



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

OS IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO NÍVEL DE EMPREGO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

BRUNO SILVA QUIRINO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC MINAS) - PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINIST

ARMINDO DOS SANTOS DE SOUSA TEODÓSIO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS (PUC MINAS)

OS IMPACTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO NÍVEL DE EMPREGO: uma revisão de literatura

1 INTRODUÇÃO

A Primeira Revolução Industrial marcou a migração da produção artesanal para a fabril. Tear mecânico e motor movido a vapor estabeleceram condições para a produção em massa. No século XIX, a Segunda onda viu surgirem lâmpada elétrica, telégrafo, antibióticos e vacinas. Os primeiros computadores e a internet marcaram a terceira, no século XX. A Quarta Revolução Industrial engloba Inteligência Artificial – IA, Internet das Coisas e *Big Data* (CINTRA ET AL, 2018). A missão da IA, para Lee (2018) é recriar a inteligência humana.

A Quarta Revolução Industrial cerca-se de incertezas, entre as quais pode-se destacar a possível substituição da força de trabalho humana pelas máquinas inteligentes. Ford (2015) explica que novas tecnologias criam trabalhos capazes de absorver a mão-de-obra desempregada, conforme o princípio da compensação (BRYNJOLFSSON & MCAFEE, 2014; FLEMING, 2018). A introdução do tear mecânico substituiu os artesãos, enquanto quantidade maior de trabalhadores foi contratada para operar as máquinas. Segundo Lee (2018), os efeitos da IA determinarão a extinção de bilhões de empregos no mundo.

Assim, surge o interesse em compreender de que forma a Academia está analisando o risco de desemprego em massa diante das novas tecnologias. A partir da definição do problema, elaborou-se a seguinte pergunta de pesquisa:

Sob o contexto da Quarta Revolução Industrial, de que maneira a literatura enxerga o risco da geração de desemprego em massa a partir da introdução das tecnologias de Inteligência Artificial, Internet das Coisas e a Indústria 4.0?

Objetivos geral e específicos foram estabelecidos, quais sejam:

Objetivo Geral: investigar como o risco de desemprego em massa em virtude da introdução da Inteligência Artificial, Internet das Coisas e Indústria 4.0 é tratado atualmente pela literatura.

Objetivos específicos:

- a) Identificar como são vistos o risco de substituição da força de trabalho humana pelas máquinas no espectro da Quarta Revolução Industrial;
- b) Detectar outras temáticas relevantes relacionadas à Quarta Revolução Industrial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inteligência Artificial e Transformação Digital

A transformação digital vai além da tecnologia em si, abrangendo estratégia e novas maneiras de pensar (ROGERS, 2016). Surge a Inteligência Artificial – IA, cujas definições envolvem sistemas que pensam como humanos; sistemas que pensam racionalmente; sistemas que agem como humanos; sistemas que agem racionalmente (RUSSEL&NORVIG, 1995). Conforme Ford (2015), IA já deixa de ser apenas ficção científica. Aparelhos compreendem o que as pessoas dizem, respondem, traduzem idiomas e possuem características de propósito geral, se aplicando a todas as atividades. Lee (2018) faz uso da mesma analogia, afirmando que IA é a nova eletricidade abastecida por dados.

IA já é realidade em diferentes campos: linhas de montagem; corrigir comportamentos humanos inadequados (ROMBÃO et al, 2020); análise de legislação, fornecer dados de empregados ao gestor; auxiliar no recrutamento, avaliação e treinamento (ROMBÃO et al, 2020); identificar posturas indesejadas de candidatos a emprego (CAPTAIN, 2016); automação residencial de equipamentos (PETNIK & VANUS, 2018); localizar soluções médicas em grandes bancos de dados (ROMBÃO et al, 2020, WONG, 2016); auxílio em cirurgias à distância (WONG, 2016); predição de estruturas de proteínas (TORRISI & POLLASTRI, 2020); estatísticas, previsões (WONG, 2016); tradução (WONG, 2016); previsão da qualidade do ar (CHIWEWE & DITSELA, 2016); processamento de dados, suporte a pesquisas, engenharia (ROFFEL & EVANS, 2020); recomendação de compras; análise de risco de crédito; segurança.

Segundo Iqbal e Qureshi (2020), por meio do *deep learning* o homem ensina a máquina a pensar e descobrir coisas por si só a partir de enormes quantidades de dados (LEE, 2019). São redes neurais artificiais que operam de maneira similar às suas análogas naturais (FORD, 2015), ambicionando emular o cérebro humano (LEE, 2018). Podem ser formadas por milhões de neurônios produzidos em laboratório, em estruturas interconectadas (KRAUS et al, 2020).

Lee (2019) diferencia o tradicional aprendizado de máquinas e o *deep learning* (QUADRO 1).

QUADRO 1

Identificação de um gato por máquina

Abordagem tradicional	Deep Learning
O programador insere regras: “se a figura tem duas formas triangulares em cima de uma forma circular, possivelmente é um gato”	O <i>software</i> é municiado com milhões de imagens nomeadas “gato” e “não gato”. A partir do processamento desses dados, aprende a identificar um gato.

Fonte: adaptado de LEE (2018)

Rogers (2016) contribui para o raciocínio elencando como as grandes companhias obtêm dados. Usuários do Waze compartilham sua localização, deslocamento, velocidade, ocorrências no caminho (clientes); a Weather Underground recebe dados meteorológicos enviados espontaneamente por uma comunidade de usuários (voluntários); parceiros na cadeia de suprimentos (fornecedores, clientes); dados públicos (registros públicos oficiais, observação); compra de dados de empresas.

Restam dúvidas sobre em que ponto da evolução nos encontramos. Roffel e Evans (2018), enxergam certa distância entre o que as pessoas imaginam e a fase em que a ciência se encontra. “Por enquanto aprendemos a usá-la apenas para resolver problemas simples (...), inexistindo progresso com relação ao desenvolvimento de máquinas que raciocinam como seres humanos.” Para Wong (2016), no momento as máquinas não estão capacitadas para reagir diante de situações inesperadas. Similarmente, Roffel e Evans (2018) destacam: “No que se refere a IA, nós ainda estamos fazendo alquimia”, e demonstram como funcionarão as máquinas “pensantes” (QUADRO 2).

QUADRO 2

Sistemas de Reconhecimento de Imagens

Sistema tradicional de reconhecimento de imagens	Sistema baseado em conhecimento (inteligência artificial)
O sistema reconhece um vestido de noiva na postagem de alguém em sua rede social, porém não avança a partir daí.	O sistema identifica o vestido de noiva e entende que aquela pessoa, ao se casar, mudará seus hábitos de compra, disparando o alerta para a empresa rever suas ofertas de produtos.

Fonte: adaptado de Roffel e Evans (2018)

No horizonte próximo as tecnologias irão dirigir automóveis, gerenciar portfólios, fabricar quase tudo que as pessoas compram (LEE, 2018), tomando empregos de seres humanos. Lee (2019) enxerga IA como aplicações promissoras embora carregadas de grandes desafios. Entre obstáculos previstos encontra-se o risco de que as máquinas se rebelem e ataquem os seres humanos (LEE, 2018; LEE, 2019; WONG, 2016) ou causem a extinção da humanidade (FORD, 2018; ROFFEL & EVANS, 2018; ROMBÃO et al, 2020), a possibilidade de uso de armas fatais autônomas (RUSSEL et al, 2015).

Não é possível recuar, ainda que existam ameaças, pois “o gênio já está fora da lâmpada” (MANYIKA, 2018). Uma classe de risco que desperta a atenção de estudiosos envolve a economia e o nível de emprego. Em outros momentos históricos a humanidade se viu apreensiva frente ao risco de desemprego em massa (mecanização da agricultura, surgimento das fábricas). As previsões catastróficas não se tornaram realidade (FORD, 2018). Há consenso econômico segundo o qual a inserção de novas tecnologias traz ganho de produtividade cuja consequência principal é a queda do preço dos produtos e, por fim, geração de renda e maior demanda por trabalho (FORD, 2015; KALIOUBY, 2018; LEE, 2018). Rogers (2016) apresenta a indústria musical, considerada liquidada no início da revolução digital, como exemplo de reconstrução a partir dos novos modelos de negócios trazidos pela inovação. Andreessen (2016) entende que, à medida que produtos se tornam mais baratos, o consumidor tende a valorizar coisas envolvendo trabalho tipicamente humano.

Kurzweil (2018) afirma que o número de empregos nos EUA passou de 31% para 44% da população desde 1900. Rus (2018) também é enfática a dizer que não se preocupa com a IA desempregando pessoas, indicando pesquisa segundo a qual há muitas tarefas profissionais não automatizáveis.

Por outro lado, desenham-se cenários dramáticos. Ford (2015) afirma que as máquinas do futuro ameaçarão inclusive empregos de maior nível de conhecimento. Atualmente já existem sistemas eficientes para exercer jornalismo básico. Desafiando a sabedoria econômica tradicional, o mesmo autor apresenta determinado trabalhador que jamais conseguiu se readaptar após a entrada de uma tecnologia disruptiva: o cavalo, desempregado pelos motoristas de automóveis, caminhões e tratores. Explica a comparação: o motorista de automóveis venceu o cavalo pela inteligência, mas como se defenderão os desempregados que serão substituídos por concorrentes artificiais inteligentes? A grande diferença neste momento, para FORD (2015), FORD (2018) e LEE (2018), está na capacidade das novas tecnologias de atuarem em praticamente todas as áreas de negócios, inclusive produção intelectual.

Lee (2018) admite que alguns empregos serão criados em áreas novas como manutenção de robôs, porém apenas em um prazo longo. Novas empresas estão sendo concebidas com pouquíssimos empregados, como a SmartFinance, que oferece crédito pessoal sem possuir sequer uma única agência física e o Toutiao, aplicativo jornalístico cujas notícias são escritas

por algoritmos. Etzioni (2017) acredita que a automação causará mais danos aos empregos nos EUA do que os fenômenos da globalização e imigração juntos.

Os estragos já são vistos atualmente, conforme demonstra relatório do ano de 2015 da Ball State University, segundo o qual 87% dos empregos perdidos na manufatura recentemente se deram em virtude da automação (ETZIONI, 2017). Já Lecun (2018) aposta na valorização do trabalho humano como um dos resultados da produção automatizada. A fim de atestar sua afirmação, compara dois produtos, conforme Quadro 3.

QUADRO 3

Valorização da produção humana

Tocador de Blue Ray	Vasilha de salada de cerâmica
Elevado nível de tecnologia moderna	Tecnologia de 10 mil anos atrás
Produção em massa por máquinas	Produção artesanal
Consumidor valoriza o aspecto técnico	Elemento humano é o mais importante
US\$ 46,00	US\$ 500,00

Fonte: adaptado de Lecun (2018)

Se a diferença entre classes sociais é reconhecidamente uma das causas da pobreza, concentração de renda pode ser agravada pela IA, que terá caráter monopolista, uma vez entendido que apenas alguns países colherão os frutos econômicos da transformação, especialmente China e EUA (LEE, 2019). A consultoria PWC prevê que IA produzirá US\$ 15,7 trilhões até 2030, dos quais US\$ 7 trilhões serão na China. Países pobres perderão sua vantagem competitiva histórica, qual seja, o custo baixo da mão-de-obra.

A construção teórica dos capítulos até aqui apresentados parece deixar significativo nível de incerteza sobre as implicações das tecnologias digitais na humanidade, com proposital destaque do autor para a questão do emprego. É nesse contexto que se pretende analisar a literatura sobre a Inteligência Artificial e a Quarta Revolução Industrial, de forma a responder à pergunta de pesquisa.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi estruturado para analisar a literatura especializada referente à Quarta Revolução Industrial, suas tecnologias relacionadas de IA com preocupação centrada no eixo do trabalho/emprego. Para Denyer e Tranfield (2009), cujo modelo foi adotado neste estudo, a revisão sistemática de literatura tem como objetivo localizar, selecionar e considerar conteúdo relevante, descobrindo o que já é conhecido e o que ainda não se sabe a respeito da temática da pergunta de pesquisa. A técnica adaptada realizou-se conforme ilustrado no Quadro 4.

QUADRO 4

ETAPAS DA PESQUISA DE LITERATURA

Passo 1 Pesquisa Piloto	Passo 2 Identificação dos estudos	Passo 3 Seleção e avaliação de estudos	Passo 4 Análise e síntese	Passo 5 Exposição dos resultados
Pergunta de Pesquisa Obj. Geral	Web os Science Spell	Artigos abertos Vosviewer	Criação do protocolo Decomposição das fontes	Tabulação Discussão
Obj. Específicos	Scielo CAPES	Acréscimos manuais Definição base final	Revisão	Conclusão

Fonte: elaborado pelo autor, com base em Denyer e Tranfield (2009) e Toorajipour et al (2021)

3.1 Passo 1 – Pesquisa Piloto

O primeiro passo tem como centro a formulação da pergunta de pesquisa. Segundo Denyer e Tranfield (2009), a pesquisa de literatura não deve ser iniciada antes que se tenha uma pergunta “especificada e detalhada”. No presente trabalho essa etapa foi adaptada em virtude de haver atividade de pesquisa realizada previamente pelo autor, pela qual surgiu como problema o posicionamento da Academia em relação ao risco de desemprego em massa causado pela Quarta Revolução Industrial. Assim, realizou-se revisão da literatura com a qual o pesquisador se deparou anteriormente (QUADRO 5), ao fim da qual elaborou-se a pergunta de pesquisa.

QUADRO 5

Passo 1 – Pesquisa piloto

Tipo de documento	Quantidade
Livros	4
Artigos publicados em <i>journals</i>	10
Artigos publicados em periódicos livres (revistas, jornais etc.)	22

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Passo 2 – Identificação dos estudos

Nesta etapa buscam-se estudos envolvendo a temática objeto, visando encontrar todas as evidências disponíveis em bancos de dados de conhecimento científico (DENYER&TRANFIELD, 2009). Toorajipour et al (2021) destacam a importância de que as buscas sejam bem específicas. Este trabalho selecionou quatro bases de artigos científicos, quais sejam: Web of Science, SCIELO, SPELL e o portal de teses e dissertações da CAPES.

A pesquisa na CAPES resultou quase infrutífera, visto que o portal não possui mecanismo de busca avançada, impossibilitando, assim, exploração específica pela combinação de palavras. No referido portal, a procura pelos termos só é permitida na forma alternativa, “inteligência artificial” OU “desemprego”. O resultado foi infecundo, com 33.303 documentos não relacionados entre si, ora relativos à inteligência artificial, ora a desemprego, o que não faz sentido para o objetivo. Refizemos a busca com os termos “inteligência artificial”, “internet das coisas”, indústria 4.0”, encontrando 7.454 resultados em diversas áreas de conhecimento, com concentração em Ciências exatas (2.858) e engenharias (2.388).

No portal SCIELO foram efetuadas buscas com os termos combinados “inteligência artificial” e “desemprego”, com apenas 01 resultado. Utilizando as expressões na língua inglesa, “*artificial intelligence*” e “*employment*” ou “*unemployment*”, encontraram-se 03 resultados com 01 repetição, portanto, 02 resultados. Os mesmos termos acima, em português e em inglês, foram utilizados no portal SPELL, de maneira combinada, sem nenhum resultado encontrado.

A primeira busca na Web of Science foi feita com os termos “*artificial intelligence*”, “*internet of things*”, “*industry 4.0*”, de maneira alternada (OU), tendo sido identificados 181.199 resultados. Refinando o exame para as categorias *Computer Science Artificial Intelligence, Management e Business*, a quantidade de documentos foi reduzida a 30.133. A fim de tornar a busca mais específica, utilizaram-se os termos combinados “*artificial intelligence*” e “*employment*”, obtendo-se 121 resultados.

3.3 Passo 3 – seleção e avaliação dos estudos

Denyer e Tranfield (2009) explicam que na terceira etapa são utilizados critérios para avaliar o banco de dados de maneira a identificar aqueles documentos de fato relacionados à pergunta de pesquisa.

Prezando pela transparência, apresentam-se aqui os critérios utilizados para refinar a base bibliográfica obtida. A primeira decisão foi centrar o esforço no portal *Web Of Science*, visto a irrelevância dos resultados obtidos em SCIELO e SPELL. Quanto ao portal CAPES, a ausência de ferramentas para pesquisa com termos combinados em geral não impede o trabalho, embora o dificulte consideravelmente. Para o propósito deste artigo, considerou-se que a revisão manual de mais de 7 mil artigos não seria completada dentro do prazo disponível. Ademais, a análise manual não detalhada foi realizada e identificou uma tese de doutorado cujo conteúdo é adequado ao propósito da pesquisa.

A partir dos 121 artigos da *Web Of Science*, aplicou-se outra redução, marcando na ferramenta apenas os artigos de acesso aberto, restando 38 publicações. A fim de encontrar aqueles mais relevantes e identificar suas associações, utilizou-se o software *VosViewer*, desenvolvido na Leiden University, na Holanda, Exercícios de análise bibliométrica foram realizados conforme a seguir:

Co-ocorrência de palavras-chave: mínimo de 5 ocorrências, tendo sido encontrados em destaque os termos: “*artificial intelligence*”, “*employment*”, “*technology*”, “*robotics*”.

Co-citação de referências: mínimo de 5 ocorrências. As referências mais co-citadas foram: Frey e Osborne (2017), Autor (2003), Arntz (2016), Nedelkoska (2018), Ford (2015), Brynjolfsson e McAfee (2014).

Conexão bibliográfica: nesta opção, o sistema verifica a quantidade de referências que os documentos compartilham entre si e retorna um indicador de “força da conexão”, demonstrando os artigos mais relevantes da base (QUADRO 6).

QUADRO 6

Força de conexão entre artigos Web of Science

Referência	Força da conexão
Egana-delSol et al (2022)	68
Lewis e Bell (2018)	40
Tschang et al (2021)	34
Llorent (2019)	32
Bordot (2022)	29
Foster et al (2021)	29
Makowski et al (2021)	21
Hammer e Suparna (2021)	20
Bissesur et al (2020)	18
Fleming (2019)	17
Lloyd e Payne (2019)	15
Gemmel et al (2020)	15
Haseeb (2019)	14
Mamedov (2018)	11

Fonte: elaborado pelo autor

No grupo de 38 artigos, entre os quatorze com indicador de força superior a 10, cinco não foram localizados e os demais foram adicionados à lista final para leitura. Adicionaram-se quatro artigos com grande número de citações entre si, igualmente identificados pelo sistema *Vosviewer*. Em seguida, dois artigos foram excluídos pois, embora com grande número de citações, possuíam conteúdo desconectado da pergunta de pesquisa.

Selecionaram-se da base dos 38, dois outros artigos que, apesar da falta de destaque nas simulações do *Vosviewer*, traziam importantes contribuições para o objeto da pesquisa. Outras oito publicações relevantes foram identificadas durante a leitura das referências.

Ao fim do terceiro passo, o exame artesanal do pesquisador permitiu identificar publicações relevantes que os próprios *softwares* não trataram como tal. O estoque definitivo ficou composto de 60 publicações com origens diversas (QUADRO 7).

QUADRO 7

Base final de publicações e origem

Origem	Quantidade de publicações
Web of Science	13
Derivados da Web of Science	8
CAPES	1
SCIELLO	2
SPELL	0
Pesquisa piloto manual	36
Total	60

Fonte: elaborado pelo autor

4 ANÁLISE DOS DADOS

4.1 – Passo 4

Feita a seleção da literatura a ser revisada, inicia-se a etapa em que as fontes são separadas por conteúdo, investigando-se associações entre elas (DENYER&TRANFIELD, 2009). A presente pesquisa utilizou protocolo com quatro perguntas para cumprir a etapa, examinando cada uma das 60 publicações (ANEXO 1).

Na Pesquisa Piloto identificaram-se 17 documentos cujos conteúdos não estavam relacionados à pergunta de pesquisa, conquanto tratassem das temáticas inteligência artificial, internet das coisas, Indústria 4.0 e outras. Um dos livros objeto da análise é composto por entrevistas feitas com especialistas do campo da tecnologia. Considerando que cada entrevista pode ser tratada como elemento completo, optou-se por decompor a análise do livro em 23 partes.

Finalizada a revisão da literatura, passa-se à apresentação dos resultados.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Passo 5

Os resultados da revisão de literatura devem ser demonstrados destacando o que se conhece e o que não se conhece a respeito da pergunta de pesquisa (DENYER&TRANFIELD, 2009; TOORAJIPOUR ET AL, 2021). As descobertas da etapa anterior foram organizadas num formato de tabela. Os pesquisadores classificaram o foco de cada documento a seu juízo e conforme a interpretação dos textos, como “Social”, “Negócios” ou “Misto”. Com auxílio dos protocolos de revisão de literatura, os resultados foram dispostos em categorias a fim de permitir visão ampla das respostas, conforme será demonstrado no próximo capítulo.

5.1.1 Resultados

As classes de ordenação dos resultados foram assim definidas:

Foco: alguns trabalhos, mesmo publicados em *journals* voltados para negócios e gestão, apresentavam preocupação social. Classificaram-se 37 como Negócios, 8 como Social e 5 Misto.

Posicionamento dos pesquisadores: percebeu-se a divisão em otimistas e pessimistas, sendo os primeiros aqueles que não acreditam em impactos muito profundos na substituição de trabalhadores por máquinas e os últimos os que preveem consequências graves. Identificaram-se 20 otimistas, 11 pessimistas e os demais com posicionamento neutro.

Desemprego em massa: a preocupação com o desemprego em massa foi encontrada em 13 publicações, enquanto 24 negaram tal possibilidade. Os demais não se manifestaram ou afirmaram não saber.

Similaridade com ondas anteriores: Em 9 casos os autores enxergam as mudanças atuais como diferentes das anteriores, em 10 casos acreditam ser similar, enquanto nos demais não se identificou posicionamento. Assim, a divisão é clara, encontrando-se os otimistas entre aqueles

que acreditam no princípio da “destruição criativa”, pelo qual novos empregos serão gerados em quantidade maior do que os excluídos. Ao mesmo tempo há argumentos muito bem estruturados de quem afirma haver diferenças nucleares, como a velocidade de implantação, a escala, o fato de o impacto ser maior nas tarefas menos qualificadas (pela primeira vez na história), a qualidade de propósito geral com consequente impacto em todos os campos da indústria, serviços e da vida privada etc.

QUADRO 8

Título

Foco		Posicionamento		Desemprego em Massa		Similaridade com ondas anteriores	
Negócios	Social	Otimista	Pessimista	Sim	Não	Sim	Não
37	8	20	11	13	24	10	9

Fonte: elaborado pelo autor

Polarização: o conceito apareceu em uma quantidade razoável dos trabalhos. Implica em que estarão protegidos os empregos com mais elevado e aqueles com mais baixos níveis de qualificação; os primeiros pela dificuldade das máquinas em realiza-los e os últimos pelo elevado custo da tecnologia em comparação ao trabalho humano. No meio encontra-se grande massa de trabalhadores de qualificação mediana, cujos empregos estão sob maior nível de risco. Entre os estudos, 11 citaram referido fenômeno.

Soluções propostas: há consenso de que haverá consequências no nível de emprego. A sugestão mais recorrente foi educação para capacitar os trabalhadores ao uso das novas tecnologias. Regulação governamental e taxaço da riqueza gerada pelas novas tecnologias foram outros destaques. Essas propostas apareceram tanto em textos de autores pessimistas quanto otimistas, o que nos permite concluir que mesmo aqueles confiantes no lado bom das mudanças acreditam em algum impacto negativo a ser superado.

Outras recomendações encontradas para minimizar as consequências negativas foram o estabelecimento de renda básica universal, renda básica condicionada, rede de proteção social, ativismo dos usuários, responsabilidade conjunta de governos e corporações.

Profissões do futuro: parece haver consenso de que atividades rotineiras e de tratamento de dados serão automatizadas rapidamente. Há divergência quando se trata da possibilidade de a IA assumir atividades cognitivas. Convergem novamente no entendimento de que atividades tipicamente humanas serão valorizadas. A literatura apresenta como profissões da nova era aquelas ligadas a: ciência, tecnologia, engenharia, matemáticas; gestão, comunicação, soluções criativas; cuidados humanos; turismo, lazer e bem-estar; saúde; negociação, persuasão; empatia, confiança, compaixão; julgamento e gestão de pessoas.

Outros resultados não ligados diretamente à pergunta de pesquisa: desigualdade de gênero; a implementação das tecnologias sofrerá restrições de opções políticas, custo de desenvolvimento, barreiras sociais; crescimento do PIB; concentração de riqueza em poucos países e corporações; riscos de uso criminoso; risco de corrida armamentícia. O alcance da Singularidade, o *status* em que a máquina atinge o nível humano de inteligência, é objeto de discordância. Alguns acreditam que chegaremos a tal ponto, outros discordam. Quanto ao tempo para atingirmos essa condição, a literatura varia apontando duas, três décadas.

6 DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A revisão de literatura, como técnica apta a localizar estudos relevantes, mostrou-se frutífera neste estudo, permitindo conclusões e mantendo ou acentuando dúvidas. A literatura em geral converge no entendimento de que haverá algum tipo de impacto sobre o nível de emprego (especialmente dos profissionais menos qualificados), sobre a necessidade de treinar os trabalhadores para a nova realidade, a importância futura de trabalhos ligados à ciência, tecnologia e à essência do ser humano, a importância do governo como regulador.

As principais divergências estão nas previsões de desemprego em massa contra a visão otimista da capacidade de as inovações gerarem postos de trabalho em quantidade superior aos perdidos e nas semelhanças ou discrepâncias entre a Quarta Revolução Industrial e as ondas anteriores, desde o século XVIII.

Outras descobertas interessantes são a polarização dos riscos de automação, a discussão sobre renda básica universal ou condicionada e o enfraquecimento do poder de barganha do trabalhador nos países desenvolvidos, com destaque para Estados Unidos e Inglaterra, ao longo das últimas décadas.

Finalizados os cinco passos da revisão de literatura inspirada em Denyer e Tranfield (2009), é possível responder à pergunta de pesquisa:

Sob o contexto da Quarta Revolução Industrial, a literatura enxerga o risco da geração de desemprego em massa a partir da introdução das tecnologias de IA, IoT e Indústria 4.0 sob viés duplo de otimismo e preocupação pessimista, conforme se entenda que o momento venha a repetir as ondas anteriores de grandes inovações ou represente algo com características próprias. Em comum, os grupos divergentes enxergam exigências de capacidades diferentes das que os trabalhadores possuem atualmente, despertando a atenção para a requalificação dos mesmos e a necessidade de mecanismos que reduzam os possíveis impactos negativos.

O objetivo geral foi atingido através do processo de revisão da literatura inspirado nas lições de Denyer e Tranfield (2009) e Toorajipour et al (2021). Os objetivos específicos foram alcançados conforme se depreende das discussões acima.

7 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

O presente estudo sofreu limitações relacionadas a prazo, recursos e mesmo experiência do pesquisador, do que se desdobram sugestões de trabalhos futuros.

Na análise bibliométrica, na base *Web Of Science*, houve grande concentração das publicações em áreas como Ciência da Computação em Inteligência artificial, gestão e negócios, com pouquíssimas ocorrências em Pesquisa Educacional, ética, estudos ambientais, ciências sociais. A bibliometria da CAPES identificou enorme volume de publicações em Ciências Exatas e da Terra e Engenharias e pouquíssimos estudos em Ciências sociais aplicadas e Ciências Humanas (QUADROS 10 e 11).

QUADRO 9

Análise Bibliométrica Web Of Science

Categoria	Quantidade de ocorrências em 121 publicações
Ciências da Computação em IA	56
Gestão	42
Negócios	33
Pesquisa Educacional	1
Estudos ambientais	1
Ética	1
Ciências sociais	1

Fonte: elaborado pelo autor

QUADRO 10

Análise Bibliométrica portal CAPES

Categoria	Quantidade de ocorrências em 7.454 publicações
Ciências Exatas e da Terra	2.852
Engenharias	2.388
Ciências Sociais aplicadas	708
Ciências humanas	147

Fonte: elaborado pelo autor

Assim, sugere-se que pesquisas futuras se voltem para os impactos da Quarta Revolução Industrial, considerando-se o pior cenário, qual seja, aquele apresentado pelo grupo dos pessimistas. Caso o cenário otimista se materialize, ainda assim haverá perdas de curto prazo, igualmente dependentes de remédios que socorram os excluídos.

8 REFERÊNCIAS

ANDREESSEN, M.; Venture Capitalism Marc Andreessen explains how AI will change the world. Entrevista concedida a Timothy B. Lee. Vox, 2016.

BORDOT, F. Artificial Intelligence, Robots and Unemployment: Evidence from OECD Countries. *Journal of Innovation Economics & Management*, v.37,n.1,p.117-148, 2022.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *The Second Machina Age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW. Norton & Company. New York, 2014.

CAPTAIN, S.; Can Using Artificial Intelligence Make Hiring Less Biased?. *FastCompany*, 2016.

CHIWewe, T.; DITSELA, J.; Machine Learning Based Estimation of Ozone Using Sapatio-Temporal Data from Air Quality Monitoring Stations. *International Conference on Industrial Informatics*. Poitiers, 2016. 10.1109/INDIN.2016.7819134.

CINTRA, L.P; BRAGA, R.C.; RAPINI, M.S.; SANTOS, U.P; BARBOSA, A.C.Q.; Indústria 4.0 e Transformação Digital: Uma discussão conceitual, sob perspectiva neoshumpteriana, que inclui políticas de CT&I e Catch Up. *E&G Economia e Gestão*, v. 19, n. 54, pg. 114-132, Set/Dez. 2019. Belo Horizonte, 2019.

DENYER, D.; TRANFIELD, D. *Producing a Systematic Review*. Los Angeles, 2009.

ETZIONI, O.; Workers Displaced by Automation Should Try a New Job: Caregiver. *Wired*, 2017.

FLEMING, P. Robots and Organization Studies: Why Robots Might Not Want to Steal Your Job. *Organizations Studies*, v.40, n.1, p.23-37, 2019.

FORD, M. *The Future of Work: What if There isn't One?* Pacific Standard, 2015.

FORD, M. *Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it*. Birmingham: Packt Publishing, 2018.

FREY,C.;OSBORNE,M. *The Future of Employment: how susceptible are jobs to computerisation?*. Oxford University, 2013.

FREY.C.;OSBORNE,M. Technology at Work: the future of innovation and employment. Citi GPS: Global Perspectives&Solutions, 2015.

IQBAL, T.; QURESHI, S.; The Survey: Text Generation Models in Deep Learning. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences.

KALIOUBY, R.E.; Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Entrevista concedida a Martin Ford. Birmingham: Packt Publishing, p. 207-226, 2018.

KRAUS, M.; FEUERRIEGEL, S.; OZTEKIN, A.; Deep Learning in Business Analytics and Operations Research: Models, applications and managerial implications. European Journal of Operational Research, v. 281, 3, pg. 628-641, 2020.

KURZWEIL, R.; Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Entrevista concedida a Martin Ford. Birmingham: Packt Publishing, p. 226-252, 2018.

LECUN, Y.; Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Entrevista concedida a Martin Ford. Birmingham: Packt Publishing, p. 119-141, 2018.

LEE, K.; AI Superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2018.

LEE, K.; Artificial Intelligence is powerful – and misunderstood. Time Magazine, 2019.

MARCUS, G.; Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it. Entrevista concedida a Martin Ford. Birmingham: Packt Publishing, p. 305-329, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Agenda 2030: 17 objetivos para mudar nosso mundo.

PETNIK, J.; VANUS, J.; Design of Smart Homes Implementation within IoT with Natural Language Interface. IFAC PapersOnLine, 51-6, 174-179, 2018.

ROFFEL, S.; EVANS, I; The Biggest Misconceptions About AI: the expert’s view. Elsevier, 2018.

ROFFEL, S; EVANS, I.; The Greatest Advances in AI: the experts’ view. Elsevier Connect, 2018.

ROGERS, D.L.; *The Digital Transformation Playbook: Rethinking your Business for the digital age*. New York: Columbia University Press, 2016.

ROMBÃO, M.; TOMÉ, E.; RIBEIRO, C.; Will Robots have the capacity to replace mankind? Survey from Portugal. *Revista Eletrônica Gestão & Sociedade*, v.14, n.37, p. 3417-3438, 2020.

RUS, D.; *Artchitects of Intelligence: The truth about AI from the people building it*. Entrevista concedida a Martin Ford. Birmingham: Packt Publishing, p. 253-270, 2018.

RUSSEL, S.; *Robotics: Ethics of artificial intelligence*. *Nature*, 521, p. 415-418, 2015.

RUSSELL, S.; Should We Fear Supersmart Robots? *Scientific American*, 314(6), p. 58-59, 2016.

RUSSEL, S.; *Artchitects of Intelligence: The truth about AI from the people building it*. Entrevista concedida a Martin Ford. Birmingham: Packt Publishing, p. 35-68, 2018.

SHANE, J.; *The AI Revolution will be led by toasters, not droids*. Aeon, 2018.

TOORAJIPOUR, R.; SOHRABPOUR, V.; NAZARPOUR, A.; OGHAZI, P.; FISCHL, M. *Artificial Intelligence in supply chain management: A systematic literature review*. *Journal of Business Research*, v.122, p.502-517, 2021.

TORRISI, M.; POLLASTRI, G.; *Deep Learning Methods in Protein Structure Prediction*. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2020.

WONG, A.; *How Artificial Intelligence is Reshaping Management*. Berkeley: California Review Management, 2016.

ANEXO 1

Protocolo de Revisão de Literatura

- 1) Quais são os detalhes gerais do estudo: autor, título, *journal*, data, idioma?
- 2) Qual é o objetivo do autor com essa publicação? Quais os objetivos do estudo? Quais são as perguntas de pesquisa e/ou hipóteses?
- 3) Quais são os principais resultados com relação à sua pergunta de pesquisa?
- 4) Quais são os resultados não diretamente relacionados à sua pergunta de pesquisa?