



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Nuno Renato de Castro Nunes Alves

**O contributo da inovação social para a  
Indústria 5.0**

Junho de 2023



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Nuno Renato de Castro Nunes Alves

## **O contributo da inovação social para a Indústria 5.0**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações – ramo Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de

**Professor Doutor Jorge Miguel Oliveira Sá Cunha**  
**Professora Doutora Anabela Carvalho Alves**

Junho de 2023

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, endereço um agradecimento especial a todos os meus familiares e amigos por todo o apoio, força e incentivo que me deram, durante toda a minha formação.

Aos meus orientadores, o Professor Doutor Jorge Miguel Oliveira Sá Cunha e a Professora Doutora Anabela Carvalho Alves, pelo auxílio prestado.

A todos os colegas de curso que fizeram parte da minha trajetória, por toda a partilha de conhecimento e entreatajuda.

Por fim, à Universidade do Minho, por todos os recursos disponibilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

# O contributo da inovação social para a Indústria 5.0

## **RESUMO**

A presente dissertação resulta de um projeto de investigação, no âmbito do 2º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações, onde a principal finalidade foi analisar o contributo que a inovação social tem no paradigma da Indústria 5.0.

A inovação social é considerada uma estratégia relevante para superar alguns dos desafios sociais, económicos, políticos e ambientais do século XXI. O seu conceito compreende a geração de novas ideias (produtos, serviços e modelos), que simultaneamente atendem às necessidades sociais e criam novas relações ou colaborações. Por outras palavras, são inovações que beneficiam a sociedade e aumentam sua capacidade de ação. Numa outra perspetiva, a indústria 5.0 é um termo que define uma nova fase industrial, na qual o potencial tecnológico é aliado ao potencial humano para gerar uma indústria mais sustentável e resiliente. A forma como as duas realidades interagem e se influenciam parece suscitar cada vez mais interesse pelas mais variadas entidades. Perante isto, procedeu-se à realização de uma revisão sistemática da literatura que caracterizou a metodologia utilizada no presente estudo, de maneira a responder às perguntas de investigação propostas e analisar a relação entre os dois cenários. A revisão foi elaborada tendo em conta um espaço temporal que considerou o período de tempo entre o ano de 2017 e o ano de 2023, resultando num total de 22 artigos considerados, após aplicação dos critérios de exclusão e classificação inerentes à metodologia utilizada. Ficou evidente a ideia de que esta é uma área de pesquisa emergente, com a maioria dos estudos selecionados a terem origem a partir do ano de 2021. Estes mostraram também que a inovação social revela influência no âmbito da Indústria 5.0, facilitada por tecnologias revolucionárias, como é o caso da Inteligência Artificial, tendo, no entanto, que levar em consideração algumas barreiras sociais à implementação do novo paradigma referente à Quinta Revolução Industrial.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Inovação Social, Indústria 5.0, Sociedade 5.0, Quinta Revolução Industrial, Inteligência Artificial



# The contribution of social innovation to Industry 5.0

## **ABSTRACT**

This dissertation is the result of a research project, in the 2nd year of the Master in Operations Engineering and Management, where the main purpose was to analyse the contribution that social innovation has in the paradigm of Industry 5.0.

Social innovation is considered a relevant strategy to overcome some of the social, economic, political and environmental challenges of the 21st century. Its concept comprises the generation of new ideas (products, services, and models), which simultaneously address social needs and create new relationships or collaborations. In other words, they are innovations that benefit society and increase its capacity for action. From another perspective, Industry 5.0 is a term that defines a new industrial phase, in which technological potential is combined with human potential to generate a more sustainable and resilient industry. The way these two realities interact and influence each other seems to be attracting more and more interest from the most varied entities. In view of this, a systematic literature review was carried out to characterize the methodology used in this study in order to answer the proposed research questions and analyse the relationship between the two scenarios. The review was prepared taking into account a temporal space that considered the time period between the year 2017 and the year 2023, resulting in a total of 22 articles considered, after applying the exclusion and classification criteria inherent to the methodology used. It was evident that this is an emerging research area, with most of the selected studies originating from the year 2021. These also showed that social innovation shows influence in the scope of Industry 5.0, facilitated by revolutionary technologies, such as Artificial Intelligence, having, however, to take into consideration some social barriers to the implementation of the new paradigm concerning the Fifth Industrial Revolution.

## **KEYWORDS**

Social Innovation, Industry 5.0, Society 5.0, Fifth Industrial Revolution, Artificial Intelligence



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura do Trabalho.....	3
2. Fundamentação Teórica.....	5
2.1 Indústria 5.0.....	5
2.1.1 Evolução Histórica.....	5
2.1.2 Conceito de Indústria 5.0.....	8
2.1.3 Principais Valores.....	9
2.1.4 Principais tecnologias impulsionadoras.....	11
2.1.4.1 Robótica.....	12
2.1.4.2 Inteligência Artificial.....	15
2.1.5 Indústria e Sociedade 5.0.....	17
2.1 Inovação Social.....	19
2.1.1 Conceito Inovação Social.....	20
2.1.2 Agentes da Inovação Social.....	20
2.2.3 Como se produz Inovação Social?.....	21
2.2.4 Centros de Inovação Social em Portugal.....	23
2.2.4.1 Portugal Inovação Social e Portugal 2020.....	24
2.2.4.2 CIS-FEA (Centro de Inovação Social – Fundação Eugénio Almeida).....	24
2.2.4.3 CIS-Porto (Centro de Inovação Social do Porto).....	25

2.2.4.4 IRIS (Incubadora Regional de Inovação Social) .....	25
3. Material e Métodos .....	27
3.1 Definição .....	27
3.2 Procedimento de Execução .....	28
3.2.1 Localização dos estudos .....	31
3.2.2 Escolha e avaliação .....	31
3.2.3 Síntese e análise.....	32
4. Análise e Discussão dos Resultados.....	35
4.1 Características dos artigos .....	35
4.2 Principais resultados e classificação da literatura .....	37
4.2.1 Pontos e realidades de contacto entre a Sociedade 5.0 e os valores da I5.0 .....	38
4.2.2 Potenciação dos processos de inovação social com base na inteligência artificial.....	41
4.2.3 Possível alinhamento entre os novos comportamentos da sociedade e os valores da Quinta Revolução Industrial.....	43
4.3 Discussão dos resultados .....	47
5. Conclusão .....	51
5.1 Considerações finais.....	51
5.2 Trabalho Futuro.....	52
Referências Bibliográficas .....	54
Apêndices .....	61
Apêndice 1 – Artigos analisados.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: As cinco revoluções industriais (Fonte: Gaino, 2021) .....	7
Figura 2: Os três valores principais da I5.0 (Fonte: Xu et al. 2021) .....	10
Figura 3: YuMi Cobot (Fonte: Vasilash, 2020).....	15
Figura 4: Sociedade 5.0 para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Fonte: Keidanren) .....	19
Figura 5: Relação entre palavras-chave e números de artigos (Fonte: Elaboração própria).....	32
Figura 6: Fluxograma PRISMA (Fonte: adaptado de Carayannis & Morawska-Jancelewicz, 2022) .....	34
Figura 7: Número artigos selecionados de cada base de dados .....	35
Figura 8: Artigos selecionados tendo em conta o ano de publicação .....	36
Figura 9: Artigos selecionados e os seus países de origem .....	36
Figura 10: Artigos de acordo com a fonte de publicação.....	37
Figura 11: Conceito de Sociedade 5.0 (Fonte: Leng et al., 2022).....	41
Figura 12: Potencial técnico para redução de energia, maturidade do mercado e fatores relacionados com a viabilidade de implantação de inovações industriais (Fonte: adaptado de Khanna et al., 2023) 47	

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Resumo do procedimento executado durante a RSL.....	29
Tabela 2: Critérios de classificação utilizados nos artigos .....	33
Tabela 3: Categorização da literatura com base na estrutura proposta.....	38
Tabela 4: Barreiras sociais à implementação da I5.0 (Fonte: Leng et al., 2022).....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS**

ATSP - *Automation Technology Solution Provider*

CIS – Centro de Inovação Social

HRI - *Human Robot Interaction*

I4.0 – Indústria 4.0

I5.0 – Indústria 5.0

IA – Inteligência Artificial

IoT – *Internet of Things*

IS – Inovação Social

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

ODS – Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável

PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analys*

RIA - *Robotic Industries Association*

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

S5.0 – Sociedade 5.0

S5I – Índice de Sociedade 5.0

UNICEF - *United Nations Children's Fund*

WWW – *World Wide Web*

## **1. INTRODUÇÃO**

Neste capítulo é exposto o enquadramento da dissertação, que contém umas breves noções iniciais, que auxiliam na definição de algumas fronteiras da realidade em questão. Posteriormente aparecem os objetivos, cuja principal ideia é evidenciar as finalidades do trabalho. Por último, está detalhado o método de investigação e a estrutura de todo o documento.

### **1.1 Enquadramento**

Ao longo dos últimos anos, as iniciativas desenvolvidas no contexto da Indústria 4.0 (I4.0) têm-se focado em aspetos como indústrias inteligentes, transformação digital e mercados tecnológicos. O principal objetivo dessas iniciativas é apoiar as indústrias a passar pela quarta revolução industrial. No entanto, as oportunidades e benefícios para as comunidades e para a sociedade proporcionados pela I4.0, geralmente não são levados em consideração. Ou seja, é necessário ir mais além de uma visão estreita, como a que caracteriza a I4.0, não focando todos os olhares numa realidade meramente relacionada com a inovação tecnológica, mas sim avaliar os impactos, que essa e outros cenários relevantes, originam na sociedade como um todo (Cunha et al., 2021).

Relativamente à Indústria 4.0, denominada também como Quarta Revolução Industrial, sempre teve que lidar de forma muito direta com as mudanças sociais constantes, originadas pelos vertiginosos avanços tecnológicos. Tais progressos transformaram e transformam padrões e experiências de consumo, de produção, serviços e modelos de negócio. Desse modo, é fulcral que as organizações continuem a adaptar os seus métodos de atuação, com a finalidade de sobreviverem a um ambiente, que está, a cada dia que passa, cada vez mais dinâmico e competitivo.

Começa, portanto, a revelar-se na literatura académica a ideia de que se deve avançar para um novo paradigma de Indústria 5.0 e de uma Sociedade 5.0 (Carayannis & Morawska-Jancelewicz, 2022). O objetivo é colocar o bem-estar dos seres humanos no centro dos sistemas de manufatura, alcançando assim objetivos sociais além do emprego e do crescimento, contribuindo para um desenvolvimento sustentável mais robusto de toda a humanidade (Leng et al., 2022). Este novo paradigma de Indústria 5.0 e Sociedade 5.0, obriga os inovadores a alinhar a sociedade e a integração das pessoas com a indústria para que os desafios do desenvolvimento sustentável, a utilização eficiente dos recursos e a economia circular não impactem negativamente na economia e na sociedade.

Como enfatizado em documentos da Comissão Europeia, uma forma de conseguir alcançar esta convergência é através da inovação social, uma realidade que enfrentou nas recentes décadas um acelerado crescimento, tanto na esfera dos académicos como, no âmbito dos profissionais da política que têm decisões relevantes a seu cargo (Adams & Hess, 2010; Breque et al., 2021). A continuidade de muitas entidades, muitas das vezes, está dependente do quão inovadoras as mesmas são, com o intuito de se tornarem mais competitivas. Por isso, o conceito de inovação está claramente ligado à criação de novos conhecimentos e ao ganho de competitividade. A Indústria 5.0 requer inovação social para aumentar a prosperidade e promover empregos de boa qualidade, juntamente com medidas de apoio à educação e formação e qualificação para permitir que os trabalhadores se adaptem a um mercado de trabalho em mudança. Para isso, é necessário assegurar o acesso à tecnologia para evitar lacunas digitais em regiões com menor desenvolvimento industrial e a criação de empregos e oportunidades com o objetivo de assegurar, simultaneamente, segurança económica e justiça social.

## **1.2 Objetivos**

O principal propósito foi verificar e avaliar o contributo que os processos de inovação social têm na implementação da nova realidade industrial. Ou seja, de que modo todas essas ações influenciam e levam a cenários reais, que vão de encontro às características da Indústria 5.0. Para tal perceção foi fundamental:

- Olhar e perceber o contexto histórico de ambas as realidades, de modo a obter noções acerca das primeiras abordagens, do caminho que se percorreu, dos intervenientes existentes e do quanto se evoluiu até se chegar aos tempos atuais.
- Explorar a realidade atual, analisando as características que marcam a sociedade que caminha para a metade da terceira década do século XXI, sempre com uma atenção particular ao setor industrial e aos modelos por ele praticados.
- Projetar um quadro conjuntural futuro, alicerçado no que verifica atualmente e no potencial que a tecnologia fornece ao mundo em geral, com ritmos cada vez mais acelerados por parte da mesma.

## **1.3 Metodologia de Investigação**

Com o intuito de confirmar e alcançar os objetivos que foram propostos, inicialmente recorreu-se a métodos de pesquisa, por meio de uma revisão sistemática da literatura que abrangeu variadas fontes e que procurou sempre as realidades da Indústria 5.0 e da Inovação Social, bem como os pontos de contacto entre ambas.

A recolha dos dados resultantes do processo de pesquisa exigiu uma organização e adaptação própria, de modo a tornar algumas informações mais oportunas e benéficas para o contexto em estudo, e também para expandir alguns horizontes do conhecimento.

Posto isso, efetuou-se um estudo detalhado relativo a algumas das principais tecnologias que caracterizam o paradigma da I5.0 e de como as mesmas vão de encontro aos três valores principais da Quinta Revolução Industrial (Foco no Ser Humano, Resiliência e Sustentabilidade), articulando-se a informação teórica com exemplos reais.

De seguida, recolheram-se dados que permitiram estruturar o trabalho e colocar na base os processos de inovação social, ou seja, perceber como é que os atributos expostos no parágrafo anterior são potenciados pelos novos comportamentos da sociedade.

Por último, relacionaram-se todas as realidades referidas, de forma a expor todo o processo para um melhor entendimento. Com isso, também foi possível formar uma base mais coesa, que levou a um projetar mais fidedigno de cenários futuros. De realçar que, para alcançar o objetivo proposto pela dissertação, foi necessário tornar esse objetivo nas seguintes questões de investigação:

- Quais os pontos de contacto entre as tecnologias e os valores da I5.0?
- De que forma os processos de inovação social potenciam as tecnologias da I5.0?
- Existe um alinhamento entre os novos comportamentos da sociedade e os valores da Quinta Revolução Industrial?

## **1.4 Estrutura do Trabalho**



Esta dissertação foi organizada e disposta em 5 capítulos. Para além deste capítulo introdutório, esta dissertação é composta por mais quatro capítulos. No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica subjacente a esta dissertação, de forma a fornecer uma base de conhecimento necessária para melhor perceção do conteúdo abordado. No terceiro capítulo estão presentes todos os passos e todo o processo a seguir, para desenvolver uma correta revisão sistemática da literatura. Com o quarto capítulo, pretende-se apresentar todo o trabalho programado no terceiro capítulo, que permite fazer-se uma discussão de resultados e, posteriormente, no quinto capítulo listar algumas conclusões pertinentes acerca do tema.

- Capítulo I – Introdução
- Capítulo II – Fundamentação teórica
- Capítulo III – Procedimento para elaboração da revisão sistemática da literatura
- Capítulo IV – Exposição e discussão dos resultados
- Capítulo V – Conclusão

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo foi feita uma aproximação a conteúdos que estejam relacionados com os conceitos de Indústria 5.0 e de Inovação Social. Num primeiro momento, analisou-se a evolução de todas as reconhecidas fases da Indústria, até se chegar à Indústria 5.0, de modo a se conhecerem algumas das razões que levaram ao seu surgimento. Posteriormente, foram apontadas as características principais e atributos que suportam esse conceito. As principais tecnologias neste panorama da I5.0 e a aproximação desse cenário com a realidade da Sociedade 5.0 também mereceu destaque. Adiante, procuraram-se apontar alguns exemplos de temas, com os quais, as Inovações Sociais têm relevância e interferência. De seguida, detalhou-se o conceito de Inovação Social e focaram-se alguns traços de personalidade do mesmo, fazendo sempre que possível uma aproximação e ligação com o termo Indústria 5.0. Procurou-se responder às seguintes perguntas: Quais são as figuras da inovação social? Como se produz efetivamente uma inovação social? Por fim, foram descritos dois dos principais centros de inovação social de Portugal.

### **2.1 Indústria 5.0**

Diversas e sucessivas transformações têm acontecido até se chegar ao panorama da Indústria 5.0 ou I5.0, também designada de Quinta Revolução Industrial, que se apresenta como uma evolução da fase que a antecede. Atingiu-se a fase onde se reconhece um modelo de produção digitalizada e proativo, que realça o fator humano e que baseia a sua aplicação entre este último e a interação que mantém com a máquina (Sothis, 2021). As vivências e a experiência humana, muitas das vezes vão-se diversificando, devido a uma série de revoluções que a espaços tendem a acontecer. De acordo com Anderson (2012), a Revolução Industrial relaciona-se com uma agregação de tecnologias que elevaram radicalmente a produtividade dos seres humanos, proporcionando uma quantidade significativa de mudanças, na longevidade, na qualidade de vida, nas concentrações populacionais e no crescimento demográfico. Subentende-se, portanto, que desde a 1ª Revolução Industrial até à mais recente, muitas mudanças ocorram nos processos de manufatura, importando, pois, conhecer algumas das características que serviram de suporte à conjuntura atual.

#### **2.1.1 Evolução Histórica**

Os artesãos foram responsáveis pelas primeiras práticas referentes à produção organizada, onde os mesmos, com recurso a utensílios e ferramentas simples de trabalho concebiam e desenvolviam os

produtos (Martins & Laugeni, 2010). Essa produção era individualizada e tinha em consideração as carências de consumidores específicos. Na figura 1, estão ilustradas as cinco revoluções industriais e alguns dos pontos característicos de cada período.

A Primeira Revolução Industrial ocorreu em Inglaterra, no século XVIII, entre 1760 e 1840, esse período ficou conhecido por invenções e descobertas importantes, que levaram à evolução tanto do setor produtivo, como também dos transportes existentes na altura. A ciência descobria a utilidade do carvão como fonte de energia, surgia a revolucionária máquina a vapor e procedeu-se à construção de ferrovias (Venturelli, 2014). Surgiram também as primeiras fábricas, levando à diferenciação positiva da indústria, com essa produção mecânica.

A Segunda Revolução Industrial, segundo (Schwab, 2016), iniciou-se nos finais do século XIX com o aparecimento da energia elétrica e da linha de montagem, viabilizando a produção em massa. Também a transformação do ferro em aço, a modernização dos meios de transporte e a evolução da indústria química em particular contribuíram ativamente para a mudança de paradigma. Dentro deste período, houve uma figura a assumir um papel de destaque, devido ao seu importante contributo. Fala-se de Henry Ford, que foi um dos grandes pioneiros da produção em massa, desenvolvendo técnicas como a já referida linha de montagem e a padronização de peças, que possibilitaram no caso referido em particular, a produção de carros em grande escala, com preços em conta para os consumidores (Hounshell, 2019).

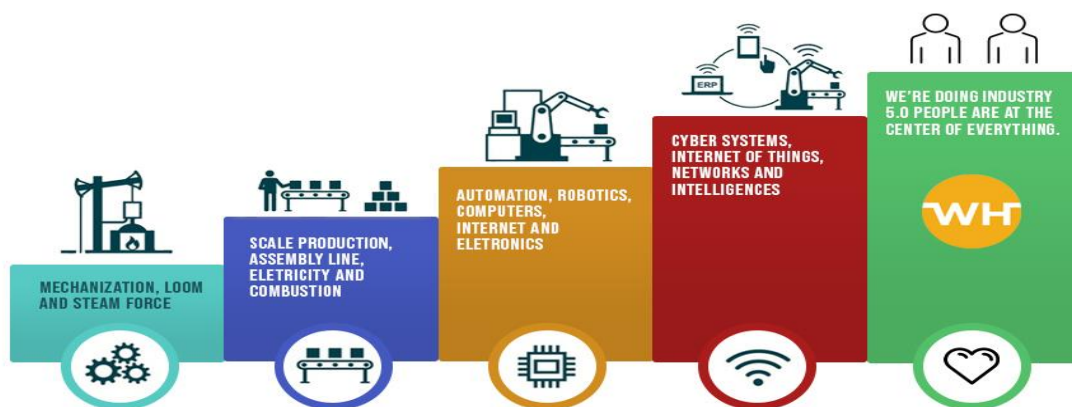


Figura 1: As cinco revoluções industriais (Fonte: Gaino, 2021)

Na década de 1960 principiou a Terceira Revolução Industrial, também apelidada como revolução digital, foi projetada pela inovação em tecnologias como os computadores, a internet, as telecomunicações e a robótica, que alteraram fundamentalmente a forma como produzimos, comunicamos e interagimos uns com os outros (Rifkin, 2014). Na década de 1990, emergiu uma maneira de unir documentos dentro e entre sistemas, denominada de *World Wide Web* (WWW), marcando o início da disseminação da tecnologia digital ao público e o começo da interação contínua entre os seres humanos e a tecnologia.

Já no início do século XXI, com o amadurecimento da internet, sensores cada vez menores e mais potentes, com preços a ficar cada vez mais ao alcance dos consumidores, software e hardware paulatinamente mais otimizados, a competência das máquinas de aprenderem e de cooperarem originando gigantescas redes de “coisas”, deu-se o começo da seguinte evolução na indústria, cujo o efeito na competitividade, na sociedade e na economia iria transformar o mundo e culminar na próxima revolução (Coelho, 2016).

Finalmente, a Quarta Revolução Industrial surge na Alemanha, no decorrer do ano de 2011, na feira de Hannover. Segundo Schwab (2016), esta nova realidade traz para debate a forma como as novas tecnologias agitarão a estruturação das cadeias de valor. Neste novo cenário as fábricas são equipadas com recursos que utilizam sistemas inteligentes e autónomos, que se associam e comunicam através de sistemas computacionais, com escassa ou até mesmo nenhuma intervenção por parte dos recursos humanos, permitindo a integração entre áreas e processos, com base numa conexão em tempo real

(Ammar et al., 2021; Karnik et al., 2021). De acordo com (Schwab, 2016), a Quarta Revolução Industrial não se limita apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas, tem também uma abrangência relacionada com novas ondas de descobertas, nas mais distintas áreas, desde o sequenciamento genético até à nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica.

No que toca a entraves e dificuldades resultantes deste novo paradigma, a escassez de trabalhadores e profissionais qualificados, bem como preocupações com a segurança cibernética, podem levar as entidades a ter algumas dores de cabeça. Também a resistência por parte de alguns funcionários, no que toca a novas maneiras e práticas laborais, podem causar algumas barreiras ao bom funcionamento, que a direção da empresa terá de solucionar (Surange et al., 2021).

### 2.1.2 Conceito de Indústria 5.0

Embora a realidade do mundo atual esteja num “ponto de transição” a que denominamos Indústria 4.0, uma nova onda revolucionária – Indústria 5.0 – parece estar a ganhar cada vez mais força e aparenta começar a traçar algumas fronteiras e a apresentar alguns traços distintivos.

Oasys (2019), afirma que os avanços na Indústria são imparáveis e inevitáveis. Observa-se, as revoluções tecnológicas a efetivarem-se em prazos de tempo cada vez mais curtos. Isso implica uma adaptação cada vez mais rápida por parte da sociedade, a estas invasões vertiginosas da tecnologia, que, no caso da I5.0, determinarão um novo método de trabalho caracterizado pela simbiose entre recursos humanos e as máquinas.

Este novo paradigma surge como alternativa para um conjunto de desafios (e.g. mudanças climáticas, poluição do meio ambiente, consumo rápido de recursos e de energia não renováveis, injustiça social, entre outros) do mundo contemporâneo, para os quais os Governos começam, cada vez mais, a reagir e a adotar políticas de combate que permitam lidar da melhor forma com esses desafios mas cujos problemas foram dilatados pela recente Pandemia da Covid-19 e pelo conflito armado entre Rússia e Ucrânia, elevando o nível de complexidade desse contexto a um patamar tal, levando a cenários não vistos desde a Segunda Grande Guerra Mundial.

Edimar (2022), considera a indústria 5.0 como uma nova revolução tecnológica que procura estimular a transformação do setor industrial em ambientes inteligentes baseados em computação cognitiva.

Realça o autor que o objetivo será garantir uma união entre o Homem e a máquina, dispondo da Inteligência Artificial, que deverá ser posta ao serviço das pessoas e da sociedade.

Kraaijenbrink (2022) destaca o facto da I5.0 oferecer uma visão que busca ir mais além, relativamente a fatores como a eficiência e a produtividade como objetivos únicos para as entidades, realçando o papel do setor industrial para com a sociedade. A colocação do bem-estar dos funcionários no centro do processo produtivo e toda a atenção dada aos mesmos, bem como o uso das novas tecnologias com o intuito de criar mais oferta de emprego e crescimento da economia e também um olhar mais sério e relevante para com os limites de produção do Planeta Terra, são exemplos de alguns traços característicos da I5.0, sem dúvida com um peso mais significativo no panorama que se avizinha.

### 2.1.3 Principais Valores

De acordo com Breque et al. (2021) a I5.0 baseia-se em três valores essenciais (Figura 2):

1. Centrado no ser humano – A realidade da indústria posiciona os principais interesses e necessidades dos recursos humanos no centro de todo o processo de produção. Ao invés de se questionar o que será possível realizar com a nova tecnologia, pergunta-se aquilo que a tecnologia pode fazer em benefício do ser humano. Ao contrário de se solicitar ao funcionário da indústria que molde as suas habilidades, às carências da tecnologia em contínua e extrema evolução, quer-se manipular essa ferramenta para possibilitar a adaptação do processo de produção às necessidades do trabalhador. Significa, também, assegurar que a utilização de novas tecnologias não viola os direitos fundamentais dos trabalhadores, como são o caso do direito à autonomia, privacidade e dignidade humana.

2. Sustentabilidade – Relativamente a esta característica a I5.0 necessita, para que se efetive este atributo, de desenvolver processos circulares que trabalhem e tenham maior atenção aos recursos naturais no sentido de os reutilizar e reciclar sempre que possível, para que haja uma redução do desperdício e do impacto negativo para o ambiente. O termo Sustentabilidade aponta para um uso do consumo de energia mais otimizado e para uma redução das emissões de gases de efeito estufa, de forma a prevenir todos os malefícios dos recursos naturais, de modo a salvaguardar as necessidades das gerações atuais sem colocar em causa o futuro das próximas gerações. A Inteligência Artificial (IA) afigura-se como uma tecnologia que poderá protagonizar um papel relevante na otimização da eficiência dos recursos referidos, de forma a minimizar o desperdício.

Para além da abordagem anteriormente referida, é fundamental considerar o conceito de sustentabilidade para além da esfera ambiental, tendo em conta também perspetivas sociais e económicas.

3. Resiliência – Este traço característico remete para a necessidade de aumentar o grau de robustez na produção industrial, preparando e fortalecendo a mesma contra interrupções indesejadas onde se salvaguarde o abastecimento e suporte de infraestruturas críticas em tempos de crise. Um exemplo de um contratempo que vai de encontro à frase anterior foi a pandemia da Covid-19, que salientou a fragilidade da abordagem atual à produção globalizada. Entre as ideias principais para ir de encontro ao bom funcionamento desta ideia estão o desenvolvimento de cadeias de valor estratégicas, a garantia de uma capacidade de produção adaptável e processos de negócios flexíveis, particularmente quando as cadeias de valor atendem a necessidades básicas humanas, como a saúde ou segurança.



Figura 2: Os três valores principais da I5.0 (Fonte: Xu et al. 2021)

Existe também uma franja de profissionais que indicam como principal motivo da necessidade de impor uma Indústria 5.0 com as características já referidas, a exigência e interesse por parte dos consumidores atuais por produtos cada vez mais personalizados, onde o mercado deve ter capacidade de resposta e de reação para acompanhar esta procura (Aslam et al., 2020; Paschek et al., 2019).

Apesar de não existir um consenso total relativamente ao conceito de I5.0, é possível identificar umas linhas de concordância relativamente a algumas realidades. Uma delas, prende-se com a visão que a I5.0 pretende impor, caracterizada por ir mais além da eficiência e produtividade como objetivos únicos do novo paradigma, aumentando o contributo e o papel da indústria para a sociedade em geral (Breque et al., 2021). Outro tema que parece cada vez mais consensual, relaciona-se com o facto de existirem aspetos referentes aos processos de tecnologia e da vida humana, que são importantes e parecem ser desvalorizados no panorama da Indústria 4.0 (Paschek et al., 2019).

#### 2.1.4 Principais tecnologias impulsionadoras

Müller (2020), aponta as tecnologias que sustentarão e estarão na base da Quinta Revolução Industrial, onde as principais se referem a:

- Soluções centradas no ser humano e tecnologias de interação Homem-Máquina que se interconectam.
- Tecnologias inspiradas no meio-ambiente, que contenham materiais inteligentes com sensores incorporados e que posteriormente possam ser reciclados no fim de utilização.
- Ferramentas digitais de simulação em tempo real que permitam modelar sistemas completos, também se podem apelidar de *Digital Twins*.
- Tecnologias de transmissão, armazenamento e análise de dados com níveis de segurança avançados.
- Inteligência artificial no sentido de detetar possíveis problemas em sistemas e processos complexos e dinâmicos.
- Tecnologias que conduzam à eficiência energética, caracterizadas por possuírem autonomias adequadas, em processos que exigem grandes quantidades de energia.

De todas as ferramentas e tecnologias que se referiram, existem duas áreas fundamentais, cujo conteúdo está umbilicalmente ligado ao paradigma e características da Indústria 5.0. Fala-se do campo da Robótica e da Inteligência Artificial.



#### 2.1.4.1 Robótica

Devido ao ganho de força e ao desenvolvimento da Indústria 4.0, a inovação industrial, cada vez mais, necessita de sistemas de produção que se caracterizem por ser mais autônomos e flexíveis. Com este panorama, a união entre robôs e trabalhadores humanos é pensada e ponderada como sendo uma solução bastante viável, para dar a estes sistemas de produção as características apontadas anteriormente e também uma maior adaptabilidade em ambientes industriais (Rodriguez-Guerra et al., 2021).

Já há alguns anos que a Interação Homem-Robô (HRI – do inglês Human Robot Interaction) vem suscitando cada vez mais interesse, levando a que este tema seja considerado como um novo campo de pesquisa (Losey et al., 2018). A HRI pode ser apontada como “um campo de estudo dedicado a compreender, projetar e avaliar sistemas robóticos para uso (Goodrich & Schultz, 2008). Assim, os sistemas que surgem agregados com a tecnologia HRI facilitam o planejamento e o desenvolver de tarefas e trabalhos de níveis complexos, de maneira mais adaptável para os operadores em comparação com os sistemas que recorrem a robôs industriais pré-programados (Losey et al., 2018). Para lá das vantagens que já se expuseram, a combinação de habilidades e competências humanas e robóticas pode assegurar melhores condições ergonômicas no desempenho das mais variadas funções (Wang et al., 2019). Por tudo isso, a HRI é uma temática com um potencial elevado e que tem centrado em si muitas atenções por parte da comunidade científica, que defende uma implementação progressiva destes métodos de trabalho.

Ao longo do Século XX, a evolução dos robôs pode ser dividida em três fases (Gasparetto et al., 2019). Na primeira fase (1957-1967), os robôs eram associados a simples máquinas programáveis que não tinham a capacidade de controlar a modalidade de execução de tarefas e, adicionalmente, também não estabeleciam uma comunicação com o meio externo. Estruturalmente, integravam peças de baixa tecnologia e a sua aplicação era limitada à execução de tarefas banais, principalmente na indústria automóvel e de manufatura. Depois, na segunda fase (1968-1977), as máquinas já possuíam a capacidade, ainda que algo limitada, de se adaptarem de forma autônoma e já havia um algum reconhecimento e ligação com o ambiente externo. A sua estrutura era composta por servo controladores e controladores lógico programáveis que possibilitavam uma programação e com isso, a realização de tarefas com um nível de complexidade maior. Todavia, o nível de versatilidade era mais baixo do que o

que se exigia, pois, cada robô era portador de um software próprio, que era aplicado a uma tarefa específica. Conclui-se que nessa fase, era uma tarefa algo complicada, conseguir empregar o mesmo robô para trabalhos e funções distintas, dado que isso implicaria uma alteração substancial do controlador e uma reprogramação integral do software funcional. Os robôs industriais da terceira fase (1978-1999) foram reconhecidos por possuírem um grau mais elevado de interação com o operador e o ambiente. Os mesmos também integravam determinados recursos de auto-programação que propiciou a adaptação a diversas tarefas, bastante mais complexas (Gasparetto et al., 2019).

O final da terceira fase da robótica industrial coincide com o último ano do Século XX. Desde o ano de 2000 e até aos dias de hoje, considera-se estas máquinas industriais como parte integrante da quarta fase, caracterizadas por um nível extremamente alto de inteligência e de brilhantes recursos, capazes de realizar cálculos avançados e ter um comportamento colaborativo a um nível bastante positivo (Gasparetto et al., 2019).

Relativamente à quantidade de robôs industriais a operar em todo o planeta, esse número aumentou de forma constante na última década, atingindo uma quantidade superior a 4 milhões em 2018 (IFR, 2020). Como se não bastasse tal aumento, houve também uma diversificação destes aparelhos para outros setores da indústria, além da indústria manufatureira (IFR, 2020). A evolução anteriormente exposta levou, de forma natural a um desenvolvimento de novas técnicas e métodos na área da robótica, uma vez que a interação entre os robôs e os recursos humanos tem exigido processos de atuação mais intuitivos e fáceis de executar (IFR, 2020). Todos essas técnicas e procedimentos foram desenvolvimentos muito interessantes e representaram avanços relevantes para o setor industrial, mais concretamente, na área da robótica industrial.

Entende-se, portanto, por robótica industrial, uma área da engenharia, que ganhou um grande protagonismo na 4ª revolução industrial, que atua na definição, projeto, desenvolvimento e fabricação de robôs industriais que automatizam muitas das funções dos trabalhadores industriais. Assim sendo, esses robôs encarregam-se da execução de atividades repetitivas e inseguras para o ser humano, com muito mais exatidão do que as pessoas, conquistando maior qualidade na produção. Por se tratarem de máquinas que operam sem pausas, produzem em quantidades mais elevadas e com um custo mais reduzido, pelo que acaba por se obter, de forma natural, um aumento exponencial da produtividade (Esneca, 2021).

Dentro do espaço relativo à robótica industrial está presente o conceito de robótica colaborativa. Esse conceito está relacionado e refere-se às tecnologias que surgiram nos últimos anos, que concede aos robôs a oportunidade de trabalharem em conjunto com os funcionários humanos, estabelecendo uma colaboração que visa trazer benefícios globais. Convém referir que a robótica colaborativa não existe apenas no mundo físico – com “máquinas visíveis”, mas também nos robôs “invisíveis”, isto é, robôs cuja função é ajustar e manipular dados, recorrendo a automações de sistemas e de trabalhos.

A informação registada acerca do primeiro robô colaborativo remonta ao ano de 1996, trabalhado e criado pelos professores J. Edward Colgate e Michael Peshkin na Northwestern University, nos Estados Unidos da América (Peshkin et al., 1996). Estes robôs colaborativos são usualmente chamados de “cobots”, termo que se trata de um acrónimo, em língua inglesa, de “Collaborative Robots”. De realçar que, a palavra cobot foi da autoria de Brent Gillespie, sendo escolhida como uma das palavras do futuro pelo Wall Street Journal numa edição datada dos inícios dos anos 2000 (Gillespie et al., 1999). Relativamente à primeira patente relacionada com esta temática, a mesma foi oficializada no mês de fevereiro do ano de 1996.

Entende-se por cobot, como ilustrado na figura 3, um robô projetado para interagir e relacionar-se com pessoas num espaço de trabalho partilhado por ambos. Os cobots distinguem-se dos demais robôs industriais, pelo facto de que os segundos são, geralmente, concebidos para operar de forma autónoma e sem intervenção dos recursos humanos.



*Figura 3: YuMi Cobot (Fonte: Vasilash, 2020)*

Os cobots são, nos dias de hoje, o segmento de maior crescimento da automação industrial. Conforme os dados da Robotic Industries Association (RIA), estima-se que no ano de 2025 se multipliquem por dez até chegar a 34% de todas as vendas de robôs industriais. Portanto, o potencial da robótica colaborativa é evidente e certamente será um setor com relevância num futuro próximo.

#### 2.1.4.2 Inteligência Artificial

Toda a realidade relacionada com a Inteligência Artificial (IA) e tudo o que gira em torno da mesma, tem vindo a ganhar cada vez maior destaque na vida das pessoas e empresas. Independentemente da existência de múltiplas definições que abordam este tema, parece haver consenso no que toca ao facto de considerar a IA como uma capacidade adquirida pela máquina, com o intuito de solucionar eficientemente problemas, de uma forma semelhante ao ser humano, privilegiando a segurança e a inteligência do processo.

Tredinnick (2017), aponta a IA como sendo um conjunto de tecnologias e procedimentos associados à computação, com foco na capacidade de tomada de decisões racionais, por parte de máquinas e computadores, sempre com uma abordagem flexível e contando com um cenário externo em constante mudança e com elevado grau de dinamismo. Por seu turno, Chui e Malhotra (2018) encaram a IA como a capacidade assimilada por uma máquina com o objetivo de executar funções cognitivas associadas a mentes humanas, especialmente o raciocínio, a percepção e o processo de aprendizagem.

A utilização dos engenhos de Inteligência Artificial, oferece ao Homem a possibilidade de resolver desafios com um grau elevado de complexidade, cujas soluções não seriam adequadas ou as melhores possíveis, caso fossem exploradas somente por seres humanos ou exclusivamente por máquinas. Autores, como Jarrahi (2018), argumenta que a utilização da IA é proveitosa para ponderar e deliberar questões que abrangem a tomada de decisões em cenários de dúvida, ambiguidade e complexidade. Defende, ainda, a existência de dois tipos de análises prévias a uma tomada de decisão. A primeira prende-se com o processo analítico, que equivale à recolha de dados relativos ao problema e à conjuntura onde o mesmo está estabelecido. Seguidamente o processo avança, cruzando meticulosamente os dados para a obtenção de informação e padronizando uma sequência lógica para a estruturação de soluções. Por fim, essas soluções entram de forma racional em contraste, até que haja um alcance daquela que se considera como possuindo os melhores indícios.

A segunda análise diz respeito ao lado intuitivo. A mesma é definida como a competência/habilidade de reproduzir conhecimento direto ou algum entendimento para a tomada de decisão, sem que haja dependência de um pensar racional (Jarrahi, 2018).

Donas de um elevado poder de processamento, os instrumentos baseados em IA reagem de forma muito eficiente e positiva a abordagens analíticas, ao passo que, por outro lado, o Homem destaca-se num tipo de abordagem mais intuitivo.

Cenários de alta complexidade, que concentram múltiplas variáveis e também uma elevada quantidade de dados, representam acontecimentos onde a utilização do poder de processamento das máquinas, consegue resolver de forma mais breve e exata o processo de tomada de decisão. Contudo, existem situações onde o raciocínio humano ainda é fundamental. Por vezes, em certos panoramas de incerteza, as ferramentas de IA poderão ter grandes probabilidades de originar decisões erradas. O mesmo acontece para níveis de ambiguidade consideráveis (Jarrahi, 2018).

O grande passo nas ferramentas de IA está ligado ao *Machine Learning*, onde se criam algoritmos para a execução de determinadas funções. Contudo, até à conclusão deste processo a Inteligência Artificial ainda é chamada a ocupar-se de algumas variáveis (Qin & Chiang, 2019).

Arthur Samuel, na época engenheiro do MIT, foi o responsável por uma das primeiras definições de Inteligência Artificial e de *Machine Learning*. Para ele, este último conceito trata-se de uma realidade

onde se oferece aos computadores a habilidade de aprenderem, sem que tivesse existido programação para tal fenómeno.

*Machine Learning*, portanto, trata-se de uma técnica associada à deteção automática de padrões pertinentes, dentro de um conjunto de dados. De forma natural, nos últimos anos, esta ferramenta assumiu-se como presença assídua em muitas funções e tarefas, sendo utilizada pelas organizações para extrair informação relevante a partir de quantidades elevadas de dados (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014).

Atualmente, a deteção facial e o reconhecimento de fala por parte dos smartphones pessoais, a previsão das condições meteorológicas, as informações de trânsito nas estradas, entre outras realidades, incorporam uma tecnologia baseada em *Machine Learning*.

Graças à complexidade de tarefas como as anteriormente referidas, bem como todas as outras aplicações dos dias de hoje, o Homem começa a não ser capaz de atentar e programar com todo esse detalhe, que é fulcral para o desenvolvimento eficaz desses processos, pelo que a solução será dotar as máquinas com a arte de aprenderem com a experiência e assim, irem-se adaptando (Shalev-Shwartz & Ben-David, 2014).

Na realidade empresarial, a Microsoft, fez uso desta técnica de Machine Learning para criar o seu sistema de pesquisa, o Bing, e para gerar a sua assistente virtual, a Cortana.

Torna-se evidente que esta ferramenta ainda terá futuro pela frente, tendo em conta os níveis de exploração atuais e a projeção de cenários futuros sobre a realidade da sociedade, que irá ter de lidar com o armazenamento de quantidades de dados cada vez maiores.

#### 2.1.5 Indústria e Sociedade 5.0

Já se viu que a indústria 5.0 é um cenário que pretende oferecer soluções a um emergente e renovado paradigma do setor da Indústria, com foco no Homem, reorganizando muitas metodologias e técnicas de produção, com o intuito de promover implicações favoráveis, tanto no panorama empresarial como

também em todos os elementos associados ao ecossistema de inovação (Carayannis, Campbell, et al., 2021; Carayannis, Christodoulou, et al., 2021).

Expostas também as três características fundamentais da Indústria 5.0: centralidade e foco no ser humano, sustentabilidade e resiliência, é justo afirmar que se a indústria deseja tornar-se como uma contribuidora de prosperidade genuína, a determinação do seu objetivo real deve englobar preocupações sociais, ambientais e comunitárias (Breque et al., 2021).

O conceito atribuído a Sociedade 5.0 (S5.0) está associado a um novo princípio diretor da inovação. Neste cenário existe um facilitismo na integração entre o mundo virtual e o mundo físico, possibilitando que a inteligência artificial, com base em vastos conjuntos de dados, e os robots, realizem ou auxiliem nas tarefas e adaptações que os seres humanos têm realizado até ao presente momento (Fukuyama, 2018). Conforme mencionado no Gabinete do Governo do Japão (Government of Japan, 2019):

A S5.0 assume uma perspetiva sistémica, porém com um foco nas pessoas, manifestando o propósito de abraçar uma ampla gama de atores que anteriormente só participavam de maneiras não visíveis, como é o caso das mulheres, em muitos casos ainda vítimas das desigualdades de género existentes na sociedade. É um espaço para incorporar diversas ideias de baixo para cima, ou seja, começar com uma visão de base e posteriormente alicerçar cenários para o topo.

A realidade que se fala pretende dar destaque a uma postura de "sistematização" de serviços e projetos, com a adoção de sistemas mais desenvolvidos e a coordenação entre variados sistemas - com o objetivo de atuar como uma ponte inteligente entre as perspetivas tecnológicas e as centradas no Homem. A S5.0 propõe assim que as entidades empresariais, universidades e outros responsáveis pelos sistemas de inovação, fortaleçam a sua cooperação, superando as barreiras organizacionais e promovendo a inovação aberta.

Aquilo que deve ser enfatizado é que a S5.0 reconhece o capital social como o seu principal ativo e promove a inovação aberta com uma orientação global, priorizando as necessidades humanas. Nesse sentido, cada cidadão, representando cada qual a sua geração, desempenha um papel importante no processo de inovação. A *Super Smart Society*, como é conhecida a Sociedade 5.0, busca oferecer soluções efetivas, personalizadas e oportunas para as pessoas, visando proporcionar um ambiente

saudável e seguro, além de promover o bem-estar da sociedade. Embora esta realidade ainda seja uma visão, a mesma mostra uma nova perspectiva para que se possa compreender e utilizar o avanço tecnológico e a transformação digital em benefício da sociedade em geral. A Sociedade 5.0 serve, então, como uma conexão entre as mudanças nas áreas de tecnologia, digitalização e fluxo de informações, e concentra as suas atividades no conceito de desenvolvimento sustentável das sociedades (Sufkowski et al., 2021).



Figura 4: Sociedade 5.0 para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Fonte: Keidanren)

## 2.1 Inovação Social

Ao longo dos últimos anos, o termo inovação social ganhou alguma preponderância e conquista o seu lugar na sociedade, devido ao facto de ser capaz de contribuir para a mesma e de ser útil para todos. Temas relativos a alterações climáticas, desigualdades sociais e visão sustentável da sociedade são diariamente alvo de conversas e discussões por parte das populações, devido à complexidade que possuem essas realidades e as que delas dependem. Decisores políticos e quem tem a responsabilidade de decidir têm-se debruçado sobre todas estas questões e tentam com as suas ferramentas ajustar da melhor forma as suas deliberações, em prol da sociedade e do que a possa beneficiar. Contudo, as soluções dadas por esses membros e também pelo mercado, têm sido insuficientes e de certa maneira, será muito difícil que sejam totalmente eficientes e eficazes, porque existem problemas extremamente complexos, recursos limitados ao dispor e custos elevados para determinadas situações, que obrigam a



explorar outras maneiras de lidar e ultrapassar certos desafios sociais. A inovação social mostra-se como um mecanismo alternativo e acessível de mudança que tem a capacidade de juntar todos em prol de atingir melhorias sociais (André & Abreu, 2007; Murray et al., 2010).

### 2.1.1 Conceito Inovação Social

Foram vários os autores que definiram a realidade em questão. Novy e Leubolt, (2005), defendem que a inovação social provém, fundamentalmente, da realização de necessidades humanas básicas, do crescimento de participação política de comunidades e grupos marginalizados; aumento da capacidade sociopolítica e do acesso a recursos essenciais para reforçar direitos que levem à satisfação das carências humanas e à participação. Já Murray et al., (2010) definem este termo como sendo novas ideias que paralelamente satisfazem necessidades sociais e geram novas relações ou parcerias sociais. Noutras palavras, são inovações que, simultaneamente, são benéficas para a sociedade e ampliam a capacidade da sociedade de atuar. Howaldt e Schwarz (2010) e Schwarz (2010), dizem que uma inovação social é uma nova fusão e/ou uma nova configuração de práticas sociais em certas zonas de ação ou contexto social promovidas por determinados atores com o intuito de melhorar a satisfação ou reagir às carências e dificuldades da sociedade. De entre as várias definições de inovação social que se podem encontrar na literatura, destaca-se, ainda, a proposta por Benneworth & Cunha (2015) : uma inovação social é uma prática socialmente inovadora que proporciona resultados socialmente mais justos e inclusivos, desenvolvendo soluções inovadoras através de redes colaborativas, que criam valor social promovendo a mudança social e o desenvolvimento e a capacitação da comunidade.

### 2.1.2 Agentes da Inovação Social

De acordo com Mulgan et al. (2007), os três agentes de destaque no processo de inovação social e de mudança são: indivíduos, movimentos sociais e organizações. Contudo, os projetos para inovações sociais também podem advir de governos, por intermédio de políticas públicas e de legislação.

Os indivíduos podem ser os operadores da mudança no setor social ao gerarem respostas inovadoras para as adversidades da sociedade. De acordo com a publicação da Ashoka (2010), esses indivíduos acabam por ser verdadeiros empreendedores sociais, porque ao contrário de aguardarem uma atitude por parte dos governos e dos privados, no sentido de se solucionar as necessidades e carências da sociedade, investigam eles mesmo o que não está a funcionar da melhor maneira e resolvem o problema persuadindo multidões a caminhar, com o propósito de rumar em diferentes direções.

Os movimentos sociais também são responsáveis por estimular e impulsionar a mudança e posteriormente efetivar processos de IS. Esses movimentos que se formam alicerçados em alguns descontentamentos, operam nas mais diversas áreas: meio ambiente, incentivo a cultura, segurança alimentar, etc.

Para lá de iniciativas individuais e de movimentos sociais, as inovações sociais podem ter origem a partir de organizações já existentes ou criadas especialmente para efeitos de combate e defesa para com algumas realidades sociais. Organizações como a Cruz Vermelha, a UNICEF e os Médicos sem Fronteiras são exemplos de organizações já existentes. Porém, as instituições públicas e privadas também podem atuar sobre o tema em questão, seja porque as suas funções e encargos assim o reclamem, seja porque decidem apostar e melhorar as políticas relativas à responsabilidade social.

Finalmente, importa destacar um outro ator relevante no processo de potenciar inovações sociais. São eles os centros de inovação social e estes podem surgir, tanto de indivíduos enquanto empreendedores sociais, como também de organizações sem fins lucrativos, de instituições de ensino e de iniciativas governamentais. Na generalidade dos casos são constituídos por representantes de múltiplas entidades e onde os mesmos colaboram no sentido de alcançar o mesmo fim, atuando num espaço físico comum.

### 2.2.3 Como se produz Inovação Social?

A primeira ação no processo de inovação é o reconhecimento de uma necessidade que não está a ser satisfeita ou que está a ser mal satisfeita, seguida pela geração de uma ideia que tenha potencial para resolver a questão. Existem casos onde os problemas estão à vista de todos e são evidentes. Contudo, também acontecem situações onde a realidade está um pouco encoberta. A segunda fase de atuação neste processo é ensaiar e traspor do papel para a prática a ideia promissora. É nesse ponto onde se descortinam algumas falhas, parte delas poderão ser melhoradas tornando o seu conteúdo viável, outra parte simplesmente acaba por levar à queda da ideia. Num terceiro momento do processo a ideia é alimentada, expandida, multiplicada e adaptada a outras realidades. É neste último tópico que se aprende a lidar com a realidade implementada (Mulgan et al., 2007).

Existem outros autores como Caulier-Grice et al. (2012) e Murray et al. (2010) que descrevem o processo de inovação social como uma realidade que engloba seis estágios e no fundo seguem a mesma linha de

pensamento de Mulgan et al. (2007). O primeiro estágio tem a ver com as inspirações e diagnóstico do problema. Envolve, portanto, a identificação da carência e formula-se uma possível resposta exequível, que, se necessário, trate o problema desde a raiz. No segundo estágio, olha-se para as propostas e ideias, dedica-se a geração de novas ideias e projeta-se vários caminhos que determinada realidade levará a atravessar. O terceiro estágio é reconhecido como a fase de protótipo e piloto. É nessa altura que, à semelhança da segunda fase do processo descrito por Mulgan et al. (2007), que se passa a ideia do papel para a prática. O quarto estágio, encarrega-se de garantir a sustentabilidade do modelo elaborado, de modo a que ele possa ser projetado num determinado período de tempo futuro e onde se obtêm as garantias financeiras que serão fulcrais para o desenrolar do paradigma. É no quinto estágio que se definem as estratégias de ampliação e difusão das inovações. Por fim, no sexto estágio é onde toda a obra que se pretende implementar se encontra totalmente alinhavada e seja, finalmente, capaz de mexer com o problema em causa, abolindo-o ou concretizando melhorias evidentes que elevem o patamar e garantam a meta ambicionada (Murray et al., 2010).

Um outro modelo que procura explicar como se desenrola o processo de IS é apresentado por Neumeier (2012) e é constituído por três estágios: problematização, expressão de interesses e delimitação e coordenação. O primeiro deles acontece no momento onde um sujeito ou um grupo deles resolve mudar hábitos comportamentais e atitudes. De seguida, o segundo estágio dá-se quando outros sujeitos se apercebem das mudanças de comportamento e postura dos primeiros e ficam cativados. Por último, no último estágio existe uma coordenação para arquitetar a capacidade dos sujeitos e então solucionar o problema.

Convém realçar que os processos que acima foram descritos, não possuem um conteúdo muito diferente, comparado com outros tipos de inovação. Porém, nota-se que a iniciativa referente a uma IS nasce da procura e também de um certo inconformismo social (Edwards-Schachter et al., 2012). Para além disso, conclui-se ser preciso um maior esforço para mobilizar e impulsionar os diferentes agentes do processo, no sentido de existir uma organização e cooperação positiva, que permita projetar cenários prometedores. Importa também referir e perceber que um processo de inovação social pode diferir de uma inovação de um determinado negócio, desde logo porque na primeira abordagem, os beneficiários das possíveis soluções intervêm em todas, ou quase todas, as etapas do processo, ao contrário do que acontece na segunda situação, onde o ambiente da atividade é normalmente restrito ao espaço da empresa, quase nunca ultrapassando as fronteiras da mesma. Por outro lado, no que toca a recursos

disponíveis, neste último caso, o ambiente organizado e estruturado das entidades (infraestrutura, tecnologias, pessoas), permite alguma vantagem em relação às comuns inovações sociais, onde existe um ambiente inicial mais “selvagem”. Finalmente, na fase de divulgação e conseqüente disseminação do “produto”, tem-se de um lado uma audiência necessitada das possíveis vantagens que o processo de IS trará, e, portanto, ao nível de esforço requerido não há comparação com uma realidade empresarial, onde por vezes, são necessários investimentos avultados em marketing, para as empresas conseguirem promover o seu produto e convencer o consumidor a aceitar a inovação, como sendo superior à dos concorrentes da entidade.

Benneworth & Cunha (2015), debruçam-se sobre a relação entre a inovação social e as universidades, considerando que a mesma não é direta, nem linear, mas sim indireta e interativa. As empresas, frequentemente, associam-se às universidades, com o intuito de estas últimas, os ajudarem na resolução de problemas específicos, decorrentes dos processos de inovação que se encontram em desenvolvimento. Segundo os autores (Benneworth & Cunha, 2015), o processo de inovação possui sete fases. A primeira fase é a geração da ideia, conhecida como *Idea generation*. Após a identificação de um problema social, surge a necessidade de encontrar uma solução que possa resolver esse problema. *Creation of protected space*, é o nome da fase seguinte, onde, após o reconhecimento das soluções, se torna necessário estabelecer um plano para a implementação de cada uma. Na terceira fase, *Demonstrator*, é fulcral assegurar a viabilidade da ideia, garantindo um funcionamento da mesma no futuro. Posto isso, na fase seguinte, *Decision to Expand*, surgem duas questões principais:

1. A solução em causa deverá ser expandida?
2. Como deverá ser feita essa expansão?

*Support Coalition*, é o nome da 5ª fase do modelo, onde se mobilizam todas as partes interessadas na implementação da solução, fazendo-se também uma apresentação pública do plano de ação para expansão da ideia. Na fase seguinte, *Codification*, procura-se promover a ampliação de uma solução de inovação social, permitindo que ela seja replicada em diferentes contextos. Por último, a última fase do processo, *Diffusion*, equivale à difusão da solução concebida, que assenta na divulgação alargada e partilha.

#### 2.2.4 Centros de Inovação Social em Portugal

Em Portugal tem havido um impulso grande a iniciativas de inovação social. Em seguida, a título meramente exemplificativo referem-se algumas das organizações e programas que têm promovido iniciativas nesse âmbito.

#### 2.2.4.1 Portugal Inovação Social e Portugal 2020

Portugal Inovação Social, trata-se de uma iniciativa pública cujo intuito é, não só, impulsionar e estimular a inovação social, mas também, dinamizar o mercado de investimento social em Portugal.

Por sua vez, Portugal 2020, corresponde a um acordo de parceria assinado no ano de 2014 entre o Estado Português e a Comissão Europeia, onde se encontram sistematizadas as linhas gerais de intervenção dos cinco Fundos Europeus Estruturais e de Investimento (FEEI).

A iniciativa Portugal Inovação Social foi estabelecida e acordada com a Comissão Europeia durante o processo de programação do programa Portugal 2020. O seu objetivo é financiar projetos de Inovação e Empreendedorismo Social, através de instrumentos de intervenção específicos, com o intuito de impulsionar o setor e promover o investimento social em Portugal. Com uma quantia orçamental inicial de 150 milhões de euros, a missão da Portugal Inovação Social é realizada com recurso à mobilização de recursos financeiros provenientes do Fundo Social Europeu (FSE). A entidade responsável por gerir e coordenar a iniciativa Portugal Inovação Social é a EMPIS (Estrutura de Missão Portugal Inovação Social). A sua atividade engloba o constante e direto envolvimento com empreendedores sociais, organizações da Economia Social, investidores privados, autoridades municipais e uma variedade de outras entidades de todo o país (Portugal Inovação Social, 2019).

#### 2.2.4.2 CIS-FEA (Centro de Inovação Social – Fundação Eugénio Almeida)

O Centro de Inovação Social da Fundação Eugénio de Almeida é uma organização que deseja viabilizar e apoiar projetos inovadores, com moldes de negócio sustentáveis, focados no impacto social, que levem maior autonomia e autoridade às populações e que auxiliem no solucionar dos problemas dos territórios de baixa densidade.

Este centro tem a sua sede no Centro Histórico de Évora, estando o mesmo articulado com instituições regionais, nacionais e internacionais, públicas e privadas, que promove um programa de atuação diferenciado e compacto de apoio e dinamização ao empreendedorismo, inovação e investimento social no território alentejano.

A estrutura ambiciona ter resultados, principalmente, nos setores da saúde e educação, por meio do auxílio e desenvolvimento de novas soluções sociais, através de organizações do setor terciário ou através de start-ups (FEA, 2023).

#### 2.2.4.3 CIS-Porto (Centro de Inovação Social do Porto)

Outro centro de relevo e de importância nacional, é o CIS Porto - Centro de Inovação Social do Porto, que trabalha “como um agente catalisador de sinergias da sociedade civil, dos agentes económicos e dos parceiros sociais, estimulando o diálogo e a cooperação entre todas as estruturas locais para reforço das redes estratégicas promotoras de desenvolvimento, empreendedorismo e inovação social”.

Os seus principais objetivos são: “promover e divulgar junto da comunidade científica nacional e internacional os projetos de inovação social operacionalizados pelo Centro de Inovação Social; despertar o interesse da população em geral pelas diferentes temáticas da inovação social; sensibilizar a população para a importância do empreendedorismo social; avaliar projetos com potencial de inovação social na cidade do Porto; validar os projetos com reconhecido potencial de inovação social da cidade do Porto; facilitar a implementação de projetos com reconhecido potencial de inovação social da cidade do Porto e o apoio a projetos com um espaço de incubação” (CIS, 2023).

Os dois centros acima expostos, são apenas duas das muitas estruturas existentes em Portugal, que surgiram com o intuito de dinamizar e estimular o aparecimento de iniciativas sociais, que visem oferecer soluções e dar resposta a problemas presentes na sociedade de hoje em dia. Procura-se com estes projetos acrescentar algo a uma realidade que aparenta não estar totalmente desenvolvida, de modo a beneficiar o bem-estar da comunidade em geral.

#### 2.2.4.4 IRIS (Incubadora Regional de Inovação Social)

Esta entidade foi criada no ano de 2017, na região do Tâmega e Sousa, na sequência de uma parceria para o impacto, promovida pela PortusPark e pelo Instituto do Banco Europeu de Investimento, com o confinamento da Portugal Inovação Social. A IRIS é uma incubadora que ajuda na criação e desenvolvimento de projetos de inovação social, que se tratam de novas ideias para solucionar problemas sociais e também da esfera ambiental com alguma gravidade.

A organização defende a ideia de que a inovação social é essencial para estimular e incentivar uma economia global forte e uma sociedade melhor. Gerar o ecossistema ideal para o desenvolvimento de iniciativas de impacto é a sua missão.

Já no ano de 2020, com o intuito de dar sequência a todos os esforços executados até a esse momento, foi fundada a IRISOCIAL (Incubadora de Inovação Social).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo estão explícitos todos os métodos e procedimentos a executar para levar a cabo o que foi proposto na secção dos objetivos e também realçado na metodologia a usar, mais especificamente, as etapas que foram desenvolvidas para responder às três questões de investigação.

#### 3.1 Definição

Uma revisão sistemática da literatura trata-se de uma abordagem pautada por uma característica fundamental, o rigor, que tem como objetivo resumir evidências científicas fidedignas, tentando dar a respostas a uma ou mais perguntas de investigação, que são definidas *a priori*. Este processo envolve uma busca pormenorizada, sempre com uma apreciação crítica dos documentos de relevo à disposição, com o intuito de alcançar a obtenção de conclusões seguras e com um alto nível de confiança (Moher et al., 2009).

Outros autores defendem a importância desta ferramenta para sintetizar o conhecimento existente, descortinar lacunas na literatura e também apontar aspetos que necessitam de maior trabalho de pesquisa. Esta técnica viabiliza uma visão extensa do presente estado de determinada área de conhecimento, tendo em conta os estudos disponíveis e as limitações vigentes (Jill Jesson, 2011).

O fornecimento de uma linha de orientação, com auxílio da revisão sistemática da literatura, que permita facilitar o trabalho dos investigadores nas suas pesquisas futuras, é uma face positiva da presente dissertação em concreto, podendo ser encarado também como um dos grandes objetivos da elaboração desta metodologia.

Para além das muitas vantagens associadas à revisão sistemática da literatura, como são o caso a redução de grandes quantidades de informação, o facto de permitir uma avaliação sistemática entre duas variáveis e um aumento da exatidão na aferição de riscos estatísticos (Mulrow, 1994; Thomé et al., 2016), também poderão existir algumas desvantagens na sua utilização em determinadas situações. Por vezes pode existir uma escassez de estudos disponíveis, ou então, uma baixa qualidade de informações relevantes dos documentos, o que compromete uma aplicação positiva e favorável do método em questão (Moher et al., 2009). Outro fator menos positivo que alguns autores apontam prende-se com o facto deste procedimento se tratar de um processo estático que reflete o estado do conhecimento num



dado momento. Com o passar do tempo novas investigações serão feitas e novas observações serão registadas, havendo por isso um risco real de a revisão sistemática poder ficar desatualizada (Moher et al., 2009).

Por fim, importa realçar que a RSL é bastante utilizada em distintas disciplinas académicas e nas mais variadas áreas profissionais. O grande destaque vai para a área da saúde, onde o recurso a este procedimento é muito comum e de grande utilidade. Contudo, as áreas das ciências sociais, educação e engenharia, recorrem frequentemente às funcionalidades desta ferramenta (Jill Jesson, 2011).

### **3.2 Procedimento de Execução**

Foram cinco os passos considerados para a realização da RSL (Denyer & Tranfield, 2009), posteriormente resumidos na Tabela 1:

1. Formulação da(s) pergunta(s) de investigação
2. Localização do conteúdo
3. Escolha e avaliação dos estudos
4. Síntese e análise
5. Apresentação de resultados e interpretação

Para colocar em prática todo este procedimento, foi imperativo traduzir o objetivo principal da dissertação (contributo da inovação social para a I5.0) em questões/perguntas de investigação, para que a revisão sistemática da literatura desse resposta às mesmas. Na Tabela 1, o primeiro campo de visão expõe as três questões já definidas.

O que a princípio foi feito, para oferecer uma base de entendimento capaz de suportar todo o desenvolvimento posterior, teve a ver com uma atualizada pesquisa de conteúdo com o propósito de produzir conhecimento pertinente, acerca das duas realidades que alicerçam a dissertação: a Inovação Social e a Indústria 5.0. Tudo isto foi um garante para uma maior capacidade de resposta às questões de investigação.

As plataformas onde se foram recolher todas as informações e todos os estudos, estão associadas ao segundo passo da RSL, que se denominou de localização do conteúdo. A terceira etapa relativa à escolha

e avaliação dos estudos envolveu o processo de procura da literatura relevante, onde os critérios de exclusão e de classificação foram empregues de maneira a estipular as fontes a serem consideradas.

A categorização dos estudos considerados, em autor, título, ano de publicação, tema abordado e tipo de pesquisa, tratou-se de um trabalho feito na fase de síntese e análise. Todos esses dados e informações foram ponderados no capítulo seguinte (Capítulo 4), onde se procedeu a um tratamento dos mesmos, de forma a extrair desses o valor necessário para a valorização da dissertação. Posteriormente decorreu uma exibição, interpretação e discussão dos resultados obtidos.

*Tabela 1: Resumo do procedimento executado durante a RSL*

1. Perguntas de investigação	Quais os pontos de contacto entre a Sociedade 5.0 e os valores da I5.0?
	Existe um efeito potenciador dos processos de inovação social com base na inteligência artificial?
	Existe um alinhamento entre os novos comportamentos da sociedade e os valores da Quinta Revolução Industrial?
2. Localização dos estudos	<i>Scopus, Science Direct, Taylor &amp; Francis</i>
	<i>Review articles, research articles</i>
3. Escolha e avaliação	Período temporal: 2017 – 2023
	TITLE-ABS-KEY (“Indústria 5.0” or “ <i>Industry 5.0</i> ” or “ <i>Fifth Industrial Revolution</i> ”) and (“Inovação Social” or “ <i>Social Innovation</i> ” or “ <i>Super Smart City</i> ”)
	TITLE-ABS-KEY (“Inovação Social” or “ <i>Social Innovation</i> ” or “ <i>Super Smart City</i> ”) and (“ <i>collaborative robotics</i> ” or “cobots” or

	<p>“inteligência artificial” or “<i>artificial intelligence</i>” or “<i>machine learning</i>” or “<i>Society 5.0</i>”)</p>
	<p>Exclusão:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não relacionado com ambos Indústria 5.0 e Inovação Social.</li> <li>• Não se encontra em Português, Inglês ou Espanhol.</li> <li>• Artigo não se encontra disponível para download (apenas resumo disponível para visualização).</li> </ul>
	<p>Classificação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes aspetos da relação entre inovação social e indústria 5.0 que são abordados.</li> <li>• Valores da Indústria 5.0 tiveram uma abordagem focada numa origem socialmente inovadora.</li> <li>• Tecnologias da I5.0 promovidas pelos novos comportamentos da sociedade.</li> <li>• Barreiras ou dificuldades relacionadas com a integração entre os diferentes conceitos detetadas.</li> </ul>
	<p>Total selecionado: 22 artigos</p>
<p>4. Síntese e análise</p>	<p>Controlo auxiliado pela ferramenta do Excel, em que os dados foram dispostos em categorias de acordo com palavra-chave procurada, método de investigação do artigo selecionado, país de origem, autor e jornal de publicação.</p>

5. Apresentação de resultados e interpretação	Interpretação e compreensão acerca da relação existente entre Inovação Social e a Indústria 5.0 com suporte vindo das fontes secundárias procuradas, de modo a responder às perguntas de investigação presentes no trabalho. Análise individual das fontes consideradas mais importantes e uso de estatística descritiva de forma a mostrar os resultados.
---	--

### 3.2.1 Localização dos estudos

Para o sucesso de todo o processo é fundamental recorrer a bases de dados confiáveis e com qualidade naquilo que oferecem: dados. Posto isto, para efetuar as pesquisas recorreu-se à *Science Direct*, *Scopus* e também *Taylor & Francis*. De facto, para além de possuírem uma reconhecida notoriedade, os documentos que possuem são vastos. De realçar que plataformas como o Excel e o *Mendeley*, foram utilizadas como auxílio na organização e gestão dos dados, principalmente para se evitar uma possível duplicação de fontes.

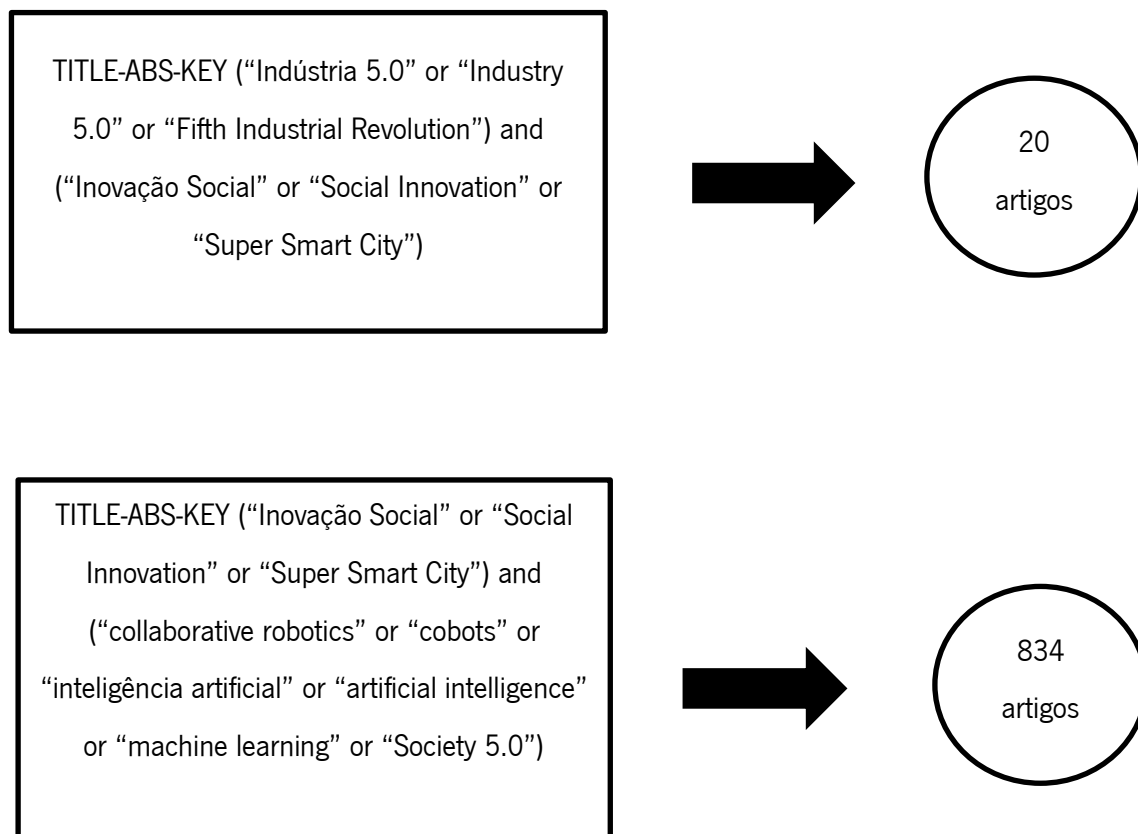
### 3.2.2 Escolha e avaliação

O período de tempo indicado (2017 – Junho 2023) não foi definido de forma aleatória. Tendo em conta que o termo Indústria 5.0 começou a ser abordado no ano de 2017, não faria sentido estabelecer uma data anterior ao ano em questão (Xu et al., 2021).

Titulo-Resumo-Palavra Chave, foram assim, por esta ordem, definidos os campos de pesquisa para a seleção dos artigos e estudos que integraram esta etapa da dissertação, sendo esta metodologia da autoria de Fettke (2006) e Leyh et al., (2017). Surge, portanto, dessa lógica o que já foi exposto anteriormente (“Indústria 5.0” or “*Industry 5.0*” or “*Fifth Industrial Revolution*”) and (“Inovação Social” or “*Social Innovation*” or “*Super Smart City*”). Na etapa seguinte os termos relacionados com a I5.0, foram substituídos por nomes muito próximos dessa realidade, como o são: *Collaborative Robotics/cobots*, Inteligência Artificial, *Machine Learning*, Sociedade 5.0.

As palavras expostas anteriormente foram escolhidas com o objetivo de servirem da melhor forma a dissertação, ou seja, existiu o cuidado de gerar uma amplitude relativamente abrangente de conceitos e realidades, para nunca limitar a pesquisa e com isso diminuir a qualidade do projeto.

O critério de exclusão, não pôde ser muito rígido, devido ao facto de ainda não existir à disposição do público em geral, uma quantidade muito elevada de dados, principalmente acerca de tudo o que esteja relacionado com a Indústria 5.0, pelo que toda a abordagem, por pequena que fosse, acerca do conceito 15.0, foi tida em conta para o estudo. Finalmente, relativamente à linguagem de uso nos artigos, tudo o que não estivesse expresso em português, inglês ou espanhol, foi rejeitado.



*Figura 5: Relação entre palavras-chave e números de artigos (Fonte: Elaboração própria)*

Na figura 5, pode-se verificar a relação entre os dois campos de pesquisa que foram definidos e o número de artigos encontrados nas três plataformas anteriormente indicadas. Destaque para a disparidade dos números entre os dois campos (20 artigos para o campo de pesquisa de cima e 834 artigos para o de baixo) muito devido às palavras-chave relacionadas com a temática da inteligência artificial. De realçar ainda, que este total de 854 artigos identificados, foi a base de todo o processo da RSL.

### 3.2.3 Síntese e análise

Nesta fase, o grande destaque vai para os critérios de classificação que foram utilizados, com o intuito de diferenciar os artigos e atribuir diferentes graus de relevância para o estudo. Ênfase para o facto de

os critérios estabelecidos, terem de ir ao encontro dos elementos presentes nas questões de investigação, fazendo uma associação lógica entre ambos. Na Tabela 2, estão organizados os fundamentos anteriormente referidos.

*Tabela 2: Critérios de classificação utilizados nos artigos*

<b>1</b> Diferentes aspetos da relação entre inovação social e indústria 5.0 que são abordados.
<b>2</b> Tecnologias e valores da Indústria 5.0 que tiveram uma abordagem focada numa origem socialmente inovadora.
<b>3</b> Tecnologias da I5.0 promovidas pelos novos comportamentos da sociedade.
<b>4</b> Barreiras ou dificuldades relacionadas com a integração entre os diferentes conceitos detetadas.

Em primeiro lugar, os artigos que abordaram um maior número de diferentes aspetos, relativo à relação existente entre as realidades da Inovação Social e da I5.0, tiveram um lugar no topo da hierarquia. Em segundo lugar, existindo dois ou mais artigos que cumpram o primeiro critério de classificação de igual forma, passam a considerar as tecnologias e valores da I5.0 que tiveram uma abordagem focada numa origem socialmente inovadora. Posto isto, o raciocínio será o mesmo até ao 4º critério de classificação.

De maneira a complementar a tarefa da RSL, foi preparado um fluxograma adaptado à metodologia PRISMA (Figura 6), método desenvolvido por um grupo de 29 revisores autores, metodologistas, médicos, editores médicos e consumidores, que significa *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analys* (Moher et al., 2009).

Inicialmente foram considerados os 854 artigos presentes na Figura 5, sendo que desse total, 542 foram excluídos com recurso aos critérios de exclusão enunciados anteriormente. Tal tarefa foi executada e registada de forma manual num caderno de apontamentos, restando no final desse processo 312 artigos para consideração na próxima etapa da metodologia PRISMA. Na fase denominada de Triagem, removeram-se 15 artigos duplicados, reduzindo o número dos mesmos para 297, dos quais 275 foram excluídos tendo em conta os critérios de classificação (fase de classificação), restando, por fim, 22 artigos que forneceram todo o conteúdo para dar respostas às questões de investigação. Também estas últimas fases da metodologia PRISMA foram desenvolvidas com o auxílio de apontamentos manuais.

Esta tarefa foi importante para destacar que dos 854 artigos monitorizados, somente uma pequena amostra desse grupo foi alvo de um cuidado e uma análise mais próxima. Essa mesma análise é apresentada no próximo capítulo.

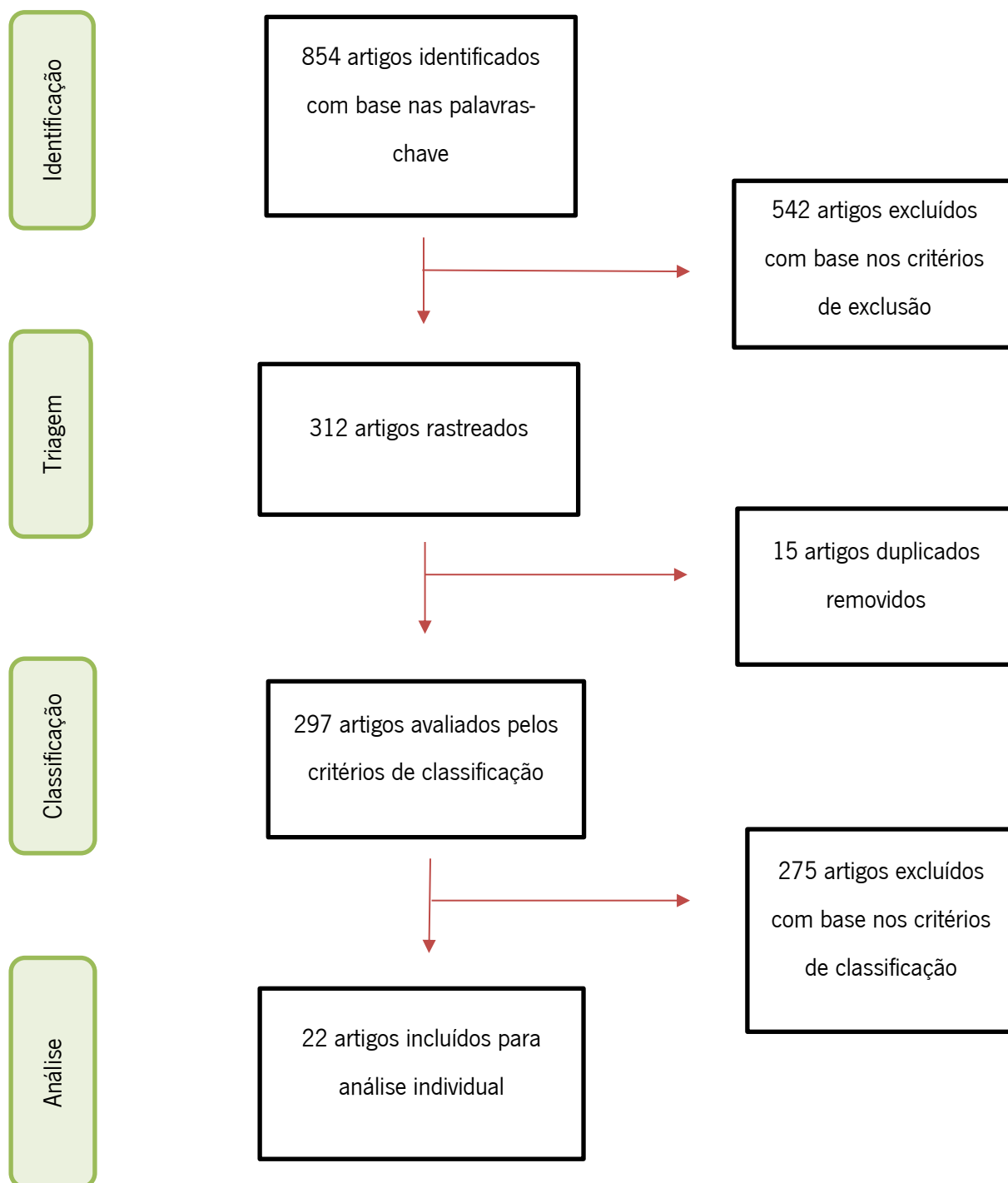


Figura 6: Fluxograma PRISMA (Fonte: adaptado de Carayannis & Morawska-Jancelewicz, 2022)

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No final do capítulo anterior e com o auxílio do fluxograma para uma melhor percepção, conclui-se que após consideração de variados fatores e critérios, foram considerados 22 artigos para uma análise individual, com o intuito de elaborar respostas para as três questões de investigação. Deste modo, neste capítulo, inicialmente tem-se um olhar acerca das características dos 22 estudos selecionados. Poderá ver-se qual foi a plataforma que forneceu mais artigos para consideração final, qual o ano que detém o maior número de estudos publicados, bem como o país de origem dos mesmos. Posteriormente, foca-se, finalmente, no cenário das perguntas de investigação e das matérias que ajudaram a dar a resposta mais completa possível às mesmas. Por fim, encontra-se um resumo global, onde se associaram todas as questões, na tentativa de complementar toda a informação.

### 4.1 Características dos artigos

Já foi referido que para desenvolver esta parte da dissertação foram utilizadas três bases de dados, sendo elas as seguintes: *Scopus*, *Science Direct* e *Taylor & Francis*. No seguinte gráfico, pode-se ver que as plataformas *Scopus* (com 12 artigos) e *Science Direct* (8 artigos), representam a grande maioria da totalidade dos artigos selecionados (22 artigos).

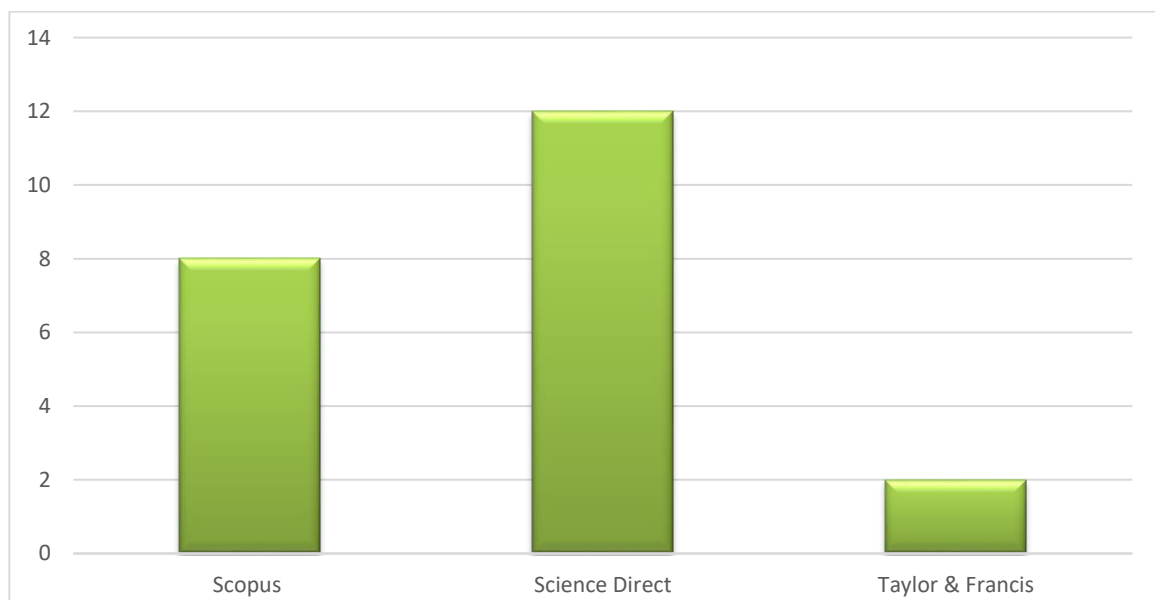


Figura 7: Número artigos selecionados de cada base de dados



A Figura 8 indica em que anos foram publicados os estudos selecionados, demonstrando, claramente, tratar-se de um cenário recente e a emergir aos poucos, principalmente no que toca ao panorama da Quinta Revolução Industrial e tudo o que a ela está associado.

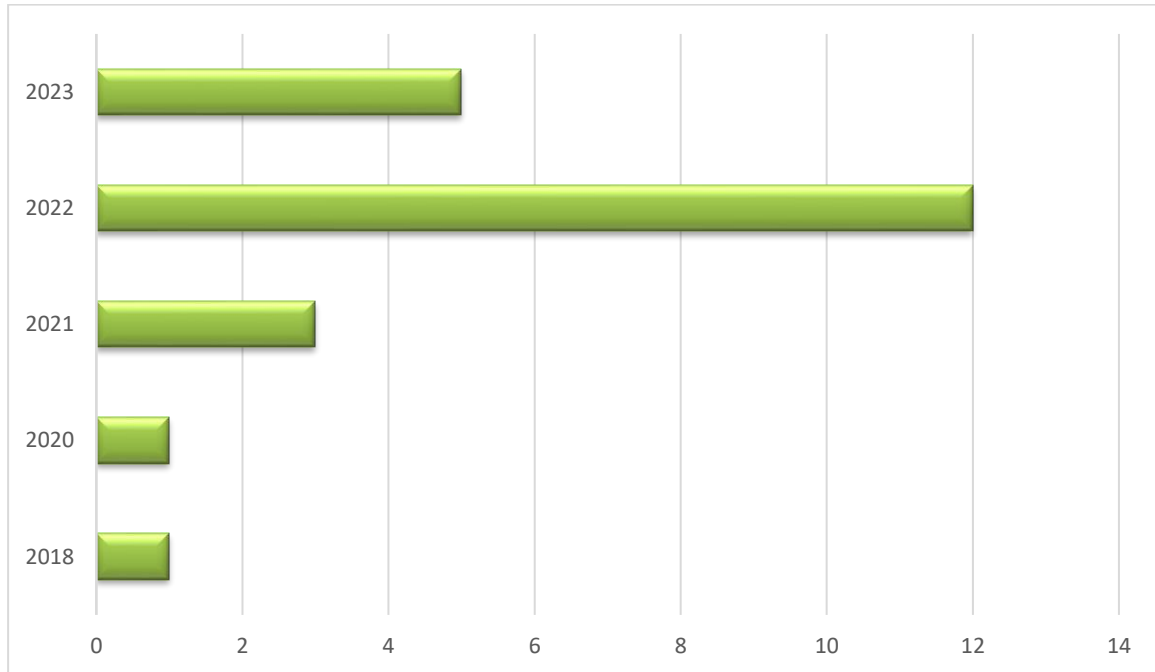


Figura 8: Artigos selecionados tendo em conta o ano de publicação

Relativamente à proveniência geográfica dos estudos, verifica-se na Figura 9 que tanto Reino Unido como Estados Unidos da América com 4 artigos cada, se destacam no mapa mundo no que toca à origem das publicações.

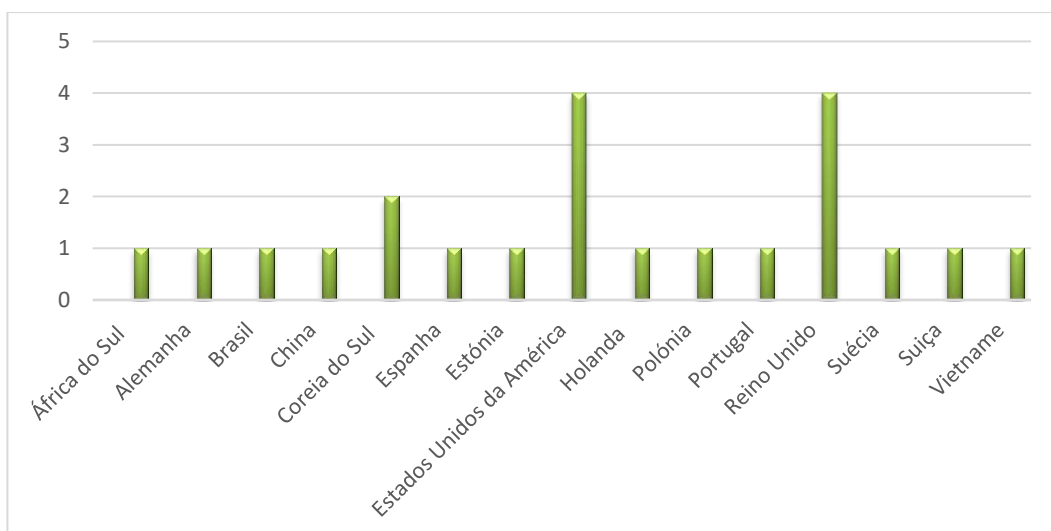


Figura 9: Artigos selecionados e os seus países de origem

De seguida, encontram-se as revistas científicas e/ou atas de conferências onde os artigos foram publicados. Do número total de estudos seleccionados, nenhuma revista publicou mais que dois artigos, havendo uma distribuição clara neste aspeto, como demonstra a Figura 10.

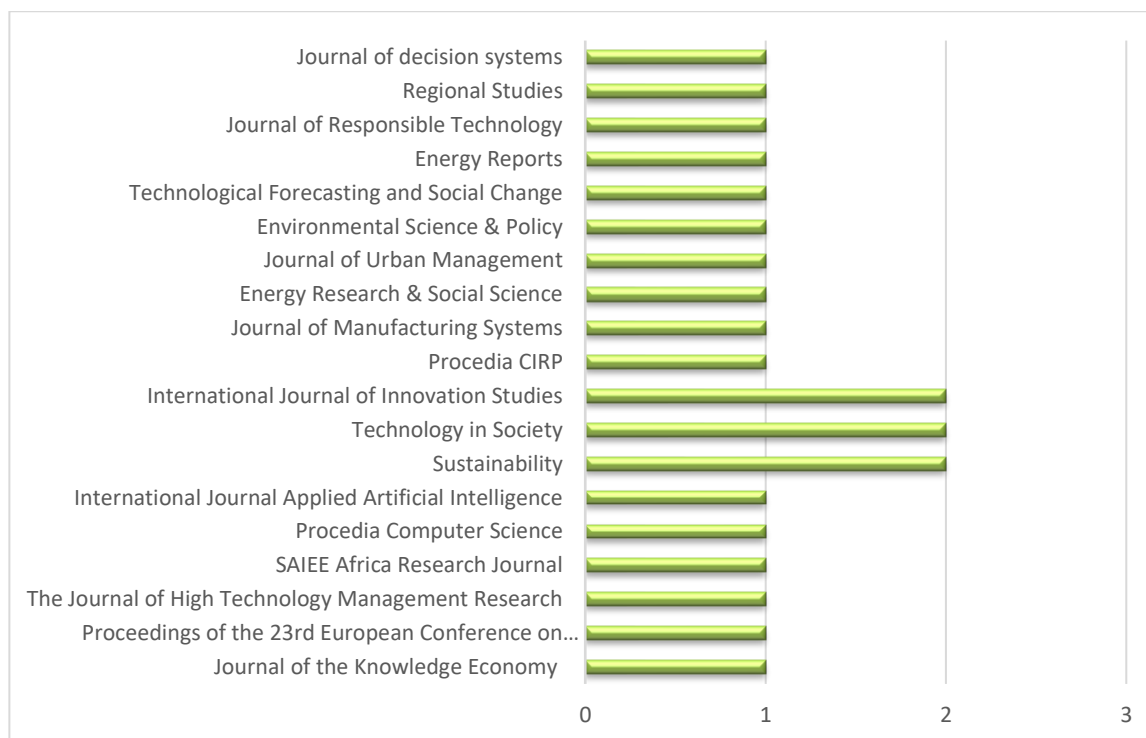


Figura 10: Artigos de acordo com a fonte de publicação

## 4.2 Principais resultados e classificação da literatura

De modo a organizar e a continuar o trabalho proposto, foi feita uma categorização da literatura com base nessa estrutura exposta anteriormente. Para isso, construíram-se três perspetivas com base nas questões de investigação:

- 1) Pontos e realidades de contacto entre a realidade da Sociedade 5.0 e os valores da I5.0.
- 2) Existência de um efeito potenciador dos processos de inovação social com base na inteligência artificial.
- 3) Possível alinhamento entre os novos comportamentos da sociedade e os valores da Quinta Revolução Industrial.

A Tabela 2 apresenta uma visão geral da literatura que suporta estas perspetivas. Esses temas têm foco e são debatidos nas secções posteriores.

*Tabela 3: Categorização da literatura com base na estrutura proposta*

<b>Pontos e realidades de contacto entre a Sociedade 5.0 e os valores da I5.0</b>	<b>Potenciação dos processos de inovação social com base na inteligência artificial</b>	<b>Possível alinhamento entre os novos comportamentos da sociedade e os valores da Quinta Revolução Industrial</b>
<p>, Carayannis et al. (2022)</p> <p>Mishra et al. (2022)</p> <p>Çipi et al. (2023)</p> <p>Leng et al. (2022)</p> <p>Kolade &amp; Owoseni (2022)</p>	<p>Kim et al. (2022)</p> <p>Mahmoud et al. (2022),</p> <p>D. Kochetkov (2023)</p> <p>Schintler et al. (2022)</p> <p>Van et al. (2020)</p>	<p>Marcelo et al. (2023)</p> <p>Khanna et al. (2023)</p> <p>Tuckerman et al. (2023)</p> <p>Russel et al. (2018)</p> <p>Onile et al. (2021)</p> <p>Gong et al. (2022)</p> <p>Humphreys et al. (2022)</p> <p>Rybak et al. (2022)</p> <p>Maroño et al. (2022)</p> <p>Amry et al. (2021)</p> <p>Johasen et al. (2021)</p> <p>Schneider et al. (2022)</p>

#### 4.2.1 Pontos e realidades de contacto entre a Sociedade 5.0 e os valores da I5.0

Estas duas realidades, tendo ambas origens recentes, seria difícil não partilharem alguns pontos ou, pelo menos, não se influenciarem mutuamente. Deve-se ter sempre presente que a Indústria 5.0 assenta em três valores principais: centralidade no ser humano, sustentabilidade e resiliência, e que, Sociedade 5.0 trata-se de um novo princípio orientador da inovação.

Kolade & Owoseni (2022), chamaram a atenção para o facto de existir um sentimento de superestimação no que toca aos efeitos negativos da transformação digital nos diversos empregos, e passaram a ideia de que a máquina (por exemplo, computadores), não será mais inteligente que as complexas redes de conhecimento. Esta premissa choca com certas abordagens características da Indústria 4.0, inclusive, os autores expuseram um estudo feito com trabalhadores alemães, indicando que, quando as tarefas, e não as profissões, são utilizadas como unidade de análise, a percentagem de funcionários a serem substituídos pela automatização diminuiu de 47% para 15%. Tudo isto levou decisores políticos e académicos, sobretudo das regiões da Europa e no Japão, a defenderem uma nova mudança de paradigma, daí o aparecimento do conceito de Indústria 5.0 e, conseqüentemente o termo Sociedade 5.0.

Assim sendo, Carayannis & Morawska-Jancelewicz (2022) abordaram o conceito de sociedade 5.0, como se tratando de uma abordagem estruturada, com a relevante particularidade de ser centrada no ser humano, na qual um dos principais objetivos passa por envolver múltiplos intervenientes, que num passado não muito longínquo, apenas participavam de forma muito discreta e distante, como são o exemplo dos jovens e das mulheres. Os autores referem ainda que a Sociedade 5.0 invoca uma sistematização de serviços e projetos, sistemas mais avançados e diferenciados e a sua respetiva coordenação, fazendo uma ponte de ligação entre as perspetivas com visões e atitudes tecnológicas e o ser humano. Por fim, relatam também, ser muito importante existir uma estreita cooperação, no sentido de derrubar barreiras organizacionais existentes e promover uma inovação aberta, entre empresas, universidades e instituições com relevo no âmbito da inovação.

Mishra et al. (2022) comentam que não é surpreendente que exista uma relação entre a Indústria 5.0 e a Sociedade 5.0, dado ambos se apresentarem como descrevendo mudanças relevantes na sociedade e economia dos dias de hoje. Os mesmos autores apontam a Sociedade 5.0 como possuindo o objetivo principal de gerar um equilíbrio entre o crescimento económico e a gestão da sociedade tendo sempre presentes as questões ambientais e a preservação do ecossistema. Ao existir uma integração entre os espaços físicos e virtuais, a tecnologia não se foca de forma exclusiva no setor da produção, como também trata de amplas matérias sociais. Dessa forma, a Sociedade 5.0 refere-se a uma sociedade que adota tecnologias avançadas que na grande parte das situações, as mesmas são utilizadas para proveito e para facilitar a vida dos cidadãos.

De forma mais detalhada, os autores referem que o propósito da Sociedade 5.0 é edificar uma realidade onde os constrangimentos da sociedade sejam solucionados por tecnologias e ferramentas emergentes, onde aparecem como exemplos, sistemas de comunicação de quinta e sexta geração (5G e 6G), *Big Data*, a inteligência artificial, a IoT, entre outras tecnologias emergentes envolvendo computação e comunicação. Tudo isto, leva à instauração de uma sociedade altamente intelectual resultante de um modelo de sociedade mais avançado, que por seu turno, está totalmente relacionado com as revoluções industriais.

Çipi et al. (2023) realçam o facto de a amplitude de realidades ser bastante mais ampla no âmbito da Sociedade 5.0 comparativamente com o paradigma da Indústria 5.0, alertando para possíveis confusões que possam ser feitas. Para isso, explicam que ao invés de funcionar num âmbito limitado, a Sociedade 5.0 passa a ideia de que todos os sistemas devem funcionar de forma integrada em toda a sociedade, o que significa um conforto nos mais variados aspetos da vida. Dessa forma, a S5.0 centra-se, fortemente, no impacto público da tecnologia e na necessidade de desenvolver a sociedade melhor através disso. (Çipi et al., 2023) salientam, ainda, a existência de oportunidades de negócio da Sociedade 5.0, parte das quais, vai ao encontro dos valores da Indústria 5.0, como são o caso as fábricas inteligentes e a ecologia verde.

A indústria como uma componente integral da sociedade e a ideia de que a transformação da indústria promoverá a prosperidade da sociedade, e vice-versa, é assim que Leng et al. (2022) deliberam acerca do setor. Uma sociedade de conhecimento intensivo e orientada para os dados, são outras noções defendidas pelos autores, na previsão que os mesmos fazem acerca de uma revolução a ocorrer não só na indústria, como também nos hábitos de vida dos seres humanos. Juntando a todas estas premissas referidas, ainda juntam uma última, que menciona a reorientação de entidades não humanas, por parte do ser humano, para se conseguir atingir o objetivo da sociedade superinteligente, fazendo avançar a era de um ecossistema sociotécnico colaborativo.

À semelhança de outros autores, Leng et al. (2022), também destacam o facto de os seres humanos continuarem a ser os principais agentes nos processos de tomada de decisões e de deliberações políticas. Posto isso, os autores defendem que se deve promover uma compreensão mais detalhada de fundamentos teóricos e possíveis implicações no mundo real do futuro humano.

Leng et al. (2022), salientam, ainda, uma característica fundamental da S5.0, que vai de encontro a um dos valores da I5.0, a sustentabilidade, mas cuja importância vai muito para além do setor industrial. Fala-se dos objetivos de desenvolvimento sustentável, na qual já foi criada uma métrica denominada de Índice de Sociedade 5.0 (S5I), que tem como função classificar o nível de cada país. Para finalizar, estes autores, apresentam o conceito de Operador 5.0, como se tratando de uma figura que representa o aspeto humano relativo ao mundo da Sociedade 5.0 e também um ponto de referência para o paradigma de fabrico inteligente da colaboração Homem-Robot.

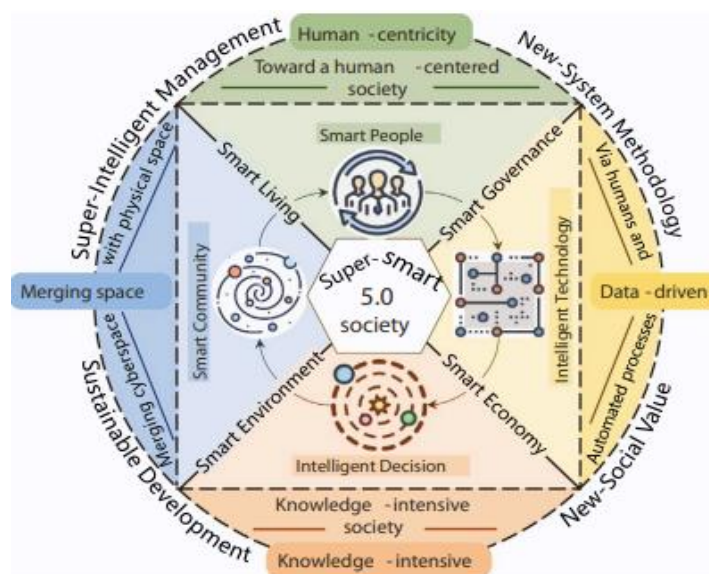


Figura 11: Conceito de Sociedade 5.0 (Fonte: Leng et al., 2022)

#### 4.2.2 Potenciação dos processos de inovação social com base na inteligência artificial

A inteligência artificial não sendo um termo totalmente novo nos dias de hoje, tem vindo a gerar cada vez mais debates e discussões, por se tratar de uma ferramenta que promete transformar inúmeros aspetos da sociedade atual e futura (Corvalán, 2019). Os processos de inovação social serão, de forma natural, influenciados por esta revolucionária e impactante ferramenta, bem característica também do novo paradigma da Quinta Revolução Industrial.

Segundo Kim et al. (2022), a principal justificação que se atribui para recorrer à inteligência artificial a projetos de inovação social, seria dispor de um modo mais científico de perceber o estado dos projetos e de tomar decisões, reduzindo ao mesmo tempo os custos. Deve-se entender o estado das questões pertinentes, investigar as formas disponíveis para atingir o objetivo com base na compreensão e antecipar

os possíveis resultados de cada opção. Os autores acrescentam ainda que a maneira mais eficiente de o fazer é modelando as circunstâncias e as variáveis pertencentes ao projeto.

No entanto, os autores apontam alguns traços do lado mais negativo da implementação de projetos de inovação social com recurso a ferramentas de IA. Defendem que embora as pessoas que estão envolvidas nos projetos e processos de inovação social procurem uma transformação digital dos mesmos utilizando a IA, a base teórica que os auxilia e os guia na compreensão dos diversos aspetos da ferramenta, ainda não está desenvolvida num ponto que se considere aceitável. Para além disso, a incerteza à volta de situações relacionadas com propriedade de dados e também acerca de questões éticas da IA, geram desconfianças e deixam reticentes possíveis interessados no uso da tecnologia.

No artigo de Mahmoud et al. (2022) está presente a ideia de que a inovação social denota a penetração de ideias empresariais, práticas de gestão e princípios de mercado no mundo da administração pública e das organizações sem fins lucrativos. Os autores acrescentam que a IA possui um enorme potencial para influenciar a maneira como os atores sociais se envolvem e interagem com o seu governo para a deliberação e tomada de decisões. Embora essa ferramenta não seja a única e a solução milagrosa para os imbrólios e problemas existentes entre governos e partes interessadas numa determinada matéria, Mahmoud et al. (2022) atestam a sua qualidade na melhoria da eficiência da relação entre ambos e entre as mais diversas partes interessadas. A implementação da IA na inovação social pode revelar como é que, por exemplo, as administrações municipais podem incentivar outros dispositivos digitais em evolução para a tomada de decisões.

Schintler & McNeely (2022) dão relevância à ideia de que em grande parte nos desafios sociais, legais e éticos, desvantagens e perigos decorrentes da utilização da IA, os mesmos podem prejudicar os esforços no sentido de construir, manter e aumentar a resiliência urbana. Apontam também ao facto de a tomada de decisões algorítmicas ser propensa a erros, desvios e lógicas falsas, levantando também dúvidas em relação à privacidade e transparência, particularmente porque as regras incorporadas na IA são frequentemente conhecidas apenas pelos desenvolvedores ou proprietários dos sistemas. Tais problemas, podem afetar os principais determinantes da resiliência da comunidade, incluindo a capacidade da comunidade, o capital social e humano, a inclusão do conhecimento, a participação, a inovação social e a equidade social. Concluem os autores que embora as formas emergentes de organização social, que consideram tanto os seres humanos como as máquinas, como outros

participantes ativos, estejam a tornar as cidades mais inteligentes, acrescentam ao mesmo tempo riscos e vulnerabilidades, por vezes complexas, que têm capacidade para abalar a resiliência urbana.

Numa perspetiva do setor dos serviços, que é alvo de inovações sociais com muita frequência, muito devido à sua longa extensão e diferentes variedades que apresenta na sociedade atual, Van et al. (2020) consideram que a IA está a entrar muito rapidamente no âmbito da melhoria do serviço ao cliente e da respetiva organização do mesmo. É aqui que frequentemente existe o debate acerca da substituição incremental do elemento humano por máquinas automatizadas de modo a efetuar melhorias no serviço. Relativamente a este aspeto Van et al. (2020) afirmam que os dispositivos que incorporam tecnologias com IA estão a tornar-se, cada vez mais, reativos, sofisticados e melhor equipados, para lidar de maneira mais eficiente e eficaz com o cliente, tornando a sua experiência de consumo mais fácil e organizada. O cenário futuro é que esta interação Homem-Máquina continue a desenvolver-se e a fazer parte do dia-a-dia de todos os consumidores, onde em particular a IA, será um dos instrumentos que ajudará a reanimar e rejuvenescer diversos setores, depois de tempos pandémicos da COVID-19, onde houveram dificuldades de larga escala.

#### 4.2.3 Possível alinhamento entre os novos comportamentos da sociedade e os valores da Quinta Revolução Industrial

O mundo está em constante mudança, trata-se de um fenómeno inevitável, e, por consequência, os seres humanos que nele habitam também estão sujeitos a esses acontecimentos em diversos níveis. A sociedade muda a sua forma de atuar e os seus comportamentos à medida que o tempo avança, pelo que, neste ponto estão presentes exemplos disso mesmo, adaptados à realidade da I5.0, mais precisamente, aos seus valores e características.

Os já referidos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, são metas que levam a alterações de comportamentos na sociedade, no sentido de cumprir os mesmos. No fundo, segundo Sánchez-Marroño et al. (2022), são necessárias mudanças sociais para alcançar os ODS. Contudo, como se trata de seres humanos no desenrolar do processo, essas mudanças podem ser recebidas com resistência e conflito dificultando o desenvolvimento adequado de processos inovadores que promoveriam determinadas conquistas. No seu artigo, e a título de curiosidade, os autores abordaram a temática dos *Superblocks*, na perspetiva de uma inovação social que visa libertar o máximo de espaço público possível, onde estão



incluídas medidas como restrições ao uso de carros particulares, o que logicamente gera bastante polémica. Muitas das vezes o grande objetivo passa por reduzir essa oposição social, por parte das partes interessadas (instituições públicas, associações, ...) para se alcançar a realização de determinadas inovações sociais.

Johansen & Rönnbäck (2021), ao abordarem, também, a temática dos ODS como um guia para identificar parâmetros que auxiliem no desenvolvimento de uma produção mais sustentável, referem que ao projetar um sistema de produção para atender às necessidades futuras, a sustentabilidade desempenha um papel crucial proporcionando, com práticas que respeitem essa realidade, um menor consumo de energia, uma redução de emissões prejudiciais e desperdícios, minimizando o impacto nas mudanças climáticas. Argumentam, também, em favor da necessidade de uma automação da produção sustentável, ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, com um foco especial no processo de fabricação. Por isso, consideram a indústria da remanufactura uma área emergente relevante para soluções de automação económicas e aprimoradas. No entanto, essa indústria, geralmente, requer alguma flexibilidade tecnológica. A implementação de manufatura inteligente e avançada, pode auxiliar as empresas de manufatura a alcançar maior competitividade, através de fatores de sustentabilidade e economia circular, analisando as suas operações com base na estrutura dos 10R: Recusar, Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reparar, Recondicionar, Remanufactura, Reaproveitar, Reciclar e Recuperar.

No futuro, os fornecedores de soluções de tecnologias de automação (ATSPs) podem expandir ainda mais os seus serviços, através de um reforço na integração de processos de digitalização e automação, combinado com o fornecimento de soluções sustentáveis. Os mesmos podem utilizar o profundo conhecimento existente em tecnologias de produção, design de máquinas e processos de automação para oferecer soluções, cada vez mais abrangentes. Outra característica a ser considerada é a Resiliência, uma vez que tanto os ATSPs, como os seus clientes industriais necessitam de manter, de forma continuada, a flexibilidade de soluções tecnológicas (automação, tecnologias de produção, digitalização).

A pandemia da COVID-19 ficou marcada por um período de constante adaptação a uma nova realidade, com novas regras, algumas nunca antes estabelecidas, a serem decretadas diariamente pelos governos dos distintos países. Tudo isso, naturalmente, levou à adoção de novas práticas e condutas comportamentais por parte dos cidadãos em todas as áreas e setores de atividade. Humphreys & Imas

(2022), com os seus desenvolvimentos e depois dos tempos anteriormente referidos, projetam uma sociedade global sustentável, que no futuro será, cada vez mais, alimentada por esforços oriundos da base para o topo, permitindo uma inovação social sustentável que não dependa de um enquadramento do topo para a base no qual seria posicionada. Sendo assim, existe um elevado potencial para o crescimento de *clusters* de inovação empresarial, que podem promover a inovação social a nível micro na nova ordem mundial que emerge após a pandemia da COVID-19. Isto resultou num aumento da produção e da partilha, da base para o topo, de produtos mediáticos criativos que não são comercializados visando a obtenção de lucro, mas sim distribuídos gratuitamente entre amigos e comunidades. Esses novos bens públicos são concebidos e produzidos com o objetivo de fornecer informações úteis: partilhar e dizer "como", "onde", "o quê" e "quando", com o intuito de ajudar os seus espectadores e leitores a serem bem-sucedidos, numa vasta gama de atividades de inovação social, que permitem o desenvolvimento sustentável. Este esforço de "mostrar e contar" levou a uma maior utilização de plataformas criativas e de redes sociais, para criar e distribuir este tipo de produtos, disponibilizados gratuitamente pelos seus criadores. Os autores concluem que, estas plataformas em linha podem abrir um espaço para "diálogos descentralizados" alargando a cocriação de valor através do envolvimento de visitantes, comunidades, cidadãos, empresários e outras partes interessadas genéricas, o que resultou em oportunidades de inovação social ao nível micro, seguindo a abordagem ascendente.

Ainda com atenção nas questões da sustentabilidade, um dos três principais valores da I5.0, temática onde Schneider & Betz (2022) considerou a onda de protestos climáticos a partir de 2018 como revolucionária no que diz respeito ao tema (com foco na proteção climática) porque tornou-se um assunto central no discurso público e nos debates governamentais. Onile et al. (2021), abordam a temática da energia industrial e respetiva poupança. Para viabilizar uma economia de baixo carbono próspera, é essencial aprimorar a eficiência energética, uma vez que cerca de 33% do consumo global de energia é diretamente atribuído às atividades industriais. Esta é uma das ideias fortes deste trabalho e que convida qualquer pessoa a pensar no assunto. Aprimorar a eficiência energética à escala industrial, não tem apenas um impacto significativo no meio ambiente, como também leva à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e do consumo de energia, aumentando, simultaneamente, a competitividade da indústria. Uma empresa ao reduzir o perfil do consumo de energia, candidata-se a ter um enorme potencial para melhorar a sua rentabilidade. Esta última frase, é outra das ideias chave deste artigo.

Intimamente ligado com a matéria abordada no último parágrafo, existe a realidade caracterizada pelas inovações tecnológicas que estão a transformar os sistemas energéticos dos edifícios, reduzindo o consumo de energia através de um melhor desempenho e onde as alterações na conceção e no comportamento dos ocupantes podem evitar ou reduzir ainda mais a procura de energia. Em particular, os avanços nas tecnologias de construção e nas técnicas de construção permitem reduzir o consumo de energia nos edifícios, com muitos países e regiões a adotarem agora "edifícios com necessidades energéticas nulas" como meta para descarbonizar o sector. Esta é uma ideia que está plasmada no trabalho de Khanna et al. (2023), servindo de interesse para o setor industrial, que tem potencial para ser abrangido por ações semelhantes durante os próximos tempos.

Também no artigo estão desenvolvidas ideias relacionadas com a descarbonização industrial. Onde processos como a bioenergia com captura e armazenamento de carbono e a captura e armazenamento diretos de carbono no ar, correspondem a tecnologias emergentes que podem ter requisitos significativos em termos de energia, água, terra e recursos. Por outro lado, processos de conceção melhorados, produtos de maior qualidade, materiais alternativos, estratégias de economia circular e outras tecnologias e práticas inovadoras, podem reduzir a procura de materiais e a utilização de energia industrial associada, como se pode ver na Figura 12. Por exemplo, as tecnologias e práticas inovadoras para reduzir a procura de materiais e a utilização de energia industrial associada estão atualmente disponíveis e são normalmente eficazes em termos de custos. No entanto, enfrentam atualmente uma série de obstáculos em termos de adoção, implementação e resposta.

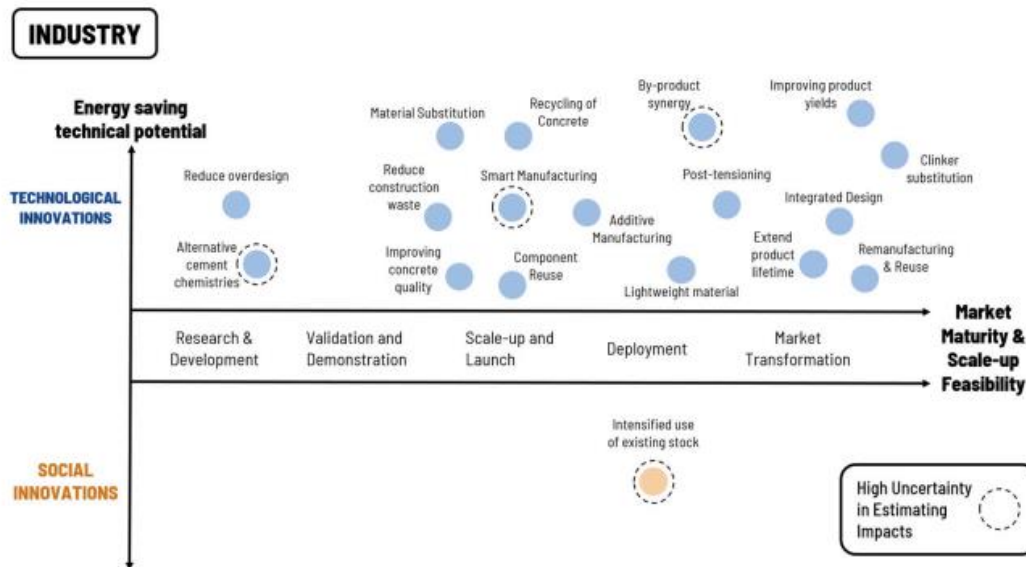


Figura 12: Potencial técnico para redução de energia, maturidade do mercado e fatores relacionados com a viabilidade de implantação de inovações industriais (Fonte: adaptado de Khanna et al., 2023)

Tipicamente, a indústria tem dado prioridade aos custos, à fiabilidade da produção e à segurança na escolha de tecnologias e práticas, no entanto, a transformação necessária para alcançar os objetivos da neutralidade de carbono, é possível através de novas inovações tecnológicas e sociais, que podem reduzir a procura de energia. São necessárias intervenções políticas específicas, para promover estratégias e práticas eficientes em termos de materiais e superar potenciais barreiras regulamentares e de mercado, a fim de acelerar a pesquisa, o desenvolvimento e a implementação dessas tecnologias inovadoras na indústria.

### 4.3 Discussão dos resultados

A principal meta da dissertação foi perceber o contributo que os processos de inovação social tinham no estabelecimento do recente paradigma da Indústria 5.0. Ou seja, que comportamentos foram e são produzidos pela sociedade, de modo a promover uma realidade (I5.0) com os valores já especificados e que se apresenta em ascensão ao longo dos últimos anos. Concluída a RSL, foi possível fazer uma aproximação entre as duas temáticas, identificando-se alguns pontos concretos característicos das mesmas, que possuem a capacidade de se influenciarem mutuamente.

A transformação digital das economias e das sociedades modificou consideravelmente o cenário da inovação e a agenda de investigação. A inovação desempenha um papel significativo no desenvolvimento da Sociedade 5.0, que é uma visão de uma sociedade futura guiada pela inovação científica e tecnológica,

com o intuito de originar uma sociedade superinteligente. Este conceito está estreitamente relacionado com a I5.0, que reconhece que as novas tecnologias devem conceder à sociedade mais do que simplesmente crescimento económico (Kochetkov, 2023)

A inovação social assume uma posição de destaque no combate às barreiras sociais atribuídas à implementação do paradigma da I5.0, visto que a evolução da mesma terá um sério impacto nos sistemas sociais e, por sua vez, vários fatores na sociedade poderão atrasar o desenvolvimento da I5.0. Neste contexto, Leng et al. (2022) destacam três aspetos principais relacionados com estas barreiras resumidos na Figura 13. Em primeiro lugar, no que concerne aos valores sociais, a formação destes necessita de tempo para se fixar e de políticas acertadas para os dirigir. Para passar a integrar a era da I5.0, a sociedade tem de atravessar uma sequência de transformações, o que leva à heterogeneidade ao nível de valores sociais e de aprovação. Os assuntos relacionados com a ética e os códigos morais da sociedade também se apresentarão como um obstáculo na revolução social centrada no ser humano da I5.0.

*Tabela 4: Barreiras sociais à implementação da I5.0 (Fonte: Leng et al., 2022)*

Aspetos	Fatores influenciadores	Barreiras sociais específicas
Valores sociais	Tempo, Direito, Políticas, Questões Éticas, Códigos Morais	Conduzem à heterogeneidade em termos de valores sociais e de aceitação  Dificultar a revolução social centrada no ser humano da Indústria 5.0

Estrutura da cadeia industrial	Da orientação para a tecnologia à orientação para o valor	<p>Destruir a estrutura de toda a cadeia social industrial</p> <p>Provocar o aparecimento de uma sobreprodução</p> <p>Afetar a estabilidade da cadeia de valor e a relação entre as curvas da oferta e da procura</p> <p>Impedir que a indústria 5.0 cumpra o objetivo de passar para um desenvolvimento sustentável orientado para o valor</p>
<p>Sistema de controlo social</p> <p>Sistemas socioecológicos</p>	<p>Abundância de dados e conformidade com as normas do sector</p> <p>Produtividade e investimento significativo</p>	<p>Colocam sérios desafios à implementação credível da supervisão social</p> <p>Exercem uma enorme pressão sobre os ecossistemas sociais</p> <p>Conduzem a uma destruição maciça do ecossistema social, contrariando a característica resiliente da indústria 5.0</p>

Em segundo lugar, no que se refere ao aspeto estrutural da cadeia industrial, a transformação das tarefas de produção na sociedade, de orientada para a tecnologia, para orientada para o valor, afetará consideravelmente a estrutura social de toda a cadeia industrial, levando à origem de excesso de produção, que afetará a estabilidade da cadeia de valor e a relação entre as cadeias de oferta e de procura. Tudo isto impossibilita que a I5.0 satisfaça o objetivo de prosseguir para um desenvolvimento sustentável. Em terceiro lugar, no que toca à perspetiva de sistemas socio ecológicos, a medição do valor ambiental e social gerado, exige produtividade e um investimento significativo, o que exerce uma enorme pressão sobre os ecossistemas sociais, podendo levar a uma destruição dos mesmos, o que é contrário à característica de Resiliência, bem característica do paradigma da I5.0.

Por outro lado, as inovações sociais representam uma gama muito vasta de atividades, abrangem vários sectores e inserem-se num amplo espetro de disciplinas científicas, sendo desenvolvidas e propostas por

vários tipos de organizações, partes interessadas, equipas ou indivíduos. As ferramentas informáticas avançadas, a IA e as novas tecnologias são cada vez mais utilizadas para as implementar (Morawska-Jancelewicz, 2022). Destaque para a IA, que como Van et al. (2020) refere, está a entrar na sociedade a uma velocidade cada vez maior e que apesar de todos os seus contras, como por exemplo as questões éticas, parece tratar-se de uma tecnologia que aparenta estabelecer-se mais um pouco na sociedade a cada dia que passa.

De forma clara, pode-se afirmar que as inovações sociais contribuem para a Indústria 5.0 se respeitarem os três valores essenciais deste último paradigma: centralidade no ser humano, sustentabilidade e resiliência. As inovações sociais enfatizam a importância da participação ativa das partes interessadas, incluindo comunidades, trabalhadores e consumidores. Elas promovem a colaboração, permitindo que os intervenientes influenciem o processo de decisão, possibilitando a chegada a soluções que defendam os seus interesses, necessidades e preferências. Ou seja, o ser humano é a figura principal neste processo, tal como o é no paradigma da I5.0, onde o seu papel é absolutamente determinante e insubstituível. A resiliência é outro aspeto importante da I5.0. As inovações sociais poderão contribuir para aumentar a resiliência do setor industrial, fortalecendo-o e tornando-o mais capaz de enfrentar situações de crise, por vezes imprevisíveis, dotando-o de melhores recursos para evitar cenários menos bons. Se assim for, pode-se afirmar que determinada inovação social contribuiu e ajudou a valorizar positivamente o setor. Da mesma forma acontece com as questões de sustentabilidade. Quando determinado processo ou produto inovador fomenta/leva a uma produção mais eficiente, que valoriza o uso de energias renováveis e a redução do desperdício, introduzindo novos comportamentos e consequentemente estabelecendo um padrão dessa forma de atuação, o mesmo terá probabilidades elevadíssimas de causar um impacto positivo e dinamizar o panorama da I5.0.

## **5. CONCLUSÃO**

Este capítulo resume as principais conclusões obtidas ao longo do estudo e fornece algumas sugestões para orientar futuros trabalhos de investigação relacionados com estas temáticas, sendo, portanto, destinado a potenciais investigadores que desejam iniciar os seus próprios estudos nestes campos. As três grandes conclusões chave da dissertação foram as seguintes: a I5.0 apresenta-se atualmente como um fenómeno emergente; os processos de inovação social assumem um maior destaque nas questões relacionadas com a Sustentabilidade; a Inteligência Artificial é a principal tecnologia que aparenta ter um maior potencial para alavancar o paradigma da I5.0.

### **5.1 Considerações finais**

O estudo do contributo da inovação social e dos seus processos no âmbito da Indústria 5.0, com particular atenção às suas características e traços distintivos, foi o grande objetivo desta dissertação. Fica evidente, através da literatura e conteúdo limitados, que o paradigma da Indústria 5.0 é um fenómeno recente, ainda com muito potencial para ser explorado e analisado. Posto isto, ainda mais evidente é a baixa informação acerca da relação da Indústria 5.0 com acontecimentos de inovações sociais. No sentido de retirar o máximo de pontos e assuntos relacionados com as duas temáticas, foi feita uma RSL, considerando um espaço temporal de 2017 a 2023, onde foram selecionados 22 artigos, após aplicação de alguns critérios de exclusão, concluindo-se o carácter emergente da conjuntura, com apenas 1 artigo alvo de análise com origem anterior ao ano de 2020.

Apesar da alguma escassez de conteúdo, referida no parágrafo anterior, dos três valores característicos da Indústria 5.0 (centralidade no ser humano, sustentabilidade e resiliência), apenas o relativo à resiliência que o setor industrial deve possuir, acabou por ser o menos desenvolvido. A ideia de que o ser humano é a grande figura deste novo cenário foi bastante abordada, acabando por ser feita com êxito a explicação desse valor e da relação com os processos de inovação social. No que concerne às questões de sustentabilidade, uma percentagem elevada dos artigos selecionados continha algum conteúdo referente a esse assunto, sendo, portanto, notório a preocupação e a crescente atenção por parte das populações, entidades empresariais e governos para garantir a longevidade e o bem-estar do setor, reforçando o papel fundamental dos processos de inovação social na garantia de um futuro auspicioso. No sentido de melhorar o entendimento acerca da relação e do contributo que as inovações sociais



tenham no espaço da I5.0, foram referidos alguns exemplos reais, alguns até mesmo relativos a outros setores que não o industrial.

Assumem um papel de relevo na promoção de fenómenos de inovação social, oferecendo mais garantias e mais qualidade nas soluções oferecidas, as tecnologias revolucionárias que surgiram nos últimos anos, algumas delas já caracterizadoras da conjuntura referente à Quarta Revolução Industrial, e que, atualmente, são tecnologias diferenciadoras que prometem alavancar a Indústria 5.0 e todas as suas propriedades. A inteligência artificial foi a que mais destaque teve, muito graças ao facto de os artigos alvo de análise, possuírem definições, aplicações, benefícios e inquietações, alusivas a esta tecnologia, que, não obstante colocar algumas reticências no seu uso, revela funcionalidades que poderão ser utilizadas em inúmeras situações, nas mais diferentes áreas da sociedade, daí esse interesse na relação que estabelecia com o campo da inovação social.

Para além de tudo o que foi referido anteriormente, uma ideia é possível ser subentendida em alguns momentos, é o facto de os centros de inovação social poderem oferecer algo mais a essa mesma temática, possibilitando desta forma um contributo para o desenvolvimento da I5.0, caso tivessem um maior apoio, não só no que toca a maiores financiamentos, como também a melhorias estruturais, fortalecendo-os e fazendo com que passassem a existir profissionais munidos de mais recursos, havendo assim melhores condições para fazer a diferença.

Em suma, existe espaço para académicos e interessados na matéria explorarem a conjuntura da Indústria 5.0 e, sobretudo, como poderão os valores da mesma ser impulsionados por inovações sociais, no sentido de efetivar a Quinta Revolução Industrial e dar mais um passo no desenvolvimento do setor industrial.

## **5.2 Trabalho Futuro**

Os trabalhos futuros poderão beneficiar com a passagem do tempo e, conseqüentemente, com um maior historial de experiências e vivências, por parte de pessoas, entidades empresariais e governos, principalmente no que tem a ver com a realidade da Indústria 5.0. Verifica-se que, atualmente, ainda existem muitos estudos que apenas levam em consideração o panorama da Indústria 4.0, sem sequer fazer a mínima referência à nova revolução industrial, que solidifica os seus valores a cada dia que passa. Ou seja, não se encontraram muitos estudos que relatassem realidades do dia-a-dia, exemplos concretos

de atuação e experiências vividas pelas próprias pessoas intervenientes nos processos industriais. No caso do valor referente à Resiliência, era fundamental, para um melhor entendimento e uma melhor percepção do mesmo, que houvessem relatos e descrição de atitudes tomadas por parte das empresas, de modo a fortalecer as suas situações globais, no sentido de as manter firmes perante qualquer eventualidade inesperada.

Além de tudo isso, um outro fator que limitou o desenvolvimento da dissertação, mais concretamente da RSL, teve a ver com uma questão linguística. O facto de não terem sido considerados estudos em línguas que, à partida teriam alguma relevância por diversas razões, como são o caso da língua japonesa e da alemã, poderá ter excluído alguns estudos e artigos que, quiçá, contivessem informações relevantes para o tema da dissertação. No caso alemão, por ser uma das nações industriais mais importantes do mundo, que emprega milhões de pessoas e tem faturações bastante elevadas. No lado do Japão, por ter sido o país de onde foram oriundos alguns dos primeiros conceitos relativos ao paradigma da Indústria 5.0 e por ser uma nação de excelência na área da inovação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, D., & Hess, M. (2010). Social innovation and why it has policy significance. *Economic and Labour Relations Review*, 21(2), 139–156. <https://doi.org/10.1177/103530461002100209>
- Ammar, M., Haleem, A., Javaid, M., Bahl, S., & Verma, S. (2021). *Ammar, M., Haleem, A., Javaid, M., Bahl, S. y Verma, S. (2021). Implementing Industry 4.0 technologies in self-healing materials and digitally managing the quality of manufacturing. Materials Today: Proceedings, 52(4).*
- Anderson, C. (2012). *Anderson, C. (2012). Makers: A nova revolução industria.*
- André, I., & Abreu, A. (2007). *ANDRÉ, Isabel; ABREU, Alexandre. (2007); Dimensões e espaços da inovação social. Finisterra: Revista portuguesa de geografia, v. 41, n. 81, p. 121-141.*
- Ashoka. (2010). *Innovators for the Public.*
- Aslam, F., Aimin, W., Li, M., & Rehman, K. U. (2020). *ASLAM, F; AIMIN, W; LI, M; REHMAN, KU. Innovation in the era of IoT and industry 5.0: Absolute innovation management (AIM) framework. Information11 (2), 1-24, 2020.*
- Benneworth, P., & Cunha, J. (2015). Universities' contributions to social innovation: reflections in theory & practice. *European Journal of Innovation Management*, 18(4), 508–527. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2013-0099/FULL/PDF>
- Breque, Maija., De Nul, Lars., Petridis, Athanasios., & European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. (2021). *Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry.*
- Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J., & Grigoroudis, E. (2021). Democracy and the Environment: How Political Freedom Is Linked with Environmental Sustainability. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 5522, 13(10), 5522.* <https://doi.org/10.3390/SU13105522>
- Carayannis, E. G., Christodoulou, K., Christodoulou, P., Chatzichristofis, S. A., & Zinonos, Z. (2021). Known Unknowns in an Era of Technological and Viral Disruptions—Implications for Theory, Policy, and Practice. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(1), 587–610. <https://doi.org/10.1007/S13132-020-00719-0/TABLES/1>
- Carayannis, E. G., & Morawska-Jancelewicz, J. (2022). The Futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as Driving Forces of Future Universities. *Journal of the Knowledge Economy.* <https://doi.org/10.1007/S13132-021-00854-2>
- Caulier-Grice, J., Davies, A., Patrick, R., & Norman, W. (2012). *Defining Social Innovation.*

- Chui, M., & Malhotra, S. (2018). *Adoption of AI advances, but foundational barriers remain* | McKinsey. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/ai-adoption-advances-but-foundational-barriers-remain>
- Çipi, A., Fernandes, A. C. R. D., Ferreira, F. A. F., Ferreira, N. C. M. Q. F., & Meidutė-Kavaliauskienė, I. (2023). Detecting and developing new business opportunities in society 5.0 contexts: A sociotechnical approach. *Technology in Society*, 73. <https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2023.102243>
- CIS. (2023). *Centro de Inovação Social* | Coesao Social. <https://coesaosocial.cm-porto.pt/inovacao-social/cis>
- Coelho, P. (2016). *Coelho, P. M. N. (2016). Rumo à Indústria 4.0. In Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra.*
- Corvalán, J. G. (2019). El impacto de la Inteligencia Artificial en el trabajo. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, ISSN 2179-345X, ISSN-e 2179-8214, Vol. 10, N. 1 (Janeiro/Abril), 2019, Págs. 35-51, 1Q(1), 35–51. <https://doi.org/10.7213/rev.dir.econ.soc.v10i1.25870>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. *The Sage Handbook of Organizational Research Methods*.
- Edimar. (2022). *Indústria 5.0 ¿Qué es?* | Edimar. <https://edimar.com/industria-5-0-que-es/>
- Edwards-Schachter, M. E., Matti, C. E., & Alcántara, E. (2012). Fostering Quality of Life through Social Innovation: A Living Lab Methodology Study Case. *Review of Policy Research*, 29(6), 672–692. <https://doi.org/10.1111/J.1541-1338.2012.00588.X>
- Esneca. (2021). *As aplicações da robótica industrial* | Esneca Portugal. <https://www.esneca.pt/blog/aplicacoes-objectivos-robotica-industrial/>
- FEA. (2023). *Centro de Inovação Social* | Fundação Eugénio de Almeida. <https://www.fea.pt/qts/6384-centro-de-inovacao-social>
- Fettke, P. (2006). State-of-the-art des state-of-the-art: Eine untersuchung der forschungsmethode “review” innerhalb der wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik*, 48(4), 257–266. <https://doi.org/10.1007/S11576-006-0057-3/METRICS>
- Fukuyama, M. (2018). *Digital Transformation*. <http://www8.cao.go.jp/cstp/>
- Gaino, J. (2021). *A próxima revolução é a indústria 5.0, que coloca as pessoas no centro* | Automotive Business. <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/artigo/a-proxima-revolucao-e-a-industria-5-0-que-coloca-as-pessoas-no-centro/>

- Gasparetto, A., Scalera, L., Gasparetto, A., & Scalera, L. (2019). A Brief History of Industrial Robotics in the 20th Century. *Advances in Historical Studies*, 8(1), 24–35. <https://doi.org/10.4236/AHS.2019.81002>
- Gillespie, R. B., Colgate, J. E., & Peshkin, M. (1999). General framework for cobot control. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 3, 1824–1830. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.1999.770374>
- Goodrich, M. A., & Schultz, A. C. (2008). Human–Robot Interaction: A Survey. *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction*, 1(3), 203–275. <https://doi.org/10.1561/1100000005>
- Government of Japan. (2019). *Society 5.0 - 科学技術政策 - 内閣府*. [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)
- Hounshell, D. (2019). *David A. Hounshell, “From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States” (2019)*.
- Howaldt, J., & Schwarz, M. (2010). Soziale Innovation – Konzepte, Forschungsfelder und -perspektiven. *Soziale Innovation*, 87–108. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-92469-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-531-92469-4_5)
- Humphreys, P., & Imas, M. (2022). Decision support for social innovation enabling sustainable development. *Journal of Decision Systems*, 31(S1), 181–201. <https://doi.org/10.1080/12460125.2022.2073634>
- IFR. (2020). *Robots double worldwide by 2020 - International Federation of Robotics*. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robots-double-worldwide-by-2020>
- Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577–586. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2018.03.007>
- Jill Jesson, L. M. and F. M. L. (2011). Doing your literature review : traditional and systematic techniques  
Doing your literature review : *Evaluation & Research in Education*, 24(september), 37–41.
- Johansen, K., & Rönnbäck, A. Ö. (2021). Small Automation Technology Solution Providers: Facilitators for Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP*, 104, 677–682. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2021.11.114>
- Karnik, N., Bora, U., Bhadri, K., Kadambi, P., & Dhatrik, P. (2021). *Karnik, N., Bora, U., Bhadri, K., Kadambi, P. y Dhatrik, P. (2021). A comprehensive study on current and future trends towards the characteristics and enablers of industry 4.0. Journal of Industrial Information Integration. 27.*
- Keidanren. (n.d.). Retrieved May 26, 2023, from <https://www.keidanren.or.jp/en/>

- Khanna, N. Z., Zhang, J., Lu, H., Feng, W., Johnson-Wang, M., & Zhou, N. (2023). Conceptualizing demand-side technological and social innovations in modeling pathways to carbon neutrality. *Energy Research & Social Science*, *100*, 103115. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103115>
- Kim, E., Jang, G. Y., & Kim, S. H. (2022). How to Apply Artificial Intelligence for Social Innovations. <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2031819>
- Kochetkov, D. M. (2023). Journal Pre-proof Innovation: A State-of-the-Art Review and Typology. *International Journal of Innovation Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2023.05.004>
- Kolade, O., & Owoseni, A. (2022). Employment 5.0: The work of the future and the future of work. *Technology in Society*, *71*, 102086. <https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2022.102086>
- Kraaijenbrink, J. (2022). *Jeroen Kraaijenbrink. (2022, June 16). Qué es la Industria 5.0 y cómo cambiará las empresas. Forbes España.*
- Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., Wuest, T., Mourtzis, D., & Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, *65*, 279–295. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017>
- Leyh, C., Martin, S., & Schaffer, T. (2017). Industry 4.0 and Lean Production-A matching relationship? An analysis of selected Industry 4.0 models. *Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2017*, 989–993. <https://doi.org/10.15439/2017F365>
- Losey, D. P., McDonald, C. G., Battaglia, E., & O'Malley, M. K. (2018). A review of intent detection, arbitration, and communication aspects of shared control for physical human–robot interaction. *Applied Mechanics Reviews*, *70*(1). <https://doi.org/10.1115/1.4039145/443697>
- Mahmoud, M., Perez-Ortiz, M., Asad Bokhari, S. A., & Myeong, S. (2022). Use of Artificial Intelligence in Smart Cities for Smart Decision-Making: A Social Innovation Perspective. *Sustainability* *2022*, Vol. *14*, Page 620, *14*(2), 620. <https://doi.org/10.3390/SU14020620>
- Martins, P., & Laugeni, F. (2010). *Administração Da Produção*. <https://pt.slideshare.net/LuizFelipe925640/administracao-da-producao-petronio-g-martins-fernando-p-laugenipdf>
- Mishra, P., Thakur, P., & Singh, G. (2022). Sustainable Smart City to Society 5.0: State-of-the-Art and Research Challenges. *SAIEE Africa Research Journal*, *113*(4), 152–164. <https://doi.org/10.23919/SAIEE.2022.9945865>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, *62*(10), 1006–1012. <https://doi.org/10.1016/J.JCLINEPI.2009.06.005>
- Morawska-Jancelewicz, J. (2022). The Role of Universities in Social Innovation Within Quadruple/Quintuple Helix Model: Practical Implications from Polish Experience. *Journal of the Knowledge Economy*, *13*(3), 2230–2271. <https://doi.org/10.1007/S13132-021-00804-Y>
- Mulgan, G., Ali, R., Halkett, R., & Sanders, B. (2007). *The challenge of growing social innovations*.
- Müller, J. (2020). *Enabling technologies for Industry 5.0*. <https://doi.org/10.2777/082634>
- Mulrow, C. D. (1994). Systematic Reviews: Rationale for systematic reviews. *BMJ*, *309*(6954), 597–599. <https://doi.org/10.1136/BMJ.309.6954.597>
- Murray, R., Caulier-Grice, J., & Mulgan, G. (2010). *SOCIAL INNOVATOR SERIES: WAYS TO DESIGN, DEVELOP AND GROW SOCIAL INNOVATION*.
- Neumeier, S. (2012). Why do Social Innovations in Rural Development Matter and Should They be Considered More Seriously in Rural Development Research? - Proposal for a Stronger Focus on Social Innovations in Rural Development Research. *Sociologia Ruralis*, *52*(1), 48–69. <https://doi.org/10.1111/J.1467-9523.2011.00553.X>
- Novy, A., & Leubolt, B. (2005). Participatory budgeting in Porto Alegre: Social innovation and the dialectical relationship of state and civil society. *Urban Studies*, *42*(11), 2023–2036. <https://doi.org/10.1080/00420980500279828>
- Oasys. (2019). *¿Qué es la Industria 5.0 y cuál es su objetivo?* - Oasys. <https://oasys-sw.com/que-es-la-industria-5-0-y-cual-es-su-objetivo/>
- Onile, A. E., Machlev, R., Petlenkov, E., Levron, Y., & Belikov, J. (2021). Uses of the digital twins concept for energy services, intelligent recommendation systems, and demand side management: A review. *Energy Reports*, *7*, 997–1015. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.01.090>
- Paschek, D., Mocan, A., & Draghici, A. (2019). *PASCHEK, D; MOCAN, A; DRAGHICI, A. Industry 5.0 – The Expected Impact of Next Industrial Revolution. ManagementKnowledge Learning International Conference, 125–132, 2019.*
- Peshkin, M., Colgate, J. E., & Moore, C. (1996). Passive robots and haptic displays based on nonholonomic elements. *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation*, *1*, 551–556. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.1996.503833>
- Portugal Inovação Social. (2019). *Portugal 2020 / Portugal Inovação Social*. <https://inovacaosocial.portugal2020.pt/sobre/portugal-2020/>

- Qin, S. J., & Chiang, L. H. (2019). Advances and opportunities in machine learning for process data analytics. *Computers & Chemical Engineering*, *126*, 465–473. <https://doi.org/10.1016/J.COMPCHEMENG.2019.04.003>
- Rifkin, J. (2014). *Jeremy Rifkin, "The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism" (2014)*.
- Rodriguez-Guerra, D., Sorrosal, G., Cabanes, I., & Calleja, C. (2021). Human-Robot Interaction Review: Challenges and Solutions for Modern Industrial Environments. *IEEE Access*, *9*, 108557–108578. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3099287>
- Sánchez-Marroño, N., Rodríguez-Arias, A., Dumitru, A., Lema-Blanco, I., Guijarro-Berdiñas, B., & Alonso-Betanzos, A. (2022). How Agent-based modeling can help to foster sustainability projects. *Procedia Computer Science*, *207*, 2546–2555. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2022.09.313>
- Schintler, L. A., & McNeely, C. L. (2022). Artificial intelligence, institutions, and resilience: Prospects and provocations for cities. *Journal of Urban Management*, *11*(2), 256–268. <https://doi.org/10.1016/J.JUM.2022.05.004>
- Schneider, C., & Betz, S. (2022). Transformation 2: Making software engineering accountable for sustainability. *Journal of Responsible Technology*, *10*, 100027. <https://doi.org/10.1016/j.jrt.2022.100027>
- Schwab, K. (2016). *A Quarta Revolução Industrial, Klaus Schwab*. <https://www.bertrand.pt/livro/a-quarta-revolucao-industrial-klaus-schwab/23919786>
- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms - Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David - Google Livros*.
- Sothis. (2021, June 22). *La industria 5.0: Digitalización del sector de la alimentación y las bebidas*. <https://www.sothis.tech/la-industria-50-digitalizacion-del-sector-de-la-alimentacion-y-las-bebidas/>
- Sułkowski, Ł., Kolasińska-Morawska, K., Seliga, R., & Morawski, P. (2021). Smart Learning Technologization in the Economy 5.0—The Polish Perspective. *Applied Sciences 2021, Vol. 11, Page 5261, 11*(11), 5261. <https://doi.org/10.3390/APP11115261>
- Surange, V., Bokade, S., Singh, A., & Teli, S. (2021). *Surange, V.G., Bokade, S.U., Singh, A.K. y Teli, S.N. (2021). Prioritization of roadblocks to adoption of industry 4.0 technologies in manufacturing industries using VIKOR. Materialstoday: proceedings, 50(5)*.
- Thomé, A. M. T., Scavarda, L. F., Scavarda, A., & Thomé, F. E. S. de S. (2016). Similarities and contrasts of complexity, uncertainty, risks, and resilience in supply chains and temporary multi-organization



- projects. *International Journal of Project Management*, 34(7), 1328–1346.  
<https://doi.org/10.1016/J.IJPROMAN.2015.10.012>
- Tredinnick, L. (2017). Artificial intelligence and professional roles. *Http://Dx.Doi.Org/10.1177/0266382117692621*, 34(1), 37–41.  
<https://doi.org/10.1177/0266382117692621>
- Van, N. T. T., Vrana, V., Duy, N. T., Minh, D. X. H., Dzung, P. T., Mondal, S. R., & Das, S. (2020). The Role of Human–Machine Interactive Devices for Post-COVID-19 Innovative Sustainable Tourism in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 9523, 12(22)*, 9523.  
<https://doi.org/10.3390/SU12229523>
- Vasilash, gary. (2020). *Cobots: 14 Things You Need to Know | Gardner Web*.  
<https://www.gardnerweb.com/articles/cobots-14-things-you-need-to-know>
- Venturelli, M. (2014). *Indústria 4.0: Uma Visão da Automação Industrial*.  
<https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>
- Wang, L., Gao, R., Váncza, J., Krüger, J., Wang, X. V., Makris, S., & Chryssolouris, G. (2019). Symbiotic human-robot collaborative assembly. *CIRP Annals*, 68(2), 701–726.  
<https://doi.org/10.1016/J.CIRP.2019.05.002>
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535.  
<https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2021.10.006>

## **APÊNDICES**

## Apêndice 1 – Artigos analisados

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Título da publicação</b>	<b>Diferentes aspetos da relação entre inovação social e indústria 5.0 que são abordados</b>	<b>Valores da Indústria 5.0 tiveram uma abordagem focada numa origem socialmente inovadora</b>	<b>Tecnologias da I5.0 promovidas pelos novos comportamentos da sociedade</b>	<b>Barreiras ou dificuldades relacionadas com a integração entre os diferentes conceitos detetadas</b>
Carayannis et. al	2022	The Futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as Driving Forces of Future Universities	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Rybak et al.	2022	Social Innovation as a Paradigm of Change in Organisational Management	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Marcelo et al.	2023	The role of digital social innovations to address SDGs: A systematic review	-	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Mishra et al.	2022	Sustainable Smart City to Society 5.0: State-of-the-Art and Research Challenges	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Maroño et al.	2022	How Agent-based modeling can help to foster sustainability projects	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>
Kim et al.	2022	How to Apply Artificial Intelligence for Social Innovations	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Mahmoud et al.	2022	Use of Artificial Intelligence in Smart Cities for Smart Decision-Making: A Social Innovation Perspective	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Van et al.	2020	The role of human-machine interactive devices for post-COVID-19 innovative sustainable tourism in Ho Chi Minh City, Vietnam	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>
Kolade et al.	2022	Employment 5.0: The work of the future and the future of work	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Kochetkov	2023	Innovation: A State-of-the-Art Review and Typology	-	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Çipi et al.	2023	Detecting and developing new business opportunities in society 5.0 contexts: A sociotechnical approach	<b>1</b>	<b>1</b>	-	-
Johansen et al.	2021	Small Automation Technology Solution Providers: Facilitators for Sustainable Manufacturing	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>
Leng et al.	2022	Industry 5.0: Prospect and retrospect	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Khanna et al.	2023	Conceptualizing demand-side technological and social innovations in modeling pathways to carbon neutrality	-	-	<b>1</b>	-
Schintler et al.	2022	Artificial intelligence, institutions, and resilience: Prospects and provocations for cities	-	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Tuckerman et al.	2023	Sustainable innovation policy: Examining the discourse of UK innovation policy	<b>1</b>	-	<b>1</b>	-
Russel et al.	2018	Leveraging complexity for ecosystemic innovation	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
Onile et al.	2021	Uses of the digital twins concept for energy services, intelligent recommendation systems, and demand side management: A review	-	-	<b>1</b>	-
Amry et al.	2021	The new inclusive role of university technology transfer: Setting an agenda for further research	-	-	<b>1</b>	<b>1</b>
Schneider et al.	2022	Transformation: Making software engineering accountable for sustainability	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Gong et al.	2022	Emerging industries: institutions, legitimacy and system-level agency	<b>1</b>	<b>1</b>	-	-
Humphreys et al.	2022	Decision support for social innovation enabling sustainable development	-	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>