ambiente. De acordo com essa definição, muitas coisas - humanos, animais e algumas máquinas - são inteligentes. Máquinas, como “câmeras inteligentes”, e muitos animais estão no extremo primitivo do continuum estendido ao longo do qual as entidades com vários graus de inteligência estão dispostas (NILSSON, 2009, p.13).

IA visa ensinar os computadores a fazer o que os humanos fazem melhor, buscando padrões e aprendendo com a experiência, enquanto o Aprendizado de Máquina (AM), subcampo da IA, permite reconhecer padrões de grandes *datasets* e, em seguida, aplicar as descobertas em novos dados (DOMINGOS, 2017). O aprendizado profundo, subcampo da AM, é baseado em um conjunto de algoritmos que tentam modelar altos níveis de abstrações em dados utilizáveis, imitando o cérebro humano.

O trabalho apresenta o resultado da investigação sobre áreas de conhecimento, instituições e temáticas em relação à aplicação da IA, que visou compreender como está situado o campo da Ciência da Informação, no que se refere as pesquisas acadêmicas sobre o tema. A coleta de dados ocorreu em 28 de janeiro de 2022, através do termo de busca “inteligência artificial”, no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq), e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD).

2 METODOLOGIA

A bibliometria foi escolhida como metodologia por ser um método quantitativo para medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico (ARAÚJO, 2006). Já como fontes de informação foram selecionados o Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq e a BDTD, pois considerou-se que boa parte da pesquisa científica se dá nas universidades públicas do país.

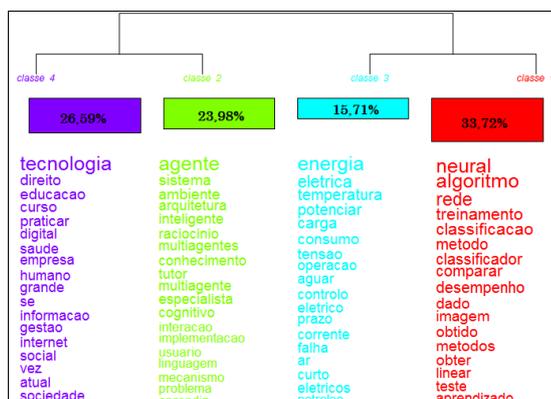
A primeira etapa foi identificar as temáticas através da análise de 2.516 resumos de dissertações (1782) e teses (734), oriundos da BDTD, no IRaMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires), uma ferramenta de processamento de dados gratuita e de código aberto que realiza análises estatísticas sobre os *corpora* textuais, ancorada as linguagens R e Python (CAMARGO; JUSTO, 2013).

A segunda etapa foi traçar o perfil da pesquisa científica sobre a inteligência artificial através da análise de 760 grupos de pesquisa, coletados no Diretório de Grupos de Pesquisa CNPq. A terceira etapa foi perceber como se situa a Ciência da Informação neste contexto.

3 RESULTADOS

A primeira análise foi dos temas das teses e dissertações, da amostra composta por 2.217 resumos, porque faltaram 229 resumos. Para tanto, aplicou-se o Método Reinert ou Classificação Hierárquica Descendente, que utiliza a correlação das palavras em segmentos no *corpus* textual, comparando com a lista de formas reduzidas, dividindo os Segmentos de Textos (ST) com relação à frequência de palavras e resultando no esquema hierárquico de classes. Assim, é possível inferir as ideias contidas no *corpus* textual através das classes geradas pelo programa (SACERDOTE, 2018). A figura 1 representa o dendrograma formado por quatro classes ordinárias dos 13.942 ST organizados pelo programa IRaMuTeQ.

Figura 1 - Dendrograma dos resumos da BDTD sobre IA



Fonte: criação nossa com base nos dados coletados (2022).

A classe vermelha, com 33,72% de ST, apresentou aplicações de IA: redes neurais; neuro classificador; algoritmos genéticos; controle de robôs; algoritmo do gradiente escolástico; extração de atributos da imagem; classificação de segmento da imagem; aprendizado de máquina por esforço; outros.

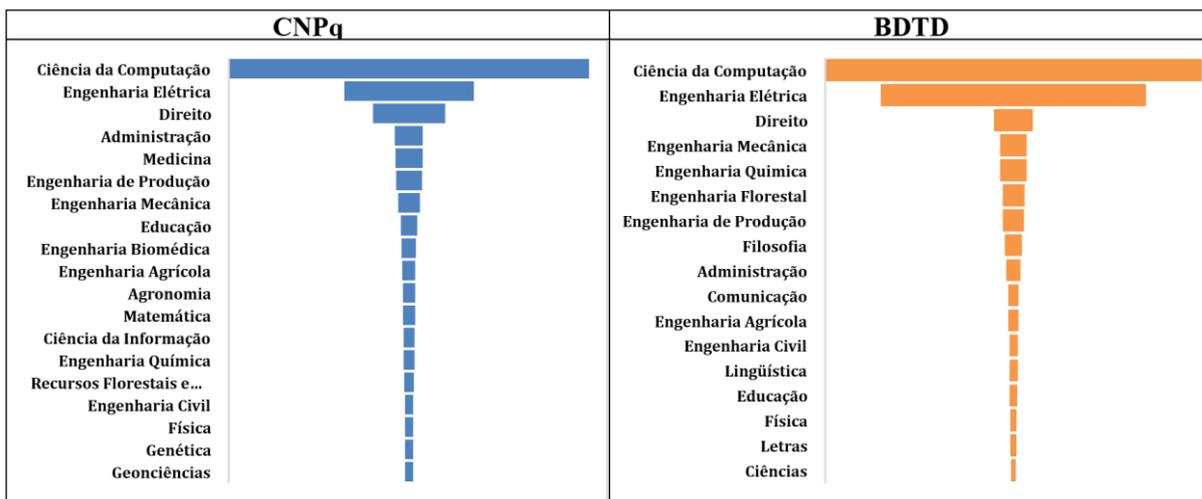
A classe roxa, com 26,59% de ST, exibiu questões sobre IA: uso de ferramentas tecnológicas na área da saúde; questão da tecnologia e lei serem incompatíveis; previsão de vendas para produtos; sistemas de educação e ensino baseados em redes de computadores; avanço da internet e dos ambientes virtuais de aprendizagem; sociedade da vigilância que se apresenta como um panóptico digital; ética na sociedade tecno científica; outros.

A classe verde, com 23,98% de ST, apontou propostas de IA: agente autônomo e estação terrestre de sistema dinâmico para satélites; *model driven architecture*; raciocínio baseado em aprendizagem indutiva; teorias cognitivas; linguagem de representação de conhecimento Loom; linguagens (LLMDPs e LL-POMDPs) para autômatos; sistema tutor inteligente; outros.

A classe azul, com 15,71% de ST, mostrou assuntos relacionados a IA: consumo de energia elétrica do setor residencial; controle em cascata da temperatura do reator; planta de processo para separar óleo, gás e água; sistemas de abastecimento de água; estimativa de taxa de perfuração de broca em poços de petróleo; previsão de safras globais e locais; outros.

A segunda análise foi sobre as áreas de conhecimento que tem realizado pesquisas sobre IA, representada no Gráfico 1. No CNPq, as cinco áreas que se destacaram em relação à quantidade de grupos de pesquisa foram: Ciência da Computação (298), Engenharia Elétrica (104), Direito (58), Administração (23) e Medicina (22). Na BDTD, as cinco áreas com maior número de teses e dissertações foram: Ciência da Computação (336), Engenharia Elétrica (237), Direito (35), Engenharia Mecânica e Engenharia Química (24), empatadas.

Gráfico 1 - Áreas de Conhecimento no CNPq e na BDTD relacionadas ao tema IA

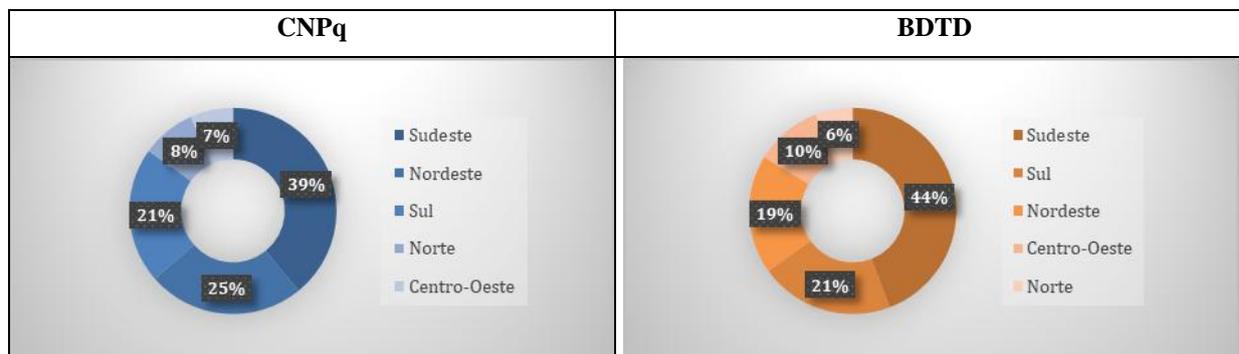


Fonte: criação nossa com base nos dados coletados (2022).

A terceira análise foi sobre as regiões e estados onde as pesquisas acadêmicas sobre IA têm sido desenvolvidas, exibida n Gráfico 2. O CNPq mostrou a maior concentração de grupos de pesquisa nas regiões Sudeste (39%) e Nordeste (25%). Os três estados com mais grupos foram: São Paulo (138), Minas Gerais (85) e Rio Grande do Sul (68). Na BDTD, as regiões com maior quantidade de teses e dissertações foram: Sudeste (44%) e Sul (21%). Os três

estados com maior volume de pesquisas acadêmicas foram: São Paulo (1.049), Rio Grande do Sul (303) e Santa Catarina (272).

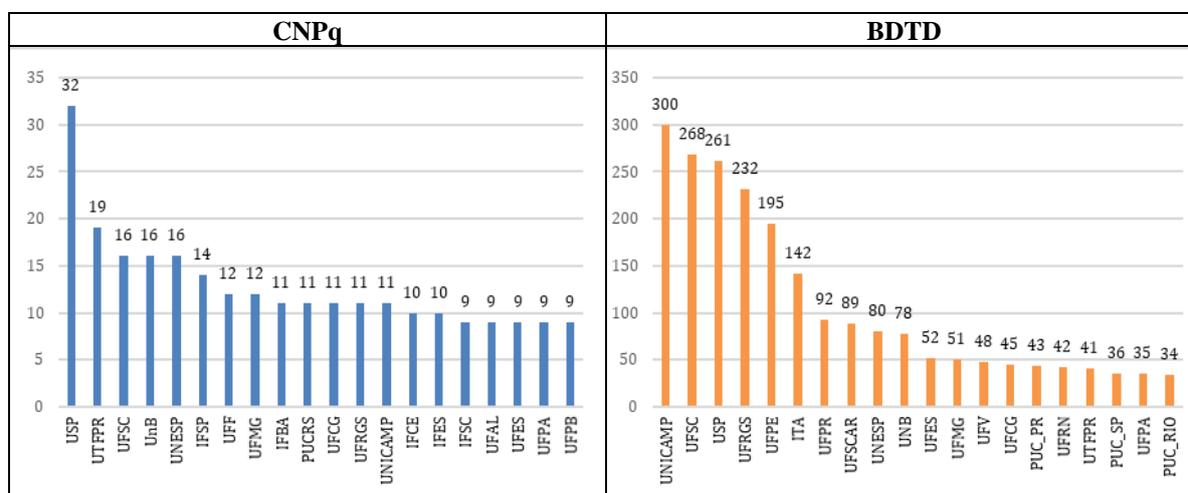
Gráfico 2 - Regiões do Brasil no CNPq e na BDTD relacionadas ao tema IA



Fonte: criação nossa com base nos dados coletados (2022).

A quarta análise foi sobre as instituições onde as pesquisas acadêmicas sobre IA têm despontado, retratada no Gráfico 3. No CNPq foram identificadas 209 de instituições, sendo as quatro com maior número de grupos de pesquisa: Universidade de São Paulo (32), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (19), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (17), empatada com Universidade Federal de Santa Catarina (17). Na BDTD, foram encontradas 87 instituições, sendo as três com maior número de teses e dissertações: Universidade Estadual de Campinas (300), Universidade Federal de Santa Catarina (268) e Universidade de São Paulo (261).

Gráfico 3 - Instituições no CNPq e na BDTD relacionadas ao tema IA



Fonte: criação nossa com base nos dados coletados (2022).

A quinta análise foi sobre a área de Ciência da Informação. No CNPq foram encontrados 9 grupos de pesquisa, divididos pelas regiões: Norte (1), Centro-Oeste (2), Sudeste (3) e Sul (3). Quanto aos temas sobre IA foram identificadas as seguintes linhas de pesquisa por grupo: 1)

Grupo de Estudos Críticos sobre Ciência da Informação e Tecnologia, Linha de Estudos Metateóricos e Análise de Domínio: discute a aplicação da metodologia de análise de domínio associada aos estudos de classificação, bibliométricos, arquitetura de informação e IA. 2) Grupo Inteligência Organizacional e Competitiva, Linha de Gestão da Informação e do Conhecimento: discute as dimensões teóricas e práticas do conceito, escopo, abrangência e aplicações da inteligência organizacional e competitiva, além de desenvolver linguagem documentária em inteligência organizacional. 3) Laboratório de Inteligência de Redes, Linha Ciência de dados - análise de dados, aprendizagem de máquina e IA: estuda a aplicação de técnicas, tecnologias e metodologias originadas na Ciência de Dados para a indexação automática e reconhecimento de imagem. 4) Grupo Observatório do Mercado de Trabalho do Profissional da Informação na Era Digital, Linha Ciência de Dados e Inteligência Artificial: pesquisa as contribuições da Ciência da Informação para a Ciência de Dados englobando big data e IA. 5) Grupo de Interação Humano-Computador, Linha Informação e Tecnologia: investiga o desenvolvimento de metodologias informacionais de interface humano e tecnologias em diversos contextos, além de refletir sobre questões como construção do conhecimento, políticas, acesso, organização, representação e recuperação da informação, e otimização de sistemas de informação. 6) #FOLKCoLAB - Colaboratório de pesquisas e práticas sobre Folksonomia e Sistemas Híbridos de Organização do Conhecimento, Linha Inteligência Artificial e Representação colaborativa da informação: pesquisa ferramentas e aplicações da IA no contexto da representação colaborativa da informação. 7) Grupo Cidades Inteligentes, Linha Sistemas Inteligentes: estuda e avalia o desenvolvimento de ferramentas, ambientes, métodos e processos computacionais como a EaD, computação móvel, redes sem fio e sistemas distribuídos. 8) Inovatech: Grupo Interdisciplinar de Pesquisa de Inovação em Informática e Gestão e Negócios, Linha Desenvolvimento de Software e Inteligência Artificial: pesquisa sobre o desenvolvimento de aplicativo de controle de estágio, treinamento ou desenvolvimento de jogos, e plataforma de sistemas de apoio à decisão inteligentes. 9) Grupo Gestão Estratégica da Informação, Empreendedorismo e Inovação, Linha Ciência de Dados & Inteligência de Negócios: explora a extração, armazenamento e análise de dados estruturados e não estruturados gerados por sistemas, pessoas, sensores, dispositivos e redes sociais (rastros), por técnicas computacionais e disciplinas para converter dados em informação significativa para a tomada de decisão.

Na BDTD foram identificadas três dissertações na Ciência da Informação: 1) Em 1992 com título: “Uma interface inteligente para acesso de usuários casuais a sistemas de recuperação de

informações bibliográficas”; 2) Em 2010 com título: “Mapa conceitual de uma ontologia de domínio do patrimônio imaterial brasileiro: um percurso pelos caminhos de Peirce, Dahlberg e Novak”; 3) Em 2018 com título: “Reconhecimento de padrões em rede social científica: aplicação do algoritmo Naive Bayes para classificação de papers no Mendeley”.

4 CONCLUSÕES

IA é multidisciplinar porque suas aplicações atravessam diversas áreas de conhecimento. Embora as Ciências Sociais e Ciências Aplicadas estejam longe do volume de pesquisas da Engenharia e Ciência da Computação, vale sinalizar o Direito que despontou em terceiro lugar. A região Sudeste concentra a maioria dos estudos sobre IA, porém convém destacar, na região Nordeste, a Universidade Federal de Pernambuco em relação ao volume de pesquisas sobre IA. Os temas das pesquisas acadêmicas permearam setores importantes no país como petróleo e gás, agricultura, educação, saúde, assim como temas sobre controle de recursos de água e energia, além de questionamentos sobre ética e regulação diante do avanço das tecnologias.

O retrato das pesquisas em Ciência da Informação aparentemente demonstra que a área aderiu às aplicações de IA tanto em questões práticas como classificação e recuperação da informação, quanto na abordagem crítica dos estudos de informação.

Cabe sinalizar as limitações da pesquisa na BDTD, escolhida por disponibilizar dados em planilha, mas que apresentou a falta de dados sobre as áreas de conhecimento e resumos. Nesse sentido, a investigação tem a intenção de complementar a análise com a coleta de dados da Plataforma Lattes, no futuro.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Processo 430982/2018-6 e 315521/2020-1.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Carlos A. Á. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

CAMARGO, Brígido V.; JUSTO, Ana Maria. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Associação Brasileira de Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 2, p. 513- 518, 2013.

DOMINGOS, Pedro. **O algoritmo mestre: como a busca pela máquina de aprendizado definitiva vai refazer nosso mundo**. São Paulo: Novatec, 2017.

LEE, Kai-Fu. **AI Superpowers: China, Silicon Valley and the New World Order**. Tradução Marcelo Brandão, Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.

NILSSON, Nils J. **The quest for artificial intelligence: a history of ideas and achievements**. Cambridge University Press, 2009. [online publication].

SACERDOTE, Helena C. de S. **A mediação segundo Feuerstein e o uso da informação em educação on-line**. 2018. 229 f. Tese. (Doutorado em Ciência da Informação) - Faculdade de Ciência da Informação, Universidade de Brasília, 2018.