

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO & ORGANIZAÇÃO DO  
CONHECIMENTO

MARÍLIA CATARINA ANDRADE GONTIJO

**A PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS  
IMPACTOS: ANÁLISE DE INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS E ALTMÉTRICOS**

Belo Horizonte

2020

MARÍLIA CATARINA ANDRADE GONTIJO

**A PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS  
IMPACTOS: ANÁLISE DE INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS E ALTMÉTRICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento, Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Ciência da Informação.

Linha de Pesquisa: Arquitetura & Organização do Conhecimento (AOC)

Orientador: Dr. Ronaldo Ferreira de Araújo

Coorientadora: Dra. Marlene de Oliveira

BELO HORIZONTE

2020

Gontijo, Marília Catarina Andrade.

G641p

A produção científica sobre inteligência artificial e seus impactos [recurso eletrônico]: análise de indicadores bibliométricos e altmétricos / Marília Catarina Andrade Gontijo. – 2020.

1 recurso eletrônico (151f. : il., color): pdf.

Orientador: Ronaldo Ferreira de Araújo.

Coorientadora: Marlene de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

Referências: f. 130-148.

Apêndice: f. 149-151.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Ciência da informação – Teses. 2. Comunicação na ciência – Teses. 3. Bibliometria – Teses. 4. Inteligência artificial – Teses. I. Título. II. Araújo, Ronaldo Ferreira de. III. Oliveira, Marlene de. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

CDU: 002:311



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**A produção científica sobre inteligência artificial e seus impactos: análise de indicadores bibliométricos e altmétricos**

### **MARÍLIA CATARINA ANDRADE GONTIJO**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, área de concentração CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, linha de pesquisa Arquitetura e Organização do Conhecimento.

Aprovada em 22 de abril de 2020, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Ronaldo Ferreira de Araujo (Orientador)  
UFAL [por videoconferência]

Prof(a). Ariadne Chloe Mary Furnival  
UFSCAR [por videoconferência]

Prof(a). Célia da Consolação Dias  
ECI/UFMG [por videoconferência]

Prof(a). Elisângela Cristina Aganette  
ECI/UFMG [por videoconferência]

Belo Horizonte, 22 de abril de 2020.



## **ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA MARÍLIA CATARINA ANDRADE GONTIJO**

Realizou-se, no dia 22 de abril de 2020, às 09:30 horas, Videoconferência, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *A produção científica sobre inteligência artificial e seus impactos: análise de indicadores bibliométricos e altmétricos*, apresentada por MARÍLIA CATARINA ANDRADE GONTIJO, [por videoconferência], número de registro 2018666910, graduada no curso de BIBLIOTECONOMIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em GESTÃO E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Ronaldo Ferreira de Araujo - UFAL [por videoconferência] (Orientador), Prof(a). Ariadne Chloe Mary Furnival - UFSCAR [por videoconferência], Prof(a). Célia da Consolação Dias - ECI/UFMG [por videoconferência], Prof(a). Elisângela Cristina Aganette - ECI/UFMG [por videoconferência].

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.  
Belo Horizonte, 22 de abril de 2020.

Prof(a). Ronaldo Ferreira de Araujo

Prof(a). Ariadne Chloe Mary Furnival

Prof(a). Célia da Consolação Dias

Dedico este trabalho aos meus pais e minha avó Conceição.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, instituições públicas, que me permitiram chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ronaldo Ferreira de Araújo, que, sem ele, esta pesquisa não seria possível. Muito obrigada por toda orientação, ajuda e conselhos, e por ser tão compreensível comigo e com as minhas dificuldades.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Marlene, por ter me acolhido no primeiro ano do mestrado.

Aos membros da banca pela leitura cuidadosa e contribuições oferecidas.

Aos meus pais pelo incentivo em todas as etapas da minha vida e a toda minha família, meus maiores exemplos, com agradecimento especial às minhas tias, que me ajudaram com todo carinho, cada uma a sua maneira.

Aos meus amigos do mestrado, em especial, Filipi, Raissa e Sarah, vocês fizeram toda a diferença!

Aos professores do PPG-GOC pelas aulas de grande aprendizado e à secretaria do programa pelo apoio em todos os momentos que precisei.

À *Dimensions* e *Altmetric.com* pela disponibilização do uso de suas plataformas para esta pesquisa.

*“A year here and he still dreamed of cyberspace, hope fading nightly. All the speed he took, all the turns he'd taken and the corners he'd cut in 'Night City', and he'd still see the matrix in his sleep, bright lattices of logic unfolding across that colorless void...” (William Gibson, Neuromancer).*

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar o desempenho da produção científica sobre inteligência artificial utilizando indicadores bibliométricos e altmétricos. Esses indicadores em complementaridade permitem mapear as literaturas dos muitos campos e áreas do conhecimento e analisar o seu impacto acadêmico e social, verificando como a produção científica é tratada dentro das comunidades acadêmicas e qual o nível de atenção e visibilidade alcançado em fontes da Web Social. A motivação pelo tema inteligência artificial surgiu com o crescimento das pesquisas e estudos desse campo e do interesse de diversos setores da sociedade por ele. Para a fundamentação teórica, abordaram-se temas sobre a comunicação científica, os estudos métricos da informação: bibliometria e altmetria, e seus indicadores, assim como o tema inteligência artificial, suas aplicações e seu interesse público e social. Esta pesquisa configurou-se como descritiva, exploratória, bibliográfica e de método quantitativo, com aplicação da bibliometria e altmetria, que permitiram analisar o desempenho acadêmico, por meio das citações, e o desempenho social, pela atenção *on-line* da produção científica sobre inteligência artificial em acesso aberto. A coleta do universo da pesquisa e dos dados bibliométricos e de citação foi realizada na base de dados *Dimensions*, entre os anos de 2012 e 2019. Utilizou-se o sistema *Altmetric.com*, por meio do *Altmetric Explorer*, para a coleta dos dados altmétricos. A produção científica é analisada em sua distribuição por data de publicação, países, instituições, periódicos científicos e campos de pesquisa, pelo impacto de citação de autores e artigos científicos e a sua visibilidade nas fontes da Web Social. Para o desempenho acadêmico, os resultados demonstram que, dos 7.453 artigos do universo recuperados, 3.994 (53,58%) obtiveram uma ou mais citações, recebendo 40.181 citações no total, considerada como uma cobertura de citações moderada; enquanto o seu desempenho social foi considerado baixo, com 2.411 (32,34%) das publicações recebendo algum tipo de atenção *on-line*, como menções nas fontes da Web Social, com o total geral de 120.746 menções. Verificou-se a interdisciplinaridade do tema tratado, os países e regiões que exercem maiores influências tanto academicamente quanto socialmente, como Estados Unidos e Reino Unido, e as fontes da Web Social mais utilizadas, *Twitter*, *Facebook* e notícias. Permitiu-se perceber a complementaridade da bibliometria e altmetria em aplicação, o que mapeou a produção científica do campo da inteligência artificial, assim como verificar as tendências de crescimento, os padrões de pesquisas, de citações e de menções nas fontes da Web Social.

**Palavras-chave:** Comunicação Científica. Estudos métricos da informação. Bibliometria. Altmetria. Inteligência Artificial.

## ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the performance of scientific production on artificial intelligence using bibliometrics and altmetrics indicators. These complementary indicators allow mapping literatures from many fields and areas of knowledge, analyzing their academic and social impact, verifying how scientific production is treated within academic communities, and what level of attention and visibility are displayed in Social Web sources. The motivation for the Artificial Intelligence theme arose with the growth of researches and studies from the field and the interest of several sectors of society for it. For the theoretical foundation, the research approached themes about topics on scientific communication, metric studies of information: bibliometrics and altmetrics, and their indicators, such as the artificial intelligence theme, its applications and its public and social interest. The research configured as descriptive, exploratory, bibliographic and of quantitative method, with the application of bibliometrics and altmetrics, which allowed analyzing academic performance, through citations, and social performance, through the on-line attention to scientific production on artificial intelligence in open access. A collection of the universe of research and bibliometrics and citation data was carried out in the Dimensions database, between the years 2012 and 2019. In order to collect altmetrics data, the Altmetric.com system, through the Altmetric Explorer, was used. The scientific production is analyzed in its distribution by date of publication, countries, institutions, scientific journals and fields of research, by the impact of citing authors and scientific articles and their visibility in the sources of the Social Web. For academic performance, the results show that, of the 7,453 articles retrieved from the universe, 3,994 (53.58%) of them obtained one or more citations, receiving 40,181 citations in total, considered as a moderate coverage of citations; while their social performance was considered low, with 2,411 (32.34%) of the publications receiving some kind of on-line attention, such as mentions in the sources of the Social Web, with the grand total of 120,746 mentions. There was an interdisciplinary approach to the topic, as well as countries and regions that have the greatest influence both academically and socially, such as the United States and the United Kingdom, and the most used Social Web sources, Twitter, Facebook and news. It was allowed to perceive the complementarity of bibliometrics and altmetrics in application, which mapped the scientific production in the field of Artificial Intelligence, verifying growth trends and patterns of research, citations and mentions in the sources of the Social Web.

**Keywords:** Scientific Communication. Metric studies of information. Bibliometrics. Altmetrics. Artificial intelligence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Teste de Turing.....	54
Figura 2 – Áreas e subáreas da inteligência artificial.....	58
Figura 3 – Ramificações das áreas e subáreas da inteligência artificial.....	58
Figura 4 – Subdivisão da inteligência artificial em aprendizado de máquina e aprendizado profundo.....	61
Figura 5 – Número de robôs industriais em operação pelo mundo.....	66
Figura 6 – Exemplos de aplicações das tecnologias da inteligência artificial.....	70
Figura 7 – Dados por ano sobre inteligência artificial segundo o <i>Google Trends</i> .....	73
Figura 8 – Dados por região sobre inteligência artificial segundo o <i>Google Trends</i> .....	74
Figura 9 – Percorso metodológico.....	80
Figura 10 – Desenho metodológico da pesquisa.....	81
Figura 11 – Categorias dos documentos disponibilizados pela <i>Dimensions</i> .....	84
Figura 12 – Tela de pesquisa da <i>Dimensions</i> .....	87
Figura 13 – <i>Badges</i> de citação e de altmetria na <i>Dimensions</i> .....	88
Figura 14 – <i>Badge Citations</i> .....	88
Figura 15 – <i>Badge Altmetric</i> .....	89
Figura 16 – Cores do <i>Donut</i> disponibilizado pelo <i>Altmetric.com</i> .....	92
Figura 17 – Página inicial do <i>Altmetric Explorer</i> .....	93
Figura 18 – Etapas e estratégias da busca.....	94

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de publicações anuais de artigos científicos sobre inteligência artificial.....	101
Gráfico 2 – Países e regiões que mais publicam sobre inteligência artificial.....	102
Gráfico 3 – Países e regiões das instituições de pesquisa.....	104
Gráfico 4 – Quantidade de autores por quantidade de publicações .....	107
Gráfico 5 – Porcentagem de artigos científicos publicados e citados (por ano) (%).....	109
Gráfico 6 – Porcentagem de publicações que não receberam citações (por ano) (%).....	110
Gráfico 7 – Quantidade de citações por ano.....	110
Gráfico 8 – Correlação entre quantidade de artigos científicos publicados e de citações.....	111
Gráfico 9 – Total de menções por ano (%).....	114
Gráfico 10 – Dados alométricos da rede social <i>Twitter</i> .....	120
Gráfico 11– Dados alométricos de notícias.....	121
Gráfico 12 – Dados alométricos da rede social <i>Facebook</i> .....	122
Gráfico 13 – Indicadores tradicionais e alternativos (por ano) (%).....	124

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Elementos formais e informais da comunicação científica.....	25
Tabela 2 – Indicadores métricos utilizados pela <i>Dimensions</i> .....	86
Tabela 3 – Fontes rastreadas pelo <i>Altmetric.com</i> .....	91
Tabela 4 – Porcentagem anual da quantidade de publicações de artigos científicos sobre inteligência artificial (%).....	101
Tabela 5 – Instituições de pesquisa que mais publicam sobre inteligência artificial.....	103
Tabela 6 – Periódicos científicos que mais publicam sobre inteligência artificial.....	105
Tabela 7 – Campos de pesquisa que mais produzem sobre inteligência artificial.....	106
Tabela 8 – Indicador de citações para autores.....	108
Tabela 9 – Indicadores de citação para artigos científicos.....	112
Tabela 10 – Indicador alométrico de periódico científico.....	115
Tabela 11 – Indicador alométrico de artigo científico.....	116
Tabela 12 – Indicador de pontuação de atenção alométrica.....	117
Tabela 13 – Indicadores de fontes da Web Social.....	118
Tabela 14 – Distribuição de menções pelas fontes da Web Social.....	119
Tabela 15 – Artigos científicos mais salvos no <i>Mendeley</i> .....	123

## LISTA DE ABREVIATURAS

3D	–	3 DIMENSÕES
ALM	–	<i>ARTICLE LEVEL METRICS</i>
API	–	<i>APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE</i>
CI	–	CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO
CSV	–	<i>COMMA-SEPARATED VALUES</i>
DOI	–	<i>DIGITAL OBJECT IDENTIFIER</i>
E-MAILS	–	<i>ELECTRONIC MAILS</i>
E-PRINTS	–	<i>ELECTRONIC PRINTS</i>
FCR	–	<i>FIELD CITATION RATIO</i>
GPS	–	<i>GENERAL PROBLEM SOLVER</i>
IA	–	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
ID	–	IDENTIFICADORES
IFLA	–	<i>INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS</i>
ISBN	–	<i>INTERNATIONAL STANDARD BOOK NUMBER</i>
LISP	–	<i>LIST PROGRAMMING</i>
OA	–	<i>OPEN ACCESS</i>
PMID	–	<i>PUBMED RECORD ID</i>
Q&A	–	<i>QUESTIONS AND ANSWERS</i>
RCR	–	<i>RELATIVE CITATION RATIO</i>
RNA	–	REDES NEURAS ARTIFICIAIS
SPARC	–	<i>SCHOLARLY PUBLISHING AND ACADEMIC RESOURCES COALITION</i>
TI	–	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
TIC	–	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
URL	–	<i>UNIFORM RESOURCE LOCATOR</i>
URN	–	<i>UNIFORM RESOURCE NAME</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	18
1.2 OBJETIVOS.....	19
1.2.1 Objetivo geral.....	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	20
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	20
<b>2 COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA.....</b>	<b>21</b>
2.1 PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO: CICLO DA INVESTIGAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA.....	22
2.2 CANAIS DE COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA.....	23
2.2.1 Canais informais de comunicação científica.....	25
2.2.2 Canais formais de comunicação científica.....	27
2.2.2.1 Periódico científico.....	27
2.2.2.2 Artigo científico.....	29
2.2.3 Canais eletrônicos de comunicação científica.....	30
2.2.3.1 Fontes eletrônicas.....	32
<b>3 ESTUDOS MÉTRICOS DA INFORMAÇÃO NA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA.....</b>	<b>35</b>
3.1 BIBLIOMETRIA PARA A ANÁLISE DO DESEMPENHO DE PRODUÇÕES CIENTÍFICAS.....	37
3.1.1 Indicadores tradicionais bibliométricos e impacto acadêmico de produções científicas.....	38
3.1.1.1 Indicador de citação para análises de impacto.....	40
3.2 ALTMETRIA EM COMPLEMENTARIDADE ÀS MÉTRICAS TRADICIONAIS.....	43
3.2.1 Indicadores alternativos e impacto social de produções científicas.....	44
3.2.2 Fontes da Web Social como provedoras de dados alométricos.....	45
<b>4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: BREVE HISTÓRICO E CONCEITUAÇÃO.....</b>	<b>50</b>

4.1 CONTEXTOS E APLICAÇÕES DOS SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	57
4.2 INTERESSE PÚBLICO E SOCIAL SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	64
4.2.1 <i>Google Trends</i> : dados de consultas sobre inteligência artificial na internet.....	72
4.2.2 A inteligência artificial como tendência tecnológica no IFLA <i>Trend Report</i> .....	74
4.2.3 Notícias populares sobre inteligência artificial.....	75
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>80</b>
5.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA.....	81
5.2 UNIVERSO DA PESQUISA.....	82
5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	82
5.3.1 Base de dados <i>Dimensions</i> .....	82
5.3.2 <i>Altmetric Explorer</i> .....	89
5.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	94
5.5 CATEGORIAS DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	96
5.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	98
<b>6 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>100</b>
6.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	100
6.3 ANÁLISE DO IMPACTO ACADÊMICO: INDICADORES TRADICIONAIS DE CITAÇÃO.....	107
6.3 ANÁLISE DO IMPACTO SOCIAL: INDICADORES ALTERNATIVOS DE ATENÇÃO ON-LINE.....	113
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>125</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>149</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A comunicação científica de pesquisas vem se desenvolvendo desde a antiguidade até o presente por meio do avanço de tecnologias, entre elas, as tecnologias da informação e da comunicação (TIC), capazes de disseminar informações e, por conseguinte, auxiliar na geração de novos conhecimentos pelos indivíduos (LEITE; COSTA, 2007; MEADOWS, 1999; TARGINO, 2017; ZIMAN, 1979). A investigação científica e a sua comunicação às comunidades acadêmicas são consideradas atividades inseparáveis, sendo todo o esforço científico desperdiçado se não ocorrer a divulgação de seus resultados por meio dos muitos canais de comunicação (MEADOWS, 1999).

Dessa forma, para a criação de novos conhecimentos, desde séculos passados, a disseminação do que estava sendo produzido cientificamente passou a ser realizada com auxílio de canais de comunicação científica, categorizados como formais, informais e, mais recentes, eletrônicos, que auxiliam na divulgação de pesquisas, ao fornecer aos usuários meios de acesso às produções científicas (ALVARES; CAREGNATO, 2017; GARVEY, 1979; LEITE; COSTA, 2007; MEADOWS, 1999).

Os canais formais são as formas tradicionalmente impressas de fontes de informação, como livros, capítulos de livros, periódicos, artigos científicos, obras de referência, bibliografias, revisões de literatura, relatórios técnicos, boletins, entre muitos outros (CHRISTOVÃO, 1979; GARVEY, 1979; MUELLER, 1994; PISCIOTTA, 2006; TARGINO, 2000). São exemplos de canais de comunicação informais reuniões científicas, visitas entre as instituições, colégios invisíveis, telefonemas, cartas e *e-mails* trocados entre cientistas (CHRISTOVÃO, 1979; PISCIOTTA, 2006).

Os canais eletrônicos são acessados por meio de tecnologias digitais, além de serem comumente disponíveis de forma virtual no ciberespaço, como os periódicos e artigos científicos, livros, publicações governamentais e anais *on-line* ou disponíveis digitalmente, bem como repositórios institucionais, portais de notícias, *sites* e *blogs* científicos (CASTRO, 2006; TARGINO, 2017). São, também, disponibilizados rapidamente e com baixo custo, sendo cada vez mais usuais ao diminuir barreiras ao acesso à informação, como temporais, físicas e financeiras.

Como consequência da variedade de canais de comunicação e do grande volume de informações existente, surgem estudos métricos da informação para análises quantitativas de produções científicas, entre tradicionais, como a bibliometria, a cienciometria e a informetria (VANTI, 2002); e os alternativos, como a altmetria (PRIEM *et al.*, 2010), voltada

essencialmente para ambientes virtuais. Estes possibilitam o mapeamento dos campos do conhecimento, dando visibilidade e reconhecimento a eles mesmos e aos seus componentes, como autores e instituições públicas e privadas, com vistas a investigar suas características, para isso, utilizam indicadores métricos da informação, considerados medidas ou índices de acompanhamento de desempenho de produções científicas (VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Com isso posto, é foco de interesse da presente pesquisa os estudos métricos bibliometria e altmetria, aplicados em complementaridade para análise de uma determinada produção científica, como forma de verificação de seus impactos.

A bibliometria é um método tradicional de exploração de dados, com foco na literatura disponível em canais convencionais, como livros, periódicos e artigos científicos. É responsável por “[...] extrair das citações entendimentos sobre diversos aspectos do comportamento de autores, tendências da ciência, fluxos de influências e muitos outros” (MUELLER, 2007, p. 136). Por meio de seus indicadores, permite analisar o desempenho da produção dos cientistas e seu impacto acadêmico, como o número de citações dos autores e de suas publicações (COSTAS; BORDONS, 2007).

Todavia, os indicadores tradicionais da bibliometria possuem algumas limitações, como a falta de possibilidades de seus estudos ultrapassarem o universo científico, expondo a necessidade de se explorar tanto comunidades acadêmicas quanto não acadêmicas; também o lento acúmulo das citações em comparação com outros indicadores métricos da informação, assim como o motivo pelo qual realiza-se a citação, em que podem ser ignorados o contexto e a razão de ter sido feita (DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017; MARICATO; MARTINS, 2017; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; ROBINSON-GARCÍA *et al.*, 2014; VANZ; CAREGNATO, 2003; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

Portanto, com intuito de complementar os estudos métricos tradicionais, surge a altmetria (métricas alternativas), que possibilita análises de novos indicadores de impactos e a expansão do campo de pesquisa, ao capturar medidas de um público mais amplo, para além da academia (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; HAUSTEIN *et al.*, 2013).

Também considerada um importante subcampo dos estudos métricos, a altmetria permite analisar o impacto social de produções científicas em ambientes virtuais, ao rastrear diferentes tipos de atenção *on-line* recebidos por elas, como menções, compartilhamentos e

curtidas nas muitas fontes existentes na Web Social, como as redes sociais *Facebook*<sup>1</sup>, *Twitter*<sup>2</sup> e *LinkedIn*<sup>3</sup>, as redes sociais acadêmicas *ResearchGate*<sup>4</sup> e *Figshare*<sup>5</sup>, os gerenciadores de referências *Mendeley*<sup>6</sup> e *Zotero*<sup>7</sup>, além de *blogs* e *wikis*, como Wikipédia<sup>8</sup> (ARAÚJO; CARAN; SOUZA, 2016; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; LIU; ADIE, 2013; PETERS *et al.*, 2016; VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Nesse contexto, a complementaridade da bibliometria e da altmetria para análises de produções científicas permite que se apresente “[...] uma visão diferenciada, multidimensional de pesquisas de impacto em diferentes escalas de tempo” (BARROS, 2015, p. 23), que podem ser aplicadas em áreas de conhecimento, temas ou assuntos de pesquisa. Dessa forma, com o emprego complementar desses estudos métricos, a presente pesquisa pretende verificar o desempenho e impacto acadêmico e social da produção científica sobre inteligência artificial (IA).

O interesse por esse tema surgiu a partir de sua recorrência em análises de tendências de tecnologias, além do crescimento das pesquisas e estudos desse campo e, por consequência, do interesse da sociedade por ela. Esse último também é demonstrado pela crescente visibilidade das produções científicas nas mídias sociais, tanto para a disseminação na academia, por cientistas, autores e centros de pesquisas, quanto também pelo público não acadêmico, como jornalistas e produtores de conteúdo, que utilizam dessa literatura científica para informar seu público, bem como para o combate às *fake news*<sup>9</sup> crescentes com o auxílio da inteligência artificial.

Seus primeiros estudos da IA visavam desenvolver máquinas autônomas capazes de duplicar o intelecto humano para a realização de múltiplas tarefas e atividades. Assim, cientistas de diversas áreas, como Ciência Cognitiva, Ciência da Computação, Robótica, Psicologia e Matemática, passaram a focar suas pesquisas a um propósito comum: desenvolver sistemas e programas inteligentes capazes de analisar problemas para a obtenção de soluções adequadas durante o processo de tomadas de decisões, contribuindo com sua interdisciplinaridade (JAMES, 1985; RUSSEL; NORVIG, 2013; SARLET; MOLINARO, 2017).

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.facebook.com/>

<sup>2</sup> Disponível em: <https://twitter.com/>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://br.linkedin.com/>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.researchgate.net/>

<sup>5</sup> Disponível em: <https://figshare.com/>

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.mendeley.com/>

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.zotero.org/>

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.wikipedia.org/>

<sup>9</sup> Notícias falsas.

A IA tem ganhado visibilidade desde meados do século XX, principalmente com a transição da sociedade pós-industrial para a da informação, graças ao fenômeno da globalização e à mudança do paradigma industrial para o tecnológico e informacional (ARAÚJO; DIAS, 2011; CASTELLS, 2006; WERTHEIN, 2000). Mas foi nas duas primeiras décadas do século XXI, com a evolução de seus sistemas, que o interesse da sociedade sobre o tema cresceu. Dessa maneira, à medida que as suas áreas e subáreas passaram a exercer maior impacto no cotidiano dos indivíduos, colaboraram, ainda mais, com a interação humano-computador.

Tais áreas e subáreas são exemplificadas pelo processamento de linguagem natural, produção de fala, representação do conhecimento, aprendizado de máquina, sistemas especialistas, robótica e mecanismos de visão computacional (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985; GINSBERG, 1993; GUINCHAT; MENOU, 1994; JAMES, 1985; MCCARTHY, 2007; PAN, 2016; RICH, 1988; RUSSELL; NORVIG, 2013; SIQUEIRA; PEREIRA, 1989).

Esse campo também apresenta inúmeros sistemas e dispositivos dotados de inteligência no mercado com grande uso pela sociedade, como robôs ativos na indústria e em tarefas rotineiras; além de sistemas sofisticados, como os assistentes virtuais inteligentes, por exemplo: *Siri da Apple, Alexa da Amazon e Cortana da Microsoft*, que respondem diretamente a solicitações humanas, reconhecendo palavras ditas pelos usuários, interpretando os seus significados e respondendo ou atuando de acordo com eles (CAMPAGNA *et al.*, 2017; FREY; OSBORNE, 2013; GUZMAN, 2019). As tecnologias *Big Data*, computação em nuvem e internet das coisas também apresentam grande procura e impacto na vida de seus usuários (FREY; OSBORNE, 2013; JORDAN, 2019; JORDAN; MITCHELL, 2015; LEITÃO *et al.*, 2016; PAN, 2016).

Devido ao crescente espaço alcançado pela inteligência artificial como campo de pesquisa científica e pelo aumento do uso de seus sistemas e dispositivos pela sociedade em geral, mostra-se importante averiguar os impactos causados por sua literatura em âmbito mundial, tanto em ambiente acadêmico, quanto social. Portanto, demonstra-se o desempenho e impacto acadêmico por meio dos indicadores tradicionais, verificando como a sua produção científica é tratada dentro do universo da academia. Já o seu desempenho e impacto social podem ser analisados pelos indicadores alternativos, indicando o seu nível de atenção e de visibilidade em ambiente virtual, diante do público em geral, que pode ou não apresentar envolvimento direto com essa produção.

## 1.1 Problema e justificativa

O campo da inteligência artificial vem sendo construído a partir de contribuições de diferentes campos e áreas científicas, como Filosofia, Matemática, Neurociência, Psicologia, Linguística, Informática e Engenharia da Computação, sendo considerado, assim, interdisciplinar (DEAN, 1995; GOMES, 2010; RUSSELL; NORVIG, 2013). Por essa característica, tem seus sistemas inteligentes projetados com a função de basear a execução de tarefas referentes a esses tantos campos, desde as mais operacionais até as mais complexas, como limpezas de superfícies, traduções de textos, auxílio nas áreas da Saúde e Segurança, e apoio em infraestrutura, engenharia, arquitetura e na indústria contemporânea (FREY; OSBORNE, 2013; SARLET; MOLINARO, 2017).

Os sistemas de IA estão, progressivamente, sendo incorporados nos mais variados setores da sociedade, como “[...] da economia e da pesquisa científica e tecnológica, também com várias aplicações bem-sucedidas na gestão pública e atividades que levem a benefícios sociais” (CERRI; CARVALHO, 2017, p. 297). Desse modo, motivou-se a escolha por esse tema por desempenhar forte influência tanto academicamente, nas produções científicas que tratam sobre as suas problemáticas, quanto socialmente, por estar presente direta ou indiretamente no cotidiano das pessoas, principalmente para aquelas que buscam o auxílio para uma vida mais prática.

Para exercerem suas funções com maior efetividade, esses sistemas demandam constante desenvolvimento diante das inovações tecnológicas que surgem continuamente, o que gera um grande volume de produções científicas sobre o tema. Para os diversos campos do conhecimento, essas literaturas influenciam futuras pesquisas por oferecerem importantes contribuições para aqueles que dela se preocupam. Portanto, surge a necessidade de se comunicar o que foi produzido cientificamente, assim como analisar o seu desempenho e impactos, seja no contexto acadêmico ou social.

A comunicação científica é “[...] um processo que envolve a construção, comunicação e uso do conhecimento científico para possibilitar a promoção de sua evolução” (WEITZEL, 2006, p. 88), o que gera novos conhecimentos e fomenta avanços nos conteúdos e nas práticas dos diversos campos. Dessa forma, torna-se essencial analisar o desempenho das produções científicas, tendo em vista a importância para as comunidades científicas levantar e compreender as suas características acadêmicas, por meio de estudos apropriados, como os métricos da informação, que tornam os dados coletados passíveis de mensuração e análises.

Considera-se como efeito conseguido pelo emprego desses estudos quantitativos a melhoria da qualidade da pesquisa científica e técnica, em consequência do levantamento de evidências, tendências, potencialidades e padrões das pesquisas (SACARDO; HAYASHI, 2013). Nesse contexto, propõe-se responder à seguinte questão de pesquisa: **qual o desempenho acadêmico e social da produção científica sobre inteligência artificial?**

Para o desempenho acadêmico, uma pesquisa academicamente relevante é “[...] aquela que ajuda a construir conhecimento em torno de um determinado tema, abordagem teórica ou objeto empírico” (LAZZARINI, 2017, p. 621). Analisando o seu impacto pelas “[...] citações que um determinado artigo ou livro recebe ao longo dos anos” (LAZZARINI, 2017, p. 621). Dessa maneira, utilizam-se as citações como o indicador bibliométrico mais adequado para as análises de impacto acadêmico e para o seu reconhecimento pela comunidade científica (FREITAS, ROSAS; MIGUEL, 2017).

Devido ao fato de os indicadores bibliométricos contemplarem “[...] a informação científica registrada na literatura, excluindo parte importante da atividade científica” (LIMA; VELHO; FARIA, 2007, p. 154), a altmetria passa a complementar os estudos métricos tradicionais. Esse estudo métrico permite “[...] avaliar o impacto de uma pesquisa científica para além do número de citações que recebe e até mesmo para além do âmbito das comunidades científicas” (ARAÚJO; FURNIVAL, 2016, p. 73).

As técnicas altmétricas são úteis para “acompanhar a disseminação de produtos de pesquisa na Web Social” e apresentam benefícios que facilitam “as interações sociais entre pesquisadores e comunidade em geral” (MARICATO; LIMA, 2017, p. 137). Consequentemente, a altmetria permite analisar o desempenho e o impacto social da literatura científica perante outras comunidades além da acadêmica, ao rastrear a atenção *on-line* dada pelo público em geral nas muitas fontes da Web Social.

## **1.2 Objetivos**

Esta pesquisa dedica-se a atender aos seguintes objetivos:

### **1.2.1 Objetivo geral**

Investigar o desempenho da produção científica sobre inteligência artificial utilizando indicadores bibliométricos e altmétricos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Mapear a produção científica sobre inteligência artificial;
- Identificar os periódicos científicos que mais publicam sobre o tema;
- Apontar os campos de pesquisa que mais produzem sobre a temática;
- Analisar o impacto de citação de autores e artigos científicos;
- Verificar a visibilidade da produção científica nas fontes da Web Social.

### 1.3 Estrutura da dissertação

Esta dissertação constitui-se de 7 seções além da presente introdução, organizadas da seguinte maneira:

Na **seção 2**, apresenta-se o referencial teórico sobre comunicação científica, abordando temas como a produção do conhecimento científico: ciclos da investigação e da comunicação científica; canais de comunicação científica: informais, formais e eletrônicos. Além de periódico científico, artigo científico e fontes eletrônicas.

A **seção 3** aborda os estudos métricos da informação na comunicação científica, como a bibliometria, para análise de desempenho de produções científicas e seus indicadores tradicionais e de citação; e a altmetria em complementaridade às técnicas tradicionais, expondo seus indicadores alternativos e as fontes da Web Social.

Na **seção 4**, apresenta-se a contextualização da inteligência artificial, com um breve histórico e sua conceituação; os contextos e aplicações dos sistemas de IA; e o interesse público e social sobre o tema.

A **seção 5** se refere à metodologia e o percurso metodológico seguido, como tipologia; universo; instrumentos de coleta de dados; etapas e estratégias de busca; categorias de análise dos resultados recuperados; e limitações da pesquisa.

Na **seção 6**, são apresentadas as análises dos resultados, distribuídos de acordo com o desempenho e impacto acadêmico e o indicador de citação; bem como o desempenho e impacto social, e as fontes da Web Social.

E, na **seção 7**, as conclusões da dissertação, expondo as reflexões sobre os resultados analisados, as contribuições trazidas por eles, as limitações e as recomendações de trabalhos futuros.

## 2 COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

A formalização do processo de comunicação científica se deu por volta do século XVII, configurando-se como o último passo da pesquisa científica, isto é, a comunicação dos resultados para os demais cientistas, visando a expansão e o acúmulo de conhecimento no mundo acadêmico (GARVEY, 1979; MEADOWS, 1999; SILVA *et al.*, 2006; ZIMAN, 1979). Não se pode afirmar exatamente quando a comunicação científica passou a ser exercida na sociedade acadêmica, mas relatos apontam que as pesquisas eram comunicadas desde a Grécia Antiga sob diversas formas, sendo as duas mais importantes: a fala e a escrita (MEADOWS, 1999).

Com o desenvolvimento da sociedade, o invento da imprensa em massa foi uma das principais causas do surgimento da ciência e da comunicação científica moderna, facilitando a multiplicidade de textos impressos que causou importante impacto na produção e disseminação de informações (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2011; MEADOWS, 1999; ZIMAN, 1979). Nesse contexto, contribuiu também com o fenômeno ‘explosão da informação’ ou ‘explosão informacional’, que viabilizou a produção de novas informações gerando um grande volume de dados (BURKE, 2002), com o “[...] crescimento da pesquisa científica em escala mundial e a necessidade intrínseca da comunicação dos seus resultados” (PACKER; MENEHINI, 2006, p. 238).

Esse aumento de produções científicas trouxe a difícil localização e acesso à informação desejada, e mudanças nas formas de leitura, escrita e organização da informação (BURKE, 2002). Foram necessárias novas formas de se otimizar as atividades envolvidas na produção, no acesso, no uso e na disseminação de informações e conhecimentos em ambientes científicos (LEITE; COSTA, 2016). Entre elas, o desenvolvimento de novos meios considerados mais confiáveis e democráticos de difusão de informações, que possibilitaram que a comunicação científica e, principalmente, a ciência passassem por importantes transformações em suas estruturas (CÔRTEZ, 2006; LEITE; COSTA, 2007; MEADOWS, 1999; MUELLER, 1994).

Por isso, torna-se importante demonstrar a relação entre ciência, informação e comunicação científica. Ziman (1979) considera a ciência como informação, corroborado por Le Coadic (1996, p. 27) de que “a informação é o sangue da ciência. Sem informação, a ciência não pode se desenvolver e viver”. Em decorrência disso, enquanto a informação é considerada como “um produto, uma substância, uma matéria, a comunicação é um ato, um mecanismo, é o processo de intermediação que permite o intercâmbio de ideias entre os indivíduos”

(TARGINO, 2000, p. 10). Logo, a comunicação de informações científicas se encontra no próprio coração da ciência, sendo de extrema importância comunicar seus achados (MEADOWS, 1999).

Nessa perspectiva, cientistas se comunicam ao dar e receber informações, sendo o produto dessas interações as novas informações (GARVEY, 1979; MEADOWS, 1999). Essas informações passam pelo seu primeiro processamento quando comunicadas de um cientista para outro, de modo que seu significado possa ser apreciado pelas comunidades acadêmicas, nas quais “a comunicação é genuinamente interativa e informações são trocadas” (GARVEY, 1979, p. 25, tradução nossa). Esse tipo de interação passou a colaborar com o aumento exponencial da produção científica dos mais variados campos do conhecimento, ao passo que, ao disseminarem seus resultados e conteúdos, fornecem, cada vez mais, materiais para novas possibilidades de estudos.

Como consequência desse acúmulo de informações, “o sistema de comunicação científica inclui todas as formas de comunicação utilizadas pelos cientistas que pesquisam e contribuem para o desenvolvimento do conhecimento nas diferentes áreas” (FUNARO; NORONHA, 2006, p. 218), o qual “[...] viabiliza os fluxos da informação científica entre pesquisadores, de modo que estes possam, em uma dinâmica cíclica, acessar, usar, gerar e disseminar informação durante a realização de suas atividades como pesquisadores” (LEITE; COSTA, 2016, p. 48), colaborando com a produção de conhecimento científico.

## **2.1 Produção de conhecimento científico: ciclo da investigação e da comunicação científica**

A investigação científica é a prática de se aprender por meio de imitações e experiências, pela identificação de variáveis que devem ser examinadas para que a pesquisa alcance os resultados esperados (POBLACION; OLIVEIRA, 2006; ZIMAN, 1979). Para que isso ocorra, é necessário que se percorra por fases e etapas conhecidas como ciclo da investigação científica, que está entrelaçado ao da comunicação científica, integrando o processo de produção de conhecimento científico.

Inicia-se o ciclo da investigação científica pela identificação do problema, o que faz gerar a pesquisa e a sua publicação, por meio dos sistemas de comunicações existentes, e finaliza-se pelo uso dos novos conhecimentos por outros pesquisadores (CHRISTOVÃO, 1979; LEITE; COSTA, 2016). De acordo com Meadows (1999, p. 161), após concluído o projeto, os resultados poderão ser descritos e encaminhados para a sua publicação, e que

durante as etapas iniciais de um projeto de pesquisa, a maior parte da comunicação é informal começando com as conversas face a face. À medida que o trabalho avança, são feitos relatos orais perante pequenas plateias, normalmente por meio de seminários de pesquisa. À medida que o projeto se aproxima de sua conclusão, podem começar a ser feitos relatos verbais em reuniões maiores, como congressos e conferências.

Para Ziman (1979), não se pode considerar o fim de uma investigação científica quando se computa o último dado, ou quando a pesquisa e sua teoria foram confirmadas diversas vezes. Nessa visão, a comunicação científica, isto é, “a forma pela qual a investigação é apresentada à comunidade científica, o trabalho escrito em que são comunicados pela primeira vez os resultados, as críticas subsequentes, as citações de outros autores [...]” são tão importantes quanto a criação do problema de pesquisa (ZIMAN, 1979, p. 116).

Para o ciclo da comunicação científica, são atribuídas duas etapas: a produção de informações pelos cientistas e a divulgação dessas informações em um ou mais canais de comunicação disponíveis (MEADOWS, 1999). É descrito em etapas sucessivas e dependentes entre si, com duração de longos períodos entre cada uma delas:

[...] inclui a publicação formal de resultados de pesquisa, a recuperação de informação, o acesso à literatura publicada e a comunicação informal e de intercâmbio entre pesquisadores. É um fluxo contínuo, pois conhecimentos publicados e assimilados dão origem a novos conhecimentos, pesquisas e publicações, regido por uma dinâmica específica e influenciado pelas relações com a sociedade (CASTRO, 2006, p. 58).

Considera-se que o ciclo da comunicação científica “[...] só se fecha quando se publica em meio à comunidade científica” através de canais de comunicação (TARGINO, 2017, p. 130). Assim, tanto o ciclo de investigação quanto o da comunicação científica oferecem cada vez mais condições para que ocorra maior interação entre os membros das comunidades científicas e, como consequência, contribuem para o avanço da ciência, ao produzirem, disseminarem e fazerem uso do conhecimento gerado, sendo essenciais ao desenvolvimento das próprias comunidades científicas (ALVARES; CAREGNATO, 2017; LEITE; COSTA, 2007).

## **2.2 Canais de comunicação científica**

Atualmente existe uma grande variedade de canais de comunicação científica oriundas das TIC para a disseminação e divulgação de resultados de pesquisas, que possibilitam trocas de ideias e de métodos científicos entre os pesquisadores (ALVARES; CAREGNATO, 2017; FUNARO; NORONHA, 2006). Com o intuito de estimular a produção científica dos campos e áreas do conhecimento, é necessário que existam canais de comunicação eficientes, que

permitam o “[...] acesso a informações científicas e apreensão do conhecimento registrado por outros cientistas para viabilizar o fomento de novos conhecimentos” (WEITZEL, 2006, p. 87).

Para que as informações sejam divulgadas e disseminadas prontamente e de maneira durável, os canais foram criados pelos próprios cientistas para facilitar o progresso do conhecimento científico e proteger suas contribuições para a ciência (GARVEY, 1979). Dessa forma, todos os trabalhos científicos dependem do processo de comunicação e de seus canais, “[...] utilizados pelos cientistas tanto para comunicar os resultados de seus achados, como para se informarem dos resultados alcançados por outros pesquisadores” (FUNARO; NORONHA, 2006, p. 217).

Por serem utilizados em todo o processo de produção do conhecimento, desde a criação do problema de pesquisa até a sua comunicação para a comunidade, encontram-se alguns desafios para os pesquisadores ao longo desse ciclo (LEITE; COSTA, 2007; POBLACION; OLIVEIRA, 2006). Nessa perspectiva, as etapas de difusão, visibilidade e acessibilidade das pesquisas enfrentam os maiores desafios, pois o sucesso ou insucesso da sua divulgação dependem das estratégias escolhidas, ou seja, a escolha dos canais adequados com intuito de garantir a visibilidade e o acesso ao documento (POBLACION; OLIVEIRA, 2006).

Os canais de comunicação científica são considerados formais, informais e, mais recentes, eletrônicos (GARVEY, 1979; LEITE; COSTA, 2007; MEADOWS, 1999). Essa classificação é considerada flexível, pois, em diferentes contextos, o mesmo tipo de canal pode apresentar características dos outros tipos, de acordo com o comportamento dos cientistas (MUELLER, 1994). Como exemplo, ao promoverem a comunicação formal de suas pesquisas, como publicações em periódicos científicos, apresentam também aspectos informais de comunicação, como as apresentações dos mesmos trabalhos em eventos ou reuniões (TARGINO, 2000).

Logo, os canais de comunicação científica não são considerados excludentes nem antagônicos, mas que se complementam e interagem entre si (TARGINO, 2000). A divisão tradicional da comunicação científica pode ser entendida como:

[...] comunicação formal ou estruturada ou planejada e comunicação informal ou não estruturada ou não planejada, ambas essenciais à evolução do conhecimento como soma renovada de mensagens que atualizam a sociedade no espaço e a perpetuam no tempo (TARGINO, 2000, p. 18).

Ainda nesse contexto, “para a comunicação eficiente de informações científicas, as fontes formais impressas devem ser complementadas com as fontes informais (geralmente orais)”

(MEADOWS, 1999, p. 135). Le Coadic (1996, p. 36) apresenta uma divisão entre os elementos formais e informais da comunicação científica, expostos na Tabela 1:

**Tabela 1 – Elementos formais e informais da comunicação científica**

<b>Elemento formal</b>	<b>Elemento informal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● pública (audiência potencial importante);</li> <li>● informação armazenada de forma permanente, recuperável;</li> <li>● informação relativamente velha;</li> <li>● informação comprovada;</li> <li>● disseminação uniforme;</li> <li>● redundância moderada;</li> <li>● ausência de interação direta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● privada (audiência restrita);</li> <li>● informação não armazenada, não recuperável;</li> <li>● informação recente;</li> <li>● informação não comprovada;</li> <li>● direção do fluxo escolhida pelo produtor;</li> <li>● redundância às vezes muito importante;</li> <li>● interação direta.</li> </ul>

Fonte: Le Coadic (1996, p. 36)

Para maior entendimento sobre os canais de comunicação científica, serão apresentados, a seguir, os canais informais, os formais e os eletrônicos.

### **2.2.1 Canais informais de comunicação científica**

Os canais informais de comunicação científica são baseados, essencialmente, na comunicação oral, “[...] através de contatos interpessoais: reuniões científicas, participações em associações profissionais e colégios invisíveis” (PISCIOTTA, 2006, p. 125). Inclui telefonemas, cartas trocadas entre cientistas, visitas entre instituições e reuniões científicas, desde congressos internacionais de grande importância aos pequenos encontros de grupos locais (CHRISTOVÃO, 1979). Esse contato pessoal é considerado “a forma mais comum pela qual um pesquisador toma conhecimento das pesquisas que seus colegas estão realizando” (CAMPELLO, 2000, p. 50). Dessa maneira,

[...] essa prática ocorre com intensidade na vida de cientistas, que mantêm conversas frequentes com colegas da mesma área, através de telefonemas ou correio eletrônico, por ocasião da realização de eventos como congressos ou seminários, ou quando se reúnem em bancas de avaliação de teses e dissertações e de concursos docentes (CAMPELLO, 2000, p. 50).

A interação direta ou por correspondências de cientistas é considerada a de maior importância na operação da ciência (GARVEY; GRIFFITH, 1979), sendo a que “[...] mais contribui para o fluxo de informação e conhecimento no mundo acadêmico” (LEITE; COSTA, 2007, p. 93), por permitir que ocorra maior interação entre os participantes das comunidades

científicas, ao criarem “[...] teias de comunicação a partir de encontros periódicos e trocas de informações”, isto é, os chamados colégios invisíveis (LEITE; COSTA, 2007, p. 93).

Formam-se os colégios invisíveis por meio das interações informais dentro das comunidades científicas de áreas específicas, sendo a partir delas que o conhecimento científico surge (LEITE; COSTA, 2007; ZIMAN, 1979), representando “uma rede transmissora de palpites, ideias, observações e opiniões” (ZIMAN, 1979, p. 121). Portanto, é constituído por “grupo de pesquisadores que está, em um dado momento, trabalhando em torno de um mesmo problema ou área de pesquisa e se comunica sobre o andamento das pesquisas” (MUELLER, 1994, p. 310).

Também como rede informacional, a internet e as tecnologias derivadas dela são consideradas canais informais de comunicação científica que têm modificado o comportamento dos usuários quanto ao modo de buscar informações, assim como os processos de comunicação (LEITE; CRUZ; BRITO, 2019). Funcionam como “[...] canal que propicia, quando conectado à internet, o acesso a um volume muito grande de informações dos mais variados gêneros”, disponibilizado por meio de documentos multimídia, como imagens, vídeos e áudios, listas de discussão na internet, fóruns eletrônicos, conferências e bases de dados (ARAÚJO; LOUREIRO; FREIRE, 2014, p. 66).

E ainda pelas mídias sociais presentes no ciberespaço, como as redes sociais, que têm como característica a comunicação “mais ativa no cotidiano do ser humano e que cada vez mais possibilita o nosso poder de interagir” (PIZETA; SEVERIANO; FAGUNDES, 2016, p. 11). Dessa forma, têm “propiciado uma nova organização social no que se refere às formas de se relacionar e disseminar informações”, servindo como “canal transmissor para a disseminação de informações relevantes” (ARAÚJO; LOUREIRO; FREIRE, 2014, p. 74).

Ainda nesse contexto, a comunicação informal é, em geral, efêmera e direcionada a um público restrito, como exemplo a comunicação oral em reuniões e as cartas trocadas entre os cientistas (GARVEY; GRIFFITH, 1979; MEADOWS, 1999). Destarte, as informações comunicadas por meio dos canais informais são comumente “[...] abstratas, coloquiais, frequentemente incompletas e vagas” (GARVEY; GRIFFITH, 1979, p. 144), armazenadas temporariamente, de difícil recuperação e nem sempre monitoradas, o que difere das informações comunicadas nos canais formais (GARVEY; GRIFFITH, 1979; MEADOWS, 1999).

## 2.2.2 Canais formais de comunicação científica

Os canais formais de comunicação científica contam tanto com fontes de informação primárias quanto secundárias, como livros e capítulos; periódicos e artigos de periódicos; obras de referência; bibliografias; bibliografias de bibliografias; índices; revisões de literatura e relatórios técnicos, isto é, são os meios de comunicação escritos (CHRISTOVÃO, 1979; GARVEY, 1979; MUELLER, 1994; PISCIOTTA, 2006; TARGINO, 2000). As informações disseminadas por esses canais são acessíveis a um público maior, por estarem permanentemente armazenadas e disponíveis por longos períodos, podendo ser recuperadas com maior facilidade (GARVEY; GRIFFITH, 1979; MEADOWS, 1999).

Para que o trabalho disseminado em canais formais seja considerado como contribuição ao consenso do saber público deverá ser

[...] redigido de maneira impessoal, em linguagem mais ou menos abstrata, seguindo uma forma e um estilo rigidamente convencionais. Ele não deve afirmar nada que não seja passível de ser comprovado, não deve criticar o trabalho alheio desnecessariamente, mas deve dar o devido crédito a todo trabalho anterior do qual dependa (ZIMAN, 1979, p. 122).

Nesse sentido, para que as pesquisas comunicadas formalmente não apresentem vieses, não deverão ser modeladas no âmbito das interações sociais, mas modeladas, refinadas e verificadas por processos formais e impessoais, diferentemente dos canais informais, que a interação interpessoal está presente em todo o processo (GARVEY, 1979). Deverão, também, ser monitoradas para que sejam produzidas publicações relevantes de acordo com os padrões das disciplinas, ocorrendo a avaliação pelos pares antes de suas divulgações (GARVEY; GRIFFITH, 1979; MUELLER, 1994).

Encontram-se algumas limitações do uso de canais formais para comunicação científica, que atingem países independentemente de seu poder econômico, como o longo “[...] tempo entre preparação dos manuscritos, aprovação, edição, impressão e distribuição” (CASTRO, 2006, p. 59). Uma das soluções para algumas dessas limitações, como a lentidão da comunicação, foi a criação dos periódicos científicos, considerados, atualmente, como um dos principais canais de comunicação científica (ANDRADE; OLIVEIRA, 2011; CÔRTEZ, 2006; GARVEY, 1978; MEADOWS, 1999; WEITZEL, 2006).

### 2.2.2.1 Periódico científico

Os primeiros periódicos científicos surgiram na segunda metade do século XVII, sendo estabelecidos em 1665 para a formalização da comunicação científica, evoluindo da

comunicação realizada por meio de cartas entre os pesquisadores e atas de reuniões científicas (GARVEY, 1979; MEADOWS, 1999). Foram criados como solução para diversas problemáticas que envolviam a “[...] necessidade de fornecer informações em formato padronizado, manter mecanismos de controle de qualidade e definir prioridades, distribuir grande número de exemplares em âmbito internacional [...]” (MEADOWS, 1999, p. 36).

São constituídos por pequenos artigos específicos, possuindo poucas páginas (STUMPF, 1996), que proporcionam “[...] uma divulgação rápida e garantida dos resultados de um grande número de pesquisas que, se tomadas separadamente, não teriam grande significação” (ZIMAN, 1979, p. 118). Possibilitaram, também, que as produções científicas obtivessem outros patamares de crescimento, o que modificou as formas de lidar e fazer uso das informações disponíveis, alterando os processos de produção, certificação, disseminação e avaliação do conhecimento científico (CÔRTEZ, 2006; FAUSTO, 2006). O aumento do número de cientistas e de publicações também está atrelado ao constante uso dos periódicos científicos para disseminação de pesquisas (GARVEY, 1979).

De acordo com Oliveira (1996, p. 2), o periódico científico é a fonte primária de maior importância para as comunidades científicas, tendo como finalidade “[...] incentivar a pesquisa e desenvolver o fluxo de informação científica, nacional e internacionalmente”. Sendo os periódicos científicos indexados e com *peer review* (revisão pelos pares) os que obtêm a preferência das comunidades científicas para a certificação do conhecimento científico e sua comunicação autorizada (MUELLER, 2006), por conta da “[...] credibilidade e divulgação mais acelerada em comparação aos demais itens informacionais impressos” (MIRANDA; CARVALHO; COSTA, 2018, p. 3).

Contudo, mesmo com a preferência pelos autores em comunicar por meio de periódicos científicos, este não é o sistema perfeito de comunicação científica (MUELLER, 2006). Existem problemas ligados ao processo de publicação, como custos elevados de manutenção dos periódicos científicos impressos, atrasos de produção, difícil acesso aos exemplares conforme custos e distância geográfica, e falta de apoio e subsídios financeiros das instituições às quais os pesquisadores são vinculados (CÔRTEZ, 2006; ZIMAN, 1979).

Com isso posto, mesmo com a evolução da comunicação científica e das fontes de informação, os periódicos ainda continuam sendo os principais disseminadores de produção científica (FREIRE, 2012). É por meio desse canal que “[...] a pesquisa é formalizada, torna-se conhecimento público e promove a comunicação entre cientistas”, considerado ágil e

veloz para a disseminação de novos conhecimentos e para a distribuição do reconhecimento entre os autores (OLIVEIRA, 1996, p. 2).

### **2.2.2.2 Artigo científico**

Os artigos científicos são, atualmente, “os meios pelos quais a produção científica é mais disseminada” (MARICATO; LIMA, 2017, p. 138), juntamente com os periódicos científicos. Também “[...] considerados como as publicações definitivas dos resultados de projetos de pesquisa. São, por conseguinte, os itens que são preferencialmente lidos e citados pelos colegas” (MEADOWS, 1999, p. 166). E que, apesar de fazerem parte de fascículos e edições de periódicos, são fontes independentes de comunicação científica (CASTRO, 2006; MUELLER, 1994).

Alguns benefícios da publicação em formato de artigos científicos são a comunicação entre cientistas e pesquisadores, a divulgação dos resultados de pesquisas e a normalização posta pelos periódicos científicos, sendo este último um dos aspectos a ser considerado ao refletir sobre a qualidade das publicações científicas (CURTY; BOCCATO, 2005; MUELLER, 1994). Assim, a normalização técnica dos periódicos se estende aos artigos que compõem os fascículos, o que “[...] visa à padronização e simplificação no processo de elaboração de qualquer trabalho científico” (CURTY; BOCCATO, 2005, p. 95), auxiliando na comunicação e no intercâmbio de informações pelos pesquisadores dentro das comunidades científicas.

Outro aspecto relevante para a publicação de artigos científicos é a sua aceitabilidade, isto é, a aprovação pela comunidade científica pertinente e os seus pares. A avaliação é realizada por editores especializados, avaliadores externos ou pesquisadores competentes atualizados no assunto, dependendo de cada área do conhecimento, que deverão ser imparciais em seu julgamento e em suas considerações (MEADOWS, 1999). Nesse contexto, é dada a prioridade à pesquisa de determinado autor quando a publica em artigo científico antes de qualquer outro, sendo necessário que os seus resultados passem, primeiramente, pelo exame crítico dos pares, apenas após a sua aprovação é que se considera a pesquisa como ‘conhecimento científico’, “[...] ao mesmo tempo que reconhece seu autor como originador desse conhecimento” (MUELLER; PASSOS, 2000, p. 18).

Diante do exposto, caracterizam-se os artigos científicos como trabalhos sucintos que visam comunicar informações científicas de forma concisa e clara, sendo um de seus principais objetivos “[...] destacar as ideias fundamentais sobre o assunto, com o uso de vocabulário

correto, coerência na argumentação, clareza na exposição das ideias, objetividade, concisão e fidelidade às fontes citadas” (CURTY; BOCCATO, 2005, p. 96).

### **2.3.3 Canais eletrônicos de comunicação científica**

O advento da internet, no final do século XX, alterou diversos aspectos da sociedade, como o modo de fazer ciência e tecnologia, com impacto direto para a academia e para os pesquisadores. Permite que ocorra “[...] a integração da comunidade científica com outros setores da sociedade, atuando em redes transdisciplinares e heterogêneas de colaboração entre instituições de natureza variada” (CASTRO, 2006, p. 59). Dessa forma, o processo de produção de novos conhecimentos passou a ser “[...] não linear, com participação de todos os interessados, desde o momento da concepção das pesquisas até a aplicação de seus resultados” (CASTRO, 2006, p. 59).

Também considerados informais, “os dispositivos eletrônicos conectados à internet torna-se um importante aliado no momento da disseminação informacional e a internet um canal eficiente em relação à sua potencialidade de proporcionar o acesso a essas informações” (ARAÚJO; LOUREIRO; FREIRE, 2014, p. 69). Tecnologias como redes de banda larga, a computação em nuvem, os dispositivos móveis de acesso à informação, os sistemas de recuperação de informação e de interação entre humanos e computadores também alteraram a dinâmica do ciclo da comunicação científica; possibilitando o desenvolvimento de diversos outros meios de comunicação e divulgação de pesquisas, como periódicos e artigos científicos *on-line* e sistemas de *open access* (CASTRO, 2006; CÔRTEZ, 2006; FAUSTO; 2006; LEITE; COSTA, 2016, 2017).

Este último, também conhecido como movimento de acesso aberto, teve início em 2001, com intuito de garantir a publicação livre de documentos em ambiente eletrônico, por meio de arquivos abertos institucionais e temáticos, e repositórios de periódicos de acesso aberto, em que “a principal intenção é fazer com que resultados de pesquisa científica estejam pública e permanentemente acessíveis e sem custo a quem possa interessar” (LEITE; COSTA, 2017, p. 46). Apesar das diversas questões que envolvem o acesso aberto, como financeiros, comerciais, editoriais e autorais, desde o seu surgimento, passou a ser umas das alternativas de comunicação da ciência, responsável pelas transformações nos processos de produção, disseminação, comunicação e uso de informações e conhecimentos científicos (COSTA, 2006; LEITE; COSTA, 2016).

Esse movimento, alinhado com o uso da internet, é reconhecido por ser responsável pela diminuição de possíveis barreiras entre o fluxo de informação científica e sua comunicação pelo uso de diferentes tecnologias, representando grande desafio para as comunidades científicas, ao passo que, quanto maior o seu sucesso, maiores serão as mudanças nos sistemas de divulgação científica tradicionais (LEITE; COSTA, 2017; MUELLER, 2006).

Dessa maneira, os canais eletrônicos vêm alterando todo o fluxo de investigação e comunicação científica, graças à evolução das TIC e pelo maior contato entre os membros das comunidades científicas. Essa nova estrutura do ciclo de comunicação permite que a interação entre os pesquisadores, autores, revisores, editores, sistemas de informação e usuários com o computador estimule ainda mais o compartilhamento de informações, conhecimentos e experiências científicas, tornando-os universais e sem barreiras (CASTRO, 2006; MEADOWS, 1999; MUELLER, 2006; TARGINO, 2017).

Diante desse novo modelo de comunicação científica e com a reestruturação do ciclo de produção e distribuição de informações, também foi necessária uma reorganização nas práticas profissionais de todos envolvidos nesses processos. Os próprios cientistas e autores passaram a controlar todos os meios de produção, disseminação e uso da produção científica, os usuários também passaram a exercer papel de editores e distribuidores de informações e conhecimentos (MUELLER, 1994; TARGINO, 2017; WEITZEL, 2006). Assim,

[...] os autores assumem funções das editoras quando publicam seus trabalhos em *sites* pessoais, arquivos abertos ou repositórios institucionais, sem necessidade de intermediários; os editores tornam-se produtores de bases de dados quando criam, nos *sites* das revistas, formas de acesso a campos específicos de dados (autor, assunto, data e outros) em toda a coleção; os produtores de bases de dados atuam como provedores de informação quando garantem o acesso aos textos completos, ao mesmo tempo em que promovem *links* entre bases de dados, aumentando a visibilidade da produção científica (CASTRO, 2006, p. 60).

Nessa perspectiva, a divulgação e a disseminação de produções científicas são feitas por “[...] arquivos digitais transferidos automaticamente de uma etapa a outra, que podem estar visíveis e acessíveis a vários desses atores simultaneamente, independentemente de distâncias físicas” (CASTRO, 2006, p. 60). Com intuito de diminuir o tempo entre a finalização da pesquisa e sua comunicação (MUELLER, 2006), torna o “[...] conhecimento científico disponível para um público muito maior e de modo mais rápido do que pelos canais tradicionais” (MEADOWS, 1999, p. 113).

Da mesma maneira que é difícil fazer a distinção entre canal formal e informal, também é para estes e eletrônicos. Segundo Meadows (1999, p. 38), “[...] a distinção entre canais

formais e informais de comunicação não se ajusta bem ao emprego de computadores e redes”, pois as publicações disseminadas formal e informalmente podem ser comunicadas também em meio eletrônico. Como exemplo, as cartas consideradas informais poderão ser enviadas de forma eletrônica, assim como um periódico formal pode ser disponibilizado *on-line*. Portanto, a comunicação eletrônica perpassa por todos os tipos de fontes, como livros, periódicos, publicações governamentais, repositórios institucionais, teses, apresentações em congressos, entre muitos outros (TARGINO, 2017).

Em vista disso, a comunicação eletrônica expôs a “[...] consequente fragilidade dos domínios formal e informal” (WEITZEL, 2006, p. 85), por permitir aos usuários uma interação direta com a produção científica, sem necessidade de intermediários, em tempo real, com velocidade no acesso, no uso e na avaliação da informação, diferentemente dos canais tradicionais de comunicação. Sendo uma das grandes diferenças a divulgação das pesquisas com maior efetividade, tornando esse processo com mais velocidade e, então, mais atraente àqueles que buscam a publicação e divulgação de seus resultados quando comparados às publicações impressas (MEADOWS, 1999; MUELLER, 2006).

### **2.3.3.1 Fontes eletrônicas**

O advento do computador e da internet possibilitou que novas fontes de comunicação científica surgissem, ocorrendo uma “[...] transferência em grande escala da comunicação científica dos meios impressos para os meios eletrônicos” (MEADOWS, 1999, p. 32). Livros, periódicos e artigos científicos eletrônicos, portais virtuais e bases de dados são algumas das fontes de comunicação eletrônicas disponibilizadas para as comunidades científicas atualmente.

Uma das principais causas do desenvolvimento dessas novas fontes alternativas é a demora da publicação do periódico e do artigo científico impresso (CAMPELLO, 2000). Como vantagens dos periódicos e artigos eletrônicos, citam-se a rapidez no processo de publicação, a abrangência do alcance de seus públicos e os novos tipos de interações ocorridas entre autores e leitores, que não ocorrem pela comunicação impressa (MUELLER; PASSOS, 2000); além de serem eficientes ao disseminar as produções científicas, “[...] ignorando barreiras geográficas para acesso [...], minimizando barreiras hierárquicas e permitindo a recuperação de informações de várias maneiras” (MUELLER, 2000, p. 83).

Tais fontes permitem a difusão internacional, feita de maneira mais ágil e com menor custo, além de adotarem métodos iguais aos impressos e ainda serem mais flexíveis, ao se

adaptarem a leitura do usuário pelo seu leiaute (MEADOWS, 1999), dependendo da ferramenta utilizada pelo leitor, como computadores, *tablets* e celulares. Também facilitam que os artigos presentes em cada edição sejam disponibilizados ao público logo após a sua aprovação pelos editores, o que “[...] contribui para aumentar a visibilidade dos resultados de pesquisa e diminuir o tempo entre a aprovação dos trabalhos e sua publicação em formato impresso” (CASTRO, 2006, p. 60).

Além dos periódicos e artigos eletrônicos, encontram-se outros tipos de fontes eletrônicas e virtuais que possibilitam a comunicação e disseminação de informações e de conhecimento científico. A partir do uso das TIC, surgiram as bibliotecas digitais e virtuais, os repositórios institucionais e temáticos, e os bancos e bases de dados (FREIRE, 2012; LEITE; COSTA, 2007). Também se configuram como esse tipo de fonte as plataformas virtuais, como portais, *sites*, *blogs*, anais eletrônicos, *electronic mails (e-mails)*, *electronic prints (e-prints)* e as muitas mídias sociais, como as redes sociais (CASTRO, 2006; FREIRE, 2012; PIZETA; SEVERIANO; FAGUNDES, 2016).

Os *blogs*, entre eles os científicos, são correspondentes à “[...] página que contém textos curtos, organizados segundo uma ordem cronológica e atualizado constantemente” (CUNHA; CAVALCANTI, 2008, p. 56). Tal como os portais e *sites*, são fontes em que as pessoas podem expressar seus pensamentos e disponibilizarem dados para outras, entre eles, informações e conhecimentos científicos (PIZETA; SEVERIANO; FAGUNDES, 2016). As redes sociais “[...] têm como finalidade reunir as pessoas, onde elas divulgam seus dados pessoais, fotos, assim criando laços com os outros membros” (PIZETA; SEVERIANO; FAGUNDES, 2016, p. 10).

As bases de dados são fontes eletrônicas com grande destaque entre as comunidades científicas. Surgiram e foram desenvolvidas em diferentes e inovadores formatos, tendo seu acesso remoto iniciado na década de 1970, utilizando terminais remotos conectados por teleprocessamento (CASTRO, 2006; MUELLER, 2006). São fontes de comunicação científica “[...] pesquisáveis de modo interativo ou conversacional através de um computador” (SILVA *et al.*, 2006, p. 264). Apresentam programas capazes de “assegurar serviços básicos de acesso, interrogação, apresentação dos resultados e, em alguns casos, tratamento da informação contida na base de dados” (CUNHA, CAVALCANTI, 2008, p. 43).

Atualmente, existem numerosas bases de dados eletrônicas que proporcionam diferentes tipos de informações sobre as publicações que tenham seus metadados tratados e indexados, como títulos, autores, resumos, entre diversos outros (MEADOWS, 1999). Cabe

conceituar metadados para esta pesquisa como “informações sobre objetos e coleções” (NISO, 2007, p. 2, tradução nossa). São os dados que provêm a descrição de objetos (POMERANTZ, 2015), sendo “[...] uma informação estruturada que descreve, explica, localiza ou facilita a recuperação, o uso ou o gerenciamento de recursos informacionais” (NISO, 2004, p. 1, tradução nossa). Desse modo, auxiliam na recuperação de informações relevantes e na organização de recursos eletrônicos, facilitando a interoperabilidade e a integração de recursos informacionais, ao fornecer-lhes identificação digital e dar suporte ao seu arquivamento e preservação (NISO, 2004).

### **3 ESTUDOS MÉTRICOS DA INFORMAÇÃO NA COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA**

Os estudos métricos da informação são essenciais para a verificação do desempenho e do impacto de produções científicas dos variados campos do conhecimento, de modo a permitir a criação de critérios e instrumentos para medir os fluxos da própria ciência (MUGNAINI; DIGIAMPIETRI; MENA-CHALCO, 2014; WITTER, 2006). Esses permitem o levantamento, a investigação, a mensuração e a avaliação dos fluxos de informações registradas.

O progressivo surgimento das TIC e o emprego dos estudos métricos da informação também possibilitaram o mapeamento dos diferentes campos do conhecimento, com vistas a investigar suas características, fator crucial para lhes dar visibilidade e reconhecimento. Esse mapeamento é considerado como instrumento para o estudo dos aspectos quantitativos dos setores de ciência, tecnologia e inovação, em que busca complementar a análise qualitativa realizada pelos pares no processo de comunicação científica, por meio de variados tipos de indicadores (MUGNAINI; DIGIAMPIETRI; MENA-CHALCO, 2014).

O interesse em medir e monitorar a literatura surgiu a partir do século XX, com crescimento gradativo dos tipos de estudos quantitativos no final desse mesmo século, graças aos novos recursos tecnológicos que facilitaram a coleta e o tratamento dos dados recuperados (MARICATO; MARTINS, 2017; NORONHA; MARICATO, 2008). Esses estudos são importantes para as análises de produtividade, uma vez que oferecem “[...] medida em geral quantitativa usada para substituir, quantificar ou operacionalizar dimensões relacionadas à avaliação do processo e grau de desenvolvimento científico e tecnológico” (MUGNAINI; JANNUZZI; QUONIAM, 2004, p. 124).

Segundo Maricato e Martins (2017), existe grande dificuldade em se delimitar com precisão os termos referentes aos estudos métricos, devido à grande gama de especificidades. Dessa forma, alguns dos estudos métricos tradicionais mais recorrentes na literatura são: bibliometria, cientometria/cienciometria, infometria/informetria, midiametria e museometria (LE COADIC, 2007; MARICATO; MARTINS, 2017; VANTI, 2002; VANTI; SANZ-CASADO, 2016). Eles possuem “[...] funções semelhantes, mas, ao mesmo tempo, [...] propõem medir a difusão do conhecimento científico e o fluxo da informação sob enfoques diversos” (VANTI, 2002, p.153), com suas próprias restrições, limitações e vantagens (WITER, 2006).

Permitem “[...] analisar, quantificar e medir os fenômenos de comunicação para construir representações formais precisas de seu comportamento para fins explicativos, avaliativos e

administrativos” (DE BELLIS, 2009, p. 3, tradução nossa). São algumas possibilidades práticas das aplicações dos estudos métricos tradicionais:

- identificar as tendências e o crescimento do conhecimento em uma área;
- prever as tendências de publicação;
- estudar a dispersão e a obsolescência da literatura científica;
- prever a produtividade de autores individuais, organizações e países;
- analisar os processos de citação e cocitação;
- medir o grau e padrões de colaboração entre autores;
- determinar o desempenho dos sistemas de recuperação da informação;
- avaliar os aspectos estatísticos da linguagem, das palavras e das frases;
- medir o crescimento de determinadas áreas e o surgimento de novos temas (VANTI, 2002, p. 155).

Esses estudos são considerados de natureza teórico-conceitual, por contribuírem com o avanço do conhecimento dos campos científicos por meio das variadas possibilidades de aplicações (GRÁCIO; OLIVEIRA, 2012). Por serem também multidisciplinares, com “[...] possibilidade de estabelecimento de relações interdomínios e de realização de estudos que, desde uma perspectiva holística, contribuam a uma maior compreensão de seu desenvolvimento e evolução” (FREITAS; ROSAS; MIGUEL, 2017, p. 2), favorecem tanto os campos do conhecimento, quanto a própria área dos estudos métricos da informação, pela criação de novos tipos deles.

Nesse contexto, surgiram novos estudos de análises métricas, também em decorrência da evolução da internet, que alterou os processos de produção, consumo e comunicação de informações a partir do final do século XX, “[...] com a necessidade de mensurar as informações que começaram a ser disponibilizadas na rede” (VANTI, 2007, p. 23), ou seja, na *World Wide Web* (WWW). Foram denominados de cibermetria, webmetria/webometria e, recentemente, as métricas alternativas que deram origem ao termo ‘altmetria’ (ARAÚJO, 2015a; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; GOUVEIA, 2013; LE COADIC, 2007; VANTI, 2002; VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Foram desenvolvidos juntamente com a variedade de tecnologias que auxiliam no processo de comunicação científica eletrônica, que permitem a democratização da avaliação dos textos publicados, assim como o surgimento de novos tipos de indicadores (MUELLER, 2006). Destarte, permite-se que os autores e editores acompanhem a aprovação das suas pesquisas por meio da quantidade de acessos, citações, comentários, entre outras formas de atenção recebidas *on-line* por essas publicações (CASTRO, 2006).

### 3.1 Bibliometria para a análise do desempenho de produções científicas

A bibliometria ganhou espaço no mundo acadêmico ao longo do século XX. Apesar de estar em evidência, anteriormente, em campos como Biologia, Economia e Psicologia, e ter sido citada por Paul Otlet em seu *Traité de documentation* de 1934, como *bibliometrie*, esse termo veio à tona oficialmente em 1969 (ALVARADO, 2007; MACIAS-CHAPULA, 1998). Seu uso se deve, verdadeiramente, ao fato de Alan Pritchard ter sugerido a substituição do antigo termo 'bibliografia estatística', cunhado por Hulme em 1922, para 'bibliometria' (VANTI, 2002).

Segundo Otlet (1986), a bibliometria é parte integrante e método científico da Bibliologia - disciplina que se ocupa dos dados referentes à produção, conservação e uso de documentos nos variados formatos (ALVARADO, 2007). Preocupava-se das medidas aplicadas aos livros, sendo todos os elementos considerados por ela, "[...] em princípio, suscetíveis de mensuração, e deve-se procurar, cada vez mais, em exprimir seus dados pela forma precisa do número" (OTLET, 1986, p. 21). Dessa forma, torna-se "[...] oportuno constituir, num conjunto ordenado, as medidas relativas ao livro e ao documento: a Bibliometria" (OTLET, 1986, p. 20).

É considerada por muitos autores como uma área extensa da Ciência da Informação (CI), com o seu desenvolvimento se relacionando diretamente com a evolução desse campo (ALVARADO, 2007; ALVARENGA, 1998; ALVAREZ; CAREGNATO, 2017; FORESTI, 1990; WORMELL; 1998). Dessa maneira, a bibliometria se torna uma disciplina científica que engloba todos os aspectos matemáticos e estatísticos "[...] relacionados aos problemas da biblioteconomia, da documentação e da informação, com fortes vínculos com os aspectos teóricos da recuperação da informação" (WORMELL, 1998, p. 211).

Por ser uma importante área de estudo da CI, tem como um de seus principais papéis a análise de produções científicas de diferentes campos, na forma de metodologia para análises do desempenho de suas literaturas (SILVA *et al.*, 2013), "[...] uma vez que seus indicadores podem retratar o comportamento e desenvolvimento de uma área do conhecimento [...]" (ARAÚJO; ALVARENGA, 2011, p. 52), permitindo que se analise as suas estruturas, as suas motivações e suas redes de pesquisadores (OKUBO, 1997).

A bibliometria pode ser entendida como "[...] um meio de situar a produção de um país em relação ao mundo, uma instituição em relação ao seu país e, até mesmo, cientistas em relação às suas próprias comunidades" (MACIAS-CHAPULA, 1998, p. 135). Fazendo a contagem de qualquer tipo de manifestação estatística derivada dos documentos, isto é, "[...]

de livros, publicações de artigos, citações, em geral qualquer manifestação estatisticamente significativa de informação registrada, independente de limites disciplinares” (DE BELLIS, 2009, p. 3, tradução nossa).

Portanto, o núcleo das análises bibliométricas é baseado nas informações relevantes retiradas das publicações científicas recuperadas, como livros, monografias, teses, relatórios e artigos de periódicos, ao focar nos aspectos internos do texto e em como impacta os indivíduos e a sociedade em geral (DE BELLIS, 2009; GLÄNZEL, 2003). Considerada como instrumento extremamente útil para o mapeamento das literaturas e dos próprios campos do conhecimento, explica fenômenos como a “[...] distribuição de artigos entre os periódicos de uma área, ou as citações de autores dessa área, ou a produtividade desses autores” (MUELLER; PASSOS, 2000, p. 15). Assim como o número de autores, trabalhos, periódicos e países que existem em cada categoria analisada (SOLLA PRICE, 1976).

Também tem sua aplicabilidade para identificar “[...] a quantidade de trabalhos sobre um determinado assunto; publicados em uma data precisa; publicados por um autor ou por uma instituição ou difundidos por um periódico científico” (GUEDES; BORSCHIVER, 2005, p. 11). Além de “[...] conhecer todos os autores que trabalharam em determinado assunto; os periódicos que publicaram sobre esse assunto; os autores considerados referência no assunto; os autores desse assunto que publicaram em determinado periódico” (KOBASHI; SANTOS, 2008, p. 109).

Fazem parte da configuração técnica da bibliometria os aspectos quantitativos das análises do desempenho das produções científicas e os processos de armazenamento, disseminação, comunicação e recuperação de informações, que permitem que se desenvolvam diferentes tipos de indicadores bibliométricos (WORMELL, 1998). Estes são formados por “[...] padrões e modelos matemáticos para medir esses processos, usando seus resultados para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisão” (MACIAS-CHAPULA, 1998, p. 134).

### **3.1.1 Indicadores tradicionais bibliométricos e impacto acadêmico de produções científicas**

Os indicadores tradicionais da bibliometria têm sido amplamente utilizados em análises de desempenho da ciência e dos campos do conhecimento, em que “a apreciação e avaliação do impacto de publicações de resultados de pesquisa são processos fundamentais à ciência e servem ao avanço do conhecimento em nossa sociedade” (ARAÚJO; MURAKAMI; PRADO, 2018, p. 367). Foram criados tendo em vista suas formas de análises e avaliações

de impacto que auxiliam no desenvolvimento de campos do conhecimento, de instituições e, em grande escala, de países (OKUBO, 1997; MACIAS-CHAPULA, 1998).

São utilizados tanto em aspectos de macroanálises, como a participação dos países na produção de literatura científica global em um determinado período, quanto de microanálises, como o papel dado a uma instituição na produção de artigos de um restrito campo científico (OKUBO, 1997). Representam medidas ou índices para o acompanhamento do “[...] desempenho de um fenômeno, da sua natureza, do seu estado e de sua evolução” (VANTI; SANZ-CASADO, 2016, p. 350), tal qual seu impacto acadêmico.

O termo impacto “[...] é uma palavra que pode remeter a inúmeras possibilidades de interpretação dependendo do contexto que for utilizado” (MARICATO; MARTINS, 2017, p. 57), mas que está relacionado à atenção e à divulgação das produções científicas, isto é, quantas pessoas sabem sobre o determinado objeto e como este tem sido distribuído. Nessa perspectiva, os indicadores bibliométricos são utilizados para o “[...] planejamento e organização da atividade científica de determinado segmento e para verificar o comportamento da literatura” (FORESTI, 1990, p. 54), aferindo o impacto acadêmico das publicações, dos periódicos científicos, dos pesquisadores, dos campos do conhecimento, de universidades e instituições, e de países perante a sociedade científica (GRÁCIO; OLIVEIRA, 2012; MARICATO; MARTINS, 2017).

Medem-se, também, diversos outros aspectos, como “a distribuição de periódicos, produtividade de autores, estudos de citação e outros” (MUELLER; PASSOS, 2000, p. 15), assim como se mantém a posição de prestígio dos autores e periódicos, ao levantar e analisar indicadores de “[...] quantidade de publicações, índices de citação e visibilidade internacional” (MUELLER, 2006, p. 30), ao medir “a incidência de artigos em um dado período de tempo, o padrão de publicação de áreas específicas, impactos e influências na literatura, tipos de autoria e colaboração, incidências e características de citação, relacionamento percebido entre citados e citantes” (MUELLER, 2013, p. 8).

Para Meadows (1999), a quantidade de informações que os cientistas produzem e comunicam, e a qualidade e impacto de seus trabalhos são as principais características a serem analisadas. Nesse sentido, os indicadores bibliométricos devem ser escolhidos em consonância com o objeto de estudo e a metodologia da pesquisa, em que “a confiabilidade dos resultados é função da adequação da escolha de indicadores aos aspectos que se quer medir, do nível de agregação dos dados e da pertinência das operações aplicadas” (MUELLER, 2013, p. 8).

### 3.1.1.1 Indicador de citação para análises de impacto

A citação é um subcampo da bibliometria que faz a análise entre os documentos citantes e os citados, isto é, a ação de remeter um artigo para outro, quando o artigo citante faz referência ao artigo citado (FORESTI, 1990; MEADOWS, 1999). Esse tipo de indicador bibliométrico quantifica e analisa informações registradas “[...] no todo ou em suas diversas partes: autor, título, origem geográfica, ano e idioma de publicação etc.” (FORESTI, 1990, p. 53), além de ser utilizado, também, para averiguar o impacto acadêmico dos resultados de pesquisas (FREITAS; ROSAS; MIGUEL, 2017; VANZ; CAREGNATO, 2003).

Por contribuir com o entendimento da estrutura e do desenvolvimento da ciência, a citação é um importante indicador de atividade científica (VANZ; CAREGNATO, 2003), configurando-se em um “[...] método de medição popular e útil no contexto da política de gestão de ciência e pesquisa” (MARICATO; MARTINS, 2017, p. 58). São várias as razões para realizar citações, como prestar homenagens aos pesquisadores pioneiros, dar créditos a trabalhos relacionados, fazer correções de trabalhos, fazer críticas ou refutar trabalhos anteriores, identificar publicações originais, reivindicar prioridades de trabalhos, entre muitos outros (GARFIELD, 1964).

Segundo Pacheco e outros (2018, p. 126-127), “a citação sempre foi a forma mais comum de reconhecimento, pelo qual o seu uso como medida do impacto de um trabalho tem sido bem aceito pelas comunidades científicas”. Esse impacto pode ser considerado como a visibilidade alcançada pelas publicações, por meio das citações recebidas, dada pelas comunidades científicas (FREITAS; ROSAS; MIGUEL, 2017). Logo, a contagem de citação é uma métrica útil que mede a influência que um artigo obteve na produção científica subsequente de determinada área, ou seja, permite verificar a sua visibilidade e o impacto que causou em outros autores e agências de fomento que os citaram (MARICATO; MARTINS, 2017).

Dessa forma,

[...] o número de citações que um periódico recebe anualmente é considerado por muitos como a medida mais nobre da visibilidade dos periódicos científicos. A citação é considerada a evidência de que o periódico é lido e que seus artigos são considerados e influenciam a comunidade científica. À medida que o número de citações e o **fator de impacto** crescem, são indicadores de que a visibilidade do periódico está aumentando (PACKER; MENEHIN, 2006, p. 253, grifo nosso).

Um dos indicadores de citações mais utilizados para medir o impacto acadêmico de publicações é o Fator de Impacto de Revistas<sup>10</sup>, proposto em 1955 por Eugene Garfield (GOUVEIA, 2013; MARICATO; MARTINS, 2017; VANTI; SANZ-CASADO, 2016). Consiste em um índice calculado pelo *ISI-Thomson Scientific* (ISI), publicado anualmente pelo *Journal Citation Report* (JCR), com base em periódicos, em sua maioria internacionais, indexados pela base de dados *Web of Knowledge* (MARICATO; MARTINS, 2017; MUGNAINI; STREHL, 2008). Tem como intuito “[...] qualificar revistas científicas, por meio de um índice calculado a partir do número médio de citações dos artigos publicados durante os dois últimos anos” (MARICATO; MARTINS, 2017, p. 49). Seu principal foco é o periódico científico, mas se estende aos seus artigos, autores, departamentos, universidades e países (VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Mesmo com os indicadores tradicionais de citação atribuindo qualidade e prestígio aos periódicos e artigos científicos, com confiabilidade e utilidade, é, muitas vezes, questionado por parte de alguns autores, devendo ser complementado por outros tipos de indicadores, a fim de se atingir maiores resultados pelas análises (DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017; GOUVEIA, 2013; MARICATO; MARTINS, 2017; MUGNAINI; STREHL, 2008; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; PACHECO *et al.*, 2018; PACKER; MENEGHINI, 2006; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; ROBINSON-GARCÍA *et al.*, 2014; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

De acordo com Priem e outros (2010, *on-line*, tradução nossa), “as medidas de contagem de citações são úteis, mas não suficientes”, por negligenciarem o impacto das publicações fora da academia. São utilizadas apenas para mensurar um tipo de produção científica, os artigos revisados por pares, o que não permite revelar, por si só, o impacto total que a pesquisa atingiu, mostrando necessário que sejam aplicadas em conjunto com outros indicadores métricos de produções científicas (MARICATO; MARTINS, 2017; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; ROBINSON-GARCÍA *et al.*, 2014).

Destarte, por não englobarem todos os ambientes da comunicação científica, focando apenas na comunicação formal de publicações, deverão ser complementados por outros indicadores que permitam verificar diferentes formas de impacto, como informações sobre a organização social e o ambiente em que a pesquisa se formalizou (VANZ; CAREGNATO, 2003). Como exemplo, em ambiente *on-line*, em que as métricas tradicionais de citação

---

<sup>10</sup> *Journal Impact Factor*.

ignoram pesquisadores que publicam diretamente na internet ou em formatos diferentes dos artigos de periódicos impressos (ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

O lento acúmulo de citações comparado às outras métricas com implicações em seus impactos também permite demonstrar a necessidade de seu complemento. Nesse sentido, a primeira citação de uma pesquisa pode demorar anos até que seja realizada, podendo ocorrer um atraso de dois a cinco anos para que apareçam números de citações significativos para análises, sendo úteis apenas para as avaliações em longo prazo (LIN; FENNER, 2013; PRIEM *et al.*, 2010; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; THELWALL; WILSON, 2015). Uma das razões para que isso ocorra é a demora dos pesquisadores em acompanhar as pesquisas a serem citadas e o atraso em publicar suas próprias pesquisas (THELWALL; WILSON, 2015).

Também se questiona o indicador de citação de acordo com “[...] os motivos que levaram determinado autor a citar outros” (VANZ; CAREGNATO, 2003, p. 252), que podem ser ignorados os contextos e razões de serem realizadas, sendo feitas sob persuasão, por razões superficiais ou por críticas, bem como por cortesias entre amigos ou colegas, por delicadeza, política ou lealdade a outros autores (DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017; PRIEM *et al.*, 2010; ZIMAN, 1979). Autocitação, citação política e negativa também podem gerar uma elevada quantidade de citações que não são consideradas necessariamente de qualidade (MARICATO; MARTINS, 2017).

Desse modo, como possíveis soluções para esses problemas, indicam-se mudanças no período de tempo para aferição e medição das citações, e nos critérios estatísticos de suas análises (VANTI; SANZ-CASADO, 2016). Mesmo com a bibliometria sendo um dos principais estudos métricos tradicionais, recomenda-se que se apliquem seus indicadores, entre eles o de citação, combinados com outros tipos, para que sejam extraídas maiores informações das fontes de dados (COSTAS; BORDONS, 2007).

Nesse sentido, o surgimento de novos indicadores métricos são soluções necessárias para que sejam possíveis as análises do impacto das produções científicas diante tanto do universo acadêmico quanto do social (MARICATO; LIMA, 2017; PACHECO *et al.*, 2018). Como exemplo, surge a “altmetria e seu conjunto de novos indicadores com potencial para complementar as medições tradicionalmente realizadas” (MARICATO; LIMA, 2017, p. 138), ampliando a compreensão dos impactos da produção acadêmica a outros níveis.

### 3.2 Altmétria em complementaridade às métricas tradicionais

O surgimento das métricas alternativas, isto é, da altmétria, foi motivado pela necessidade de se complementar os estudos métricos tradicionais da informação, como a bibliometria; assim como pelo desenvolvimento de novas tecnologias que alteraram o modo de comunicar os resultados de pesquisas científicas (VANTI; SANZ-CASADO, 2016), em que “o uso intensivo das tecnologias *web* e suas implicações na comunicação científica com atividades de pesquisa cada vez mais baseadas em recursos da internet e em rede têm gerado novos indicadores” (ARAÚJO, 2018, p. 296-297).

O termo ‘altmétria’<sup>11</sup>, derivado da expressão ‘métricas alternativas’<sup>12</sup>, foi utilizado pela primeira vez por Jason Priem, em 2010, em uma publicação na rede social *Twitter*. A partir desse momento, Priem se uniu a Taraborelli, Groth e Neylon para lançarem o documento *Altmetrics: a manifesto* (MARICATO; LIMA, 2017; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; SOUZA, 2015). Nesse manifesto, os autores se referiam à altmétria como uma maneira de expandir a visão sobre o real impacto de publicações científicas, essencial para filtrar as novas formas de mensuração de impacto que estão fora do universo dos filtros tradicionais (PRIEM *et al.*, 2010).

Priem, ao se referir à ‘altmétria’, evidenciou a “[...] sua preferência em utilizar o termo *altmetrics* (métricas alternativas) em substituição ao termo *article-level metrics* (que limitava o campo de alcance do método)” (MARICATO; MARTINS, 2017, p. 137). Nesse contexto, *Article-Level Metrics*<sup>13</sup> (ALM) é um tipo de “[...] indicador, quantitativo ou qualitativo, do impacto que um único artigo obteve” (ADIE; ROE, 2013, p. 11, tradução nossa). Essa métrica agrega diferentes fontes de dados que, em conjunto, permitem quantificar o impacto de um artigo específico (MELERO, 2015).

Apesar de a altmétria também coletar métricas em nível de artigos, é considerada mais ampla que as ALM, assim, mesmo semelhantes, não são sinônimas, com diferenças significativas (LIU; ADIE, 2013; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; SCHOLARLY PUBLISHING AND ACADEMIC RESOURCES COALITION<sup>14</sup>, 2019b), em que a altmétria é a “[...] tentativa de incorporar novas fontes de dados para medir o impacto de algo, seja ele um artigo, uma revista ou um pesquisador individual” (SPARC, 2019b, *on-line*, tradução nossa).

<sup>11</sup> *Altmetrics*.

<sup>12</sup> *Alternative metrics*.

<sup>13</sup> Métricas em nível de artigos.

<sup>14</sup> A *Scholarly Publishing and Academic Resources Coalition* (SPARC) é uma aliança global que “trabalha para permitir o compartilhamento aberto de resultados de pesquisa e materiais educacionais, a fim de democratizar o acesso ao conhecimento” (SCHOLARLY PUBLISHING AND ACADEMIC RESOURCES COALITION, 2019a, *on-line*, tradução nossa).

Por ser denominada métricas alternativas, esse estudo encontra alguns questionamentos do seu uso como alternativa às métricas tradicionais. Foi a partir de estudos empíricos realizados por pesquisadores da área que se considerou os indicadores alternativos não substitutos aos tradicionais, mas complementares a eles (MARICATO; MARTINS, 2017). Nessa perspectiva, a altmetria possibilita complementar as métricas tradicionais, pois permite perceber o impacto das produções científicas para além do universo das comunidades científicas e das citações que recebem (ARAÚJO; FURNIVAL, 2016). E mesmo não refletindo o impacto científico da publicação, afere-se a sua aceitação e o seu interesse tanto para o público acadêmico, quanto para o geral (THELWALL; WILSON, 2015).

### **3.2.1 Indicadores alternativos e impacto social de produções científicas**

Os indicadores alternativos derivados da altmetria abrangem diferentes formas de comunicação da ciência, considerados instrumentos úteis em avaliar o impacto social das pesquisas científicas, ao passo que as interações interpessoais são de grande importância para a compreensão do suporte social (CARAN, 2015; PACHECO *et al.*, 2018; PETERS *et al.*, 2016). Complementam os indicadores métricos tradicionais por rastreamento de trabalhos não citados e não revisados por pares, coletando informações de tecnologias presentes na internet (BARROS, 2015; PRIEM *et al.*, 2010; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Dessa forma, os estudos altmétricos capturam medidas de impacto de um público mais amplo, como o acadêmico, o profissional e até mesmo o geral, do especializado ao leigo, em ambientes de interações sociais, sobretudo advindos da Web Social (BARROS, 2015; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; HAUSTEIN *et al.*, 2014; LIU; ADIE, 2013; PACHECO *et al.*, 2018; PIWOWAR, 2013; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; MELERO, 2015; VANTI; SANZ-CASADO, 2016), permitindo gerar “[...] ações e interações de uma grande variedade de atores sociais e novas formas de relacionamento com objetos digitais e entre pessoas” (MARICATO; MARTINS, 2017, p. 55).

Esses tipos de indicadores aferem a visibilidade e a atenção *on-line* recebida pelas publicações científicas, que aumentam quando se publica em periódicos *on-line*, principalmente de acesso aberto (FREITAS; ROSAS; MIGUEL, 2017; PACKER; MENEHINI, 2006). Nessa perspectiva, a visibilidade representa “a capacidade de exposição que uma fonte ou fluxo de informação possui de, por um lado, influenciar o público alvo e, por outro, ser acessado em resposta a uma demanda de informação” (PACKER; MENEHINI, 2006, p. 237); e a atenção *on-line* se baseia na repercussão que a

produção científica alcança quando disseminada em fontes da Web Social, ou seja, quando recebem menções, curtidas e compartilhamentos em redes sociais, portais de notícias, *blogs*, serviços de referência, entre outras (ARAÚJO; FURNIVAL, 2016). Para as produções acadêmicas, “[...] um dos aspectos que compreende sua visibilidade, de uma maneira geral, é o grau de presença que apresentam nas fontes de informação da internet” (ARAÚJO, 2015a, p. 69), o que possibilita verificar qual o nível de interesse do público em geral.

Uma das vantagens desses indicadores é a velocidade de suas análises, em que, geralmente, os dados altmétricos são acumulados em dias ou semanas, ao contrário das citações que podem demorar longos períodos de tempo (BARROS, 2015). Por não dependerem do ciclo tradicional de publicação acadêmica, permitem a análise dos impactos e da atenção *on-line* de artigos recentes que ainda não tenham sido citados em outras publicações (THELWALL; WILSON, 2015). Assim,

[...] a oportunidade de criar recomendação em tempo real e sistemas colaborativos de filtragem: em vez de assinar dezenas de alertas automáticos para os periódicos, um pesquisador poderia obter uma curadoria humana dos trabalhos mais significativos da semana corrente em seu campo. Isto se torna especialmente poderoso quando combinado com rápidas publicações alternativas, como *blogs*, *tweets* ou servidores de pré-publicações, diminuindo o ciclo de comunicação de anos para semanas ou dias (BARROS, 2015, p. 23).

A velocidade da altmetria ainda permite demonstrar o impacto pós-publicação das pesquisas, levantando informações sobre quem mencionou, quando e onde a pesquisa foi mencionada, bem como a qualidade dos comentários que os trabalhos receberam nas fontes virtuais, incentivando maior interação dos leitores com as discussões em pauta pelas pesquisas (NASCIMENTO; ODDONE, 2015).

Para as análises de impacto social das atividades científicas, os indicadores altmétricos capturam informações de variadas fontes, como *sites*, *blogs*, bases de dados, mídias e redes sociais (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; MARICATO; MARTINS, 2017). Contando com que frequência um artigo foi mencionado no domínio em específico, “[...] com base em dados que foram coletados automaticamente por um programa de computador” (THELWALL; WILSON, 2015, p. 2, tradução nossa).

### **3.2.2 Fontes da Web Social como provedoras de dados altmétricos**

A evolução no processo de comunicação da ciência passou do tradicionalmente impresso ao digital, transmitido de forma eletrônica no ciberespaço. De acordo com Meadows (1999),

com essa mudança, a ciência ganha velocidade na divulgação e resposta das pesquisas. Dessa forma,

[...] mais e mais a publicação eletrônica se faz indispensável para atender o nível de demanda dos pesquisadores e dos usuários em geral, que rapidamente adotam consensualmente a internet como meio preferido para a localização, acesso, impressão de artigos e, porque não, leitura dos mesmos na tela dos computadores e de outros dispositivos (PACKER; MENECHINI, 2006, p. 251).

A Web Social, também chamada de Web 2.0, surgiu na primeira década do século XXI, caracterizada “[...] pelo foco na participação dos usuários” (SOUZA, 2015, p. 37), em que fomenta “a ampliação de uma cultura participativa, da troca e da interlocução de informações entre os sujeitos” (SANTOS; DUARTE, 2018, p. 20). Foi possível graças às diversas plataformas e serviços de mídias sociais *on-line* existentes, e pelas novas possibilidades de se produzir, modificar, adaptar, colaborar e disseminar informações nesse ambiente (MARICATO; MARTINS, 2017).

Está disponível na internet um grande número de repositórios de dados para armazenamento e disseminação de dados de pesquisa, conseqüentemente, derivando variadas fontes de informações presentes na Web Social (PETERS *et al.*, 2016). Essas fontes dão bases para as análises do impacto *on-line* que a literatura obteve, além de proporcionarem maior socialização em rede com a produção científica, pelos autores, pesquisadores, editores, instituições acadêmicas e de pesquisa, agências de fomento e usuários (NASCIMENTO; ODDONE, 2015; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

A altmetria mensura a circulação das produções científicas nessas fontes, ao complementar as métricas e os indicadores tradicionais de citações (ARAÚJO, 2015a; ARAÚJO; CARAN; SOUZA, 2016), por aferir “[...] onde um artigo está sendo baixado, lido, compartilhado e discutido” (ARAÚJO, 2015a, p. 75). Esses tipos de interações com a produção científica deixam rastros que serão utilizados para localizar as informações necessárias para as análises altmétricas de desempenho e impacto *on-line*, em que as “[...] ferramentas *web* e outras medidas *on-line* presumivelmente indicam caminhos que os leitores percorreram influenciados por um artigo” (BARROS, 2015, p. 22).

Essas fontes têm atraído a atenção dos pesquisadores desde seu surgimento, sendo incluídas em suas práticas acadêmicas diárias (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015). Portanto, os estudos altmétricos rastreiam interações como registros de acesso, uso, *downloads*, comentários, *links*, menções e publicações de literaturas científicas nas variadas fontes da Web Social, como mídias sociais, redes sociais acadêmicas, portais de notícias,

repositórios de artigos e ferramentas de gerenciamento de referências (BARROS, 2015; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; GOUVEIA, 2013; MELERO, 2015; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; PIWOWAR, 2013; VANTI; SANZ-CASADO, 2016; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

São alguns de seus exemplos: as redes sociais *Twitter*, *Facebook*, *LinkedIn* e o extinto *Google+*, as redes sociais acadêmicas *ResearchGate*, *Figshare* e *Academia.edu*<sup>15</sup>, os gerenciadores de referências *Mendeley*, *Zotero* e *CiteULike*, enciclopédias colaborativas como a *Wikipédia* e a *Scholarpedia*<sup>16</sup>, também *blogs* voltados para o público científico e geral, e sistemas de promoção de notícias, como *Menéame*<sup>17</sup> e *Reddit*<sup>18</sup> (ARAÚJO; CARAN; SOUZA, 2016; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; GOUVEIA, 2013; LIU; ADIE, 2013; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; PETERS *et al.*, 2016; VANTI; SANZ-CASADO, 2016; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

São consideradas como possibilidades de interação e atenção *on-line* nas redes sociais publicações na forma de *tweets* e *retweets* (compartilhamentos de publicações de outros usuários) no *Twitter*, as postagens nos murais de páginas públicas do *Facebook*, menções em publicações no *Google+* e compartilhamentos das referências nos gerenciadores utilizados por pesquisadores e estudantes (ARAÚJO; CARAN; SOUZA, 2016; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; VANTI; SANZ-CASADO, 2016). Para os *blogs*, é considerado o número de vezes que a publicação foi mencionada, analisando o interesse da comunidade científica e do público em geral, as menções também são encontradas em enciclopédias colaborativas *on-line* e em plataformas de disseminação de notícias (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Para que os dados altmétricos contidos nessas fontes possam ser capturados e analisados, é necessário que se utilizem programas, plataformas ou sistemas *on-line* que captam as informações das produções científicas, além de medir e quantificar seus impactos para o público acadêmico e em geral. Destacam-se, como exemplos, alguns deles disponíveis atualmente: *Altmetric.com*<sup>19</sup>, *Plum Analytics*<sup>20</sup>, *ScienceCard*<sup>21</sup>, *Impact Story*<sup>22</sup>, *CiteULike*<sup>23</sup>,

<sup>15</sup> Disponível em: <https://www.academia.edu/>

<sup>16</sup> Disponível em: <http://www.scholarpedia.org/>

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.meneame.net/>

<sup>18</sup> Disponível em: <https://www.reddit.com/>

<sup>19</sup> Disponível em: <https://www.altmetric.com/>

<sup>20</sup> Disponível em: <https://plumanalytics.com/>

<sup>21</sup> Disponível em: <http://sciencecard.org/>

<sup>22</sup> Disponível em: <https://profiles.impactstory.org/>

<sup>23</sup> Disponível em: <http://www.citeulike.org/>

*Mendeley*, *PLoS Article-Level Metrics*<sup>24</sup> e *ReaderMeter*<sup>25</sup> (GOUVEIA, 2013; HAUSTEIN *et al.*, 2014; KONKIEL, 2013; LIU; ADIE, 2013; PETERS *et al.*, 2016; PIWOWAR, 2013; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; VANTI; SANZ-CASADO, 2016; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014).

São ferramentas baseadas na *web* que “[...] capturam e rastreiam uma ampla variedade de resultados do pesquisador, agregando dados alométricos em uma ampla variedade de fontes” (ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014, p. 1493, tradução nossa). Oferecem relatórios estatísticos conforme os dados obtidos pelos indicadores alométricos ao atribuírem uma pontuação ponderada às publicações. Para isso, consideram-se aspectos como a importância das fontes da Web Social em que se levantaram os dados e se foram mencionadas por pesquisadores ou pelo público não relacionado com a produção (VANTI; SANZ-CASADO, 2016).

Mas para que a coleta e o armazenamento dos dados sejam realizados de forma efetiva, eliminando erros e duplicatas, é necessário que cada publicação possua um tipo de identificador único para seu acesso *on-line*, que “[...] permita reconhecê-lo individualmente e direcionar as citações de forma inequívoca” (NASCIMENTO; ODDONE, 2015, p. 5). Esse identificador, também chamado de identificador persistente, representa

[...] um nome para um recurso digital que permanece o mesmo para sempre, independente da localização do recurso. O uso de um identificador persistente assegura que, mesmo quando um documento é movido, ou sua propriedade é transferida, os *links* para ele permaneçam efetivamente acionáveis (SAYÃO, 2007, p. 68).

São alguns deles utilizados para a busca de dados alométricos pelas ferramentas citadas: *Digital Object Identifier*<sup>26</sup> (DOI), *PubMed record ID* (PMID), e identificadores disponibilizados pelo *arXiv*<sup>27</sup> e *Handle System*<sup>28</sup> (GOUVEIA, 2013; LIU; ADIE, 2013; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; PIWOWAR, 2013; VANTI; SANZ-CASADO, 2016). Como exemplo, o DOI identifica objetos digitais e lhes associa dados estruturados, como informações bibliográficas e comerciais e, para tanto, “pode ser aplicado a qualquer forma de propriedade intelectual que se manifeste em um meio digital”, e a recursos livres, como textos, áudios, vídeos, imagens, *softwares*, entre diversos outros (SAYÃO, 2007, p. 74).

<sup>24</sup> Disponível em: <https://www.plos.org/article-level-metrics>

<sup>25</sup> Disponível em: <http://www.dcc.ac.uk/resources/external/readermeter>

<sup>26</sup> Identificador de objeto digital.

<sup>27</sup> Disponível em: <https://arxiv.org/>

<sup>28</sup> Disponível em: <https://www.handle.net/>

Esses tipos de identificadores são considerados como fontes de indexação, “o que permite se ter uma padronização nos dados e, com isso, o acompanhamento do uso desses artigos” (GOUVEIA, 2013, p. 222). Dessa forma, as ferramentas de acompanhamento de dados alométricos permitem um levantamento automatizado de informações sobre os artigos disseminados nas muitas fontes da Web Social.

## 4 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: BREVE HISTÓRICO E CONCEITUAÇÃO

Apesar de a inteligência artificial ser considerada uma ciência relativamente nova, com início após a Segunda Guerra Mundial, os estudos da mente e suas particularidades não são exclusivos dos cientistas contemporâneos dessa área, o que a torna um campo interdisciplinar (FOROUZAN, 2011; MCCARTHY, 2007; RUSSELL; NORVIG, 2013). Filósofos, como Aristóteles, já se preocupavam com as leis que governam a parte racional da mente milhares de anos atrás, assim como Newton, Hobbes, Boole e Leibniz, que também contribuíram com as raízes da IA em seus estudos (FOROUZAN, 2011; GOMES, 2010; HARMON; KING, 1988; MCCARTHY, 2007; RUSSELL; NORVIG, 2013; SILVA, 1993; TEIXEIRA, 1991).

Hobbes, no século XVI, dedicou-se a pesquisar o raciocínio humano, ao propor que é apenas uma forma de computação numérica em que o ser humano adiciona e subtrai em seus pensamentos (RUSSELL; NORVIG, 2013). Seguindo essa perspectiva, a princípio, os estudos relacionados à automatização do intelecto humano se referiam somente à possibilidade de efetuar cálculos matemáticos, exemplificado pela criação dos primeiros computadores, que objetivavam executar cálculos numéricos complexos ao serem conduzidos por programas contendo instruções (HARMON; KING, 1988).

Cientistas da computação ingleses e norte-americanos também se destacaram na evolução do campo da inteligência artificial, pois se dispuseram a desenvolver “[...] máquinas elétricas, que se pudesse conduzir por um programa armazenado de instruções e fosse feita para executar cálculos numéricos complexos” (HARMON; KING, 1988, p. 2), sendo hoje mundialmente conhecidas como computadores. Eram compostos por “[...] novas tecnologias de fabricação, nova arquitetura, linguagens de programação próximas à linguagem natural, utilização de inteligência artificial e novos métodos de comunicação com o usuário” (GUINCHAT; MENO, 1994, p. 266).

O desenvolvimento dos computadores foi marcado, também, por diferentes concepções. Enquanto uma ala dos cientistas optava pelo uso de operadores lógicos para os cálculos, como ‘e’, ‘ou’ e ‘não’, o que os transformavam em máquinas complexas “[...] capazes de manipular qualquer tipo de material simbólico” (HARMON; KING, 1988, p. 2), outra ala, ao pensar na praticidade, escolheu operadores numéricos que apenas faziam cálculos aritméticos, como ‘+’, ‘-’ e ‘>’ (HARMON; KING, 1988). Nesse cenário, os estudos sobre inteligência artificial foram impulsionados com a necessidade de aprimorá-los, para que ultrapassassem a tarefa de realizar cálculos matemáticos, sendo capazes de emular a

inteligência humana ao realizarem quaisquer operações que possam ser feitas pelas pessoas, com intuito de pensar por si só sobre diferentes questões do universo humano (TURING, 1950).

Corroborando com sua interdisciplinaridade, o desenvolvimento do campo da IA não dizia respeito apenas aos filósofos e cientistas da área da computação, mas também aos psicólogos, que se preocupavam com a efetiva resolução de problemas pelos indivíduos, ao desenvolverem programas de computadores que simulavam o comportamento humano. Portanto, a IA foi formada por “[...] indivíduos interessados tanto no processamento simbólico como na resolução de problemas pelo homem” (HARMON; KING, 1988, p. 3).

O estudo *A lógica Calculus of the Ideas Immanent In Nervous Activity* de Warren McCulloch e Walter Pitts, de 1943, exemplifica um dos primeiros estudos desse campo (MARTINS, 2010; RUSSELL; NORVIG, 2013). Tem seu assunto voltado para as redes neurais artificiais (RNA), que são “modelos que buscam simular o processamento de informação do cérebro humano. São compostas por unidades de processamentos simples, os neurônios, que se unem por meio de conexões sinápticas” (FERNEDA, 2006, p. 26).

Ainda para Ferneda (2006, p. 26), “uma das propriedades mais importantes de uma rede neural artificial é a capacidade de aprender por intermédio de exemplos e fazer inferências sobre o que aprendeu, melhorando gradativamente o seu desempenho”. Foi a partir desse estudo que o primeiro computador de rede neural artificial foi construído, em 1950, por Marvin Minsky e Dean Edmonds (RUSSELL; NORVIG, 2013). Apesar de Minsky ter provado as limitações das pesquisas sobre redes neurais por meio de teoremas, elas foram base para outros estudos, como aprendizado de máquina, aprendizado profundo e reconhecimento de objetos e de fala (LAKE *et al.*, 2017, RUSSELL; NORVIG, 2013).

Além das contribuições desses autores, Russell e Norvig (2013) também salientam a importância de John McCarthy para o campo da inteligência artificial. McCarthy, em 1956, reuniu alguns pesquisadores da área, entre eles Allen Newell, Herbert Simon, Claude Shannon, Arthur Samuel e Nathaniel Rochester, no primeiro congresso sobre inteligência artificial, realizado na Faculdade de Dartmouth, em New Hampshire, nos Estados Unidos. Essa faculdade foi considerada o berço do campo da inteligência artificial, pelo fato de esse termo ter sido utilizado oficialmente pela primeira vez, também por McCarthy (FOROUZAN, 2011; GUINCHAT; MENO, 1994; PAN, 2016; RUSSELL; NORVIG, 2013).

Com as discussões realizadas nesse congresso, os cientistas passaram a considerar a IA como um campo próprio, tanto pela sua natureza quanto pela sua metodologia, por ser o

único que atenta a construir máquinas que funcionam de maneira autônoma mesmo com mudanças de ambientes (RUSSELL; NORVIG, 2013). Também na década de 1950, surgiram os primeiros programas de IA, por cientistas como Nathaniel Rochester, Arthur Samuel e Herbet Gelernter, com funcionalidades limitadas, projetados para resolver problemas matemáticos e para jogos de damas de diferentes níveis (RUSSELL; NORVIG, 2013).

Apesar de restrito, foi pelo seu estudo sobre jogos de damas que Samuel desaprovou a ideia de que computadores somente fazem o que são mandados, à medida em que seu programa aprendeu a jogar melhor que seu criador (RUSSELL; NORVIG, 2013). Contudo, foi o programa de Simon e Newell, de 1955, *Logic Theorist*, que passou a ser considerado, verdadeiramente, como o primeiro sistema de IA, com intuito de “[...] imitar as habilidades humanas em resolver problemas” (NEAPOLITAN; JIANG, 2013, p. 5, tradução nossa). Trata-se de um programa de prova automática de teoremas matemáticos que, em pouco tempo de existência, foi capaz de provar grande parte dos teoremas presentes na obra *Principia Mathematica* de Bertrand Russel e Alfred Whitehead (RODRIGUES FILHO, 2012).

Também Simon e Newell, em 1957, criaram o *General Problem Solver* (GPS), projetado para imitar os protocolos humanos de resolução de problemas, tornando-se o primeiro programa a utilizar a abordagem de pensar humanamente (LAKE *et al.*, 2017; RUSSELL; NORVIG, 2013). É um sistema de métodos úteis em situações que um indivíduo enfrenta algum tipo de problema para o qual não possui métodos especiais para a sua resolução, incluindo informações sobre o ambiente de tarefas (SIMON; NEWELL, 1962). Dessa forma, “o GPS deveria resolver qualquer problema formalizado simbolicamente” (RODRIGUES FILHO, 2012, p. 23), lidando com objetos simbólicos que descrevem ou caracterizam a situação dada, a situação desejada e as várias situações intermediárias possíveis (SIMON; NEWELL, 1962).

Sob o mesmo enfoque de Simon e Newell, outros cientistas do campo da inteligência artificial também se preocupavam em desenvolver métodos baseados nas percepções humanas para resolução de problemas. McCarthy, em 1958, publicou o artigo *Programs with Common Sense*, em que descrevia um programa hipotético, mas complexo, de sistema de IA, o *Advice Taker*, formulado para usar conhecimento para pesquisas de soluções de problemas, utilizando princípios da representação do conhecimento e raciocínio (MCCARTHY, 1960; NEAPOLITAN; JIANG, 2013; RUSSELL; NORVIG, 2013). Considerado um programa completo de IA, “[...] usaria o cálculo de predicados para derivar conclusões a

partir de uma lista de premissas”, não somente para conclusões matemáticas ou lógicas, mas para qualquer assunto (RODRIGUES FILHO, 2012, p. 25).

McCarthy continuou trazendo grandes contribuições para esse campo. Em 1958, desenvolveu uma linguagem de programação de alto nível chamada *List Programming* (Lisp), considerada a principal para sistemas de IA, capaz de manipular da melhor maneira os símbolos e a programação lógica (FOROUZAN, 2011; GUINCHAT; MENO, 1994). Também pode modificar a si mesma, representando a ideia de que é "um agente inteligente que pode aprender com seu ambiente e aperfeiçoar seu comportamento" (FOROUZAN, 2011, p. 415). McCarthy (1960) explica que criou esse sistema para facilitar os experimentos do seu recente criado *Advice Taker*, o que modificou radicalmente a forma de se programar computadores, utilizada desde então (RODRIGUES FILHO, 2012).

Seguindo a criação da Lisp, em 1976, Simon e Newell formularam a *Physical Symbol System Hypothesis* (Hipótese do Sistema Simbólico Físico), com base em seu programa GPS, que postulava que qualquer sistema com inteligência, humano ou máquina, deveria operar manipulando estruturas de dados compostas por símbolos, o que se tornou um fundamento conceitual para o desenvolvimento de inteligência artificial na época de sua formulação (RODRIGUES FILHO, 2012; RUSSELL; NORVIG, 2013).

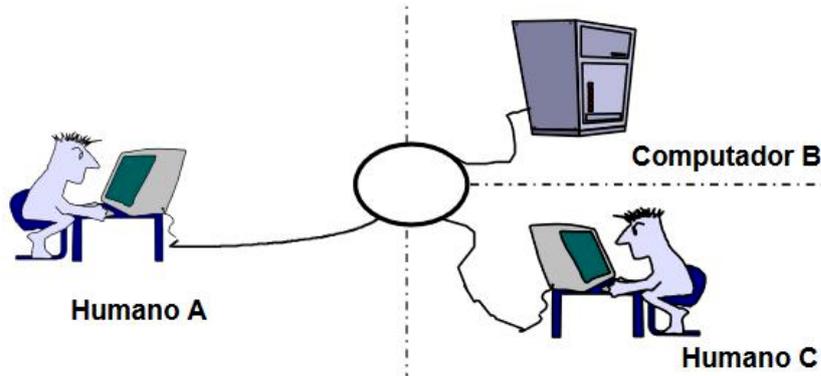
Mesmo com as diversas contribuições desses autores, o estudo com maior influência sobre IA pertence a Alan Turing (FOROUZAN, 2011). Turing, em seu artigo de 1950, *Computing Machinery and Intelligence*, apresentou o *Turing Test* (Teste de Turing), que objetivava fornecer uma definição operacional satisfatória de inteligência, provando se a entidade é ou não inteligente (GOMES, 2010; MCCARTHY, 2007; NEAPOLITAN; JIANG, 2013). Dessa forma, “a ideia básica do teste é que qualquer programa que se defina como inteligente deve ser comparado com um humano, a única forma de inteligência conhecida” (JAMES, 1985, p. 155).

O computador passa no teste se o interrogador humano, após receber algumas questões escritas, não consiga diferenciar se as questões respondidas vieram de uma pessoa ou de um computador (RUSSELL; NORVIG, 2013). Portanto,

o teste consiste em colocar ambos, o programa e o humano, em salas separadas e fechadas, permitindo a outros humanos comunicarem-se com eles por alguma via que não identifique o destinatário. Se estes observadores externos, após várias experiências, não puderem distinguir qual é o humano e qual é o programa, então este último merece o nome de inteligente para quaisquer finalidades práticas (JAMES, 1985, p. 155).

A Figura 1 ilustra o Teste de Turing.

**Figura 1 – Teste de Turing**



Fonte: Monard e Baranauskas (2000, p. 5)

O Teste de Turing tem como intuito verificar se as máquinas passariam como humanas diante de um observador experiente, assim, as que conseguissem, deveriam ser consideradas 'inteligentes'. Porém, de acordo com McCarthy (2007), uma máquina também pode ser considerada inteligente mesmo sem passar no teste e sem conhecer o suficiente sobre seres humanos para imitá-los. Essa dualidade acarretou diversas problemáticas sobre como considerar quais delas seriam realmente inteligentes.

Durante a década de 1960, o campo da IA começou a enfrentar grandes problemas resultantes de cortes de verbas governamentais para o seu desenvolvimento, devido, em grande parte, pela sua complexidade. Esses problemas causaram mudanças no foco de suas pesquisas, com os cientistas direcionando seus estudos para o desenvolvimento de sistemas voltados a temas específicos de diferentes áreas, tratando sobre análises e resoluções de problemas especializados (PAN, 2016; RODRIGUES FILHO, 2012; RUSSELL; NORVIG, 2013).

Nesse cenário, o campo da IA passou a basear-se, cada vez mais, em diversos posicionamentos e contribuições de diferentes áreas, como Filosofia, Ciência Cognitiva, Matemática, Neurociência, Psicologia, Lógica, Biologia, Linguística e Ciência da Computação, bem como Robótica, Saúde, Engenharia, entre muitas outras (GOMES, 2010; GUINCHAT; MENO, 1994; RUSSELL; NORVIG, 2013; SILVA, 1993; SIQUEIRA; PEREIRA, 1989), o que fez surgir uma grande gama de conceituações para IA, relacionadas com o campo de atuação dos respectivos autores.

As definições de IA são baseadas em diferentes abordagens científicas por ser um campo considerado interdisciplinar (FOROUZAN, 2011; SARLET; MOLINARO, 2017). Alguns autores seguem a perspectiva de que a inteligência artificial é a forma de simular a inteligência humana em máquinas automáticas e autônomas, como James (1985), Charniak e McDermott (1985), Dean (1995), McCarthy (2007) e Millington (2009). Outros a relacionam com o processo de tomadas de decisões pelos indivíduos, como Levine (1988), Ginsberg (1993) e Dean (1995).

Na primeira proposição do termo ‘inteligência artificial’, feita no congresso de Dartmouth, para McCarthy (2007, p. 2, tradução nossa), representava “a ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computadores inteligentes”. Relacionada com a tarefa de usar computadores para entender a inteligência humana, voltada para criar programas de computadores que resolvam problemas e atinjam objetivos tanto quanto as pessoas (MCCARTHY, 2007). Dessa forma, a IA tem como principal tarefa duplicar o tipo mais geral de atividade mental, o pensamento humano, isto é, criar inteligência de tipo humana em máquinas, como os programas que “[...] usam alguns métodos humanos, mas sempre combinados com outros métodos adaptados para computadores” (JAMES, 1985, p. 61).

Pode ser considerada também como o estudo das faculdades mentais humanas por meio do uso de modelos computacionais, que desenvolve programas para se comportar de modo inteligente, isto é, fazer computadores realizar tarefas difíceis que, a princípio, pessoas fazem melhor (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985; DEAN, 1995; MILLINGTON, 2009; RICH, 1988; RICH; KNIGHT, 1991). Nessa perspectiva, tenta imitar “[...] o processo básico do aprendizado humano por meio do qual as novas informações são absorvidas e se tornam disponíveis para referências futuras” (LEVINE, 1988, p. 3).

Portanto, o computador pode obter um bom desempenho ao realizar tarefas baseadas em tomadas de decisões, simplesmente, por ser rápido ao explorar um grande número de soluções e escolher a mais adequada ao contexto dado (RICH; KNIGHT, 1991); relacionando-se com a tarefa de criar programas úteis que combinam a precisão do computador com a flexibilidade do ser humano para a solução de problemas (JAMES, 1985), isto é, “[...] programas que respondam de modo flexível a situações que não foram antecipadas pelo programador” (DEAN; 1995, p. 1, tradução nossa), examinando “[...] um grande número de possibilidades enquanto procura por uma solução” (GINSBERG, 1993, p. 10, tradução nossa).

Para as tomadas de decisões, os programas de IA devem realizar o reconhecimento de padrões para futuras observações, comparando-os com padrões preestabelecidos inseridos em seus sistemas, podendo realizar as tarefas assim como os seres humanos as fariam (MCCARTHY, 2007); sendo “[...] um método de explorar o conhecimento que deve ser representado para capturar generalizações; ser compreendido por pessoas que necessitam supri-las; ser facilmente modificado, utilizados em muitas situações [...]” (RICH, 1988, p. 6-7).

De acordo com Forouzan (2011, p. 414), existem algumas limitações na funcionalidade dos sistemas de IA, que “[...] são capazes de simular, até certo ponto, atividades humanas, tais como percepção, pensamento, aprendizado e atuação”. Uma parte dessas limitações pode ser minimizada conforme os algoritmos de seus programas, que deverão ser tão capazes quanto as pessoas de resolver problemas (MCCARTHY, 2007).

Esses algoritmos são “[...] definidos adequadamente e categorizados de acordo com aplicação pretendida, a fim de identificar correlações entre o tipo de algoritmo aplicado e as aplicações que eles servem” (MEIRING; MYBURGH, 2015, p. 30655, tradução nossa). É possível tratar os algoritmos em diferentes categorizações, como lógica, matemática, de programação, de aplicação e de acordo com a visão do usuário dos sistemas, possuindo também uma equação matemática baseada na teoria da tomada de decisão (CAVUS, 2010).

Com as breves conceituações de inteligência artificial expostas, entende-se que seu cerne é representado pela relação entre inteligência humana e sistemas computacionais, derivando uma “[...] mistura da inteligência computacional e humana” (JAMES, 1985, p. 14). A partir dessa relação, e tendo como referência os problemas enfrentados pelo campo iniciados na década de 1960, John Searle, em 1980, publicou o artigo *Minds, Brains and Programs*, propondo a separação da inteligência artificial entre IA Forte e IA Fraca.

Para IA Forte, segundo Searle (1980, p. 2, tradução nossa), o computador não é apenas uma ferramenta para o estudo da mente, mas o “[...] computador programado de maneira apropriada é realmente uma mente”. Desse modo, “os computadores que recebem os programas corretos entendem e têm outros estados cognitivos” (SEARLE, 1980, p. 2, tradução nossa), sendo “[...] autônomos e totalmente capazes de raciocínio e emoções” (MARTINS, 2010, p. 4). Nesse âmbito, além de permitirem testar explicações psicológicas, são considerados, também, como as próprias explicações (GOMES, 2010).

Enquanto para a IA Fraca, Searle (1980, p. 2, tradução nossa) aponta que “o principal valor do computador no estudo da mente é que ele nos fornece uma ferramenta muito poderosa”. Simulam algumas tarefas realizadas pela mente humana, ao agirem de forma inteligente

(GOMES, 2010; MARTINS, 2010). Desse modo, “a IA Fraca parte da tese de que os computadores podem nos ajudar na compreensão do ser humano, no que diz respeito à cognição humana, mas trata-se apenas de simulação e não de realização propriamente dita” (LIMA FILHO, 2010, p. 52). Também se concentra em técnicas de programação, fornecendo diferentes inovações, “[...] como os sistemas inteligentes, hipertextos, bases de conhecimento, interfaces inteligentes e questões sobre a interação homem-computador” (LIMA, 2003, p. 86).

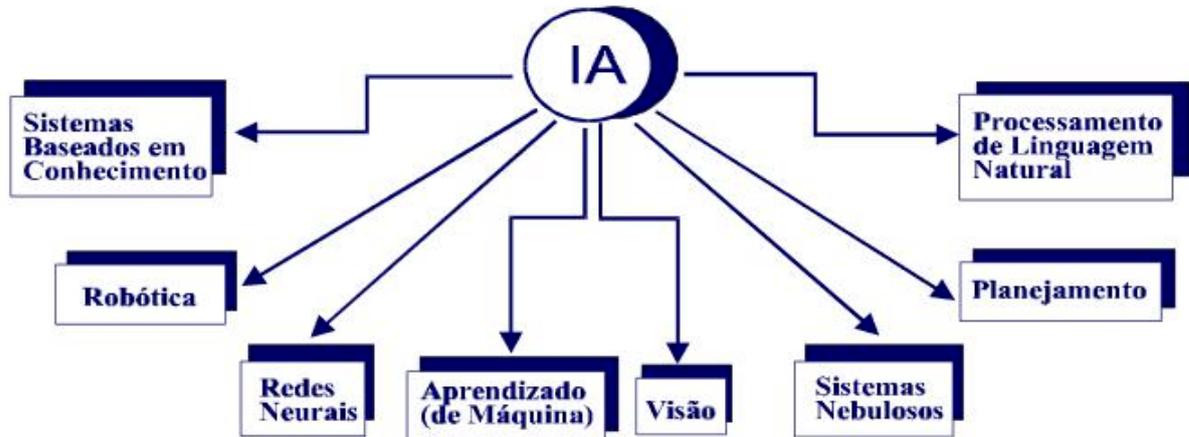
É notório que a maioria dos cientistas das diferentes áreas que se relacionam com a inteligência artificial se ocupam, predominantemente, com as pesquisas da IA Fraca, pelo fato de a IA Forte ainda ser pouca discutida, bem como por questões éticas de trabalho (GOMES, 2010; MARTINS, 2010). Ainda no contexto da IA Fraca, para que o computador possa agir de maneira inteligente, precisará possuir certas capacidades consideradas como as áreas e subáreas da IA, por exemplo: “[...] visão computacional, produção de fala, reconhecimento de fala, pensamento, raciocínio e resolução de problema, compreensão e tradução de linguagens” (JAMES, 1985, p. 15).

#### **4.1 Contextos e aplicações dos sistemas de inteligência artificial**

A inteligência artificial, por ser considerada interdisciplinar, possui uma variedade de áreas e subáreas de aplicações de seus sistemas e agentes inteligentes, sendo “[...] possível criar respostas rápidas, pragmáticas para ampla faixa de problemas que desafiam presentemente qualquer solução efetiva” (HARMON; KING, 1988, p. 1). Nesse sentido, tem-se como áreas e subáreas: sistemas especialistas baseados em conhecimento, processamento de linguagem natural, representação do conhecimento, raciocínio automatizado, aprendizagem, aprendizado de máquina, visão para percepção de objetos e robótica para locomoção e manipulação de itens (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985; GINSBERG, 1993; GUINCHAT; MENO, 1994; JAMES, 1985; MCCARTHY, 2007; PAN, 2016; RICH, 1988; RUSSELL; NORVIG, 2013; SIQUEIRA; PEREIRA, 1989).

As Figuras 2 e 3 permitem que se tenha maior visualização dessas áreas e subáreas da IA, além de mostrar outros exemplos delas.

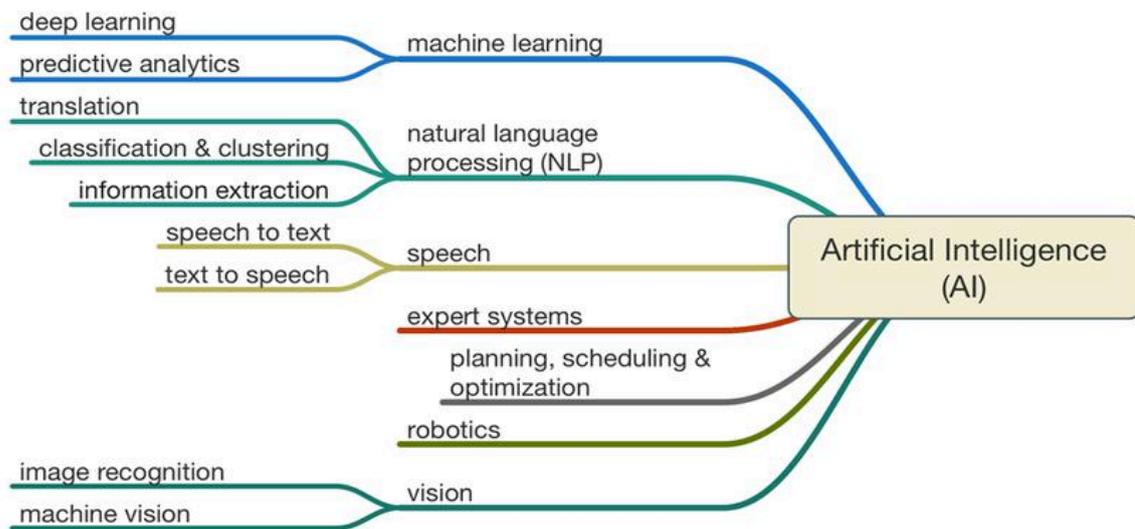
Figura 2 – Áreas e subáreas da inteligência artificial



Fonte: Adaptado de Monard e Baranauskas (2000, p. 2)

Em uma visão mais ampla desse campo, Villanueva e Salenga (2018) apresentam as áreas e suas ramificações:

Figura 3 – Ramificações das áreas e subáreas da inteligência artificial



Fonte: Mills (2016, *on-line*)

São consideradas como fatores fundamentais para o amplo uso de sistemas de IA em diferentes meios, como tecnologia, indústria, agricultura, comércio, entre outras tantas vertentes da sociedade. Assim, “[...] sistemas especialistas, de interfaces originais para a comunicação humano-máquina e a robótica [...]” (GUINCHAT; MENO, 1994, p. 269), além da representação do conhecimento, aprendizagem de máquina, agentes inteligentes,

sistemas visuais e processamento de linguagem natural, são “[...] programas que auxiliam um operador humano a tomar decisões em situações difíceis” (JAMES, 1985, p. 13) e serão descritas nesta subseção.

Os sistemas especialistas são “[...] construídos, principalmente, com regras que reproduzem o conhecimento de peritos” (MENDES, 1997, p. 39), constituem-se de uma

[...] classe de *softwares* que atuam como colaboradores na tomada de decisão em áreas da ciência dominadas por especialistas humanos. Um sistema especialista condensa o conhecimento de um ou mais especialistas e utiliza este conhecimento armazenado para auxiliar na resolução de problemas do usuário (SILVA, 2005, p. 3).

Contêm “[...] grandes quantidades de conhecimentos específicos sobre um problema particular” (HARMON; KING, 1988, p. 6), atuando em áreas definidas, isto é, em domínios específicos (LEVINE, 1988; MENDES, 1997; SILVA, 2005), que são “[...] áreas de interesse específico para as quais podemos desenhar sistemas de IA” (LEVINE, 1988, p. 21). São exemplificados como matemática simbólica, diagnoses médicas, análises químicas, projetos de engenharia, entre muitos outros (RICH, 1988).

Durante a construção desses sistemas, o especialista o alimentará com as regras necessárias para que possam conceder respostas coerentes para o problema em questão (MARTINS, 2010), para que “as máquinas imitem o raciocínio desses especialistas para tirarem conclusões similares utilizando as informações que eles forneceram” (GINSBERG, 1993, p. 43, tradução nossa). Contudo, para que sejam considerados úteis e eficientes em suas finalidades, dependem do bom senso de seus programadores e usuários, ou seja, de quem os alimentam com informações, e quem as utilizam para tomadas de decisões (MCCARTHY, 2007).

A representação do conhecimento é um componente extremamente importante para os sistemas especialistas, buscando reduzir problemas de ações inteligentes dos sistemas de IA, distinguindo-os de outros tipos de programas (GINSBERG, 1993; GUINCHAT; MENO, 1994; RICH, 1988; SIQUEIRA; PEREIRA, 1989). Fornecem uma base de conhecimentos considerada “[...] uma memória onde são armazenados os conhecimentos dos especialistas consultados para constituir o programa” (GUINCHAT; MENO, 1994, p. 269). Possuem “[...] mecanismo de inferência que permite acesso ao conhecimento implícito que pode ser obtido, raciocinando sobre o conteúdo da base” (SIQUEIRA; PEREIRA, 1989, p. 47), escrita em linguagem de representação do conhecimento, em que os especialistas definem seu próprio vocabulário (GUINCHAT; MENO, 1994).

As interfaces para a comunicação entre humanos e máquinas, isto é, entre usuários e os sistemas, são tão necessárias para os programas de IA quanto a representação do conhecimento. Apresentam-se sob formas de *menus*, perguntas ou representações gráficas, integrando-se de maneira que “[...] o usuário poderá ser requisitado pelo sistema a prestar informações adicionais na solução de um determinado problema” (FERNEDA, 2003, p. 57). Portanto,

a cada pergunta respondida pelo usuário reduz-se a distância entre o problema e sua solução, podendo se desencadear um processo de **aprendizagem** automática que altere a configuração atual da base de conhecimento e amplie a capacidade de o sistema resolver futuros problemas. Assim, a base de conhecimento pode ser inicialmente constituída de poucas regras, podendo crescer conforme o sistema for sendo utilizado. Esse crescimento é possível graças à estrutura modular da base de conhecimento que permite a inclusão e exclusão de novos elementos (FERNEDA, 2003, p. 57-58, grifo nosso).

Para a aprendizagem, os sistemas de IA esforçam-se para que sejam passíveis de aprender, de modo a interpretar qualquer problema ou situação não prevista. Portanto, o campo da IA estuda “[...] problemas relacionados com o reconhecimento de objetos físicos no meio ambiente, o reconhecimento de formas visuais, como a escrita, os sinais gráficos e os objetos, ou de formas sonoras, como a palavra” (GUINCHAT; MENO, 1994, p. 268). O aprendizado de máquina<sup>29</sup> (*machine learning*), “[...] surgiu como o método de escolha para o desenvolvimento de *softwares* práticos para visão por computadores, reconhecimento de fala, processamento de linguagens naturais, controle de robôs e outros aplicativos” (JORDAN; MITCHELL, 2015, p. 255, tradução nossa).

Esse tipo de aprendizagem permite que “o sistema aprenda, cada vez que for utilizado, ao se deparar com regras e fatos novos. Isso é possível em virtude da estrutura modular da base de conhecimento” (MENDES, 1997, p. 42). As máquinas utilizam dessas novas regras para preverem dados futuros, tomando decisões consideradas de maior racionalidade (GHAHRAMANI, 2015). É um campo algorítmico que utiliza ideias e pressupostos estatísticos, da ciência da computação e de diversos outros campos do conhecimento, para projetar algoritmos com o intuito de processar dados, fazer previsões e ajudar nas tomadas de decisões (JORDAN, 2019).

Procura “[...] desenvolver métodos para os computadores melhorarem seu desempenho em determinadas tarefas com base nos dados observados” (GHAHRAMANI, 2015, p. 452, tradução nossa). São algumas tarefas: classificação de *e-mails*, reconhecimento de rosto por imagens, detecção de pedestres por meio de imagens tiradas de veículos autônomos,

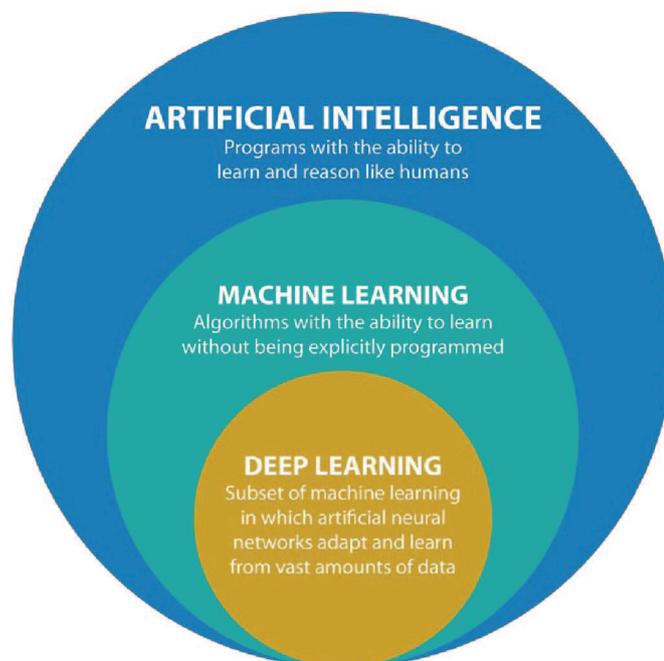
<sup>29</sup> Optou-se por utilizar o termo em língua portuguesa para a presente pesquisa.

diagnósticos médicos para pacientes, tradução de idiomas e tarefas voltadas para otimização e tomadas de decisões (GHAHRAMANI, 2015; JORDAN; MITCHELL, 2015).

Como subdivisão do aprendizado de máquina, o aprendizado profundo<sup>30</sup> (*deep learning*) pretende “[...] extrair mais recursos abstratos de um conjunto maior de dados, principalmente sem supervisão humana” (MAHMUD *et al.*, 2018, p. 2064, tradução nossa). Dessa forma, busca resolver problemas de maneiras diferentes das pessoas, sendo caracterizada por grandes estilos de redes neurais com múltiplas camadas de representação (LAKE *et al.*, 2017). Considerados como um tipo de “[...] sistema que percebe seu ambiente, aprende e também interage com ele de maneira inteligente” (FOROUZAN, 2011, p. 414), são apresentados como “[...] *software* computacional o qual pode se adaptar ao ambiente, de maneira a resolver problemas de localização de informações, como se o próprio humano a estivesse realizando” (MARTINS, 2010, p. 10).

Demonstra-se, através da Figura 4, a subdivisão da inteligência artificial e os tipos de aprendizado, como o aprendizado de máquina e o aprendizado profundo:

**Figura 4 – Subdivisão da inteligência artificial em aprendizado de máquina e aprendizado profundo**



Fonte: Santana (2018, *on-line*)

<sup>30</sup> Optou-se por utilizar o termo traduzido para o português nesta pesquisa.

Os agentes inteligentes também têm se mostrado de grande interesse para o campo da inteligência artificial, ao passo que esse tipo “raciocina sobre o ambiente, sobre os outros agentes e decide racionalmente quais objetivos deve perseguir, quais ações deve tomar, etc.” (SILVA, 2005, p. 5). Algumas de suas principais capacidades são: cooperação, mobilidade, autonomia, aprendizado, adaptação, reatividade, capacidade sensorial e de percepção, e tomada de decisões (MARTINS, 2010). Dividem-se em dois tipos: agentes de *softwares* e agentes físicos.

Os agentes de *softwares* são um “[...] conjunto de programas projetados para realizar tarefas específicas” (FOROUZAN, 2011, p. 414), como os organizadores de correio eletrônico e mecanismos de busca presentes na internet. Os agentes físicos são vistos como

[...] um sistema programável que pode ser empregado para desempenhar diversas tarefas. **Robôs** simples podem ser utilizados em áreas de produção para realizar trabalhos rotineiros, como montagem, soldagem ou pintura. Algumas organizações recorrem a robôs móveis que executam tarefas de entrega rotineiras, como a distribuição de correios ou correspondência para diferentes salas. Robôs móveis são utilizados em ambientes subaquáticos para prospectar petróleo (FOROUZAN, 2011, p. 414, grifo nosso).

Esses robôs são “[...] equipados com uma diversidade de sensores, que lhes permitem perceber o ambiente: câmeras, ultrassom, giroscópios, acelerômetros” (GOMES, 2010, p. 240), assim, conseguem executar tarefas com maior precisão além de maior rapidez do que os humanos, aumentando a sua produtividade e reduzindo custos empregados (SARLET; MOLINARO, 2017). São máquinas dotadas “[...] de um elevado grau de autonomia e de complexidade que se aproximam daquela de um ser humano, possibilitando a auto-organização de seu próprio repertório de comportamentos” (TEIXEIRA, 1991, p. 116).

O uso de robôs é predominante em tarefas consideradas difíceis ou perigosas para seres humanos, como a manipulação de materiais radioativos, operações militares e do corpo de bombeiros (SHERIDAN, 2016). São substitutos de trabalhadores humanos com maior frequência em países desenvolvidos, pois “os benefícios na qualidade do produto final e a segurança do trabalhador se tornam mais aparentes” (SARLET; MOLINARO, 2017, p. 465). Os robôs industriais, também denominados manipuladores ou braços robôs, são “[...] uma realidade cada vez mais presente nas grandes indústrias, tais como as indústrias automotivas e de montagens de equipamentos, bem como começam a aparecer em indústrias de médio e pequeno porte” (GUDWIN, 2005, p. 2).

Também presentes na agricultura e na indústria armamentista (GUINCHAT; MENO, 1994), “[...] estão fisicamente ancorados (ou fixos) ao seu local de trabalho” (GOMES, 2010, p. 240). Além desses, também se encontram em grande uso os robôs móveis, que se deslocam por rodas, pernas ou outros mecanismos, utilizados para tarefas consideradas mais simples, como entrega de correspondências, limpezas de pisos, recolha e armazenamento de objetos, soldagem, pintura, entre tantas outras (DEAN, 1995; SHERIDAN, 2016).

Robôs híbridos, entre eles os humanoides, capazes de se locomover e “[...] dotados de emoções artificiais e habilidades proprioceptivas, capazes de inferir o estado emocional de seres humanos e imitar-lhes o comportamento” (GUDWIN, 2005, p. 2), são exemplos de sistemas de IA presentes na sociedade. São robôs autônomos que, supostamente, comportar-se-iam como seres humanos (FOROUZAN, 2011), também voltados para o entretenimento, são “[...] capazes de interagir com seres humanos e alterar seu comportamento, aprendendo os hábitos de seus donos e reagindo a eles” (GUDWIN, 2005, p. 2).

Os sistemas visuais são utilizados em conjunto com a robótica a fim de dar visão aos robôs, para serem capazes de fazer o reconhecimento de formas, objetos e características faciais de seres humanos, que sirva de orientação para suas ações no meio ambiente (GOMES, 2010; GUINCHAT; MENO, 1994; TEIXEIRA, 1991). É a “[...] forma pela qual 'o computador enxerga' e 'interpreta as imagens', um conjunto de dados numéricos digitais, uma matriz numérica digital descrevendo qualquer conjunto imagético fisicamente contextualizado” (CAETANO, 2009, p. 3).

A meta da visão computacional é demonstrar que o computador ou o robô, munido de sistema de IA, tenha a capacidade visual semelhante às das pessoas (RIBEIRO FILHO, 2012), ao aumentar “[...] a capacidade perspectiva dos robôs e com isto facilita na tomada de decisões com base na entrada visual da máquina” (ALVES *et al.*, 2018, p. 914). Alguns dos focos de suas pesquisas são: processamento de informações, processamento e reconhecimento de padrões, descrição e manipulação de objetos sólidos e aspectos físicos, como profundidade, orientação e reflexo (RIBEIRO FILHO, 2012).

Os sistemas visuais são utilizados, como exemplos, para reconhecimento de íris pelos sistemas biométricos, análises de peças defeituosas em linhas de montagens, interpretação de fotos, visualizações de imagens para diagnósticos no campo da saúde, bem como orientação e posicionamento de objetos no campo da indústria (ALVES *et al.*, 2018; BUENO; STEMMER; BORGES, 2000).

O processamento de linguagem natural também tem sido uma importante área da inteligência artificial desde o surgimento desse campo, “[...] em que a linguagem natural se torna importante para a interação humano-máquina” (DEAN, 1995, p. 8, tradução nossa). É caracterizado pela

[...] aplicação de um conjunto de técnicas e métodos computacionais que tornam os computadores capazes de alguma compreensão das instruções escritas em linguagem natural, recurso necessário para o aprimoramento das interfaces de comunicação entre homem e máquina (MARTINS, 2010, p. 12).

Acarreta o melhoramento dos sistemas de inteligência artificial ao permitir, entre várias outras tarefas, a compreensão pelas máquinas quando o ser humano se comunica por textos e palavras; a checagem de pronúncia e gramática com o uso de ferramentas de tradução de linguagem; ter a capacidade de reconhecimento de discursos; tal qual o surgimento de sistemas de entendimento automático de mensagens e a eliminação de seus possíveis ruídos (DEAN, 1995; GUINCHAT; MENO, 1994; MENDES, 1997). Facilita, também, a criação de sistemas de comunicação entre pessoas e computadores; assim, um sistema de IA poderá responder em linguagem humana e no mesmo idioma de seu interlocutor (LEVINE, 1988).

Para fazer o sistema processar e entender o que lhe foi dito, deve-se “[...] dividir essa língua em seus elementos básicos e inserir esses dados no computador” (LEVINE, 1988, p. 25), bem como desenhar computadores e programas que aceitem tais informações. Segundo McCarthy (2007, p. 11, tradução nossa), “apenas colocar uma sequência de palavras no computador não é suficiente. Analisar frases também não é suficiente”, para o computador ser eficiente nesse tipo de processamento, deverá ter compreensão do domínio sobre o texto tratado. Dessa forma, o processamento de linguagem natural permite que o “sistema de recuperação da informação automatizado seja capaz tanto de entender o que o usuário quer, como também compor textos que o usuário entenda, facilitando a operabilidade dos sistemas” (MARTINS, 2010, p. 12).

## **4.2 Interesse público e social sobre inteligência artificial**

As primeiras décadas do século XXI têm testemunhado grande progresso no que tange à inteligência artificial e suas aplicações, tanto no universo acadêmico e científico, quanto na indústria e no comércio (JORDAN, 2019). As demandas sociais de suas aplicações estão se expandindo rapidamente, acarretando grande mudança também em suas pesquisas, com

seu foco voltado não apenas para o universo da academia, mas também para fora dele (PAN, 2016).

A fim de refletir sobre o interesse público e social sobre o tema, demonstrando a sua interdisciplinaridade na prática, optou-se por apresentar, na presente subseção, variados exemplos de como ocorre a atenção despendida pela sociedade perante as aplicações de sistemas e programas de IA.

A pesquisa em inteligência artificial tem progredido constantemente, com o seu impacto na sociedade aumentado da mesma forma, o que torna oportuno maximizar o seu benefício social (LAKE *et al.*, 2017). Com a atuação desde a fabricação na indústria até os serviços de informação avançados, a IA demonstra impacto crescente na economia, incluindo áreas referentes a finanças, seguros, atuariais e de mercados consumidores (RUSSELL; DEWEY; TEGMARK, 2015). Existe interesse em seus sistemas, também, na medicina, no transporte, em logística e fabricação, além de produtos inteligentes, como carros autônomos e *smartphones* (PAN, 2016).

Como consequência da integração da inteligência artificial com as demandas industriais, mudanças significativas foram necessárias nos modos de serviços da sociedade contemporânea (PAN, 2016). De acordo com Ovanessoff e Plastino (2017), no documento criado para a empresa Accenture<sup>31</sup> sobre o impacto da IA nos países da América do Sul, tanto esse continente quanto o restante do mundo tecnologicamente avançado estão preocupados com o uso da IA, principalmente em relação às empresas, ao governo e aos indivíduos inseridos em sociedade.

As sociedades avançadas estão enfrentando um ponto de virada, também, na relação com o trabalho, lazer e serviços sociais, desencadeada pelo uso dessas novas tecnologias, o que significa maior necessidade em se prestar atenção aos aspectos sociais vigentes e às tendências trazidas por elas (WEST, 2015). Dessa maneira, “as economias estão entrando em uma nova era, na qual a inteligência artificial tem o potencial de superar as limitações físicas do capital e da mão de obra, e abrir novas fontes de valor e de crescimento” (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 3). Essa nova era tem suas “[...] metas de desenvolvimento definidas pelas demandas da sociedade, [...] e incluem o desenvolvimento de cidades inteligentes, economias digitais, manufatura inteligente, medicina inteligente, casas inteligentes e veículos inteligentes” (PAN, 2016, p. 411, tradução nossa).

---

<sup>31</sup> Empresa multinacional voltada para prestação de serviços em estratégia empresarial, consultoria, digital, tecnologia e operações (ACCENTURE, 2020).

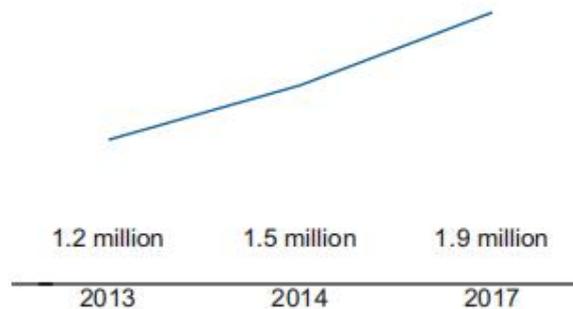
Os vários desenvolvimentos em IA, nas TIC, e o aumento constante de computadores e sua disponibilização têm sido um dos principais fatores de estímulo do interesse público pela inteligência artificial (LEITÃO *et al.*, 2016). Como consequência, os “sistemas inteligentes estão rapidamente entrando em ambientes sociais que anteriormente eram ocupados exclusivamente por humanos” (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 24). Utilizados para substituir o ser humano em uma variedade de áreas, com “[...] crescente aplicabilidade da inteligência artificial em muitas indústrias, ela está sendo aproveitada para substituir as pessoas em diversificados setores e múltiplas áreas do conhecimento” (SARLET; MOLINARO, 2017, p. 467-468). Como exemplo,

as pessoas enviam ordens de compra e venda e computadores combinam-nas em um piscar de olhos sem intervenção humana. As máquinas podem identificar ineficiências comerciais ou diferenciais de mercado em uma escala muito pequena e executar negócios que geram dinheiro para as pessoas. Alguns indivíduos especializados em negociação de arbitragem, em que os algoritmos conferem os estoques que têm valores de mercado diferentes, observe-se que os seres humanos não são muito eficientes em detectar diferenciais de preços, mas os computadores podem usar fórmulas matemáticas complexas para determinar onde há oportunidades de negociação (SARLET; MOLINARO, 2017, p. 466-467).

O uso da robótica e do aprendizado de máquina também pode ser citado como exemplo dessa substituição, pois “[...] melhoraram a produtividade e melhoraram a economia geral das nações desenvolvidas. Países que investiram em inovação obtiveram um tremendo crescimento no desempenho econômico geral” (WEST, 2015, p. 11, tradução nossa). O uso desses robôs tem se expandindo em magnitude no mundo desenvolvido, confirmado por meio da Figura 5.

**Figura 5 – Número de robôs industriais em operação pelo o mundo**

**Figure 1: Number of Industrial Robots Around the World**



Fonte: West (2015, p. 3)

Pelos resultados de sua pesquisa, West (2015) aponta a tendência do crescimento do uso de robôs na indústria, demonstrando o crescente interesse desses sistemas pelo mundo todo, com provável aumento substancial nos últimos anos.

O aprendizado de máquina também apresenta grande impacto na sociedade contemporânea, pelo desenvolvimento de sistemas que possam aprender com a experiência humana, superando o desempenho humano em determinadas tarefas cognitivas (RUSSELL; DEWEY; TEGMARK, 2015). Adquiriu grande relevância industrial no presente século, com grandes empresas como a *Amazon* utilizando desse método em todos os seus negócios, desde a resolução de problemas de suporte, detecções de fraudes, previsões e gerenciamento de recursos e suprimentos, até a construção de serviços inovadores, como os sistemas de recomendações aos consumidores (JORDAN, 2018).

Desse modo, com o aprendizado de máquina, o interesse pelas redes neurais se deve ao fato de “[...] sua computação ser semelhante ao cérebro e, portanto, sua capacidade de simular a aprendizagem e a cognição humanas” (LAKE *et al.*, 2017, p. 2, tradução nossa). Empresas como *Google*, *Facebook*, *Microsoft*, *Twitter*, *Intel* e *Apple* têm cada vez mais explorado esses tipos de tecnologias, que têm como partes os sistemas de reconhecimento de objetos e fala baseados em aprendizado profundo, podendo ser incorporadas tanto em *smartphones*, quanto na internet (LAKE *et al.*, 2017; PAN, 2016; WEST, 2015).

Como outros exemplos de sistemas e programas de inteligência artificial em uso atualmente que despertam o interesse fora do ambiente acadêmico, perpassando desde a indústria, o mercado e os governos até os consumidores individuais finais, são *Big Data*, computação em nuvem (*cloud computing*) e internet das coisas (*internet of things*). Além de terminais móveis e dispositivos portáteis, comércio eletrônico, interconexão de dados e conhecimento, e redes de sensores, tanto nos espaços físicos quanto virtuais (PAN, 2016).

O rápido crescimento da capacidade dos sistemas de computação em rede móveis em coletar e transportar grandes quantidades de dados deu início ao *Big Data* (JORDAN; MITCHELL, 2015; OVANESSOFF; PLASTINO, 2017; PAN, 2016). Ao incorporar informações extraídas de algoritmos de mineração de dados, de aprendizagem e de inteligência avançada, contribui-se para alcançar análises avançadas de *Big Data*, coletando, organizando e analisando grandes conjuntos de dados (LEITÃO *et al.*, 2016).

A computação em nuvem “[...] pretende ser global e prover serviços para as massas que vão desde o usuário final que hospeda seus documentos pessoais na internet até empresas

que terceirizam toda infraestrutura de TI<sup>32</sup> para outras empresas” (SOUSA; MOREIRA; MACHADO, 2009, p. 151). Já o interesse pela internet das coisas ocorre por permitir conectar pessoas e objetos inteligentes na internet em qualquer lugar e a qualquer momento, que “[...] produzem e consomem informações e são capazes de comunicarem-se entre si” (ROZSA *et al.*, 2017, p. 255), por “[...] conectar dispositivos eletrônicos utilizados cotidianamente como aparelhos eletrodomésticos, eletroportáteis, máquinas industriais, meios de transporte, entre outros, à internet” (AQUARONE; LUZ, 2017, p. 26).

Fazem parte do comércio eletrônico serviços de atendimento ao consumidor como os *chatbots*, que são “[...] assistentes virtuais que auxiliam as pessoas em seu idioma materno”, utilizados por diversas empresas dos diferentes setores comerciais (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 12). Outros tipos similares de assistentes virtuais inteligentes também estão cada vez mais em uso e, assim, estão no centro do interesse público. Por serem desenvolvidos para diferentes áreas, como educação, entretenimento e cuidados, podem simplificar e melhorar a vida de seus usuários, revolucionando a maneira que interagem com as máquinas (CAMPAGNA *et al.*, 2017).

As redes de sensores no campo da saúde são exemplos de tecnologias que melhoram a vida de seus usuários, pois permitem registrar “[...] sinais vitais e os transmitem eletronicamente aos médicos. Por exemplo, pacientes cardíacos têm monitores que compilam pressão arterial, níveis de oxigênio no sangue e batimentos cardíacos” (WEST, 2015, p. 5, tradução nossa). Nesse contexto, integram-se sistemas de IA no cotidiano das pessoas, principalmente de idosos e adoentados, aumentando a qualidade de seus tratamentos (WEST, 2015).

Segundo Guzman (2019, p. 343, tradução nossa), “pela primeira vez, as pessoas poderiam interagir rapidamente com uma tecnologia identificada como IA e se comunicar com ela de maneiras diferentes das interações com a maioria das outras tecnologias”. Portanto, muitas empresas, como *Amazon*, *Apple*, *Facebook*, *Google* e *Microsoft*, têm competido para criar as melhores tecnologias utilizando sistemas de IA, como os assistentes virtuais inteligentes (CAMPAGNA *et al.*, 2017). Existem diferentes tipos no mercado atual, como *Alexa* da *Amazon*, *Siri* da *Apple*, *Cortana* da *Microsoft* e *S-Voice* da *Samsung* (CAMPAGNA *et al.*, 2017; GUZMAN, 2019).

O desenvolvimento de veículos autônomos, de sistemas autônomos de negociação e de armas autônomas também são exemplos de tecnologias de IA que estão cada vez mais

---

<sup>32</sup> Tecnologia da informação.

modificando a estrutura da sociedade, despertando o seu interesse público e social (RUSSELL; DEWEY; TEGMARK, 2015). Seguindo essa mesma linha, tem-se os dispositivos portáteis inteligentes, dispositivos humano-máquina que auxiliam em cirurgias colaborativas, robôs, algoritmos computadorizados, sensores móveis, impressão 3D e veículos não tripulados (PAN, 2016; WEST, 2015). Portanto, “essas tecnologias são amplas em seu escopo e significativas em sua capacidade de transformar negócios e vidas pessoais existentes” (WEST, 2015, p. 2, tradução nossa).

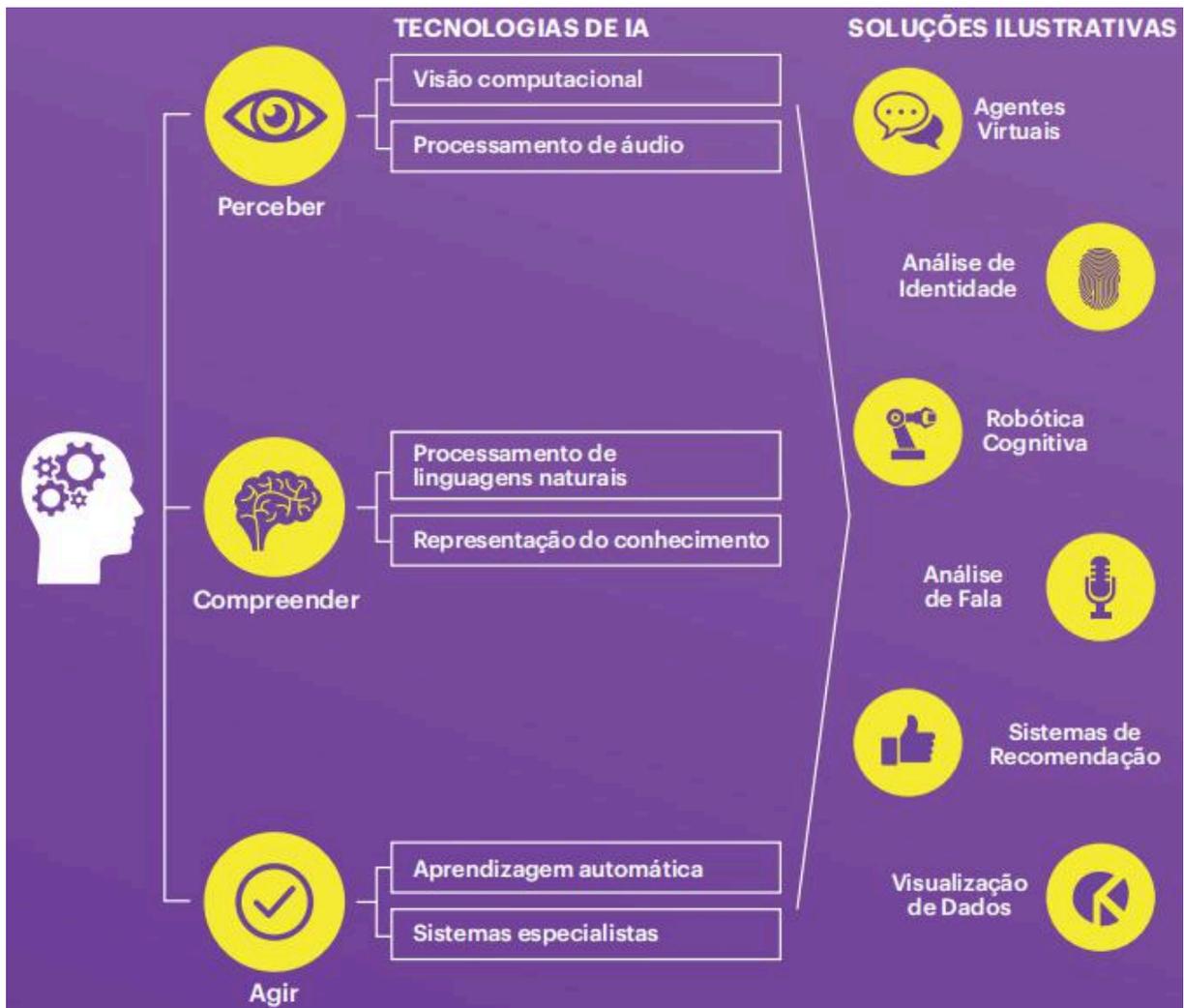
Os veículos autônomos são “[...] provavelmente o mais conhecido produto de IA em desenvolvimento até o momento” (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 13). Os veículos não tripulados, os carros e *drones* autônomos estão criando novos mercados de interesse, já que suas funções de desempenho não requerem mais a intervenção humana. Como exemplo, a empresa *Google* tem sido pioneira no desenvolvimento dessas tecnologias, com notável nível de desempenho, fábricas como *Tesla*, *Audi* e *General Motors* também apresentam pesquisas voltadas para esse tipo de tecnologia de inteligência artificial (WEST, 2015).

Diante das tecnologias postas, demonstra-se a sua aplicação em diferentes áreas, o que aumenta gradativamente o interesse público e social sobre o tema. Dessa forma, está “[...] sendo usada em exploração espacial, fabricação avançada, transporte, desenvolvimento de energia e assistência médica” (WEST, 2015, p. 4), bem como em áreas de finanças e telecomunicações. Tanto a pesquisa quanto o desenvolvimento de sistemas de IA têm obtido grande êxito em áreas como recuperação de documentos, classificação de textos, detecções de fraudes, sistemas de recomendações, buscas personalizadas, análises de redes sociais, planejamento e diagnósticos, sendo comumente utilizadas em empresas como *Google*, *Facebook*, *Amazon* e *Netflix* (JORDAN, 2019).

Aplicam-se esses sistemas também para “[...] aliviar alguns dos problemas mais graves do mundo, como a mudança climática (ao possibilitar maior eficácia no transporte) e as limitações no acesso aos serviços de saúde (ao reduzir a pressão sobre sistemas sobrecarregados)” (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 24). Confirmando a visão de Dean (1995, p. 1, tradução nossa), que apontava alguns dos objetivos e áreas a serem utilizados, como “[...] diagnose e sugestões de tratamentos de pacientes doentes, controle de robôs de montagem em fábricas, além de mercado de ações, assim como controle de programas nucleares e diagnose de problemas em dispositivos eletrônicos”.

De um modo geral, pode-se atribuir o interesse sobre o tema por meio das soluções trazidas pelos sistemas e tecnologias de inteligência artificial. Na Figura 6, exemplificam-se as áreas do campo da IA e algumas possibilidades de suas aplicações, como os agentes virtuais, a robótica, a análise de fala e a visualização de dados.

**Figura 6 – Exemplos de aplicações das tecnologias da inteligência artificial**



Fonte: Ovanessoff e Plastino (2017, p. 11)

Todavia, tem ganhado cada vez mais atenção a possibilidade do desemprego, do subemprego e da diminuição de tarefas realizadas pelo ser humano com o crescente uso de inteligência artificial por toda a sociedade. Muitas profissões tendem a terem suas funções reduzidas com a proeminente evolução da tecnologia e da IA, principalmente empregos da classe média e baixa (WEST, 2015). De acordo com o estudo de Frey e Osborne (2013) sobre a proporção em que as profissões estão suscetíveis à automatização e as tendências

de empregos nos Estados Unidos para o século XXI, estima-se a possibilidade de 702 ocupações serem automatizadas, além de sofrerem mudanças estruturais devido à informatização de suas atividades.

Existe a tendência de que os “[...] trabalhadores se tornem redundantes” (FREY; OSBORNE, 2013, p. 3, tradução nossa), pelo fato de as máquinas que utilizam sistemas de IA já executarem as mesmas funções que o ser humano, com maior objetividade e precisão. As empresas passaram a utilizar a inteligência artificial, a robótica e o aprendizado de máquina como substitutos dos seres humanos, melhorando a precisão, a produtividade e a eficiência das operações (WEST, 2015).

Atribui-se a diminuição dos empregos afetados pela tecnologia, tornando posições e funções obsoletas, à sofisticação dos computadores, que estão, crescentemente, mais criativos e versáteis. Dessa maneira, “o rápido aumento das tecnologias emergentes sugere que elas estão tendo um impacto substancial na força de trabalho” (WEST, 2015, p. 6, tradução nossa). É importante “[...] entender a IA como algo além de mais uma onda tecnológica” (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 8), pois

[...] ela é um híbrido singular de capital e trabalho. Diferentemente das tecnologias passadas, a IA cria uma nova força de trabalho. Ela é capaz de realizar atividades em escala e velocidade muito superiores às das pessoas, e até desempenhar algumas tarefas que estão além da capacidade humana. Além disso, em algumas áreas, tem capacidade de aprendizado mais rápida do que a dos humanos, embora ainda não tão profunda (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 8).

Outra perspectiva mostra que, “[...] ao explorar o extraordinário poder de processamento dos computadores, os seres humanos podem complementar suas próprias habilidades e melhorar a produtividade através da inteligência artificial” (WEST, 2015, p. 4, tradução nossa). Portanto, “a IA aumenta a capacidade da mão de obra por meio da complementação das habilidades humanas, oferecendo às pessoas novas ferramentas para melhorar a sua inteligência natural” (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 13).

Como consequência dessas novas circunstâncias, é imperativo que se desenvolva políticas públicas para as situações de desemprego ou subemprego (WEST, 2015) e que “[...] existam importantes questões legais e implicações éticas resultantes do uso de métodos avançados de inteligência artificial para a qual não existe atualmente estrutura de suporte” (LEITÃO *et al.*, 2016, p. 1088, tradução nossa). Por isso, são importantes as várias políticas que incentivam o desenvolvimento de setores intensivos em mão de obra e que apoiam a utilização da riqueza gerada pelo uso de sistemas e programas de IA como subsídio para as

populações subempregadas, melhorando, significativamente, a qualidade mediana de suas vidas (RUSSELL; DEWEY; TEGMARK, 2015).

#### **4.2.1 *Google Trends*: dados de consultas sobre inteligência artificial na internet**

Também com o intuito de demonstrar o interesse sobre inteligência artificial, dados obtidos na ferramenta *Google Trends*<sup>33</sup> permitem reforçar as análises sobre esse interesse. Tal ferramenta tem sido utilizada em diversos estudos científicos, como os de Vosen e Schmidt (2011), Choi e Varian (2012), Preis, Moat e Stanley (2013), Kristoufek (2013), Nuti e outros (2014) e Boehm e outros (2019).

É um portal *on-line*, gratuito e acessível ao público, criado e mantido pela empresa *Google Inc.*, que “[...] permite aos usuários interagir com os dados de pesquisa na internet” (NUTI *et al.*, 2014, p. 1, tradução nossa). Fornece um índice do volume relativo de consultas de pesquisa realizadas pelo *Google*, exibindo os resultados em uma escala normalizada (BOEHM *et al.*, 2019; VOSEN; SCHMIDT, 2011), isto é, um “[...] índice diário e semanal em tempo real do volume de consultas que os usuários inserem no *Google*” (CHOI; VARIAN, 2012, p. 2, tradução nossa).

Portanto, o *Google Trends* disponibiliza gráficos que mostram a variação do interesse sobre diferentes assuntos, ao longo de determinado tempo, de acordo com as pesquisas feitas no *Google Busca*<sup>34</sup>, no *Google Notícias*<sup>35</sup> (*Google News*) e no *YouTube*<sup>36</sup>. Mostra, também, a frequência em que o termo foi buscado e quais são os mais populares em um passado recente, conforme países, regiões, idiomas e períodos (BOEHM *et al.*, 2019; CHOI; VARIAN, 2012; GOOGLE TRENDS, 2019; NUTI *et al.*, 2014).

Os dados de pesquisa em diferentes localizações geográficas estão disponíveis desde 2004 (BOEHM *et al.*, 2019), assim, além de poder especificar a área geográfica, como cidade, país ou o mundo todo, os usuários também podem escolher um período de tempo, desde janeiro de 2004 ao presente, dividindo por meses ou dias (NUTI *et al.*, 2014). Não reflete apenas o estado do interesse atual sobre os temas pesquisados, permite também antecipar determinadas tendências; mas, apesar dessa vantagem, não permite distinguir se o interesse pelo tema tratado é positivo ou negativo, apenas a sua popularidade (KRISTOUFEK, 2013; PREIS; MOAT; STANLEY, 2013).

---

<sup>33</sup> Disponível em: <https://trends.google.com.br/>

<sup>34</sup> Disponível em: <https://www.google.com/>

<sup>35</sup> Disponível em: <https://news.google.com/>

<sup>36</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/>

Para tanto, os dados são valorados da seguinte maneira: “[...] um valor de 100 representa o pico de popularidade de um termo. Um valor de 50 significa que o termo teve metade da popularidade. Uma pontuação de 0 significa que não havia dados suficientes sobre o termo” (GOOGLE TRENDS, 2019, *on-line*).

Para coletar os dados de consultas na internet sobre inteligência artificial, realizou-se a pesquisa por esse termo, nos últimos 5 anos - data sugerida pela própria ferramenta, com os filtros de ‘todo o mundo’, ‘todas as categorias’ e ‘pesquisa na Web’ selecionados. Pelo fato de os dados serem atualizados em tempo real, faz-se necessário informar que a pesquisa foi realizada no dia 03 de dezembro de 2019. A Figura 7 mostra os resultados gerais da pesquisa por ano sobre o tema tratado, que teve como data de início de sua contagem dia 7 de janeiro de 2014 e final 23 de novembro de 2019.

**Figura 7 – Dados por ano sobre inteligência artificial segundo o *Google Trends***



Fonte: *Google Trends* (2019, *on-line*)

De acordo com os valores desses dados, demonstra-se que o tema inteligência artificial teve sua popularidade ultrapassando a marca dos 50 pontos em todos os anos coletados. Houve crescimento nas consultas a partir de 2017, ultrapassando a linha dos 75 pontos em variados momentos, o que anteriormente a essa data não acontecia. Ainda de acordo com os resultados, apenas entre julho e agosto de 2017, as pesquisas chegaram a seu pico de popularidade, alcançando a linha dos 100. Vale informar que a observação mencionada na Figura 5 faz referência à melhoria do sistema de coleta de dados do *Google Trends*, realizada em primeiro de janeiro de 2016.

Ao mostrar o interesse por região, conforme as consultas nos domínios informados,

os valores são calculados em uma escala de 0 a 100, em que 100 é o local com a maior popularidade como uma fração do total de pesquisas naquele local; 50 indica um local que tem metade da popularidade; e 0 indica um

local em que não houve dados suficientes para o termo (GOOGLE TRENDS, 2019, *on-line*).

Ainda na pesquisa realizada sobre inteligência artificial, com base na Figura 8, sobre dados por região, as cinco delas que têm demonstrado maiores popularidades sobre o termo na data pesquisada são: Vietnã, China, Coreia do Sul, Moldávia e Singapura. Vietnã, nessa data, foi o único país a apresentar a maior popularidade sobre o tema, chegando à faixa dos 100 pontos.

**Figura 8 – Dados por região sobre inteligência artificial segundo o Google Trends**



Fonte: *Google Trends* (2019, *on-line*)

Como já demonstrado, a inteligência artificial tem atraído o interesse das mais variadas vertentes da sociedade contemporânea. Estudos de tendências como este mostram que o campo da inteligência artificial tende a crescer, à medida que a população se torne cada vez mais interessada em suas particularidades.

#### 4.2.2 A inteligência artificial como tendência tecnológica no IFLA *Trend Report*

A *International Federation of Library Associations*<sup>37</sup> (IFLA) lança, de períodos em períodos, o documento *IFLA Trend Report*, isto é, um relatório que apresenta as tendências políticas, sociais, econômicas e tecnológicas que cercam o universo informacional e que “[...] reflete a consulta anual com uma variedade de especialistas e partes interessadas de diferentes disciplinas para mapear mudanças sociais mais amplas que ocorrem ou que provavelmente ocorrerão no ambiente de informações” (INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS, 2019a, *on-line*, tradução nossa).

<sup>37</sup> *International Federation of Library Associations* (Federação Internacional de Associações e Instituições Bibliotecárias) é um órgão internacional que representa os interesses das bibliotecas, dos serviços de informação e seus usuários, além de ser o porta-voz do profissional da informação (INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS, 2018a).

Utilizado também nesta pesquisa para demonstrar o interesse e as tendências do campo da inteligência artificial, a revisão de literatura do IFLA *Trend Report* faz referência às tendências tecnológicas voltadas aos avanços em inteligência artificial, como o *Big Data* e as impressoras 3D. Estas últimas, por terem “a capacidade em criar objetos físicos baseados em informações usando plantas digitais que revolucionariam o conceito de ‘acesso à informação’” (IFLA, 2013b, *on-line*, tradução nossa).

Para os avanços do campo da IA, o IFLA *Trend Report* mostra a possibilidade de que “a próxima geração de navegadores da Web ultrapasse a análise de palavras-chave e avalie o conteúdo específico de *sites* e páginas (a web semântica)” (IFLA, 2013b, *on-line*, tradução nossa). Nesse contexto, a web semântica revolucionaria a eficiência da pesquisa com impacto positivo no acesso à informação e à produtividade da pesquisa. Também como tendência, os dispositivos em rede passariam a “[...] combinar reconhecimento de voz, tradução automática e síntese de fala para suportar tradução de voz” (IFLA, 2013b, *on-line*, tradução nossa).

Essas tecnologias juntamente com o aprendizado de máquina “teriam capacidade para suportar tradução de voz multilíngue em tempo real através de qualquer dispositivo habilitado para internet em um futuro próximo”, dissolvendo barreiras que limitam o acesso ao conteúdo, principalmente àqueles que não dominam o idioma original do documento ou que possuem deficiências visuais (IFLA, 2013b, *on-line*, tradução nossa).

Para o *Big Data*, o relatório aponta que o “[...] crescente conjunto de dados adquiridos por governos e empresas por meio de suas interações com usuários na internet, [...], combinado com uma capacidade acelerada de processar e analisar informações” permitiria que se ampliassem as possibilidades de inovação dos serviços públicos e comerciais (IFLA, 2013b, *on-line*, tradução nossa). Assim, diante do grande volume de dados sensoriais e ambientais coletados por dispositivos eletrônicos e pela capacidade crescente de administrá-los e analisá-los rapidamente pelas organizações e governos, permite-se que futuras tendências sejam desenvolvidas, como o surgimento de serviços automatizados complexos e objetos inteligentes, que vão desde equipamentos comuns do dia a dia, até tecnologias voltadas para infraestrutura (IFLA, 2013b).

#### **4.2.3 Notícias populares sobre inteligência artificial**

Ainda como forma de apresentar o interesse pela sociedade sobre esse campo e suas aplicações, serão citadas notícias atuais, retiradas de portais *on-line* brasileiros, que

apontam como estão sendo abordadas as características dos sistemas de IA. Além da indústria e de organizações políticas, o interesse da mídia pela inteligência artificial e seus usos tem gerado cada vez mais estudos sobre o tema mundialmente (PAN, 2016).

Nesse sentido, “o papel da mídia, seja da internet ou dos veículos tradicionais, é oferecer informações relevantes para que os indivíduos se mantenham informados sobre temas de interesse público” (CERVI; MASSUCHIN, 2013, p. 127). As notícias jornalísticas impactam em seus repertórios, fazendo o público refletir sobre o que está sendo noticiado (LOOSE; LIMA, 2013). Também, ao noticiar assuntos com cunho científico, ultrapassa a tarefa de transmissão de informações, facilitando que novos conhecimentos sejam gerados e baseiam opiniões públicas, de modo que “o jornalismo interessado em ciência faz com que o cidadão tome contato cada vez mais frequente com o mundo da ciência, revelando o papel estratégico que ela ocupa nas sociedades modernas” (LOOSE; LIMA, 2013, p. 90).

O jornalismo *on-line* é considerado como um meio bem-sucedido de fonte de informação, de democratização e popularização da ciência, que contribui com o conhecimento geral da sociedade, oferecendo conteúdos originais sobre assuntos públicos e sociais (HERSCOVITZ, 2009; LOOSE; LIMA, 2013). Definem-se os portais de notícias como “os *websites* de notícias *on-line* de referência que oferecem conteúdos editoriais semelhantes aos da imprensa, incluindo boletins de esportes e trânsito, assim como seções e *links* categorizados por temas” (HERSCOVITZ, 2009, p. 104).

Os artigos de notícias citados a seguir foram extraídos de portais de notícias *on-line* brasileiros, como Istoé Dinheiro<sup>38</sup>, Época Negócios<sup>39</sup>, G1 Economia<sup>40</sup>, Exame<sup>41</sup>, Folha de São Paulo<sup>42</sup> e O tempo<sup>43</sup>, por apresentarem grande número de acessos pelo público. Foram coletados o total de dez artigos, todos publicados em 2019, sendo o mais antigo do mês de maio e os mais recentes de dezembro. Cabe informar que a busca pelas notícias foi realizada também no mês de dezembro de 2019.

Essas matérias permitiram verificar questões voltadas às problemáticas e preocupações da população quanto ao crescimento do uso de sistemas de inteligência artificial e ao impacto do avanço dessa tecnologia sobre empregos e subempregos, além de prever algumas

---

<sup>38</sup> Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/>

<sup>39</sup> Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/>

<sup>40</sup> Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/>

<sup>41</sup> Disponível em: <https://exame.abril.com.br/>

<sup>42</sup> Disponível em: <https://www.folha.uol.com.br/>

<sup>43</sup> Disponível em: <https://www.otempo.com.br/>

tendências desse campo e perceber a sua interdisciplinaridade, em que diferentes áreas de aplicações a utilizam em suas tarefas e processos.

A matéria 'O nó humano da inteligência artificial' mostra a preocupação da população mundial com o subemprego causado pelas novas tecnologias de IA, principalmente em países periféricos, em que ocorrem a "ampliação das desigualdades com a criação de uma espécie de subcategoria de trabalhadores" (GROHMANN, 2019, *on-line*). Descreve-se a perspectiva de vários cientistas de que a IA não funciona sem os seres humanos, sendo ainda sua "[...] a responsabilidade pelas decisões automatizadas" (GROHMANN, 2019, *on-line*). Expõe-se que as "[...] máquinas não acabarão com o trabalho humano e são os diferentes tipos de atuação das pessoas nas plataformas digitais que ajudam a 'treinar' os algoritmos", desde pequenas tarefas como reconhecimento de imagens em fotos, até as mais especializadas, como abastecimento de bancos de dados em plataformas digitais, como *Uber*, *AirBnB* e *Amazon* (GROHMANN, 2019, *on-line*).

O artigo 'O invisível trabalho humano por trás da inteligência artificial' também apresenta fatos sobre a preocupação popular em ter seus empregos precarizados pelas tecnologias da IA, como o aprendizado de máquina. Essa preocupação surge com os novos serviços denominados 'microtrabalhos', de natureza autônoma, limitados, com pagamentos feitos por serviço e, em sua grande maioria, sem direitos trabalhistas (STACHEWSKI, 2019).

As notícias sobre inteligência artificial também preveem algumas tendências para o campo. O portal *Época Negócios On-line* (2019, *on-line*), em seu artigo 'Devemos usar a inteligência artificial em carros autônomos? Bill Gates acha que não', discorre que será possível criar assistentes capazes "[...] de realizar tarefas que, hoje, somente um humano experiente consegue realizar, como identificar os itens mais importantes em uma pilha de *e-mails* ou telefonemas, ou reunir todas as pessoas, instalações e informações necessárias para uma reunião". O artigo 'Novos processadores permitirão celulares com câmeras melhores e mais inteligência artificial em 2020', escrito por Lavado (2019), cita celulares capazes de fazer o processamento e reconhecimento de voz e imagens cada vez mais avançados.

O processamento de imagens, o aprendizado de máquina e o aprendizado profundo também são pautas da matéria 'Avanço da inteligência artificial permite ampliação da análise de imagens', em que os sistemas de IA baseados nessas tecnologias permitem maior interação entre humano-computador, além de apresentarem características interdisciplinares, possibilitando que diversas tarefas de variados campos sejam executadas, como detecção de parasitas em exames na área da saúde, reconhecimento de espécies na

biologia, identificação de corpos celestes em imagens na astrologia e assim por diante (ZIEGLER, 2019).

Outras matérias também mostram tendências e o caráter interdisciplinar da inteligência artificial. Moraes (2019), em 'Com uso de inteligência artificial, *startups* personalizam até a cor do xampu', apresenta o uso de programas e sistemas de IA para escolhas de produtos higiênicos de acordo com as características de cada consumidor individual. A notícia de Veiga (2019), 'Novo radar detecta se o motorista está usando o celular ao volante; conheça', conta que na Austrália já está em uso pioneiro *softwares* de IA que utilizam câmeras de alta definição para detectar se o motorista está usando o celular ao dirigir. Hernandez (2019), em 'Inteligência artificial combate vírus, mas também serve a cibercriminosos', mostra a dualidade das aplicações dos sistemas de IA, que, ao mesmo tempo que auxiliam no combate ao cibercrime, é ferramenta para a criação de programas maliciosos, como os vírus de computadores.

Essas notícias também exibem a problemática trazida pelas notícias falsas, conhecidas como *fake news*. Benevides (2019, *on-line*), em 'Vídeos alterados são maior ameaça à segurança digital em 2020, aponta relatório', expõe que qualquer assunto pode ser alvo de "[...] uma técnica recente que combina notícias falsas, produção de vídeos e inteligência artificial" chamada *deep fake*. Essa prática tende a aumentar cada vez mais a quantidade de notícias enganosas globalmente, ao utilizar de IA e aprendizado de máquina para fazer alterações em vídeos já existentes, fazendo com que mostre pessoas dizendo falas que não foram ditas originalmente, com seu reconhecimento imperceptível (BENEVIDES, 2019). Corroborando com essa notícia, Caram (2019), em 'Até 2023, 30% do conteúdo global será autenticado em *blockchain*; tecnologia pode ser fundamental no combate às *fake news*', demonstra que uma das formas de combate às *fake news* e *deep fake* seria também com o uso de tecnologias de inteligência artificial.

As breves notícias aqui descritas não esgotam a atenção que o tema inteligência artificial tem recebido na mídia e as diferentes formas em como ela é retratada, mas auxiliam na reflexão desse percurso de percebê-la como assunto efervescente com destaque sobre alguns de seus impactos sobre a vida das pessoas.

Com as informações sobre o interesse público e social sobre inteligência artificial apresentadas nessa subseção, em conformidade com o contexto das tendências trazidas pela evolução da tecnologia, Jordan (2019) pauta que a indústria bem como a academia continuarão a gerar muitas inovações no campo da IA para a sociedade. Enquanto a

academia apresentará técnicas inovadoras com características interdisciplinares em suas produções científicas, a indústria colocará em prática tais técnicas, com benefícios em todas as vertentes da sociedade. Nesse sentido,

formuladores de políticas e líderes empresariais precisam se preparar e trabalhar para criar um futuro com inteligência artificial. Devem fazê-lo com a ideia de que a IA não é apenas mais um recurso para melhorar a produtividade, mas uma ferramenta que pode transformar nossa maneira de pensar como o crescimento é gerado (OVANESSOFF; PLASTINO, 2017, p. 3).

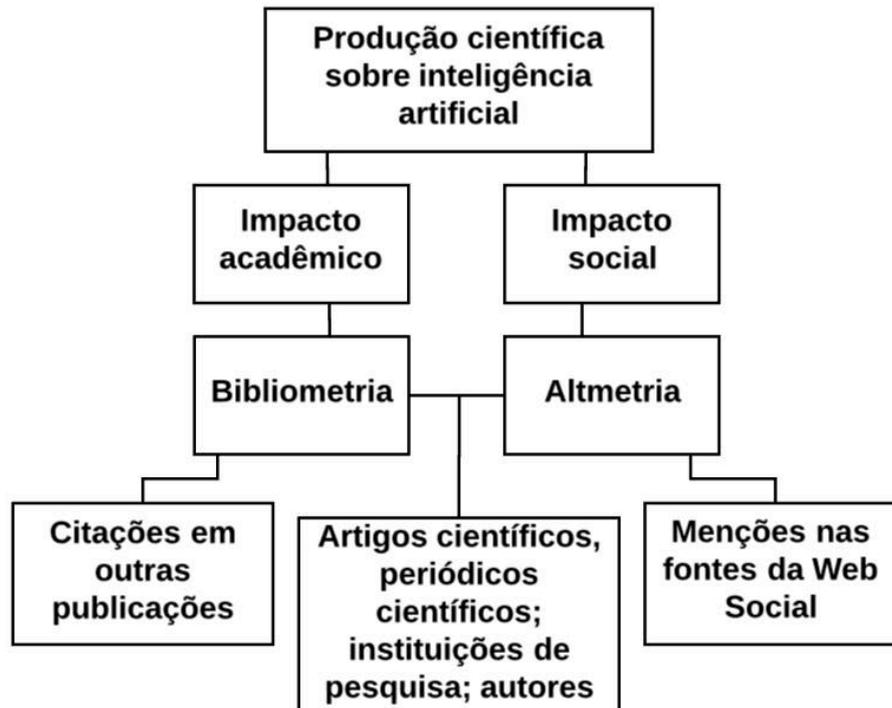
Portanto, os futuros “[...] sistemas industriais estão sendo remodelados e redesenhados para atender à contínua globalização e digitalização da economia e à crescente demanda por produtos cada vez mais complexos e personalizados” (LEITÃO *et al.*, 2016, p. 1087, tradução nossa). Serão potencialmente capazes de ler, gerenciar e recombinar o conhecimento humano, com intuito de fazer sugestões para os problemas sociais, como cotidiano dos indivíduos, produção e uso de recursos, meio ambiente, como as cidades inteligentes, e em áreas de aplicações, como a medicina inteligente (PAN, 2016).

## 5 METODOLOGIA

A metodologia científica se configura em “uma forma de utilização do raciocínio, conforme os procedimentos lógicos, para produzir ciência, [...] ao facilitar o intercâmbio de resultados e sua avaliação” (GUTIERREZ, 1986, p. 92). Nesse sentido, o trabalho científico deverá corresponder à utilização correta da metodologia, seguindo normas e procedimentos previamente estabelecidos para que tenha seu valor reconhecido, além de contribuir para o desenvolvimento de outros métodos científicos (GUTIERREZ, 1986).

Para atingir os objetivos propostos e responder à questão de pesquisa de acordo com os dados informados na Figura 9, será apresentado, nesta seção, o percurso metodológico seguido para obtenção dos dados a serem analisados.

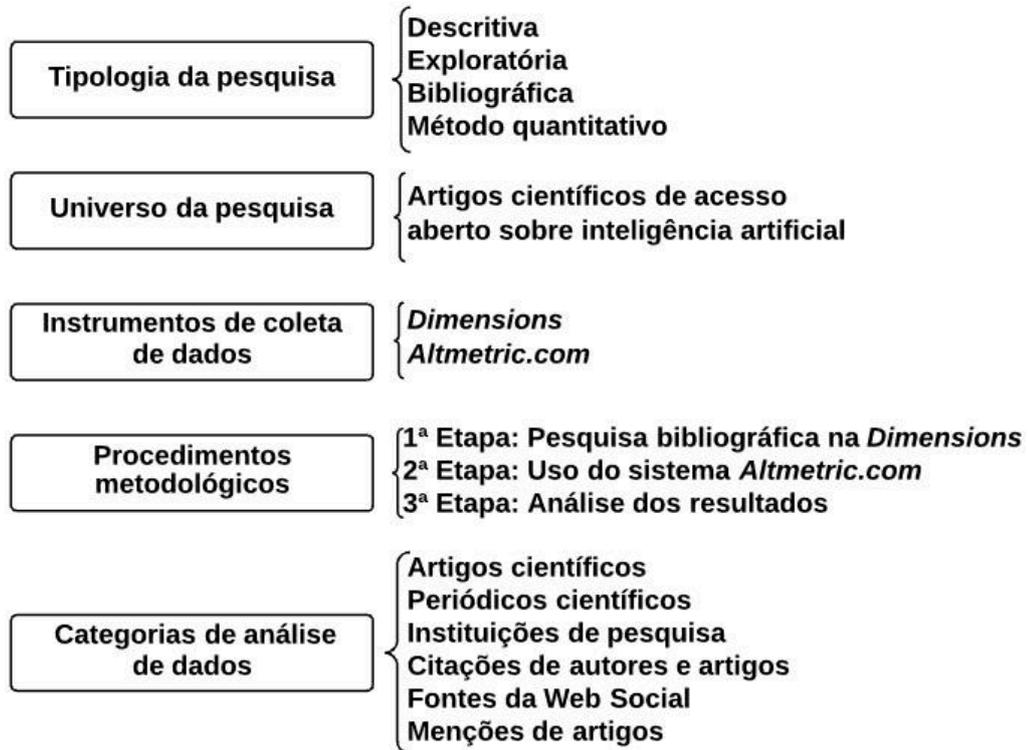
**Figura 9 – Percurso metodológico**



Fonte: Elaborada pela autora

Esta seção estabelece a tipologia de pesquisa, o seu universo, os instrumentos de coleta de dados utilizados, as etapas e estratégias de busca e as categorias de análise dos resultados recuperados, conforme o desenho metodológico apresentado na Figura 10, além de expor as limitações encontradas.

Figura 10 – Desenho metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora

## 5.1 Tipologia da pesquisa

A presente pesquisa é caracterizada como descritiva, exploratória, bibliográfica e de método quantitativo. É descritiva ao buscar corresponder com “o objetivo de identificar as características de um determinado problema ou questão e descrever o comportamento dos fatos e fenômenos” (BRAGA, 2007, p. 25), ao levantar, identificar e comunicar as características da produção científica sobre a temática proposta. Esse tipo de pesquisa pode utilizar métodos formais, “[...] caracterizados pela precisão e controle estatísticos”, visando “[...] a coleta sistemática de dados sobre populações” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 187).

Conseqüentemente, é um estudo exploratório, pois objetiva “[...] aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno”, podendo ser “[...] encontradas tanto descrições quantitativas e/ou qualitativas” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 188), o que reforça a escolha pelo método quantitativo de pesquisa, que tem “[...] por objetivo a coleta sistemática de dados sobre populações, programas, ou amostras de populações e programas” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 187). Logo, optou-se pela bibliometria e altmetria em complementaridade por apresentarem indicadores que correspondem às

necessidades da pesquisa, ao permitirem a análise do impacto acadêmico e social das publicações mundiais sobre inteligência artificial mediante levantamento quantitativo.

Também se configura como pesquisa bibliográfica, que tem seu desenvolvimento baseado em material previamente elaborado, como livros e artigos científicos (GIL, 2002). A finalidade desse tipo de pesquisa “[...] é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto”. Propicia, também, a investigação de um determinado tema sob nova abordagem ou enfoque, chegando a conclusões inovadoras (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 183).

## 5.2 Universo da pesquisa

O universo da pesquisa compreende a produção científica em artigos de periódicos científicos de acesso aberto sobre inteligência artificial recuperados por meio de pesquisa bibliográfica na base de dados *Dimensions*<sup>44</sup>, mais informações sobre essa base serão descritas na subseção 5.3.1.

## 5.3 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados são a base de dados bibliográfica *Dimensions* e o *Altmetric Explorer*, do sistema *Altmetric.com*, a primeira por meio do acesso via *Dimensions Analytics*, utilizado para levantamento da produção científica, e o segundo para obtenção dos dados de atenção *on-line* que a produção tem obtido. Os metadados dos artigos científicos serão coletados por pesquisa bibliográfica na *Dimensions*, que fornece o identificador único (DOI) de cada artigo recuperado para uso no *Altmetric Explorer*.

Por serem plataformas digitais que restringem suas funcionalidades para o público aberto, foram solicitadas autorizações para a utilização completa de seus domínios, sendo atendidas pelas equipes de coordenação.

### 5.3.1 Base de dados *Dimensions*

*Dimensions* é uma base de dados bibliográfica lançada em janeiro de 2018, desenvolvida e mantida pela empresa *Digital Science & Research Solutions*<sup>45</sup>, com mais seis empresas

<sup>44</sup> Disponível em: <https://www.dimensions.ai/>

<sup>45</sup> Empresa de tecnologia que atende às necessidades das comunidades científicas e de pesquisa ao longo de todo o ciclo de pesquisa. Investe e apoia negócios inovadores e tecnologias que tornam todas as partes do processo de pesquisa mais abertas, eficientes e eficazes (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019i). Disponível em: <https://www.digital-science.com/>

parceiras<sup>46</sup>, que focam em diferentes pontos do ciclo de pesquisa para oferecerem publicações de todo o mundo, além de dados de citações e altmétricos (BODE *et al.*, 2019; DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019j; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018; THELWALL, 2018).

Foi escolhida para este estudo por prestar “[...] estatísticas precisas da quantidade de documentos (totais, por ano, por autor, por fonte, por tipo, etc.)” (ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018, p. 5, tradução nossa). Assim, permite que se localizem dados importantes para atingir os objetivos desta pesquisa e, conseqüentemente, responder a sua questão de ‘qual o desempenho acadêmico e social da produção científica sobre inteligência artificial?’, oferecendo dados sobre produtividade e citações para as análises bibliométricas e os identificadores únicos dos artigos, nesse caso, o DOI para as análises altmétricas.

Muitos estudos reforçam a escolha pela *Dimensions*, como os de Bode e outros (2019)<sup>47</sup>, Orduña-Male e López-Cózar (2018), Thelwall (2018) e Hook, Porter e Herzog (2018). Alguns deles fazem um paralelo entre a *Dimensions* e outras bases de dados de amplo sucesso mundialmente, como *Google Scholar*<sup>48</sup>, *Scopus*<sup>49</sup> e *Web of Science*<sup>50</sup> (BODE *et al.*, 2019; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018; THELWALL, 2018). De acordo com Bode e outros (2019), a *Dimensions* é considerada muito mais ampla que as outras bases, pois além de abranger dados de publicações consideradas básicas, como artigos científicos, monografias e capítulos, abrange também publicações de outros tipos, como patentes, pesquisas financiadas, políticas e testes clínicos.

Provém gráficos de citações dos mesmos tipos oferecidos pela *Scopus* e *Web of Science*, bem como uma ampla cobertura de dados e uma experiência aprimorada ao obter resultados dos textos completos, em abordagem semelhante a da *Google Scholar* (BODE *et al.*, 2019). Dessa forma, uma das vantagens da *Dimensions* sobre as outras bases é que as chances de os dados serem replicados em massa, como publicações feitas por autocitações, e de ocorrerem erros de citações são menores, pois evita dados de fontes não confiáveis, ao prover um índice de citação protegido contra esse tipo de replicação (THELWALL, 2018).

<sup>46</sup>São as seis empresas parceiras: *ReadCube* (<https://www.readcube.com/home>), *Altmetric* (<https://www.altmetric.com/>), *Figshare* (<https://figshare.com/>), *Symplectic* (<https://www.symplectic.co.uk/>), *DS Consultancy* (<https://www.dalesmithconsultancy.com/>) e *ÜberResearch* (<https://www.dimensions.ai/>).

<sup>47</sup> A referência a esse trabalho na pesquisa se deve ao fato de ser o guia para uso da base de dados *Dimensions*, desenvolvido e publicado pela empresa *Digital Science* em 2019.

<sup>48</sup> Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?q=>

<sup>49</sup> Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>

<sup>50</sup> Disponível em: <https://login.webofknowledge.com/>

Também se justifica a opção por essa base pela abrangência de sua cobertura, tanto para os tipos de documentos apresentados, quanto para os campos de pesquisa e regiões levantadas, disponibilizando um alto nível de dados mundiais para análises. Os tipos de documentos fornecidos são divididos pelas seguintes categorias: publicações, pesquisas financiadas, patentes, testes clínicos e documentos de políticas (BODE *et al.*, 2019; DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019j; HOOK; PORTER; HERZOG, 2018), como mostra a Figura 11.

**Figura 11 – Categorias dos documentos disponibilizados pela *Dimensions***

<b>PUBLICATIONS</b>	<b>GRANTS</b>	<b>PATENTS</b>	<b>CLINICAL TRIALS</b>	<b>POLICY DOCUMENTS</b>
106,766,885	5,001,707	39,399,268	513,246	451,987

Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019c, *on-line*)

Ainda de acordo com a Figura 11, em dezembro de 2019, a *Dimensions* apresentava para cada categoria a quantidade de itens fornecidos, sendo 106.766.885 publicações, 5.001.707 pesquisas financiadas, 39.399.268 patentes, 513.246 testes clínicos e 451.987 documentos de políticas (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019c).

Cabe informar que, para o presente estudo, serão analisados os artigos científicos que fazem parte da categoria ‘publicações’ e apenas os artigos de acesso aberto, uma vez que a “[...] versão gratuita da *Dimensions* permite que os usuários acessem a maioria dos artigos de OA<sup>51</sup> com um único clique” (BODE *et al.*, 2019, p. 17, tradução nossa), o que possibilita que futuras replicações da metodologia proposta sejam realizadas.

Para a categoria de ‘publicações’, são apresentadas também em campos de pesquisa, divididas em 22 grandes campos e 154 subcampos (ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018). São coletadas por meio de autores, instituições de pesquisas e fundações de todo o mundo, possibilitando que se reúnam várias fontes de dados relacionadas à pesquisa em um local acessível à comunidade acadêmica. Seus metadados, conteúdos e dados sobre citações e altmétricos são provenientes de diferentes bancos de dados externos.

Nesse sentido, a *Dimensions* conta com mais de 100 editores, organizações de pesquisas e financiadores como apoiadores que fornecem acesso ao texto completo das publicações, como, por exemplo, as editoras *Elsevier*<sup>52</sup>, *Springer Nature*<sup>53</sup>, *Wiley*<sup>54</sup> e *Ieee*<sup>55</sup>, (BODE *et al.*,

<sup>51</sup> *Open access* (acesso aberto).

<sup>52</sup> Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br>

<sup>53</sup> Disponível em: <https://www.springernature.com/gp>

2018; HOOK; PORTER; HERZOG, 2018; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018). Elas permitem

[...] realizar um banco de dados integrado que cubra todo o processo de pesquisa, desde o financiamento à pesquisa, a publicação de resultados através da atenção, tanto acadêmica quanto além da acadêmica, à aplicação comercial e elaboração de políticas (BODE *et al.*, 2018, p. 2, tradução nossa).

Para que essas publicações sejam normalizadas e localizadas com a máxima precisão, evitando erros e duplicatas, é necessário que possuam algum tipo de identificador único de acesso *on-line*, sendo esse um dos requisitos editoriais para a inclusão no seu banco de dados (HOOK; PORTER; HERZOG, 2018; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018); permitindo criar um banco extenso e atualizado que integre informações de diferentes fontes, resultando, até o momento, “[...] em um grande índice de publicações identificadas exclusivamente contendo cerca de 100 milhões de registros” (BODE *et al.*, 2019, p. 15-16, tradução nossa).

Para isso, a *Dimensions* baseia seu banco de dados em informações da *Crossref*<sup>56</sup> e do *PubMed*<sup>57</sup>, fornecendo “[...] uma ‘coluna de dados’ que permite aprimorá-los com informações adicionais” (HOOK; PORTER; HERZOG, 2018, p. 4, tradução nossa). Disponibiliza dados sobre títulos dos artigos e periódicos, volumes, edições e paginações, além de uma lista de coautores e qualquer identificador único associado às publicações, que permitem que se tenha acesso ao texto completo da publicação, além de seus metadados (BODE *et al.*, 2018; HOOK; PORTER; HERZOG, 2018).

Os dados recuperados por essa base também dão apoio às análises métricas, como as realizadas pela bibliometria e altmetria. Os indicadores métricos fornecidos pela *Dimensions* são expostos na Tabela 2.

<sup>54</sup> Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

<sup>55</sup> Disponível em: <https://www.ieee.org/>

<sup>56</sup> *Crossref* é uma associação cooperativa independente que visa ligar os usuários aos conteúdos das publicações “[...] através de tecnologias colaborativas e acordos coletivos entre editores. [...] cuja característica marcante é oferecer uma infraestrutura que sustente um sistema de referências cruzadas via *links*” (SAYÃO, 2007, p. 76). É “[...] sustentado por padrões abertos e, portanto, o mecanismo para *links* entre referências, estabelecido cooperativamente pelos editores científicos, tem como base o consenso em torno do DOI como identificador para os itens de suas coleções” (SAYÃO, 2007, p. 76-77). Disponível em: <https://www.crossref.org/>

<sup>57</sup> *PubMed* “é um mecanismo de pesquisa gratuito para pesquisa em literatura biomédica” (ANDERS; EVANS, 2010, p. 55, tradução nossa). Pesquisa em várias bases de dados e interage diretamente com o MEDLINE - base de dados bibliográfica da *National Library of Medicine* (ANDERS; EVANS, 2010). “Compreende mais de 30 milhões de citações para literatura biomédica do MEDLINE, periódicos de ciências da vida e livros *on-line*”, além da biomedicina, cobre também áreas da Saúde, Ciências Da Vida, Ciências Do Comportamento, Ciências Químicas e Bioengenharia (PUBMED, 2019, *on-line*, tradução nossa). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

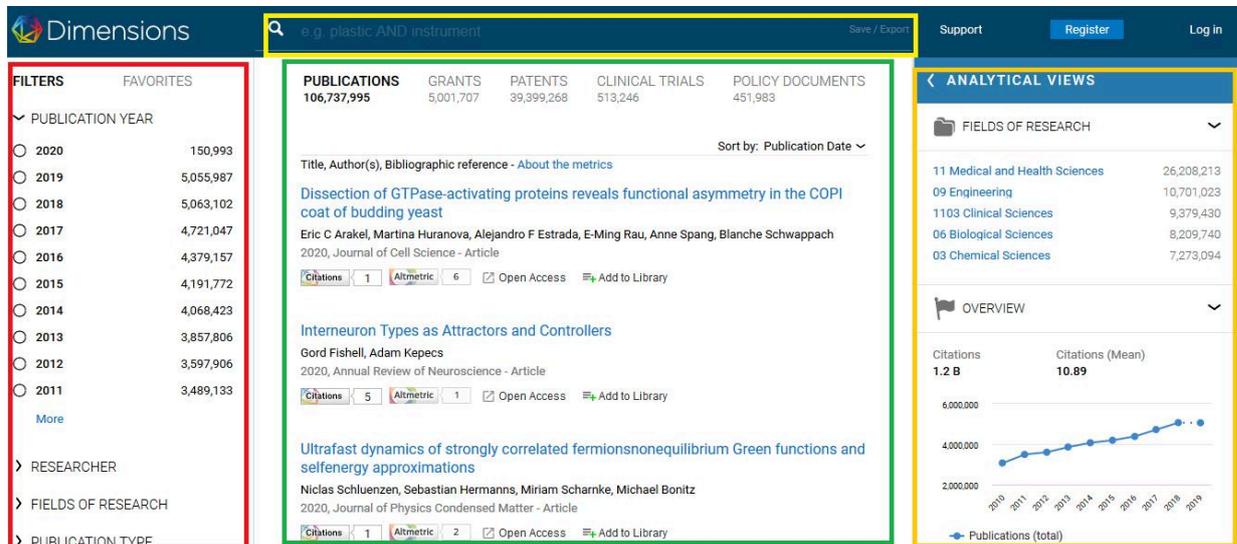
Tabela 2 – Indicadores métricos utilizados pela *Dimensions*

Indicadores métricos	Descrição
<b>Publications</b> (Publicações)	Número de publicações relacionadas à pesquisa.
<b>Citations</b> (Citações)	Número de vezes que a publicação foi citada por outras.
<b>Publications with citations</b> (Publicações com citações)	Número de publicações de acordo com as quantidades de citações.
<b>Field Citation Ratio (FCR)</b> (Proporção de Citação de Campo)	Desempenho de citações de uma publicação quando comparada a outras de mesma idade do seu campo de assunto.
<b>Relative Citation Ratio (RCR)</b> (Proporção de Citação Relativa)	Desempenho relativo de citações de uma publicação quando comparada a outras em sua área de pesquisa.
<b>Recent citations</b> (Citações recentes)	Número de citações recebidas nos últimos dois anos pelas publicações.
<b>Altmetric Attention Score</b> (Pontuação de Atenção Altmétrica)	Contagem ponderada de toda a atenção <i>on-line</i> que o sistema <i>Altmetric.com</i> encontrou para uma publicação. Inclui menções em documentos de políticas públicas e referências na Wikipédia, principais notícias, redes sociais, <i>blogs</i> , entre outras.
<b>Publications with attention</b> (Publicações com atenção)	Número de publicações com atenção altmétrica.

Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019e, *on-line*, adaptada pela autora)

Quanto ao acesso a essa base de dados, dispõe-se de três tipos de versões, a gratuita *Dimensions* e as pagas: *Dimensions Plus* e *Dimensions Analytics*, que oferecem mais opções de filtros, análises consideradas mais complexas e comportam um limite maior para *download* de resultados, isto é, de até 5.000 resultados por busca, além de oferecer serviço de suporte diário ao usuário (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019f). Ressalta-se que, para a presente pesquisa, a *Dimensions* concedeu o acesso gratuito por meio da *Dimensions Analytics*, que busca oferecer suporte às instituições acadêmicas, organizações governamentais, financiadores de pesquisas, editores, entre outros agentes voltados à pesquisa (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019f).

A interface do usuário é mostrada pela Figura 12, que representa a tela inicial de pesquisa, dividida em quatro partes: em amarelo, a caixa de pesquisa; em vermelho, os filtros a serem empregados; em verde, os resultados da pesquisa bibliográfica; e, em laranja, os relatórios analíticos, que mostram os campos de pesquisa, uma visão geral da produção científica, os pesquisadores, as fontes das publicações, entre outros aspectos da literatura recuperada (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019c; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018).

Figura 12 – Tela de pesquisa da *Dimensions*

Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019c, *on-line*, grifos nossos)

As buscas bibliográficas podem ser realizadas de duas formas: por palavra-chave ou por resumo. A busca por palavra-chave pode ocorrer nos dados completos dos documentos, no título e no resumo. Para a busca pelo resumo, permite que se cole o resumo completo da publicação na caixa de pesquisa. As buscas também são filtradas pelas seguintes opções: ano de publicação, nome do autor, campo de pesquisa, tipo de publicação (artigos, capítulos, monografias, procedimentos e *preprint*), fonte da publicação, periódicos e documentos de acesso aberto, aumentando essas opções quando se utilizam os acessos pagos (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019c; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018; THELWALL, 2018).

Os registros dos resultados das pesquisas são mostrados pelo título e subtítulo, autores, data de publicação e sua fonte, e podem ser ordenados de acordo com vários parâmetros, como: relevância, data da publicação, RCR, FCR, citações recebidas e pontuação de atenção altmétrica (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019c; ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018). A *Dimensions* também “[...] permite que os usuários armazenem qualquer documento oferecido na lista de resultados de qualquer consulta em uma biblioteca pessoal” (ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018, p. 8, tradução nossa), possibilitando que se salve e organize seus favoritos e as estratégias das buscas passadas.

Como outra função, essa base de dados permite que se faça o *download* de, no máximo, 5.000 resultados recuperados por busca, com todas as informações disponibilizadas,

inclusive os identificadores únicos, em formato *Comma-Separated Values* (CSV)<sup>58</sup> ou pela extensão XLSX do *software Excel*, para que sejam utilizados em diferentes programas de computadores, como os editores de planilhas e por sistemas virtuais, como o *Altmetric.com* (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019c).

Quanto à apresentação dos registros recuperados, para a diferenciação dos dados de citações e altmétricos, são separados conforme seus *badges*, ou seja, uma espécie de identificador correspondente a cada indicador métrico (ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018), como mostra o exemplo na Figura 13:

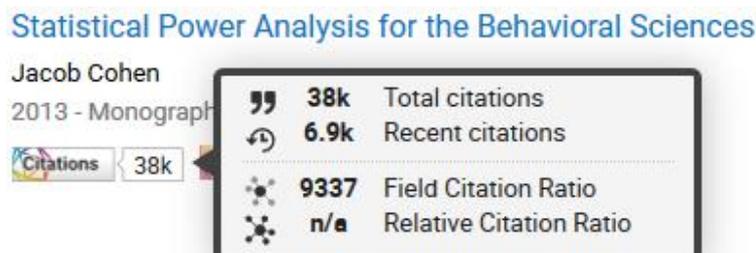
**Figura 13 – Badges de citação e de altmetria na *Dimensions***



Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019c, *on-line*, grifos nossos)

Ao passar o cursor por cima do *badge Citations*, mostra-se o número de citações encontrado para a publicação, como o número total das citações, de citações recentes, de FCR e RCR, conforme a Figura 14.

**Figura 14 – Badge Citations**



Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019c, *on-line*)

Ao clicar sobre ele, redireciona a uma página dentro do domínio *Dimensions*, que detalha todos os dados de citações, permitindo averiguar quais campos de pesquisa consideram a publicação relevante com base em uma contagem simples das citações pelas áreas de

<sup>58</sup> *Comma-Separated Values* (Valores separados por vírgulas) têm seus arquivos em formatos de “[...] texto simples para armazenar e trocar dados tabulares estruturados simples. Normalmente, cada linha da tabela representa um registro de dados separado” (MÁS *et al.*, 2018, p. 1, tradução nossa). Ainda para Más *et al.* (2018), todos os registros devem ter a mesma estrutura e a mesma sequência de campos.

assunto (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019c). São apresentados também gráficos de citações por anos e períodos, assim como os metadados das publicações.

Para o *badge Altmetric*, o sistema mostra um panorama dos dados de menções nas fontes da Web Social, de acordo com a Figura 15.

**Figura 15 – Badge Altmetric**



Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019c, *on-line*)

Ao clicar, redireciona o usuário para a página personalizada disponível pelo sistema *Altmetric.com* (ORDUÑA-MALE; LÓPEZ-CÓZAR, 2018; THELWALL, 2018), a qual apresenta os dados completos do item, mostrando as informações de acordo com cada fonte da Web Social recuperada, além dos dados descritivos do documento, informações demográficas e a sua pontuação de atenção altmétrica.

Apesar de a *Dimensions* fornecer dados altmétricos, optou-se pelo uso do sistema *Altmetric.com* por meio do acesso *Altmetric Explorer*, para análises mais abrangentes dos resultados.

### 5.3.2 Altmetric Explorer

O *Altmetric Explorer* é uma das formas de acesso ao sistema *Altmetric.com*<sup>59</sup>, que permite pesquisar e filtrar todos os registros recuperados. Lançado em 2011 pela empresa *Digital Science & Research Solutions*, rastreia a atenção que os resultados da pesquisa recebem *on-line*, coletando dados de fontes da Web Social, como mídias sociais, políticas e patentes, portais de notícias e *blogs*, fontes acadêmicas e outros tipos de fontes, como Wikipédia,

<sup>59</sup> Observa-se que o próprio sistema sugere que se use o termo *Altmetric.com* a *Altmetric*, a fim de não causar confusão com o termo em inglês *altmetric*, ou seja, *altmetria*.

vídeos e postagens *Questions and Answers* (Q&A), isto é, perguntas e respostas (ADIE; ROE, 2013; DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019a).

Dessa forma, “[...] fornece informações sobre quantas vezes um artigo foi visualizado juntamente com o *ranking* do periódico em que foi publicado” (BARROS, 2015, p. 25), além de oferecer dados de componentes sociais, como o número de vezes que um artigo foi mencionando em mídias sociais, *blogs* e portais de notícias. O “*Altmetric Explorer* é capaz de navegar, pesquisar e filtrar esses dados, recolhendo as discussões pertinentes ao redor de cada artigo” (BARROS, 2015, p. 26).

Para a presente pesquisa, optou-se pelo seu uso e por essa forma de acesso por ser, atualmente, um dos mais importantes provedores de dados altmétricos (ROBINSON-GARCÍA *et al.*, 2014). Como exemplo de um dos seus produtos de maiores sucesso, apresenta-se o *Altmetric Top 100*<sup>60</sup>, isto é, uma lista anual disponibilizada desde 2013 das pesquisas que mais atraíram a atenção do público, baseada nos dados coletados por esse sistema (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019b).

Assim, é uma importante ferramenta que corresponde com os objetivos desta pesquisa, ao passo que as métricas disponibilizadas por ela podem ser utilizadas em complemento com as tradicionais baseadas em citações rastreadas pela base de dados *Dimensions*, provendo melhor visão dos impactos que a produção acadêmica sobre inteligência artificial obteve mundialmente.

Por coletar dados que surgem a todo momento na Web Social, sua atualização é frequente, acontecendo sempre a cada 24 horas (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019). Diferentes estudos na literatura apontam outras características e vantagens do uso desse sistema altmétrico. De acordo com Adie e Roe (2013), a sua missão é tornar as métricas mais fáceis, ao coletar estatísticas de *downloads*, contagens em gerenciadores de referências, *links* de fontes de mídias tradicionais e de fluxo de compartilhamentos em mídias sociais, enriquecendo os resultados com dados demográficos e com informação dos perfis recuperados.

São, também, tipos de impactos rastreados pelo *Altmetric.com*: visualizações, salvamentos, discussões, referências formais, recomendações da produção científica, menções e comentários (DAS; MISHRA, 2014; KONKIEL, 2013; NASCIMENTO; ODDONE, 2015). E também captura “[...] informações sobre o impacto de um documento de várias fontes de

---

<sup>60</sup> As listas do *Top 100* de 2013 até 2019 podem ser acessadas na plataforma do *Altmetric.com*. Disponível em: <https://www.altmetric.com/about-our-data/altmetric-top-100/>

mídia social que desenvolvem uma pontuação ponderada” (ROBINSON-GARCÍA *et al.*, 2014, p. 2, tradução nossa). As fontes rastreadas podem ser vistas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Fontes rastreadas pelo *Altmetric.com***

<b>Tipo de fonte</b>	<b>Exemplos</b>
<b><i>Social Média</i></b> (Mídias sociais)	Redes sociais: <i>Twitter</i> , <i>Facebook</i> , <i>Google+</i> , <i>Reddit</i> , <i>Sina Weibo</i> <sup>61</sup> , <i>Pinterest</i> <sup>62</sup> e <i>LinkedIn</i> .
<b><i>Policy and patents</i></b> (Políticas e Patentes)	Políticas e patentes.
<b><i>News and blogs</i></b> (Notícias e <i>Blogs</i> )	Portais de notícias e <i>blogs</i> .
<b><i>Other sources</i></b> (Outras fontes)	Wikipédia, vídeos, Q&A.
<b><i>Academic sources</i></b> (Fontes acadêmicas)	Destques de pesquisa e revisões por pares.

Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019a, *on-line*, adaptada pela autora)

Ressalta-se que algumas dessas fontes tiveram a sua coleta descontinuada, como é o caso das redes sociais *Pinterest*, *Google+*, *Sina Weibo* e *LinkedIn*, porém o histórico dos dados ainda pode ser acessado (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019g).

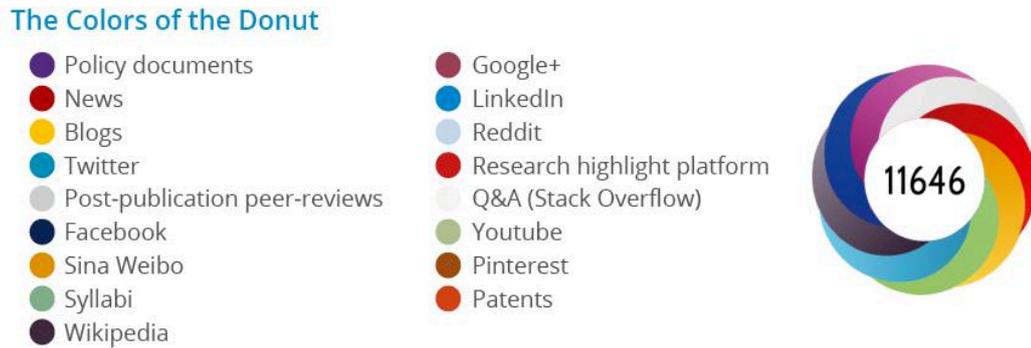
Conforme Robinson-García e outros (2014), a pontuação ponderada de atenção *on-line* fornecida pelo sistema *Altmetric.com* é calculada por meio de seu indicador métrico, denominado *Altmetric Attention Score* ou ‘Pontuação de Atenção Altmétrica’, criado “[...] para servir como uma medida geral da qualidade e quantidade de atenção que um artigo acadêmico recebeu *on-line*” (ADIE; ROE, 2013, p. 13, tradução nossa). Dessa forma, “as ponderações são definidas a partir do local no qual a citação do trabalho foi realizada” (BRESCIA, 2017, p. 58), sendo influenciada por dois fatores: a quantidade de publicações mencionando o trabalho em específico e o tipo da fonte que o publicou (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019h).

O gráfico da pontuação de atenção alométrica é disponibilizado em formato de *donut*, isto é, um círculo colorido que fornece um indicador rápido da fonte da atenção que a pesquisa recebeu (DAS; MISHRA, 2014; DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019). Apresenta-se sob diversas cores indicativas das diferentes fontes de atenção presentes na Web Social, como notícias, *blogs*, redes sociais, políticas e patentes, como mostra a Figura 16, sendo o número apresentado em seu centro a sua pontuação ponderada.

<sup>61</sup> Disponível em: <https://www.weibo.com/>

<sup>62</sup> Disponível em: <https://br.pinterest.com/>

**Figura 16 – Cores do Donut disponibilizado pelo Altmetric.com**



Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019h, *on-line*)

Ressalta-se que, apesar de esse indicador altmétrico ser baseado na quantidade e na qualidade da atenção *on-line* que a produção acadêmica recebeu, conforme as fontes que a menciona, não é um indicador de qualidade do conteúdo da publicação, podendo ser mencionada de forma positiva ou negativa (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019h).

Ao utilizar o *Altmetric Explorer* para a coleta dos dados altmétricos, é necessário que cada publicação tenha um identificador único, possibilitando reconhecê-la individualmente em fontes de domínios públicos, de modo que não ocorram erros no levantamento de informações (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019d; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; DAS; MISHRA, 2014; LIU; ADIE, 2013; NASCIMENTO; ODDONE, 2015; ROBINSON-GARCÍA *et al.*, 2014). Assim, são disponibilizadas em formato de *Application Programming Interfaces (API)*<sup>63</sup> ou através do *Altmetric Explorer* (aplicativo via web) (ADIE; ROE, 2013; LIU; ADIE, 2013; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015).

Pela página inicial do *Altmetric Explorer*, obtêm-se informações sobre o total de menções, o total de publicações com atenção *on-line* e o total de publicações rastreadas, além da quantidade de menções por categoriais, entre: mídias sociais, políticas e patentes, notícias e *blogs*, outros tipos de fontes e fontes acadêmicas, como demonstrado pela Figura 17.

<sup>63</sup> *Application Programming Interfaces* é “[...] um conjunto de regras pelas quais um programa de *software* pode acessar os recursos de outro programa de *software*” (ANANNY, 2012, p. 630, tradução nossa). É uma técnica que torna a manutenção dos sistemas mais fáceis, confiáveis e menos caros. Permite ocultar e tornar inacessíveis dados ou detalhes de um sistema; planejar e criar novos sistemas que combinam diversas fontes de dados; reutilizar e refinar códigos de programação tornando-os menos suscetíveis a duplicação de trabalho, além de diversas outras funções (ANANNY, 2012).

**Figura 17 – Página inicial do *Altmetric Explorer***



Fonte: Digital Science & Research Solutions (2019a, *on-line*)

Ainda na página inicial do *Altmetric Explorer*, mostram-se as publicações mais mencionadas nas fontes, os periódicos, coleções, instituições e áreas de assuntos com maiores destaques *on-line*, os últimos destaques nos portais de notícias e as últimas menções das publicações pesquisadas, bem como a distribuição de atenção por regiões mundiais e a distribuição pela pontuação de atenção altmétrica. Sobre os dados recuperados, o *Altmetric Explorer* permite coletá-los e salvá-los, sendo possível que se faça o *download* no formato CSV, para que sejam importados em diferentes *softwares*, como os editores de planilhas (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015).

Para a coleta dos dados altmétricos, a busca avançada<sup>64</sup> na página inicial do *Altmetric Explorer* pode ser realizada de acordo com palavras-chave nos títulos ou resumos das publicações, por assuntos, pelo título do periódico ou da publicação, pelos identificadores únicos, por publicações em determinados intervalos de datas, pelas editoras e organizações e pelo tipo da publicação (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019a; NASCIMENTO; ODDONE, 2015); também segundo datas, periódicos, editores e plataformas das mídias sociais (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015); podendo combinar “[...] quaisquer dos campos entre si e o resultado pode ser salvo no espaço de trabalho do usuário para consulta atualizada a qualquer momento” (NASCIMENTO; ODDONE, 2015, p. 5).

Para este estudo, realiza-se a busca por meio da inserção dos identificadores únicos das publicações na pesquisa avançada do *Altmetric Explorer*, pela opção *Add Scholarly identifiers* (adicionar identificadores acadêmicos), que permite procurar por mais de um identificador ao mesmo tempo, com o limite de 25.000 identificadores por busca, entre eles

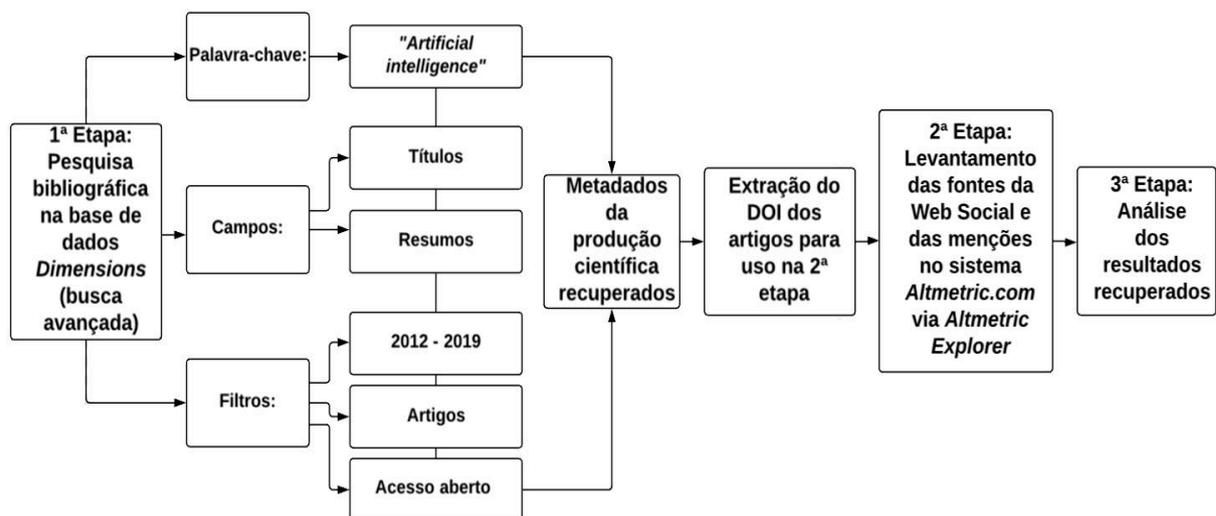
<sup>64</sup> Denominada *Advanced Search* no sistema *Altmetric.com*.

DOI, ISBN<sup>65</sup>, ID<sup>66</sup> do *PubMed*, ID de *arXiv*, URN<sup>67</sup> e URL<sup>68</sup> (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019).

## 5.4 Procedimentos metodológicos

A pesquisa teve seus procedimentos metodológicos divididos em três etapas, conforme Figura 18. A primeira etapa se refere à pesquisa bibliográfica dos metadados dos artigos científicos mundiais de acesso aberto sobre inteligência artificial, por meio da busca avançada na base de dados *Dimensions*. Na segunda, busca-se pelos dados alométricos no sistema *Altmetric.com*, via *Altmetric Explorer*. Na terceira etapa, ocorrem as análises dos resultados recuperados.

Figura 18 – Etapas e estratégias da busca



Fonte: Elaborada pela autora

Para a primeira etapa, optou-se pela busca avançada, por permitir melhor refinamento dos resultados recuperados, ao apresentar “[...] um número bem maior de opções, podendo o usuário limitar e especificar melhor a busca” (MACULAN; LIMA; PENIDO, 2011, p. 239). Nessa etapa, localizam-se dados sobre periódicos científicos, campos de pesquisa e citações, além do DOI dos artigos para uso na segunda etapa. Como estratégias de busca, optou-se pela palavra-chave em língua inglesa *artificial intelligence* correspondente à ‘inteligência artificial’, por se tratar de pesquisa internacional em uma base de dados que

<sup>65</sup> *International Standard Book Number*.

<sup>66</sup> Identificadores.

<sup>67</sup> *Uniform Resource Name* (Nome de Recurso Uniforme).

<sup>68</sup> *Uniform Resource Locator* (Localizador de Recurso Uniforme).

predomina esse idioma. Foram empregadas as duas aspas no termo por permitir a sua recuperação exata, assim objetiva “[...] obter documentos onde tais palavras aparecem exatamente nesta ordem” (BRANSKI, 2004, p. 75), eliminando documentos que as contenham em diferentes posições.

A pesquisa bibliográfica foi realizada nos campos de título e de resumo, por representarem os assuntos das publicações. Segundo Creswell (2010, p. 49), o título “[...] torna-se um sinalizador importante na pesquisa”, além de ser utilizado para comunicar a ideia central dos estudos, enquanto o resumo tem como função “[...] ser a ‘porta de entrada’ para o artigo, servir de orientação do leitor para o assunto, bem como para orientar a decisão sobre a leitura de um artigo” (COSTA; MOURA, 2013, p. 56). Para os filtros empregados, delimitou-se o recorte temporal por 2012 até 2019, período em que o sistema *Altmetric.com* está disponível virtualmente para o acesso pelos usuários. Apesar da sua estreia ter sido realizada em 2011 (ADIE; ROE, 2013), descartou-se esse ano por optar por pesquisas em anos completos.

O tipo de publicação escolhido foi de artigo, por ser o meio de disseminação de pesquisas mais escolhido pelos autores (MARICATO; LIMA, 2017; MEADOWS, 1999). Como último tipo de filtro, optou-se por publicações de acesso aberto, por possibilitarem “a disponibilização gratuita de material científico (o que inclui artigos, teses, dissertações, publicações em anais, etc.) para todos aqueles interessados em utilizá-lo” (GOMES; BENCHIMOL; BARROS, 2018, p. 144), além de uma “[...] disseminação ampla e irrestrita de resultados da pesquisa científica” (COSTA, 2006, p. 40).

Ainda na pesquisa bibliográfica, a ordenação dos resultados para a primeira etapa foi realizada pelo número de citações recebidas pelos itens recuperados, possibilitando que se classificassem os artigos científicos mais citados em concordância com o objetivo específico de analisar o impacto de citação dessa produção científica.

Para a segunda etapa, ordenaram-se os resultados pela pontuação de atenção altmétrica, ou seja, pelos artigos que apresentaram algum tipo de atenção nas fontes da Web Social, de acordo com o objetivo específico de verificar a visibilidade da produção científica sobre inteligência artificial nessas fontes. Assim, coletaram-se, em arquivo no formato XLSX do programa *Excel*, os metadados dos primeiros 5.000 artigos com maiores pontuações altmétricas, recuperados pela base de dados *Dimensions*. Com esses metadados, levantou-se o DOI de cada um dos artigos científicos para uso no *Altmetric Explorer*, dando prosseguimento à segunda etapa da pesquisa.

Esta etapa se configura na inserção da lista de todos os DOI no *Altmetric Explorer*, do sistema *Altmetric.com*, para o levantamento das menções que o universo da pesquisa obteve nas diferentes fontes da Web Social. Diferentemente da pesquisa bibliográfica na *Dimensions*, a busca nesse sistema é realizada apenas pelo uso do DOI como identificador único dos artigos. Essa inserção é feita na opção de pesquisa avançada disponibilizada pelo *Altmetric Explorer*, em que se utiliza a função *Add Scholarly Identifiers* para inserir os identificadores a serem buscados ao mesmo tempo (DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS, 2019a).

Cabe informar que tanto a busca bibliográfica na *Dimensions* quanto pelos dados altmétricos no *Altmetric Explorer* foram realizadas em janeiro de 2020. Por fim, a terceira etapa da pesquisa se caracteriza pela análise dos resultados de acordo com as categorias descritas na subseção 5.5.

## 5.5 Categorias de análise dos resultados

Os resultados serão analisados de acordo com categorias visando responder a sua questão de pesquisa e auxiliar na obtenção de seus objetivos. Costas e Bordons (2007) recomendam que se utilizem mais de um tipo de indicador combinado para obter uma ampla gama de informações sobre determinada produção científica. Nessa perspectiva, este estudo utiliza indicadores bibliométricos e altmétricos em complementaridade, a fim de analisar o desempenho acadêmico e social da produção científica sobre inteligência artificial.

As categorias foram estabelecidas de acordo com os tipos de fontes de informação recuperadas e com base nos dados coletados para a pesquisa. Sendo elas: artigos científicos, periódicos científicos, campos de pesquisa, dados de citações de autores e artigos, menções de publicações e fontes da Web Social.

Para o **desempenho acadêmico**, os indicadores tradicionais da bibliometria, entre eles os de citação, levantam dados sobre produção de autores, periódicos e artigos científicos, campos de pesquisa e o impacto acadêmico dessas publicações. A análise das citações permite levantar tanto o impacto de determinados autores quanto das fontes de informação, com dados sobre periódicos mais citados, tipos de publicação, idiomas e datas, entre diversos outros aspectos (VANZ; CAREGNATO, 2003). Dessa forma, para as categorias de artigos científicos, periódicos científicos, campos de pesquisa e dados de citações de autores e artigos, serão levantadas as seguintes informações:

- Artigos científicos

Para o objetivo específico de mapear a produção científica sobre inteligência artificial, estabeleceu-se a categoria de artigos científicos, que identifica e aponta características sobre a literatura em destaque. Analisam-se os indicadores de quantidade de publicações<sup>69</sup> anuais sobre a temática entre 2012 e 2019, os países e regiões, e as instituições de pesquisas que mais produzem sobre inteligência artificial.

- Periódicos científicos

Com o objetivo de identificar os periódicos científicos que mais publicam sobre o tema inteligência artificial, estes serão levantados e analisados, como forma de acompanhar o desempenho acadêmico dessa produção.

- Campos de pesquisa

Para apontar os campos de pesquisa que produzem sobre a temática, levantam-se aqueles que apresentam maiores quantidades de publicações. Cabe informar que as publicações não são exclusivas de cada campos, podendo ser incluídas em mais de um deles. Nessa categoria, o título dos campos de pesquisa e o agrupamento dos assuntos por cada um deles são definidos pela base de dados *Dimensions*, de acordo com o *Australian and New Zealand Standard Research Classification*<sup>70</sup>.

- Citação de autores e artigos científicos

Analisa-se, como objetivo específico, o impacto de citação de autores e de artigos científicos. Para o indicador de citações de autores, primeiramente, levantam-se aqueles que apresentam maiores quantidades de artigos científicos publicados durante os anos pesquisados, para, depois, levantar os que mais possuem citações em suas publicações. Assim, os resultados serão apresentados com informações sobre nomes, organizações de pesquisa e países de origem, quantidades de artigos publicados e de citações recebidas em outras publicações.

---

<sup>69</sup> Para as análises dos resultados da presente pesquisa, o termo 'publicações' também será utilizado para se referir aos artigos científicos recuperados.

<sup>70</sup> É um "instrumento de organização e representação do conhecimento construído para fins de elaboração de estatísticas nacionais", que compreende "uma classificação por campo de pesquisa, o que apresenta potencial relevante para investigar práticas e questões epistemológicas de organização de saberes e conhecimento em ciência e tecnologia" (SOUZA, 2012, p. 15).

O indicador de citações de artigos científicos possibilita que se analisem as publicações citadas por ano, a quantidade total de citações por ano e informações sobre os artigos científicos com maiores quantidades de citações, como autores e anos de publicação.

Para o **desempenho social**, utilizam-se indicadores alternativos da altmetria em complemento aos tradicionais, a fim de analisar o impacto social da literatura tratada, capturando por meio de sistemas e programas de computadores dados provenientes das variadas fontes da Web Social, que contabilizam os tipos de interações e a atenção que os artigos científicos obtiveram em ambiente virtual (COSTAS, ZAHEDI; WOUTERS, 2015; MARICATO; MARTINS, 2017; THELWALL; WILSON, 2015).

Dessa forma, para o objetivo específico de verificar a visibilidade da produção científica nas fontes da Web Social, obtêm-se dados altmétricos de menções dos artigos científicos pelo *Altmetric Explorer*. As categorias e as informações levantadas a partir delas serão:

- Menções de publicações

Serão levantados os indicadores altmétricos referentes às publicações que possuem visibilidade na Web Social, isto é, que apresentam algum tipo de interação *on-line*. Será apontada a quantidade total de menções, os periódicos científicos que mais recebem menções de seus artigos, os artigos científicos com maiores quantidades de menções e maiores pontuações de atenção altmétrica, apresentando os nomes dos autores, os anos de publicação e a quantidade de menções em cada fonte.

- Fontes da Web Social

Também serão levantados os tipos de fontes da Web Social que obtêm interações com a produção científica sobre IA e as quantidades de menções por cada tipo.

## 5.6 Limitações da pesquisa

Encontraram-se algumas limitações no decorrer desta pesquisa, algumas delas se referem a aspectos funcionais da base de dados *Dimensions* e do sistema *Altmetric.com*, enquanto outras são limitações gerais.

Sobre a *Dimensions*, a limitação encontrada se refere ao *download*, sob formato de arquivo em CSV ou XLSX, dos dados obtidos pela pesquisa bibliográfica. Ao permitir que se extraia o limite de 5.000 indicadores únicos dos artigos científicos por busca, limita o total de publicações a serem inseridas no *Altmetric Explorer* para a busca dos dados altmétricos,

como explicado na subseção 5.4. Contudo, é importante destacar que, apesar dessa limitação, os resultados da presente pesquisa não foram comprometidos, pois o total de artigos recuperados pela *Dimensions* que receberam atenção *on-line* foi menor que 5.000.

Para o sistema *Altmetric.com*, explicado na subseção 5.3.2, algumas das fontes da Web Social tiveram as coletas de seus dados suspensas, devido a alguns motivos, entre eles, a segurança das informações pessoais de seus usuários e a suspensão de seus serviços. São elas: *Pinterest*, *Google+*, *Sina Weibo* e *LinkedIn*. Apesar de o histórico de dados ainda poder ser acessado, buscas mais recentes não contabilizam os resultados dessas fontes, assim, não permitem verificar a atenção *on-line* recente da produção científica.

Para o gerenciador de referências *Mendeley*, a despeito de ter seus dados coletados pelo *Altmetric.com*, esse sistema não faz uma contagem geral do número da atenção *on-line* recebida, não contabilizando para a pontuação de atenção altmétrica disponibilizada (AMATH *et al.*, 2017). Dessa forma, o *Altmetric.com* fornece como resultados apenas a quantidade de leitores que salvaram os artigos recuperados, o que permite concluir somente quais artigos foram mais salvos no *Mendeley*.

A rede social *Facebook* também apresenta limitação quanto ao seu uso como fonte de atenção *on-line* de produções científicas, pois permite que se capturem apenas informações de páginas públicas, excluindo as páginas pessoais dos usuários que mencionaram, compartilharam e curtiram as publicações (DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017).

Outras limitações consideradas mais gerais tratam sobre a proibição de algumas redes sociais em determinados países, como exemplos o *Facebook* e o *Twitter* na China, Vietnã e Coreia do Norte. Esse fato gera maior impacto nos resultados das pesquisas que fornecem dados sobre os países que mais interagem com as produções científicas analisadas.

## 6 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como terceira etapa desta pesquisa, as análises dos resultados serão apresentadas de acordo com o objetivo geral de investigação do desempenho da produção científica sobre inteligência artificial, utilizando indicadores bibliométricos e altmétricos, e os objetivos específicos de mapear a produção científica sobre IA; identificar os periódicos científicos que mais publicam sobre o tema; apontar os campos de pesquisa que produzem sobre a temática; analisar o impacto de citação de autores e artigos científicos; e verificar a visibilidade da produção científica nas fontes da Web Social.

Como universo da pesquisa, foram recuperados metadados de **7.453** artigos científicos de acesso aberto sobre inteligência artificial, por meio de pesquisa bibliográfica na base de dados *Dimensions*, com finalidade de demonstrar o desempenho e impacto acadêmico e social dessa literatura.

### 6.1 Caracterização da produção científica sobre inteligência artificial

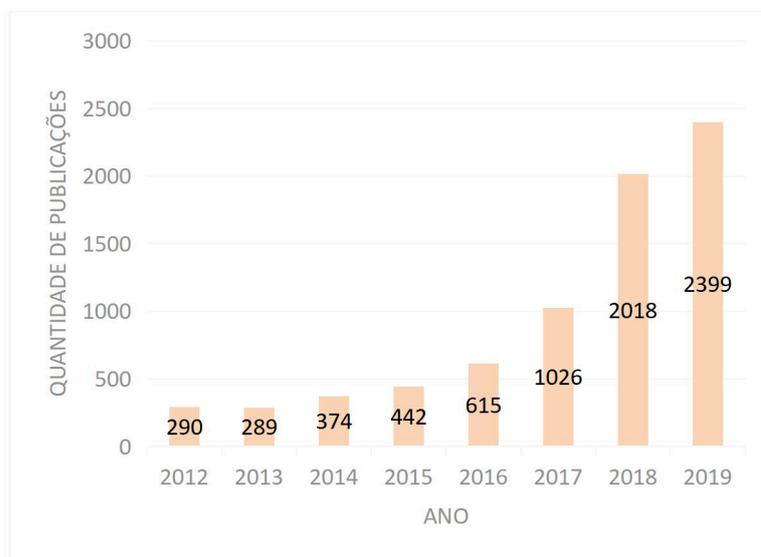
Como indicador de desempenho e impacto acadêmico, a bibliometria é considerada uma técnica quantitativa que permite o mapeamento de produções científicas e de campos do conhecimento, contabilizando e analisando a distribuição de periódicos e artigos científicos, assim como as citações de autores e de artigos (MUELLER; PASSOS, 2000). Faz também o levantamento e análise de quantidade de autores, instituições, países e de publicações em determinadas datas ou sobre determinados assuntos (GUEDES; BORSCHIVER, 2005; KOBASHI; SANTOS, 2008; SOLLA PRICE, 1976).

Para esta primeira etapa da pesquisa, foram recuperados metadados de 7.453 artigos científicos que permitiram averiguar aspectos quantitativos da produção científica sobre IA. Para o seu impacto acadêmico, a presente pesquisa se baseou em indicadores tradicionais de quantidade de publicações sobre o tema, de periódicos científicos, de campos de pesquisa e de dados de citações de autores e artigos científicos.

A fim de alcançar o objetivo específico de mapear a produção científica sobre inteligência artificial, são apresentados dados sobre a categoria de **artigos científicos**, como a quantidade de publicações anuais entre 2012 e 2019, os países, regiões e as organizações de pesquisas que apresentaram maiores quantidades de artigos publicados levantados pela *Dimensions*.

A distribuição das 7.453 publicações por ano indica que houve aumento significativo na quantidade de artigos científicos mundiais publicados, com grande aumento a partir de 2017, como apresentado pelo Gráfico 1.

**Gráfico 1 – Quantidade de publicações anuais de artigos científicos sobre inteligência artificial**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Os mesmos dados são demonstrados em porcentagem para melhor visualização da produtividade anual, conforme a Tabela 4. Infere-se que, do ano de 2016 até 2017, subiu cerca de 5,51% a quantidade de publicações, enquanto de 2017 até 2018 subiu 13,31%, aumentando ainda mais para o ano de 2019. Isso mostra que houve aumento crescente do interesse sobre o tema pelos autores e, conseqüentemente, um aumento de seu desempenho acadêmico.

**Tabela 4 – Porcentagem anual da quantidade de publicações de artigos científicos sobre inteligência artificial (%)**

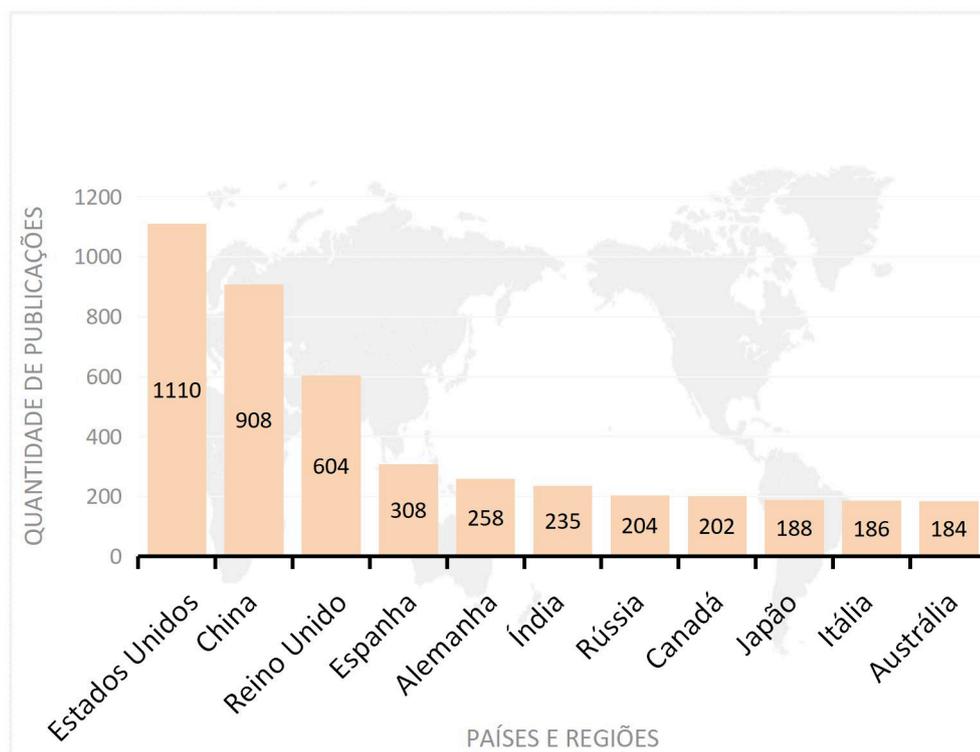
Ano	(%)
2012	3,89
2013	3,87
2014	5,01
2015	5,93
2016	8,25
2017	13,76
2018	27,07
2019	32,18
	<b>100</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Os resultados mostrados pelo Gráfico 1 e pela Tabela 4 corroboram com a pesquisa apresentada na subseção 4.2, realizada no *Google Trends* (2019), que também salienta o crescimento do seu interesse público a partir de 2017, com as pesquisas sobre IA sendo cada vez mais realizadas nos buscadores *on-line* da empresa *Google*. Esse aumento do interesse e do impacto causado também pode ser demonstrado pelos recentes estudos sobre o tema, que apontam o elevado progresso desse campo e suas áreas em diferentes níveis, como acadêmico, industrial, governamental e comercial (LAKE *et al.*, 2017; JORDAN, 2019; OVANESSOFF; PLASTINO, 2017; PAN, 2016; RUSSELL; DEWEY; TEGMARK, 2015; WEST, 2015).

Ainda ao mapear essa produção científica, a pesquisa averiguou os países e regiões mais produtivos em artigos científicos. Os onze países e regiões que obtiveram as maiores quantidades de publicações sobre o tema são apresentados no Gráfico 2.

**Gráfico 2 – Países e regiões que mais publicam sobre inteligência artificial**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Os Estados Unidos lideram a lista com 1.110 publicações, seguidos pela China com 908 e pela região do Reino Unido, que fazem parte os países Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte, com 604 publicações de artigos científicos.

Ainda de acordo com a categoria de artigos científicos, foram levantados as instituições de pesquisas que obtiveram maiores quantidades de publicações sobre o tema, com base nos 7.453 artigos científicos. Devido ao grande número recuperado, são apresentadas, na Tabela 5, as 34 que possuem mais de 20 publicações de artigos entre 2012 e 2019.

**Tabela 5 – Instituições de pesquisas que mais publicaram sobre inteligência artificial**

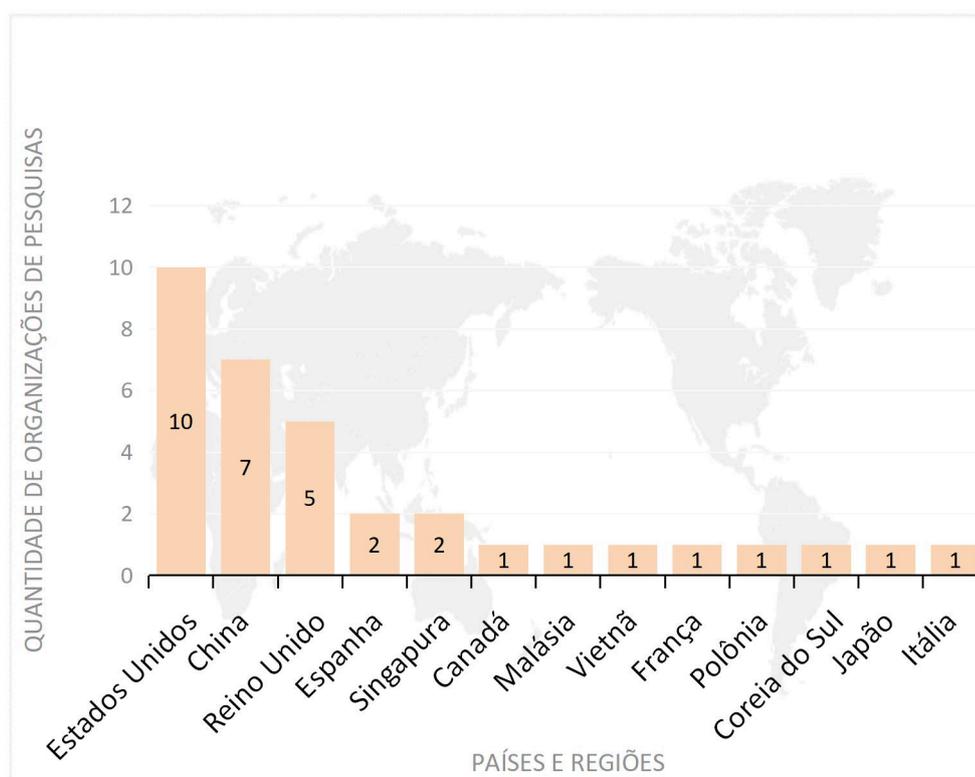
#	Instituições de pesquisas	Países e regiões	Quantidade de publicações
1	<i>University College London</i>	Reino Unido	56
2	<i>Harvard University</i>	Estados Unidos	53
3	<i>University of Oxford</i>	Reino Unido	50
4	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>	Estados Unidos	44
5	<i>Stanford University</i>	Estados Unidos	39
6	<i>Tsinghua University</i>	China	37
7	<i>Imperial College London</i>	Reino Unido	35
8	<i>Zhejiang University</i>	China	32
9	<i>Huazhong University of Science and Technology</i>	China	31
10	<i>University of Cambridge</i>	Reino Unido	31
11	<i>Nanyang Technological University</i>	Singapura	28
12	<i>National University of Singapore</i>	Singapura	27
13	<i>University of Toronto</i>	Canadá	26
14	<i>Johns Hopkins University</i>	Estados Unidos	26
15	<i>University of Chinese Academy of Sciences</i>	China	26
16	<i>University of Technology Malaysia</i>	Malásia	26
17	<i>University of Michigan</i>	Estados Unidos	25
18	<i>Duy Tan University</i>	Vietnã	25
19	<i>Technical University of Madrid</i>	Espanha	25
20	<i>Hong Kong Polytechnic University</i>	China	24
21	<i>Columbia University</i>	Estados Unidos	24
22	<i>Beihang University</i>	China	24
23	<i>University of Pennsylvania</i>	Estados Unidos	23
24	<i>French National Centre for Scientific Research</i>	França	23
25	<i>University of California, Berkeley</i>	Estados Unidos	23
26	<i>Polytechnic University of Valencia</i>	Espanha	22
27	<i>AGH University of Science and Technology</i>	Polônia	21
28	<i>Yonsei University</i>	Coreia do Sul	20
29	<i>Shanghai Jiao Tong University</i>	China	20
30	<i>University of Tokyo</i>	Japão	20
31	<i>Massachusetts General Hospital</i>	Estados Unidos	20
32	<i>University of Southern California</i>	Estados Unidos	20
33	<i>University of Edinburgh</i>	Reino Unido	20
34	<i>Sapienza University of Rome</i>	Itália	20

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

As três primeiras obtiveram mais de 50 artigos científicos publicados sobre o tema tratado, sendo elas: *University College London*, *Harvard University* e *University of Oxford*, enquanto, para o restante, apenas uma apresentou mais de 40 publicações, com a grande maioria obtendo entre 20 e 26 artigos publicados.

Com os dados dessa tabela, foram levantados os países e regiões que as instituições de pesquisas são originárias. O Gráfico 3 permite observar uma variação entre eles em comparação com os mostrados pelo Gráfico 2. Singapura, Vietnã e Coreia do Sul aparecem nesses resultados e corroboram com a pesquisa recuperada pelo *Google Trends* (2019), aparecendo também entre os primeiros lugares que mais realizaram buscas *on-line* sobre inteligência artificial até a data pesquisada, bem como a China que aparece nos dois gráficos como um dos principais países em produtividade e interesse sobre IA.

**Gráfico 3 – Países e regiões das instituições de pesquisas**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Portanto, a pesquisa identificou os países e regiões que demonstraram maior desempenho acadêmico sobre inteligência artificial, tanto em quantidade de publicações dos artigos científicos, quanto em quantidade de instituições de pesquisas preocupadas com os estudos acadêmicos e científicos desse campo, como Estados Unidos, China, Reino Unido, Espanha, Canadá, Japão e Itália, oriundos de diferentes continentes.

Para o objetivo específico de identificar os **periódicos científicos** que mais publicam sobre o tema inteligência artificial, a pesquisa bibliográfica na *Dimensions* recuperou os títulos dos periódicos que apresentaram maiores quantidades de publicações dos 7.453 artigos

científicos. Para a Tabela 6, seu corte foi feito por aqueles que possuem mais de 20 publicações, também devido ao alto número de itens recuperados, contabilizando 29 periódicos científicos.

**Tabela 6 – Periódicos científicos que mais publicam sobre inteligência artificial**

#	Periódicos científicos	Quantidade de publicações
1	<i>IEEE Access</i>	276
2	<i>Journal of Physics Conference Series</i>	190
3	<i>Procedia Computer Science</i>	166
4	<i>IOP Conference Series Materials Science and Engineering</i>	165
5	<i>AI Magazine</i>	113
6	<i>Sensors</i>	97
7	<i>MATEC Web of Conferences</i>	74
8	<i>Scientific Reports</i>	70
9	<i>Nature</i>	64
10	<i>Sustainability</i>	62
11	<i>Applied Sciences</i>	58
12	<i>Energies</i>	55
13	<i>PLoS ONE</i>	53
14	<i>International Journal of Engineering and Technology</i>	52
15	<i>IOP Conference Series Earth and Environmental Science</i>	43
16	<i>International Journal of Computer Applications</i>	41
17	<i>Procedia Engineering</i>	40
18	<i>Procedia CIRP</i>	35
19	<i>Mathematical Problems in Engineering</i>	33
20	<i>Journal of Medical Internet Research</i>	29
21	<i>Artificial Intelligence</i>	28
22	<i>ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i>	26
23	<i>Journal of Artificial Intelligence Research</i>	24
24	<i>Information</i>	24
25	<i>Procedia - Social and Behavioral Sciences</i>	22
26	<i>Communications of the ACM</i>	22
27	<i>Expert Systems with Applications</i>	21
28	<i>Nature Communications</i>	20
29	<i>Water</i>	20

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

A maior quantidade de publicações, 276 artigos, pertence ao *IEEE Access*, periódico de acesso aberto do *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, seguido com um grande salto pelo *Journal of Physics Conference Series* com 190 publicações, e *Procedia Computer Science* com 166 artigos científicos publicados. Infere-se a preferência dos autores para a disseminação de suas pesquisas em periódicos voltados para as áreas de engenharia, ciência da computação e inteligência artificial. Mas também aparecem periódicos dos campos da saúde, ciências naturais e ciências sociais como os mais produtivos sobre o tema, o que demonstra ainda mais a interdisciplinaridade do campo da inteligência artificial, conforme pautado por Russell e Norvig (2013) e Sarlet e Molinaro (2017).

Apesar do periódico *AI Magazine* estar em quinto colocado com 113 publicações de artigos, chama atenção que aqueles que apresentam em seu título a expressão 'inteligência artificial' não ocupam as primeiras posições, assim *Artificial Intelligence* e *Journal of Artificial Intelligence Research* são os 21º e 23º colocados, com apenas 28 e 24 publicações cada.

Em conformidade com o objetivo específico de apontar os **campos de pesquisa** que produzem sobre a temática, foram levantados e expostos na Tabela 7, os 30 primeiros, não mutuamente exclusivos, que apresentaram maiores quantidades de publicações, conforme denominados e recuperados pela *Dimensions*. Delimitaram-se pelos que obtiveram mais de 100 publicações de artigos, devido à grande quantidade recuperada.

**Tabela 7 – Campos de pesquisa que mais produzem sobre inteligência artificial**

#	Campos de pesquisa	Quantidade de publicações
1	Ciência da Informação e Computação	3.869
2	Inteligência Artificial e Processamento de Imagem	3.556
3	Ciências Médicas e da Saúde	835
4	Engenharia	814
5	Sistemas de Informação	583
6	Psicologia e Ciências Cognitivas	472
7	Ciências Matemáticas	313
8	Psicologia	292
9	Engenharia Elétrica e Eletrônica	272
10	Ciências Físicas	249
11	Ciências Cognitivas	246
12	Saúde Pública e Serviços de Saúde	237
13	Ciências Clínicas	235
14	Ciências Biológicas	221
15	Ciências Químicas	189
16	Comércio, Gestão, Turismo e Serviços	182
17	Teoria da Computação e Matemática	155
18	Tecnologia	150
19	Filosofia e Estudos Religiosos	148
20	Educação	141
21	<i>Software</i> de Computador	131
22	Filosofia	131
23	Neurociências	121
24	Estudos Especializados em Educação	121
25	Negócios e Administração	118
26	Estatística	113
27	Ambiente e <i>Design</i> Construídos	108
28	Oncologia e Carcinogênese	103
29	Língua, Comunicação e Cultura	102
30	Bioquímica e Biologia Celular	100

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Conclui-se, por esses dados, que 'Ciência da Informação e Computação' e 'Inteligência Artificial e Processamento de Imagens' demonstraram grande discrepância na quantidade de publicações comparado com o restante, obtendo maior desempenho acadêmico e

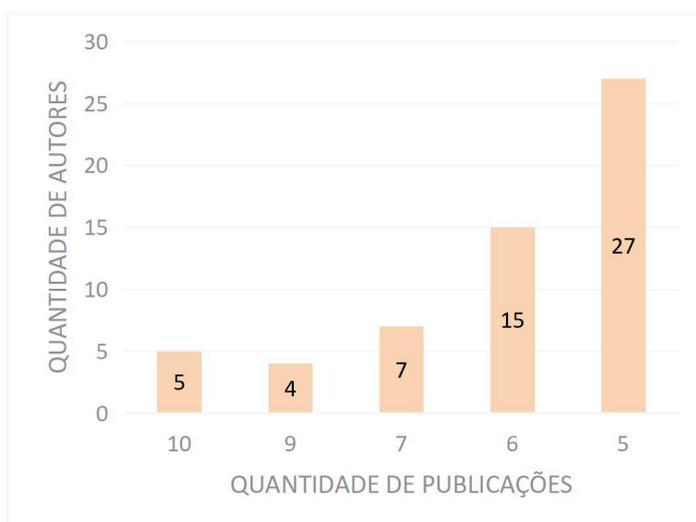
interesse sobre inteligência artificial por meio dos artigos científicos publicados, com 3.869 e 3.556 respectivamente; o que pode ser explicado pelo fato de ser os campos com maiores afinidades com o tema tratado. São seguidos pelos campos 'Ciências Médicas e da Saúde' e 'Engenharia' com 835 e 814 cada, o que também confirma a interdisciplinaridade da IA e suas diversas áreas de aplicações, exemplificadas por Frey e Osborne (2013), Russell, Dewey e Tegmark (2015), West (2015), Pan (2016), Sarlet e Molinaro (2017), Ovanessooff e Plastino (2017) e Jordan (2019).

### 6.3 Análise do impacto acadêmico: indicadores tradicionais de citação

Os indicadores tradicionais de citação permitem demonstrar o impacto acadêmico obtido pelas literaturas dentro das comunidades científicas, como o impacto de pesquisadores, de campos e campos de pesquisa, de universidades e instituições de pesquisas e de países, sendo considerado um dos principais indicadores bibliométricos (FREITAS; ROSAS; MIGUEL, 2017; GRÁCIO; OLIVEIRA, 2012; MARICATO; MARTINS, 2017).

Para a análise do impacto acadêmico de **citação dos autores**, foram levantados os que apresentaram quantidades de publicações maiores que cinco artigos, pelo fato de que a maior quantidade que um único autor publicou até o corte temporal da pesquisa foi de dez artigos. Assim, antes de apresentar o impacto de citação dos autores, mostra-se importante salientar a quantidade de autores por quantidade de publicações, conforme Gráfico 4.

**Gráfico 4 – Quantidade de autores por quantidade de publicações**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Percebe-se que um pequeno número de autores, cinco deles, apresentou dez publicações de artigos científicos sobre IA, com a grande maioria apresentando cinco publicações.

Levantou-se o nome de cada um dos autores, sua organização de pesquisa, país de origem, quantidade de publicações e de citações. Para a análise dos próximos resultados, apresentam-se os cinco primeiros colocados em quantidade de citações.

**Tabela 8 – Indicador de citações para autores**

#	Autores	Centro de pesquisas/país ou região	Quantidade de publicações de artigos	Quantidade de citações
1	Demis Hassabis	<i>DeepMind</i> , Reino Unido	5	2.759
2	Chintan Parmar	<i>Dana-Farber Cancer Institute</i> , Estados Unidos	5	469
3	Hugo J W L Aerts	<i>Dana-Farber Cancer Institute</i> , Estados Unidos	7	423
4	Min Chen	<i>Huazhong University of Science and Technology</i> , China	6	336
5	Hans-Jürgen Briegel	<i>University of Konstanz</i> , Alemanha	10	300

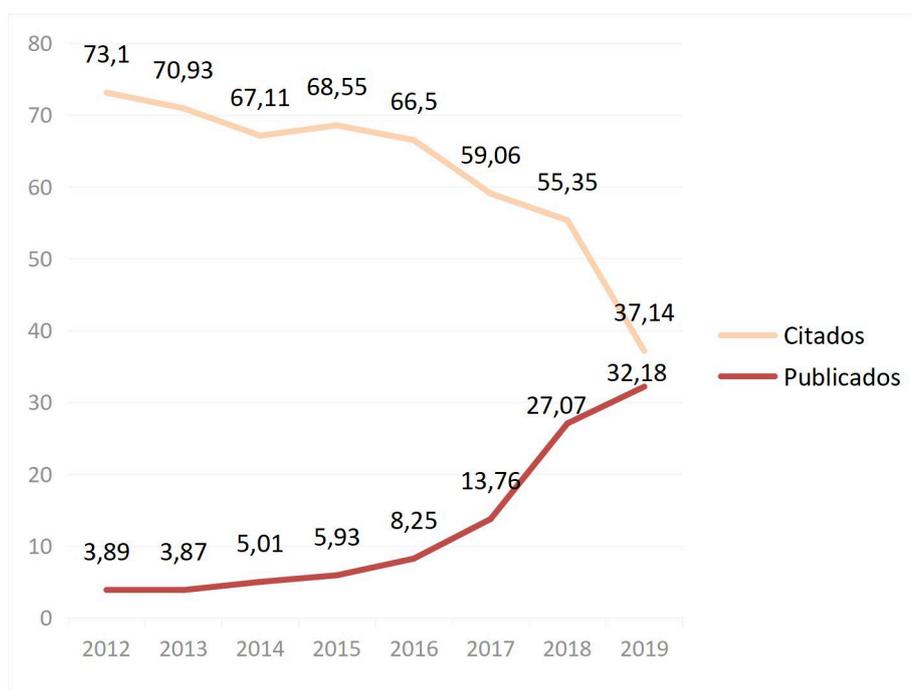
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Nota: A Tabela 8 completa com os 58 autores levantados pode ser vista no Apêndice A.

Percebe-se que o autor que recebeu mais citações e obteve o maior impacto acadêmico dentro desse universo foi Demis Hassabis, do Reino Unido, com um total de 2.759 citações, enquanto o próximo na lista obteve 469 citações, e o terceiro, 423. Chama atenção o fato de o primeiro e o segundo colocado possuírem apenas cinco publicações até o momento da realização da pesquisa, enquanto o quinto colocado apresenta dez artigos publicados e 300 citações. Conforme os países de origem, percebe-se que esses autores confirmam a liderança dos Estados Unidos, China, Reino Unido e Alemanha entre os mais produtores sobre inteligência artificial.

Para o desempenho acadêmico de citação dos **artigos científicos** sobre o tema em análise, do total de 7.453 recuperados, 3.994 obtiveram uma ou mais citações, sendo 53,58% do universo. Sua cobertura de citações e seu impacto acadêmico podem ser considerados moderados, com um pouco mais da metade sendo citados em outras publicações.

Com base nos anos de publicação, o Gráfico 5 permite que se visualize a porcentagem dos artigos científicos publicados sobre IA em contraste com a porcentagem de artigos citados.

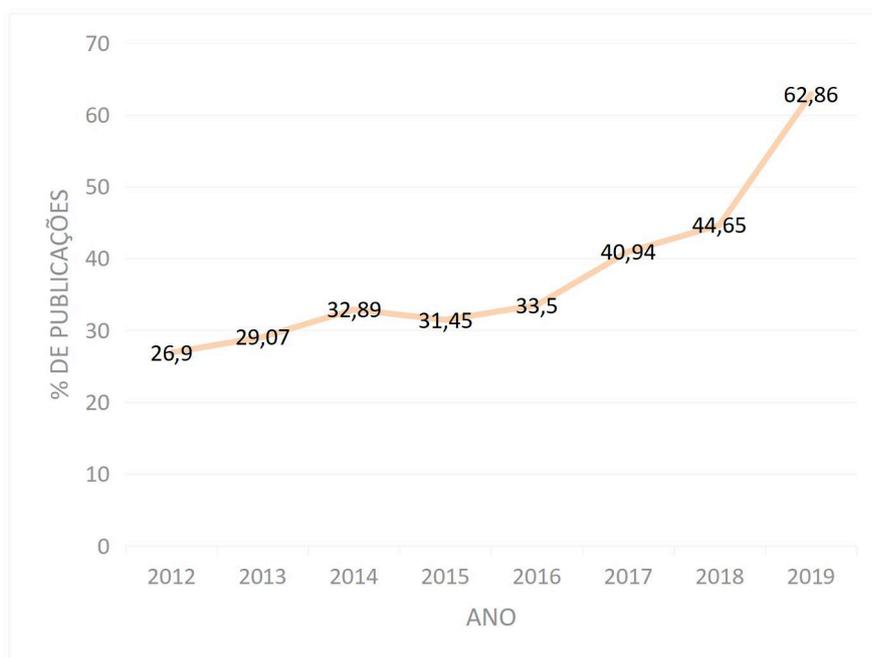
**Gráfico 5 – Porcentagem de artigos científicos publicados e citados (por ano) (%)**

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Esses dados são condizentes com os motivos das críticas realizadas pelos autores da área dos estudos métricos da informação quanto ao indicador de citação e da verificação de seu real impacto, entre elas, de que o seu acúmulo pode demorar anos para acontecer, conforme Priem e outros (2010), Priem, Piwowar e Hemminger (2012), Lin e Fenner (2013), Gouveia (2013) e Thelwall e Wilson (2015).

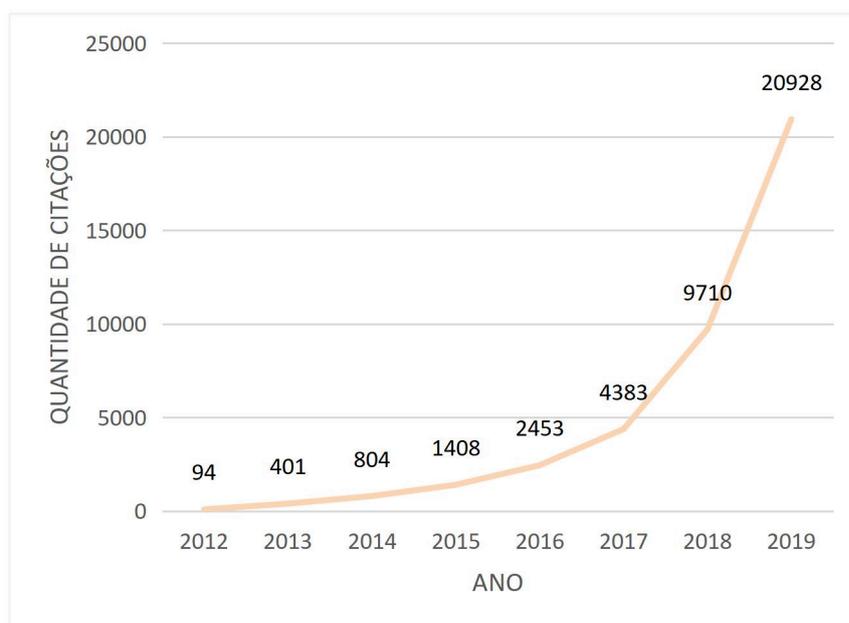
Lin e Fenner (2013) salientam que as citações podem atrasar de dois a cinco anos para que ocorra seu acúmulo e suas possíveis análises, exemplificado pelos resultados desta pesquisa de que a maior proporção de artigos citados em consonância com a proporção de artigos publicados durante o mesmo ano ocorreu em 2012, com diminuição a cada ano, sendo a menor porcentagem no ano de 2019, que obteve a maior quantidade de artigos publicados.

Outra forma de mostrar a demora no acúmulo das citações é por meio do total de publicações que não receberam citações. Nesse contexto, são 3.459 artigos científicos (46,41% do total). Em concordância com o Gráfico 5, o Gráfico 6 apresenta a porcentagem dos artigos que não receberam nenhuma citação. Demonstra-se que o ano de 2012 obteve a menor proporção, enquanto o ano de 2019 obteve a maior.

**Gráfico 6 – Porcentagem de publicações que não receberam citações (por ano) (%)**

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

No que se refere ao total de citações dos artigos mundiais sobre inteligência artificial, o Gráfico 7 apresenta a quantidade total de citações por ano, de 2012 até 2019, sendo seu total geral de 40.181 citações.

**Gráfico 7 – Quantidade de citações por ano**

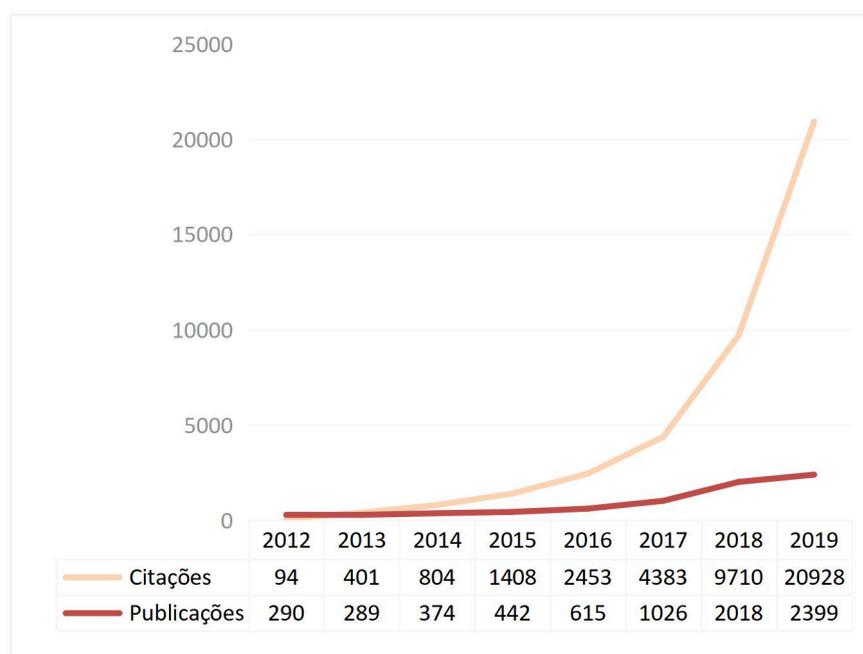
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Depreende-se que, no ano de 2012, foi realizada a menor quantidade de citações do universo da pesquisa, apenas 94, também justificada pelo fato de que nesse ano somente 290 artigos foram publicados, com grande diferença para os anos posteriores, conforme Gráfico 1, no início desta subseção.

Com crescimento ao longo dos anos cada vez maior, também como consequência do aumento da produção científica sobre o tema, percebe-se que o número de citações subiu consideravelmente a partir de 2017, confirmando o aumento do interesse sobre o tema a contar dessas datas, bem como pela pesquisa no *Google Trends* (2019) que mostra o aumento do interesse de acordo com as buscas por esse termo nos buscadores da empresa *Google* na internet.

O Gráfico 8 faz a correlação entre a quantidade de artigos científicos publicados e a quantidade de citações recebidas por ano.

**Gráfico 8 – Correlação entre quantidade de artigos científicos publicados e de citações**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Conclui-se que o impacto acadêmico da produção científica sobre inteligência artificial tem aumentado tanto em termos de publicações por ano, quanto de citações, o que permite prever ainda mais o crescimento desse campo, conforme estudos de Leitão e outros (2016), Pan (2016) e Jordan (2019).

Também com a finalidade de verificar o impacto acadêmico dos artigos científicos sobre inteligência artificial, apresentam-se, na Tabela 9, os dados sobre os artigos que obtiveram maiores quantidades de citações, bem como os seus autores e os anos de publicação. O recorte foi realizado pelos quinze primeiros colocados, por ter sido recuperado um grande número de artigos com citações.

**Tabela 9 – Indicadores de citação para artigos científicos**

#	Artigos	Autores	Ano	Quantidade de citações
1	<i>Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search</i>	David Silver <i>et al.</i>	2016	2.541
2	<i>Mastering the game of Go without human knowledge</i>	David Silver <i>et al.</i>	2017	904
3	<i>A Survey on Ambient Intelligence in Healthcare</i>	Giovanni Acampora <i>et al.</i>	2013	323
4	<i>Probabilistic machine learning and artificial intelligence</i>	Zoubin Ghahramani	2015	307
5	<i>Efficient Processing of Deep Neural Networks: A Tutorial and Survey</i>	Vivienne Sze <i>et al.</i>	2017	288
6	<i>Big Data in Smart Farming – A review</i>	Sjaak Wolfert <i>et al.</i>	2017	271
7	<i>Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype</i>	Joost J M van Griethuysen <i>et al.</i>	2017	260
8	<i>Deep Learning for Health Informatics</i>	Daniele Ravi	2017	258
9	<i>Artificial neural networks in medical diagnosis</i>	Filippo Amato <i>et al.</i>	2013	253
10	<i>Recent Progress in Electronic Skin</i>	Xiandi Wang <i>et al.</i>	2015	248
11	<i>Building machines that learn and think like people</i>	Brenden M. Lake <i>et al.</i>	2017	233
12	<i>Putting the 'smarts' into the smart grid: a grand challenge for artificial intelligence</i>	Sarvapali D. Ramchurn <i>et al.</i>	2012	227
13	<i>Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease</i>	Jeffrey De Fauw <i>et al.</i>	2018	219
14	<i>Brain Intelligence: Go beyond Artificial Intelligence</i>	Huimin Lu <i>et al.</i>	2018	219
15	<i>Flexible suspended gate organic thin-film transistors for ultra-sensitive pressure detection</i>	Yaping Zang <i>et al.</i>	2015	218

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Assim como os autores, os artigos científicos também mostraram uma grande discrepância entre o primeiro e segundo colocado. O primeiro *Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search* de David Silver e outros (2016) apresentou 2.541 citações, enquanto o segundo, *Mastering the game of Go without human knowledge* de David Silver e

outros (2017), apresentou 904 citações. Pelos dados alcançados sobre esses dois artigos, percebe-se que tratam sobre o mesmo tema, sendo alguns de seus autores os mesmos, como o autor principal David Silver.

Nota-se, pela distribuição por ano de publicação desses artigos científicos, que a grande maioria, seis deles, são publicações de 2017, mesmo ano que apresentou crescimento do interesse sobre inteligência artificial, já mostrado por este estudo.

### **6.3 Análise do impacto social: indicadores alternativos de atenção *on-line***

Para o desempenho e impacto social da produção científica sobre inteligência artificial, com base nas **menções**, verificou-se a sua visibilidade nas **fontes da Web Social**, como objetivo específico. A presente pesquisa utilizou indicadores alternativos para as análises desses resultados, com intuito de complementar os indicadores tradicionais, uma vez que os indicadores alternativos abrangem aspectos da literatura que os indicadores tradicionais não alcançam, como o impacto social, tendo as interações interpessoais em destaque (CARAN, 2015; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; HAUSTEIN *et al.*, 2014; PACHECO *et al.*, 2018; PETERS *et al.*, 2016).

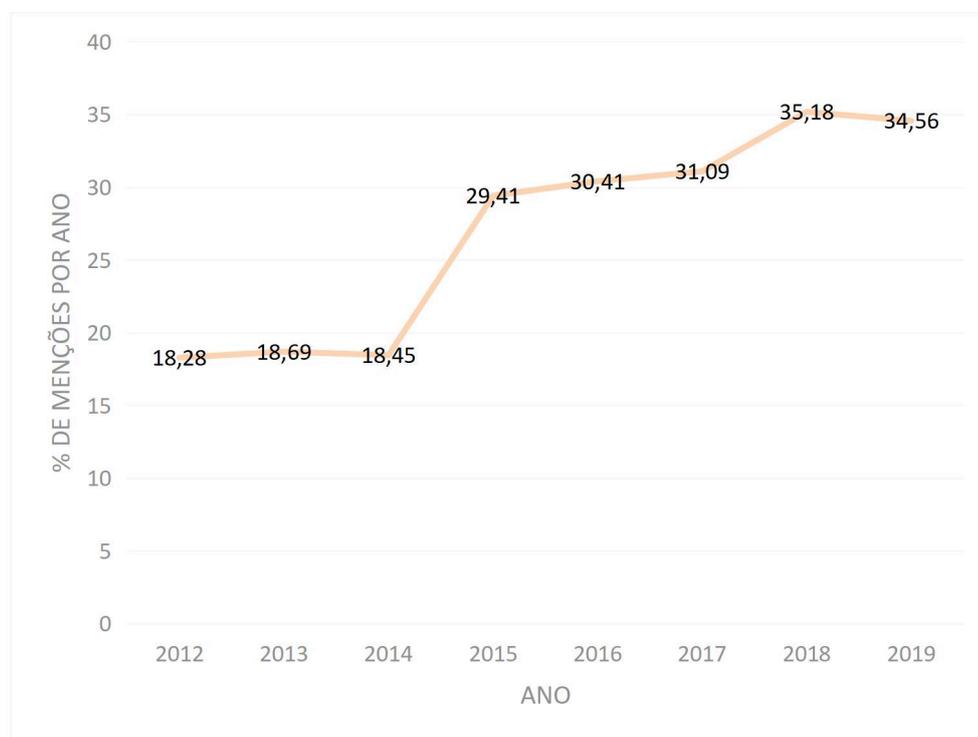
Os indicadores alternativos também permitem a análise de um público mais amplo e não apenas aquele voltado à academia (ARAÚJO; FURNIVAL, 2016; COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017; HAUSTEIN *et al.*, 2014). Permite perceber a visibilidade e atenção *on-line* da literatura, com base na repercussão que ela alcançou na Web Social, pelas menções, curtidas e compartilhamentos em suas fontes.

Para esta etapa, a pesquisa bibliográfica na *Dimensions* foi ordenada conforme os dados altmétricos, obtendo os 5.000 DOI dos artigos que apresentaram algum tipo de atenção *on-line* para serem transferidos para o *Altmetric Explorer*, conforme explicado na subseção 5.4. Cabe ressaltar que a coleta da quantidade limitada desses DOI não comprometeu o resultado final da pesquisa, pois o total de itens com dados altmétricos foi menor que 5.000 artigos.

Dessa forma, do total de 7.453 artigos científicos mundiais sobre IA, cerca de 2.411 (32,34%) publicações apresentaram algum tipo de interação *on-line*, como menções, postagens, compartilhamentos, curtidas, entre outros, apresentando uma baixa cobertura de dados altmétricos e de seu desempenho social. O total geral de menções foi de 120.746 até o momento da pesquisa no *Altmetric Explorer*, realizada no início de janeiro de 2020.

Apresenta-se, no Gráfico 9, o total de menções nas muitas fontes da Web Social em porcentagem por ano.

**Gráfico 9 – Total de menções por ano (%)**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Esses resultados possibilitam que se firmem as posições de autores como Barros (2015), Nascimento e Oddone (2015), Thelwall e Wilson (2015) e Araújo e Furnival (2016), de que os dados altmétricos são acumulados com maior velocidade, ao contrário das citações. Bem como se acumulam logo após as publicações dos artigos científicos, sendo uma grande vantagem desse tipo de indicador.

Portanto, o Gráfico 9 confirma que as publicações de 2015 até 2019 obtiveram maiores proporções de menções do que dos anos anteriores. O que também pode ser validado pelo aumento do interesse público sobre essa temática no decorrer desses anos, como mostra o levantamento de pesquisas na internet realizada pelo *Google Trends* (2019). Averigua-se que, a partir de 2015, a proporção das menções obteve elevado aumento, mantendo-se até 2017, com crescimento em 2018 e 2019.

Também para verificar o desempenho social dessa literatura, são apresentados, na Tabela 10, os títulos dos periódicos científicos com maiores quantidades de menções na Web

Social. Por ter sido recuperado um alto número de periódicos científicos no *Altmetric Explorer*, cerca de 1.048, optou-se por estabelecer os quinze primeiros colocados em quantidade de menções de suas publicações.

**Tabela 10 – Indicador altmétrico de periódico científico**

#	Periódico científico	Quantidade de publicações mencionadas	Quantidades de menções nas fontes da Web Social
1	<i>Nature</i>	64	43.515
2	<i>Science</i>	9	8.899
3	<i>npj Digital Medicine</i>	16	2.690
4	<i>Nature Medicine</i>	1	2.326
5	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>	13	2.241
6	<i>Artificial Intelligence</i>	16	2.049
7	<i>Scientific Reports</i>	56	1.929
8	<i>Trends in Cognitive Sciences</i>	3	1.640
9	<i>Nature Communications</i>	18	1.375
10	<i>Health and Technology</i>	2	1.287
11	<i>PLoS ONE</i>	40	1.276
12	<i>Frontiers in Robotics and AI</i>	8	1.145
13	<i>IEEE Signal Processing Magazine</i>	1	1.010
14	<i>Journal of Medical Internet Research</i>	28	951
15	<i>Psychological Science in the Public Interest</i>	1	939

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Infere-se que o periódico científico com a maior quantidade de menções de seus artigos também é o que apresentou o maior número de publicações, em seus 64 artigos científicos publicados, o periódico *Nature* contabilizou 43.515 menções nas muitas fontes da Web Social. Esses dados também permitem confirmar a interdisciplinaridade do campo da inteligência artificial, ao passo que mostra os diferentes campos de pesquisas de interesse, como saúde e medicina, ciências cognitivas, ciências da natureza, psicologia, entre muitos outros.

Ainda na Tabela 10, alguns de seus resultados chamam a atenção, como poucas publicações terem recebido muitas menções, por exemplo os periódicos *Nature Medicine*, *IEEE Signal Processing Magazine* e *Psychological Science in the Public Interest*, que apresentaram apenas um artigo científico publicado sobre o tema, recebendo 2.326, 1.010 e 939 menções respectivamente.

Para a pesquisa, foram levantados os artigos científicos com maior visibilidade e impacto nas fontes da Web Social. Na Tabela 11, são apresentados os artigos científicos mais mencionados, seus autores, ano de publicação e a quantidade de menções nas devidas

fontes. Como corte, optou-se por apresentar apenas os quinze primeiros colocados, por ter sido recuperado um número elevado de artigos, isto é, 2.411.

**Tabela 11 – Indicador altmétrico de artigo científico**

#	Artigos	Autores	Ano	Quantidade de menções
1	<i>The Moral Machine experiment</i>	Edmond Awad <i>et al.</i>	2018	3.633
2	<i>AI can be sexist and racist - it's time to make it fair</i>	James Zou, Londa Schiebinger	2018	2.720
3	<i>Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search</i>	David Silver <i>et al.</i>	2016	2.442
4	<i>Superhuman AI for heads-up no-limit poker: Libratus beats top professionals</i>	Noam Brown, Tuomas Sandholm	2017	2.331
5	<i>Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease</i>	Jeffrey De Fauw <i>et al.</i>	2018	2.326
6	<i>Deep learning for biology</i>	Sarah Webb	2018	2.212
7	<i>Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases</i>	Aylin Caliskan, Joanna J. Bryson, Arvind Narayanan	2017	2.121
8	<i>Artificial cognition for social human-robot interaction: An implementation</i>	Séverin Lemaignan <i>et al.</i>	2017	1.946
9	<i>There is a blind spot in AI research</i>	Kate Crawford, Ryan Calo	2016	1.893
10	<i>Mastering the game of Go without human knowledge</i>	David Silver	2017	1.828
11	<i>Can we open the black box of AI?</i>	Davide Castelvecchi	2016	1.534
12	<i>DeepStack: Expert-level artificial intelligence in heads-up no-limit poker</i>	Matej Moravčík <i>et al.</i>	2017	1.508
13	<i>Reinforcement Learning, Fast and Slow</i>	Matthew Botvinick <i>et al.</i>	2019	1.423
14	<i>Machine ethics: The robot's dilemma</i>	Boer Deng	2015	1.391
15	<i>Robotics: Ethics of artificial intelligence</i>	Stuart Russell	2015	1.351

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Por essa tabela, depreende-se que a publicação sobre inteligência artificial que obteve a maior quantidade de menções e demonstrou o maior impacto social até o momento da pesquisa foi *The Moral Machine experiment* de Edmond Awad e outros (2018), com 3.633 menções. Este obteve grande diferença para o segundo colocado, *AI can be sexist and racist - it's time to make it fair* de James Zou e Londa Schiebinger (2018), com 2.720 menções.

Percebe-se que a grande maioria são artigos científicos publicados nos anos de 2017, 2018 e 2019, constatando o fato de que os dados altmétricos têm maior probabilidade de serem

acumulados logo após a publicação das pesquisas (ARAÚJO; FURNIVAL, 2016; BARROS, 2015; NASCIMENTO; ODDONE, 2015) e também pelo crescimento do interesse acadêmico e social sobre IA nesses mesmos anos.

Na Tabela 12, são mostrados os quinze artigos com maiores pontuações de atenção alométrica, isto é, o indicador da pontuação ponderada da atenção recebida *on-line* pelas publicações, fornecido pelo sistema *Altmetric.com*. Inclui menções nas diferentes fontes da Web Social, como documentos de políticas públicas, referências na Wikipédia, principais notícias, redes sociais, *blogs*, entre outras.

**Tabela 12 – Indicador de pontuação de atenção alométrica**

#	Artigos	Autores	Ano	Pontuação de atenção alométrica
1	<i>The Moral Machine experiment</i>	Edmond Awad <i>et al.</i>	2018	3.331
2	<i>Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search</i>	David Silver <i>et al.</i>	2016	3.136
3	<i>Mastering the game of Go without human knowledge</i>	David Silver <i>et al.</i>	2017	2.591
4	<i>Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases</i>	Aylin Caliskan, Joanna J. Bryson, Arvind Narayanan	2017	2.096
5	<i>Superhuman AI for multiplayer poker</i>	Noam Brown, Tuomas Sandholm	2019	2.072
6	<i>Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease</i>	Jeffrey De Fauw <i>et al.</i>	2018	2.011
7	<i>AI can be sexist and racist - it's time to make it fair</i>	James Zou, Londa Schiebinger	2018	1.870
8	<i>DeepStack: Expert-level artificial intelligence in heads-up no-limit poker</i>	Matej Moravčík <i>et al.</i>	2017	1.547
9	<i>There is a blind spot in AI research</i>	Kate Crawford, Ryan Calo	2016	1.403
10	<i>Deep learning for biology</i>	Sarah Webb	2018	1.317
11	<i>Can we open the black box of AI?</i>	Davide Castelvecchi	2016	1.093
12	<i>Machine ethics: The robot's dilemma</i>	Boer Deng	2015	1.081
13	<i>Human-level performance in 3D multiplayer games with population-based reinforcement learning</i>	Max Jaderberg	2019	1.079
14	<i>How machine learning could help to improve climate forecasts</i>	Nicola Jones	2017	1.063
15	<i>Superhuman AI for heads-up no-limit poker: Libratus beats top professionals</i>	Noam Brown, Tuomas Sandholm	2017	1.062

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Percebe-se que o artigo científico com maior pontuação de atenção alométrica foi o mesmo artigo de maior quantidade de menções na Web Social, *The Moral Machine experiment* de

Edmond Awad e outros (2018), o que não necessariamente aconteceria, pelo fato de a pontuação ser ponderada de acordo com cada tipo de fonte que menciona, assim, cada uma delas recebe um valor diferente para a soma do total da pontuação.

Nesse sentido, observa-se que o segundo colocado na pontuação, *Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search* de David Silver e outros (2016), com 3.331 de pontuação, foi o terceiro colocado na quantidade de menções. Também como exemplo, o segundo colocado em quantidade de menções, *AI can be sexist and racist - it's time to make it fair* de James Zou e Londa Schiebinger (2018), aparece na sétima colocação em pontuação de atenção altmétrica até o momento da pesquisa pelo *Altmetric Explorer*.

Para os indicadores alternativos, a velocidade no acúmulo dos dados altmétricos permite que se demonstre o impacto pós-publicação, com informações sobre quem mencionou, quando e onde a publicação foi mencionada (NASCIMENTO; ODONNE, 2015). Segundo Araújo (2015a), aferem onde a publicação foi baixada, lida, compartilhada e discutida, permitindo levantar as fontes que apresentaram interações *on-line* com a produção científica.

Dessa forma, também como forma de demonstrar o desempenho e o impacto social da produção científica sobre inteligência artificial, levantaram-se os indicadores altmétricos de fontes da Web Social, como: notícias, *blogs*, políticas, patentes, revisões por pares, destaques de pesquisas, Q&A (perguntas e respostas), Wikipédia, vídeos e as mídias sociais: *Twitter*, *Sina Weibo*, *Facebook*, *Google+*, *LinkedIn* e *Reddit*.

Pelos resultados do *Altmetric Explorer*, foram listados os indicadores pelos tipos de fontes que interagiram com essa literatura, com a quantidade de menções por cada tipo e a sua porcentagem, apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13 – Indicadores de fontes da Web Social**

<b>Tipos de fontes da Web Social</b>	<b>Fontes</b>	<b>Menções</b>	<b>(%)</b>
Mídias Sociais	<i>Twitter, Facebook, Google+, Sina Weibo, Reddit, LinkedIn</i>	115.143	95,35
Notícias e <i>blogs</i>	Notícias, <i>blogs</i>	5.181	4,29
Outras fontes	Wikipédia, vídeos, Q&A	257	0,21
Políticas e patentes	Políticas, patentes	124	0,10
Fontes acadêmicas	Revisões por pares, destaques de pesquisa	41	0,03
		<b>120.746</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Pelos dados desses indicadores, conclui-se que mais de 95% das menções na Web Social foram realizadas pelas mídias sociais, como as redes sociais *Twitter*, *Facebook* e *Google+*, seguidas com grande diferença pelas notícias e *blogs*, o que salienta a preferência desses tipos de fontes para a disseminação de pesquisas tanto pelos seus autores, quanto pelo seu público. A predominância da escolha das mídias sociais como fontes de comunicação científica comparada às outras é confirmada por diversos estudos que abordam os dados altmétricos, como os de Haustein e outros (2013), Costas, Zahedi e Wouters (2014), Didegah, Bowma e Holmberg (2017), e Maricato e Lima (2017).

Os demais tipos de fontes não apresentaram quantidades significativas de menções, todos eles com menos de um por cento. A distribuição exata por fontes das 120.746 menções encontradas pelo sistema *Altmetric Explorer* é apresentada na Tabela 14.

**Tabela 14 – Distribuição de menções pelas fontes da Web Social**

#	Fonte da Web Social	Quantidade de menções	(%)
1	<i>Twitter</i>	112.190	92,91
2	Notícias	4.291	3,55
3	<i>Facebook</i>	1.671	1,38
4	<i>Google+</i>	915	0,75
5	<i>Blogs</i>	890	0,73
6	<i>Reddit</i>	294	0,24
7	Wikipédia	207	0,17
8	Políticas	92	0,07
9	<i>Sina Weibo</i>	72	0,05
10	Vídeos	44	0,03
11	Patentes	32	0,26
12	Revisões por pares	21	0,017
13	Destaques de pesquisa	20	0,016
14	Q&A	6	0,004
15	<i>LinkedIn</i>	1	0,0008
		<b>120.746</b>	<b>100</b>

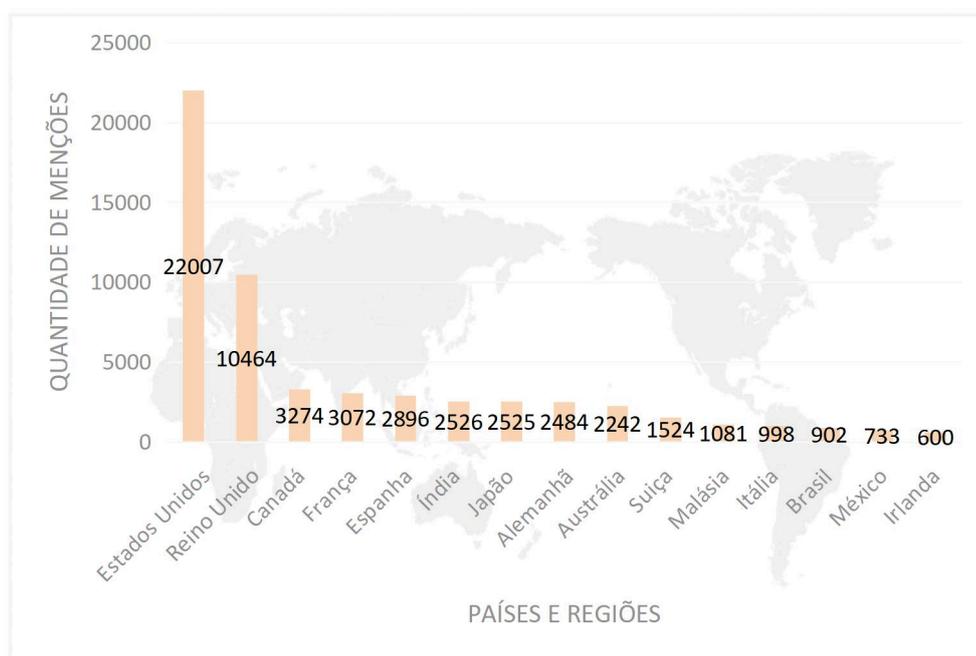
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Por serem fontes consideradas de grande importância para as análises altmétricas (PETERS *et al.*, 2016) e também para verificar o desempenho e o impacto social da literatura em evidência, apresenta-se os três primeiros indicadores altmétricos que mais apresentaram menções: *Twitter*, notícias e *Facebook*; firmando a preferência de seu uso para disseminação e divulgação de publicações científicas pelos atores envolvidos direta ou indiretamente com essas pesquisas, como também mostrados por estudos anteriores de Costas, Zahedi e Wouters (2014) e Didegah, Bowma e Holmberg (2017).

Nesse contexto, serão listados os quinze países e regiões que mais mencionaram a produção científica sobre IA nessas fontes.

Como mostrado por Haustein e outros (2013) e Zahedi, Costas e Wouters (2014), a rede social *Twitter* é a principal rede em dados de atenção *on-line*. Foram levantadas 112.190 (92,91%) menções em formato de *tweets* e *retweets*, de um total de 61.577 diferentes usuários, chamados de *tweeters*, em 197 países, conforme dados obtidos pelo *Altmetric Explorer*. O Gráfico 10 mostra os quinze países e regiões que mais mencionaram esses artigos.

**Gráfico 10 – Dados alométricos da rede social *Twitter***



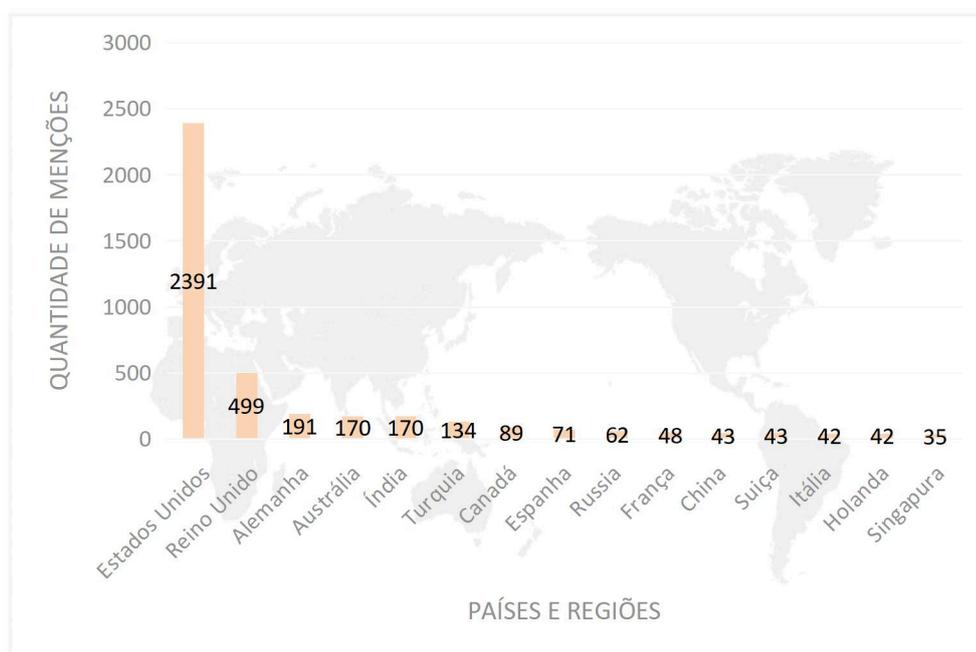
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Verifica-se que os Estados Unidos é o país que mais demonstrou interesse *on-line* sobre o tema no *Twitter*, com 22.007 (19,61%) menções, seguido pela região do Reino Unido com 10.464 (9,32%). Ao comparar esses países e regiões com os que mais publicam sobre o tema, percebe-se que a China não faz parte desses resultados, o que pode ser explicado pelo fato de essa rede social ser proibida nesse país. Já o Brasil aparece como o décimo terceiro colocado, por ser umas das fontes com mais usuários no país, sendo o sexto em maior número de contas, de acordo com pesquisa realizada em 2019 (CUPONATION, 2019b).

Também por essa pesquisa de 2019, Estados Unidos, Japão, Reino Unido, Índia, México, Espanha, além do Brasil, encontram-se entre os dez primeiros colocados em países com maiores números de contas no *Twitter* (CUPONATION, 2019b), o que corrobora com as colocações dos mesmos entre os países e regiões que mais apresentaram dados altmétricos da produção científica analisada.

Pelo tipo de fonte da Web Social de notícias, foram levantadas 4.291 notícias (3,55% do total geral de menções) de 891 diferentes agências e portais, em 59 países. Os dados dos quinze países e regiões são apresentados no Gráfico 11.

**Gráfico 11 – Dados altmétricos de notícias**



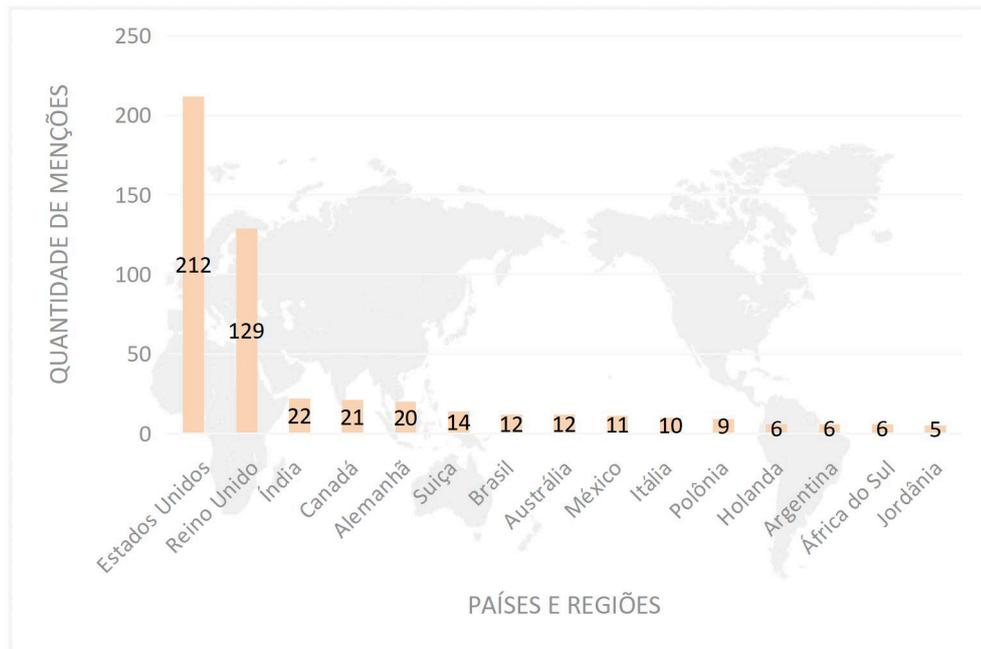
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Quando se analisa a distribuição dessas notícias, 55,72% delas são oriundas dos Estados Unidos, seguidos com 11,62% do Reino Unido e 4,45% da China, confirmando ainda mais a liderança dos Estados Unidos em interesse público sobre o tema. Nota-se que, quando se trata de notícias, a China não tem seus resultados limitados como na rede social *Twitter*, voltando a aparecer entre os primeiros colocados em dados altmétricos.

Para a rede social *Facebook*, foram levantadas as menções por meio de postagens em murais de páginas públicas, isto é, as páginas de livre acesso pelos usuários (DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017), o que apresenta uma limitação às análises altmétricas, já que não se coleta em páginas pessoais dos usuários dessa rede. Das 1.671 (1,38%)

menções, foram identificadas 858 páginas públicas de 47 países. Os quinze primeiros são mostrados no Gráfico 12. Também nessa rede social, os Estados Unidos aparecem em primeiro lugar com 212 (12,68%) postagens, seguidos pelo Reino Unido com 129 (7,71%) e Índia com 22 (1,36%).

**Gráfico 12 – Dados altmétricos da rede social Facebook**



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Esses dados são condizentes com a pesquisa sobre os usuários do *Facebook* de 2018 e 2019 (CUPONATION, 2019a), os quais Estados Unidos, Inglaterra, Índia, Brasil e México fazem parte dos países que mais possuem usuários nessa rede. A China novamente não faz parte desses resultados, por proibir essa rede no país, assim como a Rússia.

Com esses dados altmétricos, percebe-se um padrão que também pode ser verificado nos resultados sobre os países e regiões que obtiveram as maiores quantidades de publicações sobre inteligência artificial e também de organizações de pesquisas voltadas para o tema. Nesse contexto, Estados Unidos e Reino Unido se mostram como os grandes interessados sobre IA com grande diferença quanto ao restante. Países como Canadá, Itália, Índia, Alemanha e Austrália também apresentam grande interesse sobre inteligência artificial segundo esses resultados.

Além dessas fontes, ainda se destaca o gerenciador de referências *Mendeley*. Nessa plataforma, os dados altmétricos são coletados por meio da quantidade de leitores, isto é,

das contas do *Mendeley* que salvaram os artigos científicos, seus próprios ou de outros autores (DIDEGAH; BOWMAN; HOLMBERG, 2017; PETERS *et al.*, 2016; THELWALL; WILSON, 2015; ZAHEDI; COSTAS; WOUTERS, 2014). De acordo com Zahedi, Costas e Wouters (2014) e Thelwall e Wilson (2015), esse gerenciador de referências é mais útil para as análises do que outros, como *Zotero* e *CiteULike*, pelo fácil acesso aos seus dados. Foram levantados os cinco artigos científicos que mais foram salvos nessa mídia social, mostrados na Tabela 15.

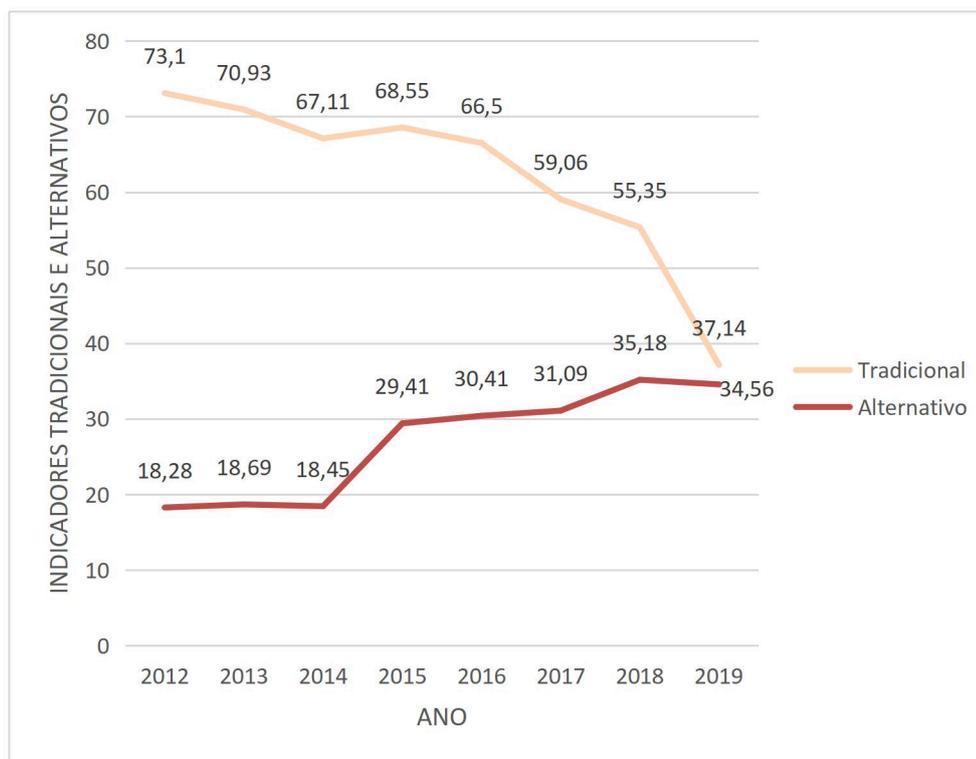
**Tabela 15 – Artigos científicos mais salvos no *Mendeley***

#	Artigos	Autores	Ano	Quantidade de leitores
1	<i>Mastering the game of Go without human knowledge</i>	David Silver <i>et al.</i>	2017	4.892
2	<i>Building machines that learn and think like people</i>	Brenden M. Lake <i>et al.</i>	2016	3.002
3	<i>Probabilistic machine learning and artificial intelligence</i>	Zoubin Ghahramani	2015	2.555
4	<i>Deep Reinforcement Learning: A Brief Survey</i>	Kai Arulkumaran <i>et al.</i>	2017	2.355
5	<i>Overcoming catastrophic forgetting in neural networks</i>	James Kirkpatrick <i>et al.</i>	2017	2.101

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Percebe-se que, à exceção do quarto colocado, esses artigos estão presentes entre os 20 artigos científicos mais citados, recuperados pela pesquisa na *Dimensions*. Sendo o primeiro deles, *Mastering the game of Go without human knowledge* de David Silver e outros (2017), o segundo colocado em quantidade de citação. Esses resultados permitem confirmar outros estudos que mostram a correlação do uso do *Mendeley* com as citações (AMATH *et al.*, 2017; SILVA FILHO; VANZ, 2019; SHEMA; BAR-ILAN; THELWALL, 2014; THELWALL; WILSON, 2015). Um dos motivos para que isso ocorra é o fato de os usuários registrarem as referências que serão posteriormente adicionadas a seus documentos (THELWALL; WILSON, 2015).

Por fim, com intuito de demonstrar a complementaridade da bibliometria e altmetria, e o comportamento dos indicadores tradicionais e alternativos ao longo dos anos, são apresentados em conjunto, no Gráfico 13, dados sobre a porcentagem das citações (tradicional) e a porcentagem de menções recebidas (alternativo).

**Gráfico 13 – Indicadores tradicionais e alternativos (por ano) (%)**

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Para a análise do comportamento dos indicadores tradicionais e alternativos, foram levantados dados sobre a porcentagem dos artigos citados nos anos de publicação e a porcentagem de menções recebidas por eles, também por ano. Esses resultados mostram que o comportamento dos indicadores foram condizentes com a literatura da área, isto é, as citações demoraram anos para serem acumuladas, tendo o decréscimo na porcentagem de artigos citados conforme o passar dos anos, enquanto as menções são aferidas pouco depois de serem disseminadas em ambiente virtual (BARROS, 2015; LIN; FENNER, 2013; PRIEM *et al.*, 2010; PRIEM; PIWOWAR; HEMMINGER, 2012; THELWALL; WILSON, 2015).

Assim, mesmo com a baixa cobertura de dados altmétricos, esses resultados permitem que se analisem o desempenho e impacto social dos artigos recentes (THELWALL; WILSON, 2015). Tais dados são similares aos de outras pesquisas que analisaram a correlação ou mesmo a complementaridade entre dados de citação e indicadores altmétricos de um mesmo universo de artigos (COSTAS; ZAHEDI; WOUTERS, 2015; ARAÚJO; CARAN; SOUZA, 2016).

## 7 CONCLUSÕES

A comunicação científica de resultados de pesquisas, por meio de fontes formais, informais e eletrônicas, é considerada de extrema importância para as comunidades científicas, uma vez que fornece aos pesquisadores uma ampla gama de referências quanto aos seus assuntos de interesse. Essa atividade trouxe consigo também a necessidade de mapear, analisar e avaliar as, cada vez mais crescentes, produções científicas dos muitos campos do conhecimento, surgindo os estudos métricos da informação.

Esses estudos medem os fluxos da ciência, verificando o desempenho de pesquisas por meio de indicadores quantitativos, com vistas a investigar suas características e impactos. Permitem também prever tendências, crescimentos e produtividades tanto de autores, instituições e países, quanto de áreas de assuntos, o que possibilita mapear os variados campos do conhecimento.

Nessa perspectiva, com o objetivo geral de investigar o desempenho da produção científica sobre inteligência artificial utilizando indicadores bibliométricos e altmétricos, verificou-se o seu desempenho acadêmico por meio dos indicadores tradicionais da bibliometria, como o de citação, e o seu desempenho social, pelos indicadores alternativos da altmetria.

Para obter os resultados da presente pesquisa, buscaram-se as informações da produção científica sobre IA, por meio de pesquisa bibliográfica na base de dados *Dimensions*, e os dados altmétricos foram levantados pelo sistema *Altmetric.com*, via *Altmetric Explorer*. Com esses resultados, considera-se respondida a questão de pesquisa proposta, de 'qual o desempenho acadêmico e social da produção científica sobre inteligência artificial?', uma vez que permitiram identificar o desempenho dessa literatura.

Para o desempenho e impacto acadêmico, este estudo levantou e analisou, mediante indicadores bibliométricos e de citação, 7.453 artigos científicos, com 3.994 desse total recebendo 40.181 citações, ou seja, 53,58% foram citados até o momento em que foi realizada a pesquisa bibliográfica, considerando sua cobertura de citações moderada. Já o seu desempenho e impacto social, aferido pelos indicadores altmétricos, foram considerados baixos, com 2.411 (32,34%) das publicações recebendo algum tipo de atenção *on-line*, como as menções nas fontes da Web Social.

A literatura científica sobre inteligência artificial foi mapeada, indicando o aumento gradativo da produção de 2012 até 2019. Foi verificada uma grande predominância de artigos científicos publicados nos anos de 2017 (13,76% dos artigos), 2018 (27,07%) e 2019

(32,18%) e, assim, mostra-se o crescimento do interesse acadêmico sobre esse campo do conhecimento.

Também se verificaram os países e regiões e as instituições de pesquisas que mais publicaram sobre o tema proposto, com destaque para Estados Unidos, China e Reino Unido. Espanha, Alemanha e Índia também apareceram na lista dos mais produtivos. Quanto às instituições de pesquisas, percebeu-se que as mais produtivas são *University College London* com 56 artigos científicos, *Harvard University* com 53 e *University of Oxford* com 50 artigos, originárias do Reino Unido, Estados Unidos e também Reino Unido, respectivamente, confirmando a liderança desses países em desempenho acadêmico sobre IA.

Os periódicos científicos que mais publicaram sobre o tema foram identificados com listagem dos 29 mais produtivos e com maior desempenho acadêmico, sendo *IEEE Access* com 276 artigos científicos publicados, *Journal of Physics Conference Series*, 190 e *Procedia Computer Science* apresentando 166 deles, liderando a ordem. Pelos títulos dos periódicos recuperados pela *Dimensions*, inferiu-se que o campo da IA apresenta a sua interdisciplinaridade também na escolha dos autores quanto às fontes de disseminação de seus estudos.

Para os campos de pesquisa que produzem sobre a temática, estabelecidos e levantados pela *Dimensions*, em primeiro lugar, tem destaque 'Ciência da Informação e da Computação' com 3.869 artigos científicos publicados, seguido por 'Inteligência Artificial e Processamento de Imagem' e 'Ciências Médicas e da Saúde' com 3.556 e 835 cada. Do mesmo modo que os periódicos científicos, esses dados também permitiram confirmar as características interdisciplinares da inteligência artificial e, também, as áreas com mais influência em sua literatura.

A pesquisa analisou o impacto de citação de autores e artigos científicos, ao capturar as citações recebidas por eles pela base de dados utilizada. Mostrou-se a quantidade de artigos científicos por autores e a quantidade de citações que receberam. O autor Demis Hassabis, do Reino Unido, apareceu em primeiro lugar em total de citações com 2.759.

Também foi apresentada a proporção de artigos científicos citados por ano em correlação com a proporção de artigos publicados durante os mesmos anos. Dos 7.453, cerca de 3.994 apresentaram alguma citação durante os anos pesquisados. Por esses resultados, também se percebeu que a quantidade de artigos citados conforme seus anos de publicação obteve decréscimo durante o passar do tempo, de 2012 até 2019, o que condiz com as críticas

recebidas por esse tipo de indicador, de que as citações tendem a demorar uma quantidade de tempo maior para que sejam acumuladas.

Ainda quanto às citações, o total geral foi de 40.181 ao longo dos anos. Apontou-se que houve crescimento, independentemente dos anos de publicação, principalmente a partir de 2017, com o aumento também do interesse acadêmico sobre IA, verificado por meio do crescimento de sua produção científica. Para os artigos científicos, o primeiro colocado em quantidade geral de citações foi *Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search* de David Silver e outros (2016) com 2.541, seguido por *Mastering the game of Go without human knowledge* de David Silver e outros (2017) com 904 citações.

Por fim, também foi analisada a visibilidade da produção científica nas fontes da Web Social. Para o seu desempenho e impacto social, 2.411 (48,22%) artigos apresentaram algum tipo de atenção *on-line*, com o total geral de 120.746 menções até o momento que foi realizada a pesquisa no *Altmetric Explorer*. Pela distribuição da porcentagem de menções por ano (2012 até 2019), percebeu-se que, durante os anos de 2016 (30,41% das menções), 2017 (31,09%), 2018 (35,18%) e 2019 (34,56%), a quantidade obteve crescimento, demonstrado também pelo interesse crescente sobre IA, tanto da academia quanto do interesse social. Além de confirmar que os dados altmétricos acumulam com maior velocidade, logo após a sua disseminação, diferentemente das citações.

Inferiram-se os periódicos científicos com as maiores quantidades de menções de seus artigos, que também permitiram notar a interdisciplinaridade do campo da IA. Dessa forma, *Nature* teve seus artigos mencionados 43.515 vezes. Seguido por *Science* com 8.899 menções e *npj Digital Medicine* com 2.690. Levantaram-se, assim, os artigos científicos com maior visibilidade e impacto nas fontes da Web Social, pelos indicadores de menções e de pontuação de atenção altmétrica. Depreendeu-se que o artigo mais mencionado e com maior pontuação altmétrica foi o mesmo: *The Moral Machine experiment* de Edmond Awad e outros (2018), com 3.633 menções e 3.331 de pontuação, o que não necessariamente poderia ocorrer.

Também se listaram as fontes da Web Social que mais interagiram com a produção científica analisada. As mídias sociais foram as que mais apresentaram menções, com total geral de 115.143, entre elas, as redes sociais *Twitter* (112.190 menções), com grande predominância, e *Facebook* (1.671), seguidos pelas fontes de notícias (4.291) e *blogs* (890) com 5.181 no total.

Concluiu-se, a partir deste estudo, que houve aumento do interesse acadêmico e social sobre inteligência artificial a partir do ano de 2017, confirmado por pesquisa no *Google Trends* (2019), por notícias de portais de grande audiência e pelos resultados da presente pesquisa. Mostrou-se que houve aumento das publicações mundiais sobre IA e de seu desempenho e impacto acadêmico, demonstrado pelo crescimento da quantidade de citações recebidas por elas. Apesar de menor, seu desempenho e impacto social também apresentaram crescimento, aferido por meio da atenção *on-line* recebida por essa literatura, com um expressivo número de menções crescendo no decorrer do tempo delimitado.

Esta pesquisa também permitiu perceber o aspecto complementar dos estudos métricos da informação bibliometria e altmetria. Enquanto a tradicional bibliometria e seu indicador de citações abordam o universo científico, voltado para o desempenho e impacto acadêmico das literaturas, a recente altmetria permite verificar um ambiente considerado mais abrangente, verificando aspectos de seu desempenho e impacto social, por meio das interações em fontes virtuais, como a Web Social, pelo público ligado direta ou indiretamente com a produção científica analisada.

Quanto ao campo da inteligência artificial, o estudo foi importante uma vez que mapeou a sua produção científica, com informações sobre autores, instituições e organizações de pesquisas, países e regiões, bem como periódicos e artigos científicos; o que, em uma visão sistêmica, permite verificar aspectos quanto às potencialidades e tendências de crescimento, assim como os padrões das pesquisas, das citações e das menções nas muitas fontes da Web Social recebidas pelas publicações desse campo do conhecimento.

Consideraram-se as limitações desta pesquisa, apresentadas na subseção 5.6, como não agravantes de seu andamento geral e de seus resultados, pois, mesmo limitando as possibilidades de pesquisas pela quantidade dos indicadores únicos dos artigos científicos apresentados pela base de dados *Dimensions*, o resultado dos itens com interações *on-line* ainda foi menor que o coletado, não comprometendo seu resultado final.

Como uma de suas limitações, algumas fontes da Web Social apresentam restrições de coleta de seus dados para análises altmétricas, como *Facebook*, *Twitter*, *Pinterest* e *LinkedIn*, o que reflete também no comportamento dos usuários em relação à produção científica, isto é, nas formas de se disseminar as pesquisas em ambiente virtual. Dessa forma, como possíveis trabalhos futuros, sugere-se que se analise o impacto dessas fontes para os dados altmétricos, com vistas a consolidar, ainda mais, a altmetria.

Também como sugestões de trabalhos, que se realizem pesquisas voltadas à produção científica do campo da inteligência artificial por outros indicadores métricos, como os voltados para aferição de autores, periódicos e artigos científicos, países e organizações de pesquisas, entre diversos outros aspectos. Bem como estudos sobre os perfis dos usuários das redes sociais que disseminam essa produção científica, verificando se possuem ou não relações direta com a literatura. Ainda no escopo dos estudos métricos da informação, pesquisas relacionadas ao *marketing* científico digital em canais de comunicação científica, em que favorece a visibilidade e o impacto das produções científicas nesses meios.

Propõe-se ainda focar as pesquisas por temáticas das áreas ou subáreas de aplicações do campo da inteligência artificial, pelo fato de contar com muitas possibilidades de assuntos e de áreas de aplicações de seus sistemas, como aprendizagem de máquina, aprendizagem profunda, robôs, *Big Data*, internet das coisas, computação em nuvem, entre muitas outras. Também se sugerem pesquisas voltadas para o seu desempenho acadêmico e social em outros campos do conhecimento, como Saúde e Medicina, Engenharias, Ciência da Computação e Ciência da Informação, por serem campos que possuem grande influência, mutuamente, em suas produções científicas.

## REFERÊNCIAS

ACCENTURE. **About Accenture**. 2020. Disponível em: <https://www.accenture.com/br-pt/company>. Acesso em: 02 jan. 2020.

ADIE, Euan; ROE, William. Altmetric: enriching scholarly content with article-level discussion and metrics. **Learned Publishing**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 11-17, jan. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1087/20130103>. Acesso em: 29 mar. 2019.

ALVARADO, Rubén Urbizagástegui. A bibliometria: História, legitimação e estrutura. *In*: TOUTAIN, Lídia Maria Batista Brandão (Org.). **Para entender a ciência da informação**. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 185-217.

ALVARENGA, Lídia. Bibliometria e arqueologia do saber de Michel Foucault: traços de identidade teórico-metodológica. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 1-9, 1998. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/778/807>. Acesso em: 19 set. 2019.

ALVAREZ, Gonzalo Rubén; CAREGNATO, Sônia Elisa. A ciência da informação e sua contribuição para a avaliação do conhecimento científico. **Biblos: Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 9-26, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/biblos/article/view/5987/4618>. Acesso em: 18 set. 2019.

ALVES, Bruno Alexandre Fernandes *et al.* Inteligência artificial: conceitos e aplicações. **AEMS Revista Conexão Eletrônica**, Três Lagoas, MS, v. 15, n. 1, p. 907-918, 2018. Disponível em: <http://revistaconexao.aems.edu.br/edicoes-antiores/2018/ciencias-exatas-e-da-terra-engenharias-e-ciencias-agrarias-6/?page=4&offset=15>. Acesso em: 20 nov. 2019.

AMATH, Aysah *et al.* Comparing alternative and traditional dissemination metrics in medical education. **Medical Education**, [s.l.], v. 51, n. 9, p. 935-941, 2017. Disponível em: doi:10.1111/medu.13359. Acesso em: 10 jan. 2020.

ANANNY, Mike. Press-Public Collaboration as Infrastructure: Tracing News Organizations and Programming Publics in Application Programming Interfaces. **American Behavioral Scientist**, [s.l.], v. 57, n. 5, p. 623-642, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0002764212469363>. Acesso em: 23 dez. 2019.

ANDERS, Michael E.; EVANS, Dennis P. Comparison of PubMed and Google Scholar Literature Searches. **Respiratory Care**, [s.l.], v. 55, n. 5, p. 578-583, maio 2010. Disponível em: <http://rc.rcjournal.com/content/55/5/578/tab-pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

ANDRADE, Maria Eugênia A.; OLIVEIRA, Marlene de. A Ciência da Informação no Brasil. *In*: OLIVEIRA, Marlene de (Org.). **Ciência da informação e biblioteconomia: novos conteúdos e espaços de atuação**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. cap. 3, p. 43-58.

AQUARONE, Débora Cristina Bonfim; LUZ, Charley dos Santos. A conectividade e a organização da informação: uma abordagem entre a internet das coisas e a web semântica. **Ciência da Informação em Revista**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 24-38, 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufal.br/index.php/cir/article/view/2187>. Acesso em: 3 dez. 2019.

ARAÚJO, Eliany Alvarenga; DIAS, Guilherme Ataíde. A atuação profissional do bibliotecário no contexto da sociedade da informação: os novos espaços de informação. *In*: OLIVEIRA,

Marlene de (Org.). **Ciência da informação e biblioteconomia: novos conteúdos e espaços de atuação**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. cap. 6, p. 109-120.

ARAÚJO, Eliany Alvarenga; OLIVEIRA, Marlene de. A produção de conhecimentos e a origem das bibliotecas. *In*: OLIVEIRA, Marlene de (Org.). **Ciência da informação e biblioteconomia: novos conteúdos e espaços de atuação**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. cap. 2, p. 29-42.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de. A altmetria na prática e o papel dos bibliotecários no seu uso e aplicação. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 296-302, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/72790>. Acesso em: 23 set. 2019.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de. Marketing científico digital e métricas alternativas para periódicos: da visibilidade ao engajamento. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 67-84, jul./set. 2015a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5344/2402>. Acesso em: 23 mar. 2019.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de. Os estudos cibernéticos da informação: das estruturas web aos recursos da Web Social. *In*: ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de (Org.). **Estudos métricos da informação na web: atores, ações e dispositivos informacionais**. Maceió: EDUFAL, 2015b. cap. 1, p. 17-36.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de; CARAN, Gustavo Miranda; SOUZA, Iara Vidal Pereira de. Orientação temática e coeficiente de correlação para análise comparativa entre dados altmétricos e citações: uma análise da revista DataGramZero. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 184-200, set/dez. 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/61912>. Acesso em: 07 abr. 2019

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de; FURNIVAL, Ariadne Chloe Mary. Comunicação científica e atenção online: em busca de colégios virtuais que sustentam métricas alternativas. **Informação & Informação**, [s.l.], v. 21, n. 2, p. 68-89, dez. 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/27297>. Acesso em: 23 mar. 2019.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de; MURAKAMI, Tiago; PRADO, Jorge. A repercussão de artigos de periódicos brasileiros da ciência da informação no Facebook: um estudo altmétrico. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 16, n. 12, p. 365-379, maio/ago. 2018. Disponível em: <http://eprints.rclis.org/32788/>. Acesso em: 13 jan. 2019.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira; ALVARENGA, Lidia. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 51-70, mar. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2011v16n31p51>. Acesso em: 23 out. 2019.

ARAÚJO, Walqueline da Silva; LOUREIRO, José Mauro Matheus; FREIRE, Gustavo Henrique Araújo. Bibliotecas, usuários e tecnologias info-comunicacionais: perspectivas e transformações. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 65-77, 2014. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/73324>. Acesso em: 22 set. 2019.

BARROS, Moreno. Altmetrics: métricas alternativas de impacto científico com base em redes sociais. **Perspectivas em Ciência da informação**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 19-

17, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5344/1782>. Acesso em: 29 out. 2019.

BENEVIDES, Bruno. Vídeos alterados são maior ameaça à segurança digital em 2020, aponta relatório. **Folha de São Paulo**, [s.l.], 05 dez. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2019/12/videos-alterados-sao-maior-ameaca-a-seguranca-digital-em-2020-aponta-relatorio.shtml>. Acesso em: 06 dez. 2019.

BODE, Christian *et al.* **A Guide to the Dimensions Data Approach**. [S. l.]: Digital Science, 2019. 28 p. Disponível em: <https://www.digital-science.com/resources/portfolio-reports/a-guide-to-the-dimensions-data-approach/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

BOEHM, Anna *et al.* Assessing global COPD awareness with Google Trends. **European Respiratory Journal**, [s.l.], v. 53, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://erj.ersjournals.com/content/53/6/1900351.abstract>. Acesso em: 03 dez. 2019.

BRAGA, Kátia Soares. Aspectos relevantes para a seleção de metodologia adequada à pesquisa social em Ciência da Informação. *In*: MUELLER, Suzana Pinheiro Machado (Org.). **Métodos para pesquisa em Ciência da Informação**. Brasília, DF: Thesaurus, 2007. p. 17-38.

BRANSKI, Regina Meyer. Recuperação de informações na Web. **Perspectivas em Ciência da informação**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 70-87, jan./jun. 2004. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/351>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BRESCIA, Amanda Tolomelli. **Curtir e compartilhar**: periódicos científicos da educação na web social. 2017. 188 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

BUENO, Marcelo Lemes; STEMMER, Marcelo Ricardo; BORGES, Paulo Sérgio da Silva. Inspeção visual automática de peças cerâmicas via inteligência artificial. **Cerâmica Industrial**, [s.l.], v. 5, n. 5, p. 29-37, set./out. 2000. Disponível em: <https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657087f8c9d6e028b4630>. Acesso em: 28 nov. 2019.

BURKE, Peter. Problemas causados por Gutenberg: a explosão da informação nos primórdios da Europa moderna. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 16, n. 44, p. 173-185, abr. 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142002000100010>. Acesso em: 26 set. 2019.

CAETANO, Alexandra Cristina Moreira. Visão computacional como possibilidade de interatividade em trabalhos artísticos. *In*: Encontro Internacional de Arte e Tecnologia, 8., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília: Instituto de Arte/Departamento de Artes Visuais/UnB, 2009. p. 30-35.

CAMPAGNA, Giovanni *et al.* Almond: the architecture of an open, crowdsourced, privacy-preserving, programmable virtual assistant. *In*: International Conference on World Wide Web (WWW), 26., 2017, Perth, Australia. **Anais...** Perth, Australia: Creative Commons, 2017. Disponível em: <https://mobisocial.stanford.edu/papers/www17.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019.

CAMPELLO, Bernadete Santos. Pesquisa em andamento. *In*: CAMPELLO, Bernadete Santos; CENDÓN, Beatriz Valadares; KREMER, Jeannette Marguerite (Org.) **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000. cap. 3, p. 49-54.

CARAM, Lucas. Até 2023, 30% do conteúdo global será autenticado em blockchain; tecnologia pode ser fundamental no combate às fake news. **Cointelegraph Brasil**. 05 dez. 2019. Disponível em: <https://br.cointelegraph.com/news/ate-2023-30-do-conteudo-global-sera-autenticado-em-blockchain-tecnologia-pode-ser-fundamental-no-combate-as-fake-news>. Acesso em: 06 dez. 2019.

CARAN, Gustavo Miranda. O suporte social informacional em ambientes digitais: métricas e propriedades qualitativas. In: ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de (Org.). **Estudos métricos da informação na web**: atores, ações e dispositivos informacionais. Maceió: EDUFAL, 2015. cap. 3, p. 55-72.

CAREGNATO, Sonia Elisa. Google Acadêmico como ferramenta para os estudos de citações: avaliação da precisão das buscas por autor. **Ponto de Acesso**, Salvador, v. 5, n. 3 p. 72-86, dez 2011. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/5682/0>. Acesso em: 03 mar. 2019.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 9. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006. 698 p.

CASTRO, Regina C Figueiredo. Impacto da Internet no fluxo da comunicação científica em saúde. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, p. 57-63, ago. 2006. Edição Especial. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102006000400009>. Acesso em: 26 set. 2019.

CAVUS, Nadire. The evaluation of Learning Management Systems using an artificial intelligence fuzzy logic algorithm. **Advances in Engineering Software**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 248-254, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965997809001744>. Acesso em: 28 nov. 2019.

CERRI, Ricardo; CARVALHO, André C. Ponce de Leon F. de. Aprendizado de máquina: breve introdução e aplicações. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 297-313, set./dez. 2017. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26381>. Acesso em: 29 mar. 2019.

CERVI, Emerson Urizzi; MASSUCHIN, Michele Goulart. O que interessa ao público nos portais informativos? As notícias 'mais lidas do dia' e o papel da Internet como fonte de informação política durante o período eleitoral. **Revista Compolítica**, [s.l.], v. 2, n. 3, p. 123-154, jul./dez. 2013. Disponível em: <http://www.compolitica.org/revista/index.php/revista/article/view/47/49>. Acesso em: 04 dez. 2019.

CHARNIAK, Eugene; McDERMOTT, Drew. **Introduction to artificial intelligence**. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Publishing Company, 1985. 701 p.

CHOI, Hyunyoung; VARIAN, Hal. Predicting the Present with Google Trends. **The Economic Record**, [s.l.], v. 88, p. 2-9, jun. 2012. Edição Especial. Disponível em: doi:10.1111/j.1475-4932.2012.00809.x. Acesso em: 03 dez. 2019.

CÔRTEZ, Pedro Luiz. Considerações sobre a evolução da ciência e da comunicação científica. In: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica**: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 1, p. 35-55.

COSTA, Mateus Uerlei Pereira da; MOURA, Maria Aparecida. A Representação da informação em contextos de comunicação científica: a elaboração de resumos e palavras-chave pelo pesquisador- autor. **Informação & Informação**, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 45-67, out. 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/13958>. Acesso em: 31 mar. 2019.

COSTA, Sely Maria. S. Filosofia aberta, modelos de negócios e agências de fomento: elementos essenciais a uma discussão sobre o acesso aberto à informação científica. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 39-50, ago. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652006000200005>. Acesso em: 31 mar. 2019.

COSTAS, Rodrigo; BORDONS, Maria. The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level. **Journal of Informetrics**, [s.l.], n. 1, p. 193-203. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2007.02.001>. Acesso em: 03 set. 2019.

COSTAS, Rodrigo; ZAHEDI, Zohreh; WOUTERS, Paul. Do “Altmetrics” Correlate With Citations? Extensive comparison of altmetric indicators with citations from a multidisciplinary perspective. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 66, n. 1, p. 2003-2019, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/asi.23309>. Acesso em: 12 jan. 2019.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed: Bookman, 2010. 296 p.

CRISTOVÃO, Heloísa Tardin. Da comunicação informal a comunicação formal: identificação da frente de pesquisa através de filtros de qualidade. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 8, n. 1, jun. 1979. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/135>. Acesso em: 30 set. 2019.

CUNHA, Murilo Bastos; CAVALCANTI, Cordélia Robalinho de Oliveira. **Dicionário de biblioteconomia e arquivologia**. Brasília: Briquet de Lemos/Livros, 2008. 451 p.

CUPONATION. **Facebook 2018/2019**. 2019a. Disponível em: <https://www.cuponation.com.br/insights/facebook-users>. Acesso em: 8 jan. 2020.

CUPONATION. **Twitter 2019**. 2019b. Disponível em: <https://www.cuponation.com.br/insights/twitter-2019>. Acesso em: 8 jan. 2020.

CURTY, Marlene Gonçalves; BOCCATO, Vera Regina C. O artigo científico como forma de comunicação do conhecimento na área de ciência da informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 10, n. 1, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/36843>. Acesso em: 20 out. 2019.

DAS, Anup Kumar; MISHRA, Sanjaya. Genesis of altmetrics or article-level metrics for measuring efficacy of scholarly communications: Current perspectives. **Journal of Scientometric Research**, [s.l.], v. 3, n. 2, p. 82-92, maio/ago. 2014. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1408/1408.0090.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2019.

DE BELLIS, Nicola. **Bibliometrics and citation analysis: from the Science citation index to cybermetrics**. Lanham, Md.: Scarecrow Press, 2009. 417 p.

DEAN, Thomas L. **Artificial intelligence: theory and practice**. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Publishing Company, 1995. 563 p.

DIDEGAH, Fereshteh; BOWMAN, Timothy D.; HOLMBERG, Kim. On the differences between citations and altmetrics: An investigation of factors driving altmetrics versus citations for finnish articles. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 69, p. 832-843, 2018. Disponível em: <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.23934>. Acesso em: 27 out. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Altmetric Explorer**. 2019a. Disponível em: <https://www.altmetric.com/explorer/highlights>. Acesso em: 29 nov. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Altmetric Top 100**. 2019b. Disponível em: <https://www.altmetric.com/about-our-data/altmetric-top-100/>. Acesso em: 29 nov. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Dimensions**. 2019c. Disponível em: <https://app.dimensions.ai/discover/publication>. Acesso em: 15 dez. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **How it works**. 2019d. Disponível em: <https://www.altmetric.com/about-our-data/how-it-works/>. Acesso em: 29 nov. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Indicator definitions**. 2019e. Disponível em: <https://app.dimensions.ai/analytics/publication/for/aggregated>. Acesso em: 15 dez. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Our Products**. 2019f. Disponível em: <https://www.dimensions.ai/products/>. Acesso em: 16 dez. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Our sources**. 2019g. Disponível em: <https://www.altmetric.com/about-our-data/our-sources/>. Acesso em: 29 nov. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **The donut and Altmetric Attention Score**. 2019h. Disponível em: <https://www.altmetric.com/about-our-data/the-donut-and-score/>. Acesso em: 30 out. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Who we are?**. 2019i. Disponível em: <https://www.digital-science.com/who-are-we-for/>. Acesso em: 02 nov. 2019.

DIGITAL SCIENCE & RESEARCH SOLUTIONS. **Why did we build Dimensions?**. 2019j. Disponível em: <https://www.dimensions.ai/why-dimensions/>. Acesso em: 16 dez. 2019.

ÉPOCA NEGÓCIOS ONLINE. Devemos usar a inteligência artificial em carros autônomos? Bill Gates acha que não. **Época Negócios**, 26 jul. 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/07/devemos-usar-inteligencia-artificial-em-carros-autonomos-bill-gates-acha-que-nao.html>. Acesso em: 06 dez. 2019.

FERNEDA, Edberto. **Recuperação da Informação**: análise sobre a contribuição da Ciência da Computação para a Ciência da Informação, 2003. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) - Escola de Comunicação e Artes, USP, São Paulo, 2003.

FERNEDA, Edberto. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 35, n. 1, p. 25-30, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v35n1/v35n1a03.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

FORESTI, Nóris Almeida Bethonico. Contribuição das revistas brasileiras de biblioteconomia e ciência da informação enquanto fonte de referência para a pesquisa. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 53-71, jun. 1990. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/375>. Acesso em: 30 set. 2019.

FOROUZAN, Behrouz. **Fundamentos da ciência da computação**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 560 p.

FREIRE, Gustavo Henrique de Araújo. O principal canal de comunicação para os pesquisadores. **Biblionline**, João Pessoa, v. 8, n. esp., p. 1-2, 2012. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/download/100746>. Acesso em: 27 mar. 2019.

FREITAS, Juliana Lazzaroto de; ROSAS, Fábio Sampaio; MIGUEL, Sandra Edith. Estudos métricos da informação em periódicos do portal scielo: visibilidade e impacto na scopus e web of science. **Palavra Chave**, Argentina, v. 6, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/64732>. Acesso em: 03 mar. 2019.

FREY, Carl Benediktand; OSBORNE, Michael A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. **Technological Forecasting and Social Change**, Oxford, v. 114, 2017, p. 1-72. Disponível em: [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf). Acesso em: 03 mar. 2019.

FUNARO, Vânia M. B. de Oliveira.; NORONHA, Daisy Pires. Literatura cinzenta: canais de distribuição e incidência nas bases de dados. *In*: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica: contexto, indicadores e avaliação**. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 8, p. 215-234.

GARFIELD, Eugene. Can citation indexing be automated?. **Essays of an Information Scientist**, [s.l.], v. 1, p. 84-90, 1964. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/similar?doi=10.1.1.80.8794&type=cc>. Acesso em: 30 out. 2019.

GARVEY, William D. **Communication: the essence of science**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 332 p.

GARVEY, William D.; GRIFFITH, Belder C. Communication and information processing within scientific disciplines: empirical findings for Psychology. *In*: GARVEY, William D. **Communication: the essence of science**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 332 p. Appendix A.

GARVEY, William D.; GRIFFITH, Belder C. Scientific communication as a social system. *In*: GARVEY, William D. **Communication: the essence of science**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 332 p. Appendix B.

GHAHRAMANI, Zoubin. Probabilistic machine learning and artificial intelligence. **Nature**, [s.l.], v. 521, n. 7.553, p. 452-459, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature14541>. Acesso em: 20 nov. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GINSBERG, Matthew. **Essentials of artificial intelligence**. São Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 1993. 430 p.

GLÄNZEL, Wolfgang. **Bibliometrics as a research field: A course on theory and application of bibliometric indicators**. [S.l.]: Course Handouts, 2003. 115 p. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature14541>. Acesso em: set. 2019.

GOMES, Daniel Libonati; BENCHIMOL, Alegria Celia; BARROS, Thiago Henrique Bragato. O uso de ferramentas de busca e acesso a artigos científicos pelos pesquisadores brasileiros. **Informação & Sociedade: Estudos**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 141-154, 2018. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/91959>. Acesso em: 29 mar. 2019.

GOMES, Dennis dos Santos. Inteligência Artificial: conceitos e aplicações. **Revista Olhar Científico**, Ariquemes, RO, v. 1, n. 2, p. 234-246, ago./dez. 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/140946280/Inteligencia-Artificial>. Acesso em: 28 jan. 2019.

GOOGLE TRNDS. **Google Trends lessons**. 2019. Disponível em: <https://newsinitiative.withgoogle.com/training/lessons?tool=Google%20Trends&image=trend>. Acesso em: 03 dez. 2019.

GOUVEIA, Fabio Castro. Almetria: métricas de produção científica para além das citações. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 214-227, maio 2013. Disponível em: <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/3434>. Acesso em: 4 nov. 2019.

GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini; OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri de. A inserção e o impacto internacional da pesquisa brasileira em 'estudos métricos': uma análise na base Scopus. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 1-19, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/114791>. Acesso em: 21 out. 2019.

GROHMANN, Rafael. O nó humano da inteligência artificial. **Istoé Dinheiro**, n. 1119, 03 maio 2019. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/o-no-humano-da-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 5 dez. 2019.

GUEDES, Vânia L. S.; BORSCHIVE, Suzana. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *In: Encontro Nacional de Ciência da Informação*, 6., Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, jun. 2005. Disponível em: [http://www.cinform-antiores.ufba.br/vi\\_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf](http://www.cinform-antiores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf). Acesso em: 20 out. 2019.

GUINCHAT, Claire; MENO, Michel. **Introdução geral às ciências e técnicas da informação e documentação**. 2. ed. Brasília: IBICT, 1994. 540p.

GUTIERREZ, Gustavo Luis. A metodologia científica e o estudo das organizações. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 91-96, mar. 1986. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901986000100009>. Acesso em: 29 mar. 2019.

GUZMAN, Andrea L. Voices in and of the machine: Source orientation toward mobile virtual assistants. **Computers in Human Behavior**, [s.l.], v. 90, p. 343-350, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.009>. Acesso em: 03 dez. 2019.

HARMON, Paul; KING, David. **Sistemas especialistas**. Rio de Janeiro: Campus, 1988. 304 p.

HAUSTEIN, Stefanie *et al.* Tweeting Biomedicine: An Analysis of Tweets and Citations in the Biomedical Literature. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 65, n. 4, p. 656-669, 2014. Disponível em: <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.23101>. Acesso em: 3 out. 2019.

HERNANDES, Raphael. Inteligência artificial combate vírus, mas também serve a cibercriminosos. **Folha de São Paulo**, 29 out. 2019. Disponível em:

<https://www1.folha.uol.com.br/tec/2019/10/inteligencia-artificial-combate-virus-mas-tambem-serve-a-cibercriminosos.shtml>. Acesso em: 06 dez. 2019.

HERSCOVITZ, Heloiza G. Características dos portais brasileiros de notícias. **Brazilian Journalism Research**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 102-126, jun. 2009. Disponível em: <https://bjr.sbpjor.org.br/bjr/article/view/197>. Acesso em: 04 dez. 2019.

HOOK, Daniel W.; PORTER, Simon J.; HERZOG, Christian. Dimensions: Building Context for Search and Evaluation. **Frontiers in Research Metrics and Analytics**, [s.l.], v. 3, p. 1-11, ago. 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frma.2018.00023/full>. Acesso em: 30 mar. 2019.

INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS. **IFLA Trend Report**. 2018a. Disponível em: <https://trends.ifla.org/>. Acesso em: 04 dez. 2019.

INTERNATIONAL FEDERATION OF LIBRARY ASSOCIATIONS. **Literature Review**. 2013b. Disponível em: <https://trends.ifla.org/literature-review>. Acesso em: 04 dez. 2019.

JAMES, Mike. **Inteligência artificial em BASIC**. Rio de Janeiro: Campus, 1985. 166 p.

JORDAN, Michal I. Artificial Intelligence: the revolution hasn't happened yet. **Harvard Data Science Review**, [s.l.], v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <https://hdsr.mitpress.mit.edu/pub/wot7mkc1>. Acesso em: 01 dez. 2019.

JORDAN, Michal I.; MITCHELL, Tom. M. Machine learning: trends, perspectives, and prospects. **Science**, [s.l.], v. 349, n. 6.245, p. 255-260, 2015. Disponível em: doi:10.1126/science.aaa8415. Acesso em: 20 nov. 2019.

KONKIEL, Stacy. Tracking citations and altmetrics for research data: Challenges and opportunities. **Bulletin of the American Society for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 39, n. 6, p. 27-32, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bult.2013.1720390610>. Acesso em: 29 out. 2019.

KRISTOUFEK, Ladislav. BitCoin meets Google Trends and Wikipedia: quantifying the relationship between phenomena of the Internet era. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 3, p. 1-7, dez. 2013. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep03415>. Acesso em: 03 dez. 2019.

LAKE, Brenden M. *et al.* Building machines that learn and think like people. **Behavioral and Brain Sciences**, [s.l.], v. 40, n. 253, p. 1-72, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1604.00289>. Acesso em: 20 nov. 2019.

LAVADO, Thiago. Novos processadores permitirão celulares com câmeras melhores e mais inteligência artificial em 2020. **G1 Economia**, 05 dez. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2019/12/05/novos-processadores-permitirao-celulares-com-cameras-melhores-e-mais-inteligencia-artificial-em-2020.ghtml>. Acesso em: 05 dez. 2019.

LAZZARINI, Sérgio. Pesquisa em administração: em busca de impacto social e outros impactos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 57, n. 6, p. 620-625, dez. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-759020170608>. Acesso em: 23 mar. 2019.

LE COADIC, Yves-François. A matemática da informação. Tradução de Maria Yêda F. S. De Figueiras Gomes. *In*: TOUTAIN, Lídia Maria Batista Brandão (Org.). **Para entender a ciência da informação**. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 219-239.

LEITÃO, Paulo *et al.* Smart agents in industrial cyber–physical systems. **Proceedings of the IEEE**, [s.l.], v. 104, n. 5, p. 1086-1101, maio 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/153416645.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2019.

LEITE, Fernando César Lima; COSTA, Sely Maria de Souza. Gestão do conhecimento científico: proposta de um modelo conceitual com base em processos de comunicação científica. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 92-107, abr. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652007000100007>. Acesso em: 26 set. 2019.

LEITE, Fernando César Lima; COSTA, Sely Maria de Souza. Modelo genérico de gestão da informação científica para instituições de pesquisa na perspectiva da comunicação científica e do acesso aberto. **Investigación Bibliotecológica**, México, v. 30, n. 69, p. 43-74, ago. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.04.012>. Acesso em: 30 set. 2019.

LEITE, Maria Denilce Alves Teixeira; CRUZ, Fernando Silvério da; BRITO, Léia Torres de. O uso da internet como canal de comunicação organizacional: estudo de caso do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Triângulo Mineiro - IFTM. *In*: Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica, 1., Uberaba. **Anais...** Uberaba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro, 2017, p. 1-9.

LEVINE, Robert I. **Inteligência artificial e sistemas especialistas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988. 264 p.

LIMA FILHO, Maxwell Morais de. O experimento de pensamento do quarto chinês: A crítica de John Searle à inteligência artificial forte. **Argumentos**, Fortaleza, n. 3, p. 51-58, 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/argumentos/article/view/18947>. Acesso em: 14 nov. 2019.

LIMA, Gercina Ângela Borém. Interfaces entre a ciência da informação e a ciência cognitiva. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 77-87, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652003000100008>. Acesso em: 17 nov. 2019.

LIMA, Ricardo Arcanjo de; VELHO, Lea Maria Leme Strini; FARIA, Leandro Innocentini Lopes de. Delimitação de uma área multidisciplinar para análise bibliométrica de produção científica: o caso da Bioprospecção. **Transinformação**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.153-168, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tinf/v19n2/06.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

LIMA, Ricardo Arcanjo de; VELHO, Lea Maria Leme Strini; FARIA, Leandro Innocentini Lopes de. Bibliometria e "avaliação" da atividade científica: um estudo sobre o índice h. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.03-17, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pci/v17n3/a02v17n3.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

LIN, Jennifer; FENNER, Martin. The many faces of article-level metrics. **Bulletin of the American Society for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 39, n. 4, p. 27-30, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bult.2013.1720390409>. Acesso em: 05 nov. 2019.

LIU, Jean; ADIE, Euan. New perspectives on article-level metrics: developing ways to assess research uptake and impact online. **Insights**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 153–158, 2013. Disponível em: <https://insights.uksg.org/articles/10.1629/2048-7754.79/>. Acesso em: 05 nov. 2019.

LOOSE, Eloisa Beling; LIMA, Myrian Regina Del Vecchio de. A ciência nos portais de notícias: notas para pensar a popularização científica a partir do jornalismo online. **Animus. Revista Interamericana de Comunicação Midiática**, [s.l.], v. 12, n. 23, p. 85-102, jul. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/animus/article/view/9085>. Acesso em: 04 dez. 2019

MACIAS-CHAPULA, Cesar A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v27n2/macias.pdf>. Acesso em: 26 set. 2018.

MACULAN, Benildes Coura Moreira dos Santos; LIMA, Gercina Angela Borém de Oliveira; PENIDO, Patrícia. Taxonomia facetada como interface para facilitar o acesso à informação em bibliotecas digitais. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Santa Catarina, v. 16, n. 1, p. 234-249, 2011. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/76131>. Acesso em: 31 mar. 2019.

MAHMUD, Mufti *et al.* Applications of Deep Learning and Reinforcement Learning to Biological Data. **IEEE Transactions On Neural Networks And Learning Systems**, [s.l.], v. 29, n. 6, p. 2063-2079, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8277160>. Acesso em: 20 nov. 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

MARICATO, João de Melo; LIMA, Ethamillya Lyanna Moura. Impactos da Almetria: aspectos observados com análises de perfis no Facebook e Twitter. **Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v. 27, n. 1, p. 137-145, jan./abr. 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/3092>. Acesso em: 22 mar. 2019.

MARICATO, João de Melo; MARTINS, Dalton Lopes. Almetria: complexidades, desafios e novas formas de mensuração e compreensão da comunicação científica na web social. **Biblios: Journal of Librarianship and Information Science**, [s.l.], n. 68, p. 48-68, jan. 2017. Disponível em: <http://biblios.pitt.edu/ojs/index.php/biblios/article/view/358>. Acesso em: 22 out. 2019.

MARTINS, Agnaldo Lopes. Potenciais aplicações da Inteligência Artificial na Ciência da Informação. **Informação & Informação**, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 1-16, jul. 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/3882/5876>. Acesso em: 05 mar. 2019.

MÄS, Stephan *et al.* Generic Schema Descriptions for Comma-Separated ValuesFiles of Environmental Data. *In: Conference on Geo-information science*, 21., 2018, Lund, Suécia. **Anais...** Lund, Suécia: [s.n.], 2018. p. 1-5.

MCCARTHY, John. Recursive functions of symbolic expressions and their computation by machine, Part I. **Communications of the ACM**, Nova York, v. 3, n. 4, p. 184-195, abr. 1960. Disponível em: <https://aipplaybook.a16z.com/reference-material/mccarthy-1960.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

MCCARTHY, John. **What is artificial intelligence?**. [S.l.]: Computer Science Department - Stanford University, 2007. p. 1-15.

MEADOWS, Arthur Jack. **A comunicação científica**. Brasília, DF: Briquet de Lemos/Livros, 1999. 268 p.

- MEIRING, Gys Albertus Marthinus; MYBURGH, Hermanus Carel. A review of intelligent driving style analysis systems and related artificial intelligence algorithms. **Sensors**, [s.l.], v. 15, n. 12, p. 30653-30682, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26690164>. Acesso em: 28 nov. 2019.
- MELERO, Remedios. Altmetrics - a complement to conventional metrics. **Biochemia Medica**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 152-160, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11613/BM.2015.016>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- MENDES, Raquel Dias. Inteligência artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 26, n. 1, jan. 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19651997000100006>. Acesso em: 07 mar. 2019.
- MILLINGTON, Ian. **Artificial intelligence for games**. 2. ed. Burlington, MA: Morgan Kaufmann, 2009. 870 p.
- MILLS, Michael. **Artificial intelligence in law: the state of play 2016 (part 1)**. 2016. Disponível em: <https://www.legalexecutiveinstitute.com/artificial-intelligence-in-law-the-state-of-play-2016-part-1/>. Acesso em: 6 dez. 2019.
- MIRANDA, Ana Cláudia Carvalho de; CARVALHO, Edirsana Maria Ribeiro de; COSTA, Maria Ilza da. O impacto dos periódicos na comunicação científica. **BIBLOS**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 1-22, nov. 2018. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/biblos/article/view/7177>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- MONARD, Maria Carolina; BARANAUSKAS, José Augusto. Aplicações de Inteligência Artificial: Uma Visão Geral. **Proceedings LAPTEC 2000**. São Paulo: Plêiade, 2000. Disponível em: <http://www.icmc.usp.br/~mcmonard/public/laptecB2000.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.
- MORAES, Carolina. Com uso de inteligência artificial, startups personalizam até a cor do xampu. **Folha de São Paulo**, 11 nov. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mpme/2019/11/com-uso-de-inteligencia-artificial-startups-personalizam-ate-a-cor-do-xampu.shtml>. Acesso em: 06 dez. 2019.
- MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. A comunicação científica e o movimento de acesso livre ao conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 27-38, ago. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652006000200004>. Acesso em: 30 set. 2019.
- MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. Estudos métricos da informação em ciência e tecnologia no Brasil realizados sobre a unidade de análise artigos de periódicos. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 6-27, maio 2013. Disponível em: <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/3429>. Acesso em: 25 set. 2018.
- MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. Literatura científica, comunicação científica e ciência da informação. In: TOUTAIN, Lídia Maria Batista Brandão (Org.). **Para entender a ciência da informação**. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 125-144.
- MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. O impacto das tecnologias de informação na geração do artigo científico: tópicos para estudo. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 309-317, set./dez. 1994. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/528>. Acesso em: 30 set. 2019.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. O periódico científico. *In*: CAMPELLO, Bernadete Santos; CENDÓN, Beatriz Valadares; KREMER, Jeannette Marguerite (Org.) **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000. cap. 5, p. 73-96.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PASSOS, Edilenice J. L. As questões da comunicação científica e a ciência da informação. *In*: MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PASSOS, Edilenice J. L. (Orgs.). **Comunicação científica**. Brasília: Ciência da Informação, 2000. p. 13-22.

MUGNAINI, Rogério; DIGIAMPIETRI, Luciano Antonio; MENA-CHALCO, Jesús Pascual. Comunicação científica no Brasil (1998-2012): indexação, crescimento, fluxo e dispersão. **TransInformação**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 239-252, set./dez., 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tinf/v26n3/0103-3786-tinf-26-03-00239.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

MUGNAINI, Rogério; JANNUZZI, Paulo de Martino; QUONIAM, Luc. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 123-131, maio/ago. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ci/v33n2/a13v33n2>. Acesso em: 15 set. 2019.

MUGNAINI, Rogério; STREHL, Letícia. Recuperação e impacto da produção científica na era Google: uma análise comparativa entre o Google acadêmico e a Web of Science. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Florianópolis, p. 92-105, abr. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2008v13nesp1p92>. Acesso em: 03 out. 2019.

NASCIMENTO, Andrea Gonçalves do; ODDONE, Nanci Elisabeth. Uso de altmetrics para avaliação de periódicos científicos brasileiros em ciência da informação. **Ciência da Informação em Revista**, Maceió, v. 2, n. 1, p. 3-12, jan./abr. 2015. Disponível em: <http://eprints.rclis.org/29526/>. Acesso em: 04 nov. 2019.

NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATION. **A framework of guidance for building good digital collections**. 3. ed. Baltimore, 2007. 95 p.

NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATION. **Understanding metadata**. Bethesda: NISO Press, 2004.

NEAPOLITAN, Richard E.; JIANG, Xia. **Contemporary artificial intelligence**. [S.l.]: CRC Press, 2013, 501 p.

NORONHA, Daisy Pires; MARICATO, João de Melo. Estudos métricos da informação: primeiras aproximações. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Florianópolis, p. 116-128, abr. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2008v13nesp1p116>. Acesso em: 22 out. 2019.

NUTI, Sudhakar V. *et al.* The use of Google Trends in health care research: a systematic review. **Plos One**, [s.l.], v. 9, n. 10, p. 1-49, out. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4215636/>. Acesso em: 03 dez. 2019.

OBASHI, Nair Yumiko; SANTOS, Raimundo Nonato Macedo dos. Arqueologia do trabalho imaterial: uma aplicação bibliométrica à análise de dissertações e teses. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Florianópolis, p. 106-115, abr.

2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2008v13nesp1p106>. Acesso em: 03 out. 2019.

OKUBO, Yoshiko. **Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples**. Paris: OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 1997. 71 p.

OLIVEIRA, Marlene de. Canais formais de comunicação do conhecimento antropológico produzido no Brasil. **Ciência da Informação**, [S.l.], v. 25, n. 3, dez. 1996. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/635>. Acesso em: 27 mar. 2019.

ORDUÑA-MALEA, Enrique; LÓPEZ-CÓZAR, Emilio Delgado. Dimensions: re-discovering the ecosystem of scientific information. **El Profesional de la Información**, Espanha, v. 27, n. 2, p. 420-431, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1804.05365>. Acesso em: 21 mar. 2019.

OTLET, Paul. O livro e a medida bibliometria. Tradução de Alda Baltar. *In*: FONSECA, Edson Nery da (Org.). **Bibliometria: teoria e prática**. São Paulo: Cultrix, Ed. da USP, 1986. 141 p.

OVANESSOFF, Armen; PLASTINO, Eduardo. **Como a inteligência artificial pode acelerar o crescimento da América do Sul**. [S.l.]: Accenture, 2017. 31 p.

PACHECO, André *et al.* Citações e métricas complementares: um estudo exploratório da sua correlação em artigos científicos em acesso aberto. **Cadernos BAD**, Portugal, n. 1, p. 125-138, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/110074>. Acesso em: 23 out. 2019.

PACKER, Abel L.; MENEGHINI, Rogério. Visibilidade da produção científica. *In*: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica: contexto, indicadores e avaliação**. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 7, p. 237-259.

PAN, Yunhe. Heading toward Artificial Intelligence 2.0. **Engineering**, [s.l.], v. 2, n. 4, p. 409-413, dez. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809917300772>. Acesso em: 20 nov. 2019.

PETERS, Isabella *et al.* Research data explored: an extended analysis of citations and altmetrics. **Scientometrics**, [s.l.], v. 107, p. 723-744, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11192-016-1887-4>. Acesso em: 29 out. 2019.

PISCIOTTA, Kátia. Redes sociais: articulação com os pares e com a sociedade. *In*: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica: contexto, indicadores e avaliação**. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 4, p. 117-135.

PIWOWAR, Heather. Value all research products. **Nature**, [s.l.], v. 493, p. 159, 2013. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/493159a>. Acesso em: 26 out. 2019.

PIZETA, Daiana Sopeletto; SEVERIANO, Weverton Reis; FAGUNDES, Aline Juriatto. Marketing digital: A utilização das mídias sociais como canal de comunicação impulsionando a compra do consumidor. **Revista Ambiente Acadêmico**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 6-26, 2016. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/04/revista-ambiente-academico-edicao-3-artigo-1.pdf>. Acesso em: 25 set. 2019.

POBLACION, Dinah Aguiar; OLIVEIRA, Marlene de. Input e output: insumos para o desenvolvimento da pesquisa. *In*: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica**: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 2, p. 59-79.

POMERANTZ, J. **Metadata**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2015.

PREIS, Tobias; MOAT, Helen Susannah; STANLEY, H. Eugene. Quantifying trading behavior in financial markets using Google Trends. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 3, p. 1-6, abr. 2013. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep01684>. Acesso em: 03 dez. 2019.

PRIEM, Jason *et al.* **Altmetrics**: a manifesto. 2010. Disponível em: <http://altmetrics.org/manifesto/>. Acesso em: 22 out. 2019.

PRIEM, Jason; PIWOWAR, Heather A; HEMMINGER, Bradley M. **Altmetrics in the Wild**: Using Social Media to Explore Scholarly Impact. [S.l.], 2012. Disponível em: <https://arxiv.org/html/1203.4745>. Acesso em: 29 out. 2019.

PUBMED. **PubMed Help**. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK3827/>. Acesso em: 23 dez. 2019.

RIBEIRO FILHO, Nilton Pinto. Visão computacional: um novo campo de pesquisa em cognição visual. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 138-150, 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a25f/474f15edfec2906c3df6c5746d1e2a448491.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019.

RICH, Elaine. **Inteligência artificial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988. 503 p.

RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Artificial intelligence**. 2. ed. Nova York: McGraw-Hill, 1991. 621 p.

ROBINSON-GARCÍA, Nicolás *et al.* New data, new possibilities: exploring the insides of Altmetric.com. **El profesional de la información**, Espanha, v. 23, n. 4, p. 359-366. 2014. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1408.0135>. Acesso em: 30 mar. 2019.

RODRIGUES FILHO, Carlos Roberto. **A evolução do projeto computacional para uma inteligência artificial e as novas perspectivas oferecidas pelos avanços da cognição enativa**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

ROZSA, Vitor *et al.* O paradigma tecnológico da internet das coisas e sua relação com a ciência da informação. **Informação & Sociedade: Estudos**, [s.l.], v. 27, n. 3, 2017. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/90985>. Acesso em: 30 nov. 2019.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 988 p.

RUSSELL, Stuart; DEWEY, Daniel; TEGMARK, Max Erik. Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence. **AI Magazine**, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 105-114, dez. 2015. Disponível em: <https://aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/2577/2521>. Acesso em: 29 nov. 2019.

SACARDO, Michele; HAYASHI, Maria Cristina. Bibliometria e Epistemologia: balanços iniciais da produção científica em educação física na interface com a educação. In: HAYASHI, Maria Cristina P. Innocentini *et al.* (org.). **Bibliometria e cientometria: estudos temáticos**. São Carlos, [SP]: Pedro & João, 2013. p. 85-99

SANTANA, Marlesson. Deep Learning: do Conceito às Aplicações. **Data Hackers**, [s.l.], jul. 2018. Disponível em: <https://medium.com/data-hackers/deep-learning-do-conceito-%C3%A0s-aplica%C3%A7%C3%B5es-e8e91a7c7eaf>. Acesso em: 7 dez. 2019.

SANTOS, Raquel R.; DUARTE, Emeide N. Biblioteca universitária, um ambiente sistêmico propício ao acesso, ao uso e à apropriação da informação: contribuições da web social para esse ambiente. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 19-41, 2018. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/res/v/4435>. Acesso em: 05 abr. 2019.

SARLET, Ingo Wolfgang; MOLINARO, Carlos Alberto. Sociedade da informação: inquietudes e desafios. **REPATS**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 440-480, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br/index.php/REPATS/article/view/8214>. Acesso em: 28 jan. 2019.

SAYÃO, Luís Fernando. Interoperabilidade das bibliotecas digitais: o papel dos sistemas de identificadores persistentes - URN, PURL, DOI, Handle System, CrossRef e OpenURL. **TransInformação**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 65-82, jan./abr. 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3843/384334745006.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

SCHOLARLY PUBLISHING AND ACADEMIC RESOURCES COALITION. **Who we are**. 2019a. Disponível em: <https://sparcopen.org/who-we-are/>. Acesso em: 06 dez. 2019.

SCHOLARLY PUBLISHING AND ACADEMIC RESOURCES COALITION. **Article Level Metrics**. 2019b. Disponível em: <https://sparcopen.org/our-work/article-level-metrics/>. Acesso em: 06 dez. 2019.

SEARLE, John. R. Minds, brains, and programs. **Behavioral and Brain Sciences**, [s.l.], v. 3, n. 3, p. 417-457, 1980. Disponível em: <http://cogprints.org/7150/1/10.1.1.83.5248.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SHEMA, Hadas; BAR-ILAN, Judit; THELWALL, Mike. Do blog citations correlate with a higher number of future citations? Research blogs as a potential source for alternative metrics. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 65, n. 5, p. 1018-1027. Disponível em: doi:10.1002/asi.23037. Acesso em: 13 jan. 2020.

SHERIDAN, Thomas. B. Human-Robot Interaction: status and challenges. **Human Factors**, [s.l.], v. 58, n. 4, p. 525-532, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0018720816644364>. Acesso em: 20 nov. 2019.

SILVA, José Fernando Modesto *et al.* Base de dados. In: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica: contexto, indicadores e avaliação**. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 8, p. 263-285.

SILVA, Renato Afonso Cota. Inteligência artificial aplicada a ambientes de engenharia de software: Uma visão geral. **INFOCOMP Journal of Computer Science**, [s.l.], v. 4, n. 4, p. 27-37, dez. 2005. Disponível em: <http://www.dcc.ufla.br/infocomp/index.php/INFOCOMP/article/view/109>. Acesso em: 10 nov. 2019.

SILVA, Walzi C. Sampaio da. **A pesquisa em inteligência artificial, seus antecedentes intelectuais e suas características locais**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 1993. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/inteligencia.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SILVA FILHO, Rubens da Costa; VANZ, Samile Andréa de Souza. Impacto de altmetrics sobre a visibilidade de artigos em acesso aberto da enfermagem brasileira: um estudo de caso. **Transinformação**, Campinas, v. 31, e190025, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0889201931e190025>. Acesso em: 11 jan. 2020.

SIMON, Herbert A.; NEWELL, Allen. Computer simulation of human thinking and problem solving. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 137-150, 1962. Disponível em: [https://www.jstor.org/stable/1165535?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/1165535?seq=1#page_scan_tab_contents). Acesso em: 10 nov. 2019.

SIQUEIRA, Idméa Semeghini Próspero; PEREIRA, Antônio Eduardo Costa. Perspectivas de aplicação da inteligência artificial à Biblioteconomia e à Ciência da Informação. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, [s.l.], v. 22, n.1/2, p. 39-80, 1989. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/view/0000002154>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SOLLA PRICE, Derek John de. **O desenvolvimento da ciência: análise histórica, filosófica, sociológica e econômica**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

SOUSA, Flávio R. C.; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C. Computação em nuvem: conceitos, tecnologias, aplicações e desafios. *In: Escola Regional de Computação dos Estados do Ceará, Maranhão e Piauí, 3., Maranhão, 2009. Anais... Piauí: III Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí, 2009. p. 150-175.*

SOUZA, Iara Vidal Pereira de. Métricas da comunicação científica na Web Social: breve histórico da altmetria. *In: ARAÚJO, Ronaldo Ferreira de (Org.). Estudos métricos da informação na web: atores, ações e dispositivos informacionais*. Maceió: EDUFAL, 2015. cap. 2, p. 37-54.

SOUZA, Rosali Fernandez de. Universo de ciência e tecnologia: organização e representação em classificações do conhecimento. *In: Encontro Nacional de Ciência da Informação, 13., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, out. 2012.*

STACHEWSKI, Ana Laura. O invisível trabalho humano por trás da inteligência artificial. **Época Negócios**, 18 jul. 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Carreira/noticia/2019/07/o-invisivel-trabalho-humano-por-tras-da-inteligencia-artificial.html?fbclid=IwAR0O9BQnZI6QK6lv0ghd8SS5uX-qMB-xr9cAlvPMfSWYtFmQwYy77Xgrg10>. Acesso em: 05 dez. 2019.

STUMPF, Ida Regina Chitto. Passado e futuro das revistas científicas. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 25, n. 3, dez. 1996. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/637>. Acesso em: 30 set. 2019.

TARGINO, Maria das Graças. Comunicação científica: uma revisão de seus elementos básicos. **Informação & Sociedade: Estudos**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 37-85, 2000. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/view/0000001182>. Acesso em: 30 set. 2019.

TARGINO, Maria das Graças. Produção e comunicação científica como estratégias da formação profissional do cientista da informação. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 45, n. 1, dez. 2017. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1890/3425>. Acesso em: 30 set. 2019.

TEIXEIRA, João de Fernandes. Robots, intencionalidade e inteligência artificial. **Trans/Form/Ação**, São Paulo, v. 14, p. 109-121, 1991. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31731991000100006>. Acesso em: 17 nov. 2019.

THELWALL, Mike. Dimensions: A competitor to Scopus and the Web of Science?. **Journal of Informetrics**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 430-435, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.03.006>. Acesso em: 17 dez. 2019.

THELWALL, Mike; WILSON, Paul. Mendeley readership altmetrics for medical articles: An analysis of 45 fields. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 67, p. 1962-1972. 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.23501>. Acesso em: 11 jan. 2019.

TURING, Alan Mathison. Computing machinery and intelligence. **Mind**, [s.l.], v. 49, n. 236, p. 433-460, ago. 1950. Disponível em: <https://academic.oup.com/mind/article/LIX/236/433/986238>. Acesso em: 17 nov. 2019.

VANTI, Nadia. Aplicação de indicadores web aos sites acadêmicos latino-americanos em ciências sociais. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 22-46, jul. 2007. Disponível em: <http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/bjis/article/view/37>. Acesso em: 22 out. 2019.

VANTI, Nádia. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago. 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652002000200016>. Acesso em: 24 fev. 2019.

VANTI, Nádia; SANZ-CASADO, Elias. Almetria: a métrica social a serviço de uma ciência mais democrática. **Transinformação**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 349-358, dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-08892016000300009>. Acesso em: 22 out. 2019.

VANZ, Samile Andréa de Souza; CAREGNATO, Sônia Elisa. Estudos de citação: uma ferramenta para entender a comunicação científica. **Em Questão**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 295-307, 2003. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/index.php/article/view/0000003350>. Acesso em: 24 mar. 2019.

VEIGA, Igos. Novo radar detecta se o motorista está usando o celular ao volante; conheça. **O tempo**, 05 dez. 2019. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/super-motor/novo-radar-detecta-se-o-motorista-esta-usando-o-celular-ao-volante-conheca-1.2270282>. Acesso em: 06 dez. 2019.

VOSEN, Simeon; SCHMIDT, Torsten. Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google Trends. **Journal of Forecasting**, [s.l.], v. 30, p. 565-578, jan. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/for.1213>. Acesso em: 03 dez. 2019.

WEITZEL, Simone da Rocha. Fluxo da informação científica. In: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e**

**produção científica:** contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 3, p. 81-114.

WERTHEIN, J. A sociedade da informação e seus desafios. **Ciência da Informação**. Brasília, v. 29, n. 2, p. 71-77, agosto, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652000000200009>. Acesso em: 23 mar. 2019.

WEST, Darrell M. What happens if robots take the jobs? the impact of emerging technologies on employment and public policy. **The Brookings Institution**, [s.l.], p. 1-22, out. 2015. Disponível em: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/robotwork.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2019.

WITTER, Geraldina Porto. Produção científica: escalas de avaliação. *In*: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da (Org.). **Comunicação e produção científica:** contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. cap. 9, p. 289-311.

WORMELL, Irene. Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 210-216, maio/ago. 1998. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/778/807>. Acesso em: 24 set. 2019.

ZAHEDI, Zohreh; COSTAS, Rodrigo; WOUTERS, Paul. How well developed are altmetrics?. **Scientometrics**, [s.l.], v. 101, n. 2, p. 1491-1513, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-014-1264-0#citeas>. Acesso em: 3 out. 2019.

ZIEGLER, Maria Fernanda. Avanço da inteligência artificial permite ampliação da análise de imagens. **Exame**, 25 nov. 2019. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/avanco-da-inteligencia-artificial-permite-ampliacao-da-analise-de-imagens/>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ZIMAN, John Michael. **Conhecimento público**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979. 164 p. (Coleção o homem e a ciência; v. 8).

## APÊNDICE A

Tabela utilizada para análise dos dados sobre quantidade de citações por autores, recuperados pela pesquisa bibliográfica na base de dados *Dimensions*.

**Tabela 8 – Indicador de citações para autores**

(continua)

#	Autores	Organização de pesquisas/país ou região	Quantidade de publicações de artigos	Quantidade de citações
1	Demis Hassabis	<i>DeepMind</i> , Reino Unido	5	2.759
2	Chintan Parmar	<i>Dana-Farber Cancer Institute</i> , Estados Unidos	5	469
3	Hugo J W L Aerts	<i>Dana-Farber Cancer Institute</i> , Estados Unidos	7	423
4	Min Chen	<i>Huazhong University of Science and Technology</i> , China	6	336
5	Hans-Jürgen Briegel	<i>University of Konstanz</i> , Alemanha	10	300
6	Vedran Dunjko	<i>Max Planck Institute of Quantum Optics</i> , Alemanha	7	241
7	Himan Shahabi	<i>University of Kurdistan</i> , Irã	6	178
8	Jianhua Joshua Yang	<i>University of Massachusetts Amherst</i> , Estados Unidos	5	170
9	Tawanda Gumbo	<i>Baylor University Medical Center</i> , Estados Unidos	10	167
10	Jotam G Pasipanodya	<i>Baylor University Medical Center</i> , Estados Unidos	9	155
11	Iyad Rahwan	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> , Estados Unidos	6	141
12	Dieu Tien Bui	<i>Ton Duc Thang University</i> , Vietnã	6	132
13	Mahdi Panahi	<i>Islamic Azad University</i> , Tehran, Irã	5	129
14	Juan Manuel Corchado	<i>University of Salamanca</i> , Espanha	6	121
15	Fei Yue Wang	<i>Institute of Automation</i> , China	6	121
16	Ataollah Shirzadi	<i>University of Kurdistan</i> , Irã	5	117
17	Zita A Vale	<i>Polytechnic Institute of Porto</i> , Portugal	6	110
18	Luciano Floridi	<i>University of Oxford</i> , Reino Unido	6	110
19	Tiago Pinto	<i>University of Salamanca</i> , Espanha	6	109
20	Julian J Togelius	<i>New York University</i> , Estados Unidos	5	105
21	Paulo Novais	<i>University of Minho</i> , Portugal	5	105

Tabela 8 – Indicador de citações para autores

(continuação)

22	Binh Thai Pham	<i>Duy Tan University, Vietnã</i>	9	101
23	José R O Neves	<i>University of Minho, Portugal</i>	10	99
24	Junaid Qadir	<i>Information Technology University, Paquistão</i>	9	82
25	Yuichi Mori	<i>Showa University Northern Yokohama Hospital, Japão</i>	7	81
26	Alex A Zhavoronkov	<i>Johns Hopkins University, Estados Unidos</i>	5	75
27	Polina O Mamoshina	<i>University of Oxford, Reino Unido</i>	5	75
28	Shin-Ei Kudo	<i>Showa University Northern Yokohama Hospital, Japão</i>	6	68
29	Nhat-Duc Hoang	<i>Duy Tan University, Vietnã</i>	5	66
30	Yiannis G Ampatzidis	<i>University of Florida, Estados Unidos</i>	5	65
31	Leo Anthony G Celi	<i>Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos</i>	5	58
32	Jose Hernández-Orallo	<i>Polytechnic University of Valencia, Espanha</i>	5	58
33	Kok-Lim Alvin Yau	<i>Sunway University, Malásia</i>	10	57
34	George T S Ho	<i>Hong Kong Polytechnic University, China</i>	5	53
35	Tien-Thinh Le	<i>Duy Tan University, Vietnã</i>	5	47
36	Alexander N Gorban	<i>University of Leicester, Reino Unido</i>	7	45
37	Ivan Yurievich Tyukin	<i>University of Leicester, Reino Unido</i>	7	45
38	José Celso Rocha	<i>São Paulo State University, Brasil</i>	5	35
39	Juan Francisco De Paz	<i>University of Salamanca, Espanha</i>	7	30
40	Roger Chun-Man Ho	<i>National University of Singapore, Singapura</i>	6	27
41	Carl Asher Latkin	<i>Johns Hopkins University, Estados Unidos</i>	6	27
42	Kyung Joong Kim	<i>Sejong University, Coreia do Sul</i>	5	25
43	Jian-Zhong Zhou	<i>Huazhong University of Science and Technology, China</i>	5	24
44	Utku Kose	<i>Süleyman Demirel University, Turquia</i>	5	22
45	Giang Thu Vu	<i>Nguyễn Tất Thành University, Vietnã</i>	5	17
46	Nikica Zaninovic	<i>Cornell University, Estados Unidos</i>	5	17
47	Salaheldin Mahmoud Elkatatny	<i>King Fahd University of Petroleum and Minerals, Arábia Saudita</i>	10	15

**Tabela 8 – Indicador de citações para autores**

				(conclusão)
48	Tarek Richard Besold	<i>University of Bremen, Alemanha</i>	6	15
49	Arash Shaban-Nejad	<i>University of Tennessee Health Science Center, Estados Unidos</i>	5	13
50	Francisco Javier Abarca-Alvarez	<i>University of Granada, Espanha</i>	6	9
51	Muhammad Ruswandi Djalal	<i>University of Queensland, Austrália</i>	5	7
52	Francisco-Sergio Campos-Sánchez	<i>University of Granada, Espanha</i>	5	4
53	Stanisław Duer	<i>Koszalin University of Technology, Polônia</i>	9	2
54	Paweł Wrzesień	<i>Department of Technical and Commercial Management, Polônia</i>	5	2
55	Farzin Piltan	<i>University of Ulsan, Coreia do Sul</i>	7	1
56	Keiki Takadama	<i>University of Electro-Communications, Japão</i>	5	1
57	William F Lawless	<i>Paine College, Estados Unidos</i>	5	1
58	Radosław Duer	<i>Koszalin University of Technology, Polônia</i>	6	0

Fonte: Dados da pesquisa (2020)