

**Universidades Lusíada**

João, Telma dos Santo

**A logística na era da indústria 4.0 : análise de investigações, caracterizando o passado e o presente e identificando temas centrais e tendências futuras**

<http://hdl.handle.net/11067/6491>

**Metadados**

**Data de Publicação**

2021

**Resumo**

A Indústria 4.0 (I4.0) e as tecnologias que a suportam são temas, recentes e relevantes, relativamente aos quais é elevado o interesse das comunidades científicas, académicas Organizacionais e da sociedade no geral. Posicionam-se como grandes dinamizadores e facilitadores das atividades de uma Organização e do desenvolvimento sustentável. Potenciam novos serviços assumindo, hoje e para o futuro, particular importância nas atividades Logística, no design, desenvolvimento e operacionalização de "f...

Industry 4.0 (I4.0) and the technologies that support it are recent and relevant tems in relation to which the interest of the scientific, academic, and Organizational community and society in general is high. They are positioned as great dynamizers and facilitators of an Organizational activities and sustainable development. They potentiate new services, assuming, today and for the future, particular importance in Logistics activities, in the design, development and operation of "smart factorie...

**Palavras Chave**

Engenharia, Logística, Indústria, Revolução Industrial

**Tipo**

masterThesis

**Revisão de Pares**

no

**Coleções**

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-04-30T03:26:16Z com informação proveniente do Repositório



**UNIVERSIDADE LUSÍADA – NORTE**  
*CAMPUS DE VILA NOVA DE FAMALICÃO*

**A LOGÍSTICA NA ERA DA INDÚSTRIA 4.0: ANÁLISE DE  
INVESTIGAÇÕES, CARACTERIZANDO O PASSADO E O  
PRESENTE E IDENTIFICANDO TEMAS CENTRAIS E  
TENDÊNCIAS FUTURAS**

**Telma dos Santos João**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Vila Nova de Famalicão – 2021



**UNIVERSIDADE LUSÍADA – NORTE**  
*CAMPUS DE VILA NOVA DE FAMALICÃO*

**A LOGÍSTICA NA ERA DA INDÚSTRIA 4.0: ANÁLISE DE  
INVESTIGAÇÕES, CARACTERIZANDO O PASSADO E O  
PRESENTE E IDENTIFICANDO TEMAS CENTRAIS E  
TENDÊNCIAS FUTURAS**

**Telma dos Santos João**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

**Orientador:** Professor Doutor Manuel Ferreira Rebelo

Vila Nova de Famalicão – 2021

## **Agradecimentos**

Esta Dissertação foi muito gratificante a nível académico como a nível social, o trabalho contribuiu para a aquisição de conhecimento e experiências sobre questões de interesse e também a nível pessoal, quero agradecer primeiramente a Deus pelas bênçãos e por sempre me guiar.

Ao meu orientador, Professor Doutor Manuel Ferreira Rebelo, pelo apoio e atenção prestados, que me ajudou com a partilha dos seus conhecimentos e experiências, assim como a disponibilidade em tirar dúvidas que me permitiram a realização desta Dissertação.

Ao meu Pai pelo acompanhamento na minha caminhada ao longo da minha vida e por sempre me apoiar nas minhas escolhas.

A minha família, ao meu namorado e aos meus amigos pelo apoio incondicional, por acreditarem em mim, por todas as palavras de incentivo, pela amizade, companheirismo, boa disposição e apoio prestado para continuar esse percurso.

Com ajuda dessas pessoas foi possível realizar esta dissertação com êxito, por isto estou grata a todos pela força e pela contribuição prestada, agradeço pelo apoio emocional e pelo apoio direcionado com inquietações minhas relacionadas ao trabalho e por me mostrarem que quando temos força de vontade somos capazes de atingir os nossos objetivos com eficácia e eficiência.

A todos, muito obrigada.

## Índice

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>ii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de tabelas.....</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de siglas e abreviaturas.....</b>	<b>x</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>10</b>
1.1 Enquadramento Geral.....	10
1.2 Motivação .....	10
1.3 Objetivos.....	11
1.4 Estrutura da Dissertação .....	12
<b>2 Metodologia de investigação .....</b>	<b>13</b>
2.1 Introdução.....	13
2.2 Pesquisa bibliográfica.....	13
<b>3 Revisão da Literatura - Estado da Arte.....</b>	<b>17</b>
3.1 Evolução histórica da Indústria .....	17
3.2 Indústria 4.0.....	18
3.2.1 Tecnologias da Indústria 4.0.....	19
3.2.2 Desafios e oportunidades.....	22
3.2.3 Fatores críticos para a implementação da Indústria 4.0 nas Organizações .....	24
3.3 Logística e gestão de cadeia de abastecimento.....	26
3.3.1 Definição .....	26
3.3.2 Evolução da Logística .....	27
3.3.3 Dimensões da Logística.....	28
3.4 Indústria 4.0 e Logística 4.0 .....	29
3.5 Centro Logístico 4.0 .....	30

3.5.1	Planeamento, gestão e manuseamento dos recursos.....	31
3.5.2	Gestão de Armazéns .....	34
3.5.3	Sistema de gestão de transportes .....	37
<b>4</b>	<b>Indústria 4.0 - Revisão Sistemática da Literatura.....</b>	<b>39</b>
4.1	Planeamento da RSL .....	39
4.2	Análise bibliométrica.....	41
4.3	Análise crítica .....	44
4.4	Aspetos gerais dos artigos em investigação .....	49
<b>5</b>	<b>Indústria 4.0- inquérito por questionário.....</b>	<b>52</b>
5.1	Introdução.....	52
5.2	Dados gerais das Organizações a inquirir.....	53
5.3	Estrutura do questionário.....	54
5.4	Recolha de informação e apresentação dos resultados.....	55
<b>6</b>	<b>Identificação de temas centrais e tendências futuras .....</b>	<b>60</b>
6.1	Identificação e interconectividade de recursos.....	60
6.2	Apoio na tomada de decisão .....	61
6.3	Estabelecimento de fluxos de informação contínuos e automação .....	63
6.4	Robots e novas tecnologias de produção.....	64
6.5	Indústria 5.0 – Sociedade 5.0.....	64
<b>7</b>	<b>Discussão - conclusão e propostas de trabalho futuro.....</b>	<b>66</b>
7.1	Possíveis conclusões.....	66
7.1.1	Decorrentes da revisão bibliográfica – estado da arte .....	66
7.2	Decorrentes do inquérito por questionário .....	67
7.3	Propostas de trabalho futuro .....	68
<b>8</b>	<b>Referências Bibliográfica .....</b>	<b>70</b>
	<b>Websites.....</b>	<b>77</b>

<b>Anexos.....</b>	<b>78</b>
<b>Anexo I -E-mail enviado as Organizações.....</b>	<b>79</b>
<b>Anexo II- Questionário.....</b>	<b>81</b>

## **Resumo**

A Indústria 4.0 (I4.0) e as tecnologias que a suportam são temas, recentes e relevantes, relativamente aos quais é elevado o interesse das comunidades científicas, académicas Organizacionais e da sociedade no geral. Posicionam-se como grandes dinamizadores e facilitadores das atividades de uma Organização e do desenvolvimento sustentável. Potenciam novos serviços assumindo, hoje e para o futuro, particular importância nas atividades Logística, no *design*, desenvolvimento e operacionalização de "fábricas inteligentes".

Definido como objetivo principal da investigação – caracterizar o passado e o presente da Logística Industrial e identificar na Literatura temas centrais, objeto de investigação, a partir dos quais possam ser inferidas tendências (futuras) em face da evolução da I4.0, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica e realizada uma Revisão Sistemática de Literatura tendo por base artigos científicos publicados entre 2011 à 2021 e com nível de qualidade bastante elevado. Adicionalmente foi realizado um inquérito por questionário com a finalidade de obter informação relevante de como as Organizações encaram o paradigma da I4.0 designadamente ao nível dos desafios e fatores críticos de sucesso da sua implementação.

Dos resultados obtidos, relevam-se como temas centrais objeto de investigação: interconectividade de recursos; apoio na tomada de decisão; e a Sociedade 5.0. Considerando: (i) as temáticas objeto de investigação; (ii) o objetivo principal da investigação; e (iii) os resultados obtidos, seja ao nível da Revisão Sistemática de Literatura, seja ao nível do inquérito por questionário, o trabalho desenvolvido revela-se pertinente e para o nosso melhor conhecimento é pioneiro nomeadamente no que se refere à identificação de potenciais tendências da Logística 4.0.

**Palavras-chave:** Logística; Indústria 4.0; Tecnologias da Indústria 4.0; Revolução Industrial; Logística 4.0; Cadeia de abastecimento.



## **Abstract**

Industry 4.0 (I4.0) and the technologies that support it are recent and relevant terms in relation to which the interest of the scientific, academic, and Organizational community and society in general is high. They are positioned as great dynamizers and facilitators of an Organizational activities and sustainable development. They potentiate new services, assuming, today and for the future, particular importance in Logistics activities, in the design, development and operation of "smart factories".

Defined as the main objective of the investigation – to characterize the past and present of Industrial Logistics and to identify in the Literature central themes, object of investigation, from which (future) trends can be inferred in face of the evolution of I4.0, a Literature search was developed and a Systematic Literature Review was carried out based on scientific articles published between 2011 to 2021 and with very high quality level. Furthermore, a survey by questionnaire was carried out in order to obtain relevant information on how Organizations face the I4.0 paradigm, namely in terms of the challenges and critical success factors of its implementation.

From the obtained results, the main themes object of investigation are: interconnectedness of resources; support in decision making; and the Society 5.0. Considering: (i) the thematics under investigation; (ii) the main objective of the investigation; and (iii) the obtained results, whether at the level of the systematic literature review or at the level of the survey by questionnaire, the developed work is relevant, and, for our better knowledge, it is pioneering namely with regard to the identification of potential trends in Logistics 4.0.

**Keywords:** Logistics; Industry 4.0; Industry 4.0 Technologies; Industrial Revolution; Logistics 4.0; Supply Chain.

## Lista de figuras

Figura 1- Fluxograma da Dissertação.....	14
Figura 2- Metodologia de investigação. ....	15
Figura 3- Evolução da Indústria 4.0. ....	17
Figura 4- Visão geral da Indústria 4.0. ....	18
Figura 5- Trinómio das dimensões da Logística. ....	28
Figura 6- Conceito de <i>Smart Industry</i> 4.0. ....	29
Figura 7- Processo de composições e gestão de armazém online. ....	35
Figura 8- Conceito inteligente de Logística e transporte.....	38
Figura 9- Método PRISMA aplicado a investigação.....	40
Figura 10- Distribuição dos artigos ao longo dos anos. ....	41
Figura 11- Dispersão geográfica dos artigos analisados. ....	41
Figura 12- Dispersão dos artigos e nível de qualidade.....	42
Figura 13- Avaliação das revistas.....	42
Figura 14- Avaliação dos artigos por qualidade.....	43
Figura 17- Tecnologias da I4.0 aplicadas na Organização.....	57
Figura 18- Grau de impacto das tecnologias da I4.0. ....	57
Figura 19- Fatores críticos de sucesso - grau de importância.....	58
Figura 20- Aptidões e competências dos colaboradores - grau de importância.....	59

## Lista de tabelas

Tabela 1-Tecnologias da Indústria 4.0. ....	21
Tabela 2- Análise SWOT da I4.0. ....	23
Tabela 3- Desenvolvimentos Industriais e Logísticos ao longo do tempo. ....	30
Tabela 4-Fórmula de pesquisa.....	39
Tabela 5- Top 5 dos artigos mais citados. ....	44
Tabela 6- Artigo 1- Estudo de Hofmann & Rüsç ( 2017). ....	45
Tabela 7-Artigo 2- Estudo de Barreto et al. (2017). ....	46
Tabela 8-Análise do artigo 3-Estudo de (Lee et al., 2018). ....	47
Tabela 9-Análise do artigo 4- Estudo de (Winkelhaus & Grosse, 2020) ....	48
Tabela 10-Análise do artigo 5- Estudo de (Strandhagen et al., 2017). ....	49
Tabela 11- As 8 Organizações inquiridas e a Organização respondente. ....	53
Tabela 12- Temas centrais e tendências futuras das tecnologias da I4.0. ....	60
Tabela 13- Mudanças da I4.0 para 5.0. ....	65

## **Lista de siglas e abreviaturas**

**3D** – Tridimensional

**AGVs** – *Automated Guided Vehicles*

**CAD** – *Computer Aided Design*

**CAM** – *Computer Aided Manufacturing*

**CO<sub>2</sub>** – Dioxido de Carbono

**CPS** – *Cyber Physical Systems*

**ERP** – *Enterprise Resource Planning*

**FMS** – *Flexible Manufacturing System*

**GPS** – *Global Positioning System*

**I4.0** – Indústria 4.0

**IA** – Inteligência Artificial

**IoT** – *Internet of Things*

**IPS** – *Indoor Positioning Subsystem*

**ITS** – *Intelligent Transportation Systems*

**MES** – *Manufacturing Execution System*

**NFC** – *Near Field Communication*

**PC** – *Personal Computer*

**PDCA** – *Plan, Do, Check an Act*

**PME's** – Pequenas e Médias Empresas

**PRISMA** – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

**RFID** – *Radio Frequency Identification*

**RSL** – Revisão Sistemática da Literatura

**RTLS** – *Real Time Locating System*

**SWOT** – *Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*

**TAM** – *Tool e Asset Manger Application*

**TMS** – *Transportation Management Systems*

**UHF-RFID** – *Ultra High Radio Frequency Identification*

**UWB** – *Ultra Wide Band*

**WMS** – *Warehouse Management Systems*

**WSANs** – *Wireless Sensor and Actuator Networks*

## **1 Introdução**

A Presente Dissertação enquadra-se na unidade curricular Dissertação/Projeto do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial sob o tema “A Logística na Era da Indústria 4.0 - Análise de investigações, caracterizando o passado e o presente e identificando temas centrais e tendências futuras” apresenta uma abordagem a I4.0 na área da Logística, com o objetivo de expor, por meio de pesquisa bibliográfica, os conceitos e as principais características da I4.0, bem como as suas principais tecnologias e implicações na área da Logística.

### **1.1 Enquadramento Geral**

O setor Industrial tem acompanhado as Revoluções tecnológicas, procurando sempre reinventar-se, para se manter sólido e competitivo no mercado. Não obstante em curso, a I4.0 é já considerada, por muitos, a quarta Revolução Industrial. De acordo com Stock & Seliger (2016) a I4.0, traduz-se na integração horizontal de: produtos; serviços; as diferentes partes interessadas (como sejam os clientes, colaboradores ou fornecedores); e os equipamentos de produção que estão integrados numa rede virtual e trocam dados dentro e entre as diferentes fases do ciclo de vida de um produto e/ou serviço. A I4.0, promove, pois, a visão e facilita a implementação de "fábricas inteligentes" com as suas estruturas modulares, os sistemas ciber-físicos (*Cyber Physical Systems* - CPS) que monitorizam e controlam processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. Com a internet das coisas (*Internet of Things*- IoT), os CPS comunicam e cooperam entre si e com os humanos em tempo real através da computação em nuvem, desta forma, contribui-se para que os serviços internos e intra-organizacionais sejam disponibilizados e utilizados, por participantes, ao longo da cadeia de valor (Hermann et al., 2016).

### **1.2 Motivação**

A Logística Industrial (4.0) que na era da I4.0 tem sido definida como um termo que inclui novas tecnologias e conceitos na cadeia de valor de uma Organização. Caracterizar o passado e o presente, identificar e acompanhar temas centrais e em antecipação perspetivar tendências futuras para o desenvolvimento da Logística Industrial é uma oportunidade única

para conseguir observar as mudanças que a I4.0 propõe, principalmente nos processos que envolvem diferentes atividades Logística. Acresce que a I4.0 sendo caracterizada e suportada por várias tecnologias que possibilitam a interligação entre o mundo físico e o digital e a sua utilização, confere às Organizações capacidade de competirem de forma sustentável com impacto positivo, na economia dos negócios e ao nível dos objetivos do desenvolvimento sustentável, relativamente aos quais as Organizações têm um papel relevante, devendo assumir no aplicável, o seu compromisso com os mesmos.

### **1.3 Objetivos**

O presente estudo tem como principal objetivo caracterizar o passado e o presente da Logística Industrial e identificar na Literatura temas centrais, objeto de investigação, a partir dos quais possam ser inferidas tendências (futuras) em face da evolução da I4.0. Sendo o tema em questão ainda recente e atual o presente estudo conta com os objetivos do tipo descritivo o que se baseará na análise detalhada de diferentes fontes bibliográficas considerando os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver uma pesquisa bibliográfica aprofundada, credível, sua revisão e avaliação crítica estruturadas, no sentido de objetivar o Estado da Arte, com o necessário rigor, detalhe e fundamentação.
- Identificar e caracterizar as tecnologias da I4.0 e destas aquelas tidas como as mais utilizadas e com potencial de utilização futura em atividades Logística.
- Identificar e estruturar resultados e conclusões decorrentes das fontes bibliográficas consideradas, a fim de “extrair” aspetos tidos como relevantes para o objetivo geral.
- Identificar e estruturar temas e linhas de orientação para trabalhos futuros de Investigação, que sejam referenciadas nas fontes bibliográficas consideradas a fim de “extrair” aspetos tidos como relevantes para o objetivo geral.
- Identificar possíveis desafios futuros (ameaças e oportunidades) com os quais os responsáveis nas Organizações pela gestão da Logística, se depararão.
- Apresentar possíveis conclusões e recomendações.

## **1.4 Estrutura da Dissertação**

A Dissertação esta dividida em sete capítulos: No primeiro capítulo são apresentados a introdução do trabalho, enquadramento geral, motivação, definição dos principais objetivos a serem atingidos e a estrutura da Dissertação.

O segundo capítulo aborda a metodologia de investigação utilizada na realização do estudo. O terceiro capítulo apresenta a Revisão da Literatura – Estado da Arte sobre a I4.0, mencionando as suas principais tecnologias, impactos e desafios na Organização para a implementação das tecnologias da I4.0, bem como os conceitos da Logística e gestão da cadeia de abastecimento, sua evolução histórica e a ligação a nível dos processos Logísticos com a I4.0, referindo também as áreas de conjugação das tecnologias 4.0 com os processos Logísticos.

No quarto capítulo são apresentadas as análises críticas sobre a Revisão Sistemática da Literatura, a análise bibliométrica de todos os dados obtidos ao longo da investigação e apresentados os artigos considerados segundo artigos mais citados na Literatura existente.

No quinto capítulo são apresentados os resultados do questionário analisados sistematicamente.

O sexto capítulo faz uma abordagem sobre um dos principais objetivos de identificar possíveis tendências futuras da I4.0 na Logística e uma breve análise para a nova Revolução que se aproxima a Indústria 5.0.

E por fim o Capítulo 7 onde são abordadas as conclusões do trabalho desenvolvido, identificação e propostas para trabalhos futuros.

## **2 Metodologia de investigação**

### **2.1 Introdução**

De acordo com Bowling & Ebrahim, (2005) citado por Costa, (2018) a investigação é uma atividade praticada de acordo com determinadas regras e processos, utilizando metodologias próprias e seguindo pertinentes códigos de ética e boa conduta, com o objetivo de se descobrirem novos conhecimentos, técnicas ou procedimentos nas mais diversas áreas de estudo, bem como compreender e esclarecer os fenómenos que surgem no contexto do mundo real, e dar uma solução ou encontrar formas de mitigação dos problemas que surgem no contexto do quotidiano.

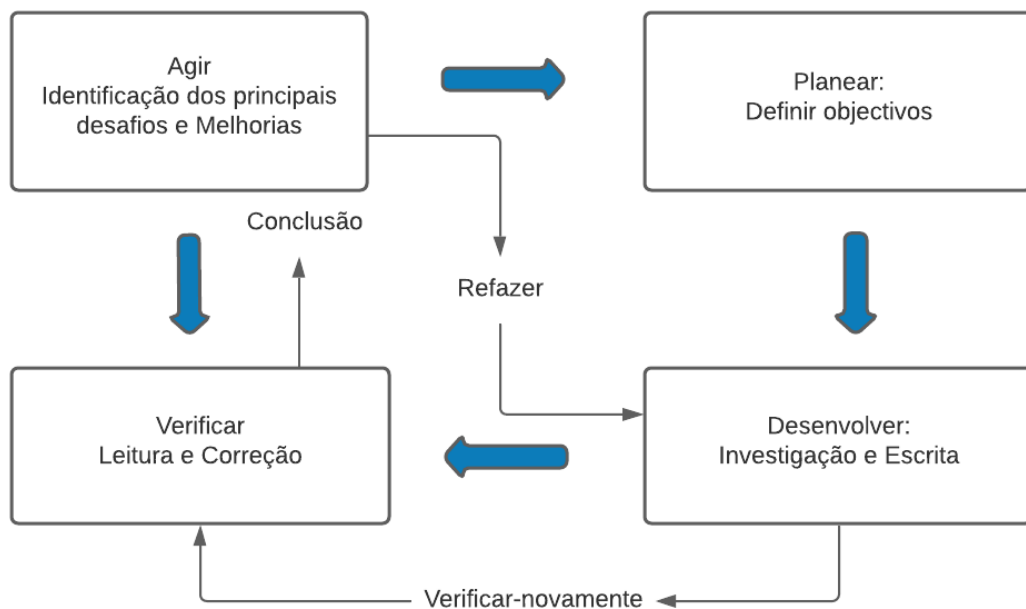
A metodologia utilizada para atingir os objetivos do estudo foi desenvolvida através de pesquisas bibliográficas com o intuito de analisar a Logística na era da I4.0 e caracterizar o passado e o presente bem como identificar temas centrais e tendências futuras e a seguir um estudo de investigação inquérito por questionário com o objetivo de conhecer a visão das Organizações em relação ao paradigma I.4.0 e a forma como lidam com as tecnologias associada a mesma.

### **2.2 Pesquisa bibliográfica**

De acordo com Gil (2010) a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado constituído principalmente de livros e artigos científicos, sendo que a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no facto de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenómenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente, essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço. A pesquisa bibliográfica também é indispensável nos estudos históricos e em muitas situações, não há outra maneira de conhecer os fatos passados se não com base em dados bibliográficos. Para a pesquisa bibliográfica foram utilizadas como palavras-chave: Indústria 4.0, Revolução Industrial, Logística 4.0.

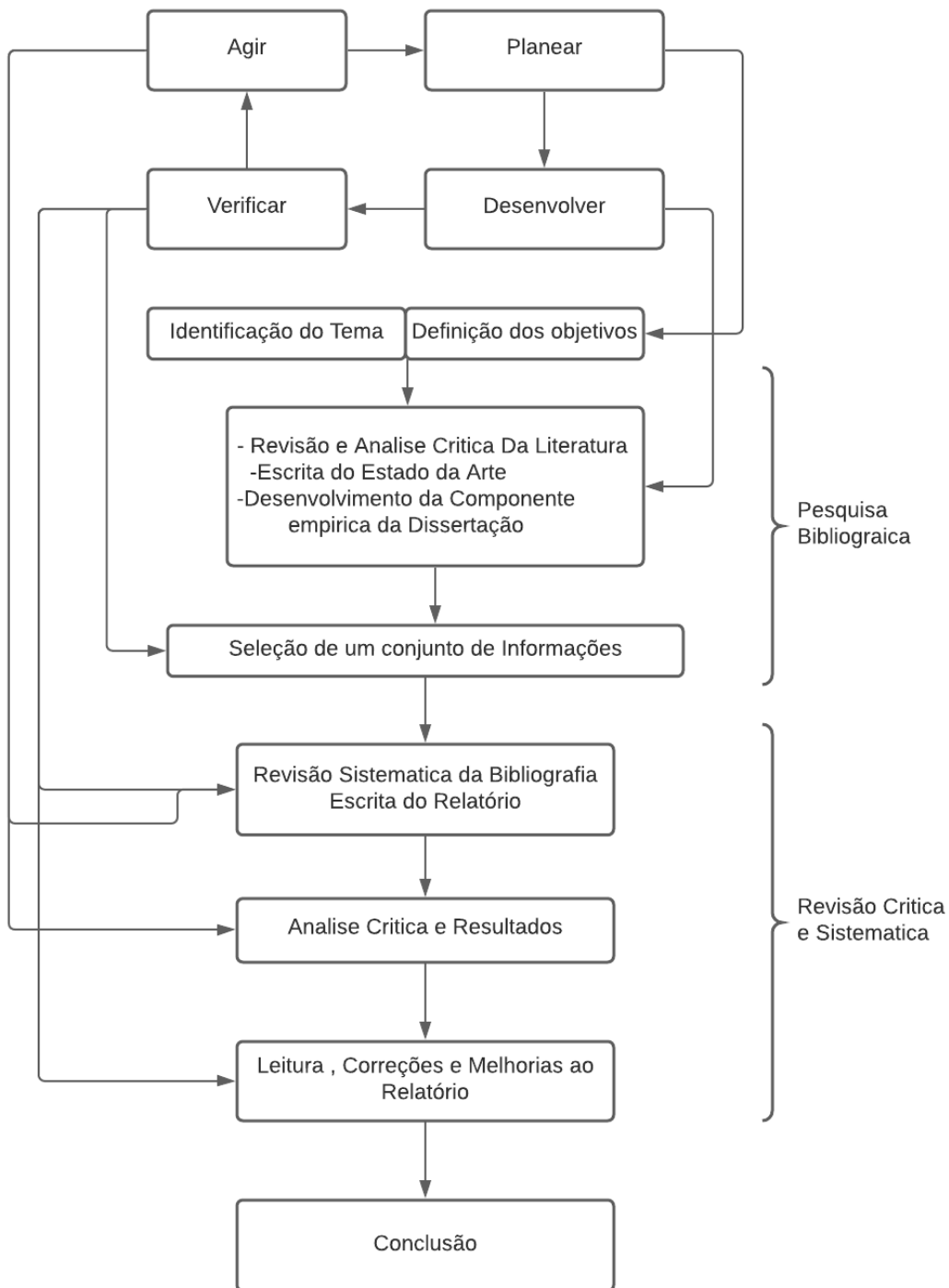


Para a Revisão da Literatura - Escrita do Estado da Arte, análise crítica e Sistemática o presente estudo considerou apenas publicações entre os anos de 2011 a 2021, sendo a data inicial das primeiras investigações da I4.0. A metodologia apresentada na figura 1, e a figura 2, representam o ciclo PDCA, (*Plan, Do, Check and Act*) que foi definido para auxiliar e estruturar o caminho a ser seguido para que as metas estipuladas possam ser melhor alcançadas. Para Shrotriya (2020) o ciclo PDCA é descrito como um ciclo de melhoria contínua e identificação de problemas através de uma abordagem Sistemática sendo considerado uma forma de pensamento que pode ser aplicada á escala de qualquer Organização. Fonseca & Miyake (2006) consideram que o ciclo PDCA pode ser visto como um método de tomada de decisões para a resolução de problemas Organizacionais.



**Figura 1-** Fluxograma da Dissertação.

Fonte: Adaptado de Bowling & Ebrahim (2005).



**Figura 2-** Metodologia de investigação.

## **I. Planeamento**

A primeira fase de estudo passa por determinar o foco, estabelecer os objetivos, e escolher qual caminho seguir, nesta fase foi feita a definição do tema e dos objetivos com base na área de estudo, identificação dos principais pontos a serem analisados e abordados em estudo e uma pesquisa bibliográfica para analisar os principais conteúdos sobre o tema usando as principais palavras-chaves e diversas fontes credíveis como artigos científicos, livros e Dissertação de mestrado.

## **II. Desenvolvimento**

Já na segunda fase que é desenvolver; identificaram-se os principais conteúdos a serem usados, um conjunto de dados foi recolhido para que fosse feita a Revisão literária sobre os principais conceitos relacionado a I4.0 no setor Logístico. Nesta mesma fase foi analisada criteriosamente todos os dados levantados sobre a situação atual das Organizações em termos de tecnologias, os seus principais desafios e tendo essa informação já detalhada passou-se a Escrita do Estado da Arte e o desenvolvimento da componente empírica da Dissertação.

## **III. Verificação**

Com o início da Escrita do Estado da Arte e desenvolvimento da Dissertação, nesta terceira fase é feita uma análise de todo conteúdo a ser usado no trabalho e posteriormente feita uma Revisão Sistemática, é explicado de forma mais detalhada e gráfica a situação do atual estado da Logística, para esse efeito foram selecionados um conjunto de informação, relativamente a realidade das Organizações face a I4.0.

## **IV. Agir**

Na última fase, procurou-se realizar uma análise crítica com base e apresentação das conclusões uma síntese dos principais resultados e sugestões a considerar para investigações futuras e uma reflexão crítica sobre as limitações do estudo.

### 3 Revisão da Literatura - Estado da Arte

Este capítulo refere-se: a pesquisa bibliográfica desenvolvida, a análise crítica, e consequente Revisão de Literatura e Escrita Estado da Arte no âmbito do tema da presente Dissertação versus seus objetivos.

#### 3.1 Evolução histórica da Indústria

A quarta Revolução Industrial é um novo capítulo no desenvolvimento humano, a par da primeira, segunda e terceira Revolução Industrial, e mais uma vez impulsionada pela crescente disponibilidade e interação de um conjunto de tecnologias extraordinárias (Schwab, 2016). O termo I4.0 mencionado pela primeira vez na feira de Hanôver em 2011 na Alemanha, representa a digitalização e integração completas da cadeia de valor Industrial (Landfester, 2019). Desde esta data, o interesse acadêmico, científico, empresarial e político sobre o tema tem-se expandido rapidamente em função do facto de que, pela primeira vez, uma Revolução Industrial está sendo observada antes de se tornar concretizada (Hermann et al., 2016). A figura 3, apresenta um breve resumo das quatro Revoluções Industriais.

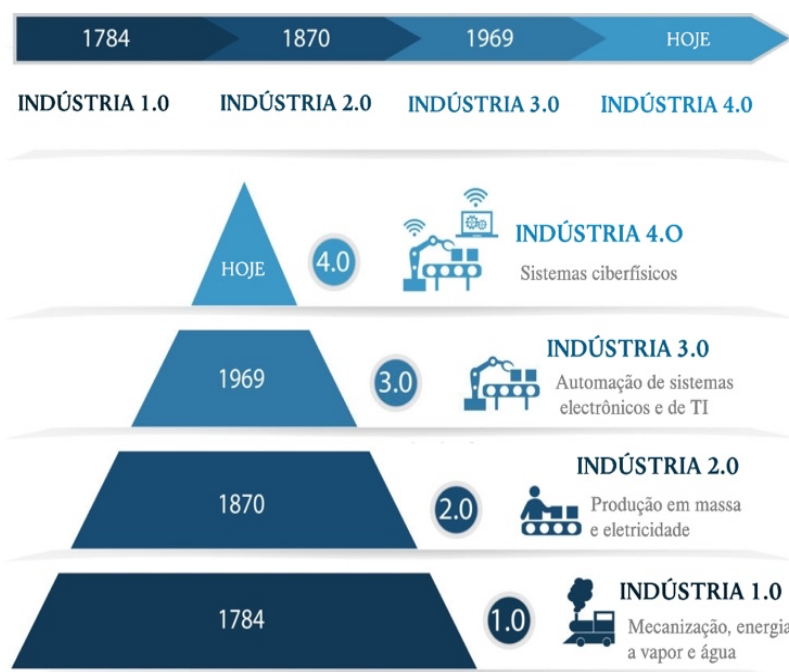


Figura 3- Evolução da Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de Monicaodo (2018).

### 3.2 Indústria 4.0

I4.0 termo usado para descrever a quarta Revolução Industrial, refere-se a um novo paradigma de produção com potencial para modificar o papel das tradicionais linhas de montagem (Santos et al., 2018). Para Hermann et al (2016), I4.0 é um termo coletivo para tecnologias e conceitos de Organização da cadeia de valor. Como mostra a figura 5, este paradigma I4.0: apresenta-se como sendo a progressiva digitalização e automação do ambiente da manufatura, construindo uma cadeia de valor digital favorável à comunicação entre produtos, meio ambiente e parceiros (Lee et al., 2018). A manufatura inteligente, internet Industrial, fábricas inteligentes e produção inteligente são considerados sinónimos deste paradigma, têm, contudo, raízes geográficas diferentes (Savastano et al., 2019).



**Figura 4-** Visão geral da Indústria 4.0.

Fonte: Adaptado de Elenabs (2018).

A I4.0 vem possibilitar o embarque de CPS que, através do uso de comunicação máquina a máquina, internet das coisas e tecnologias CPS, consegue unir o espaço virtual com o espaço físico (Barreto et al., 2017; Sony, 2018; L. Da Xu et al., 2018). Toda esta alteração representa uma conversão do paradigma de produção centralizada para produção descentralizada (possibilitada pelos avanços tecnológicos), onde a lógica do processo produtivo é revertida,

passando o produto a comunicar com a maquinaria para dizer o que “esta deve fazer” (Lee et al., 2018).

De referir que este paradigma (I4.0) tem causado mudanças profundas nas atividades Industriais, nomeadamente operações produtivas e Logística, principalmente devido ao aumento da eficiência Organizacional e do nível de competitividade, que a adoção das tecnologias de informação e comunicação proporcionam. Estas mudanças assentam em aplicações bem conhecidas e muito utilizadas pela maioria das Organizações, como o *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Warehouse Management Systems* (WMS), *Transportation Management Systems* (TMS) e *Intelligent Transportation Systems* (ITS) (Barreto et al., 2017).

### **3.2.1 Tecnologias da Indústria 4.0**

A característica primordial da I4.0 centra-se no conceito da conectividade entre máquinas, ordens de fabrico, colaboradores, fornecedores e clientes, devido ao uso da tecnologia IoT, confluindo na ideia de que as empresas passam a estar preparadas para produzir produtos usando sistemas autónomos, cujas decisões se encontram completamente descentralizadas (Abdirad & Krishnan, 2020). Sendo assim, os blocos tecnológicos constituintes da visão da I4.0 são então os CPS e a IoT (Winkelhaus & Grosse, 2020).

Os CPS, mais especificamente, compõem-se como dispositivos integrados que, conectados em rede, monitorizam e ativam elementos físicos no mundo real (Hofmann & Rüsçh, 2017). De referir que o objetivo primordial dos CPS é intersear o mundo físico com o mundo virtual e nunca uni-los, possibilitando, deste modo, a concretização de uma produção ágil com superior eficiência e eficácia (Monostori et al., 2016; Sony, 2018). Estes agentes mecanizados incluem na sua constituição sensores, atuadores, unidades de processamento de controlo e dispositivos de comunicação (Barreto et al., 2017).

São mecanismos que pretendem, portanto, estabelecer uma integração *end-to-end* de tecnologias de informação e comunicação, que têm o poder de afetar enormemente a Logística eletrónica, onde a comunicação e o fluxo de informação se apresentam essenciais para assegurar a performance desejada numa Organização. Sendo que, esta comunicação, é

estabelecida entre colaboradores na mesma Organização, parceiros de negócio, entre empresas distintas e clientes (Rahman et al., 2020).

A IoT está, neste momento, apta para interagir, monitorizar, controlar e gerir os mecanismos CPS, auxiliando a integração de processos e sistemas, facilitando a comunicação e cooperação inteligentes (Barreto et al., 2017; Trappey et al., 2017). De forma sucinta, os mecanismos IoT atribuem “inteligência” aos objetos (Winkelhaus & Grosse, 2020). Exemplos da Literatura destas evidências assentam no encurtamento de ciclos de produção, no atendimento às necessidades do cliente em tempo real, na manutenção executada na sua quase totalidade automaticamente, nos pedidos de produção que são completados, enviados e expedidos no tempo certo, fluxos de informação que são tornados automáticos e cooperação reforçada com parceiros (Barreto et al., 2017; Winkelhaus & Grosse, 2020).

A tecnologia do *Big Data Analytics* é uma ferramenta igualmente muito usada no ambiente I4.0, devido à necessidade de tratar uma elevada quantidade de dados, surgindo ainda outros potenciadores tecnológicos com um foco um pouco mais restrito, tais como realidade aumentada, *Cloud Computing*, tecnologias de *blockchain* e Manufatura Aditiva (Winkelhaus & Grosse, 2020). Mas concretamente o *Big Data Analytics* refere-se a qualquer técnica que seja usada para processar uma elevada quantidade de dados, desde a sua coleta, à sua transferência, armazenamento, análise, pesquisa e visualização, podendo estes mesmos dados serem estruturados ou não estruturados (Rahman et al., 2020). Esta tecnologia pode então auxiliar na resolução de problemas de aquisição, armazenamento, transmissão e até distribuição de elevada quantidade, variabilidade e complexidade de dados críticos, à que se junta a análise preditiva (formando o conceito de *Big Data Analytics*) que descobre, interpreta e simula com os dados recolhidos, criando informação essencial à melhoria e desempenho da performance da cadeia de abastecimento (Rahman et al., 2020). A tabela 1, pretende sumarizar as diferentes tecnologias associadas à I4.0.

**Tabela 1-**Tecnologias da Indústria 4.0.

<b>Tecnologias 4.0</b>	<b>Definição</b>
<i>Cybersecurity</i> (Cibersegurança)	Sistemas que conectam o mundo físico ao mundo virtual (Pereira et al., 2020). Estão capazes de capturar dados do chão de fábrica através de sensores, de os processar com software, usando a internet e o <i>Cloud Computing</i> para comunicação recíproca, interagindo, posteriormente, com o mundo real através de atuadores (Rossit et al., 2019; Yeen Gavin Lai et al., 2019).
<i>Internet Of Things</i> (Internet das coisas)	Combinação da internet com o mundo físico, máquinas, recursos e infraestrutura, no sentido de criar capacidades para rastrear, coordenar e gerir meios (Dutta et al., 2020).
<i>Big Data Analytics</i> (Análise de grande quantidade de dados)	Uma elevada quantidade de dados é recolhida pelo desenvolvimento da <i>internet</i> , o que requer métodos inovadores para lidar com a mesma (Sader et al., 2019) e transformá-la em informação (Rossini et al., 2019). Para isto é necessário o uso de ferramentas analíticas, algoritmos computacionais, no sentido de obter perceções e padrões para a melhoria da tomada de decisão (Kamble et al., 2020).
<i>Cloud Computing</i> (Armazenamento em nuvem)	Prestador de serviços terceirizado para armazenamento de dados ou, também pode ser um banco de dados localizado na internet (Rossit et al., 2019). É um local remoto, onde as atividades de manufatura são realizadas e oferece fácil acessibilidade, maior velocidade de serviço e economia de operação (Kamble et al., 2020).
<i>3D Printing</i> (Impressão tridimensional)	Também chamada de Manufatura Aditiva, a impressão 3D consiste numa técnica onde o material é depositado ou adicionado ao invés de cortado ou subtraído para obter o componente necessário (Dutta et al., 2020).
<i>Augmented Reality</i> (Realidade aumentada)	Ele se baseia no compartilhamento de informação e cooperação entre máquinas e operadores, usando para isso interfaces (Gambhire et al., 2018; Wagner et al., 2017).
<i>Robotics</i> (Robótica)	Robots autónomos- robots que levam a cabo atividades baseando-se nas próprias decisões (Dutta et al., 2020). Robots colaborativos- robots que fisicamente colaboram e cooperam com humanos, partilhando a estação de trabalho (Tortorella et al., 2020).
<i>Artificial Intelligence</i> (Inteligência Artificial)	Funções cognitivas da máquina que estão ligadas pelas mentes humanas, como aprendizagem e resolução de problemas (Tortorella et al., 2020).



### 3.2.2 Desafios e oportunidades

São diversos os benefícios da introdução do paradigma I4.0, contudo obstáculos para a sua implementação estão presentes, tais como:

- Falta de uma infraestrutura tecnológica (Abdirad & Krishnan, 2020);
- Carência de competências digitais para construir um novo sistema ou até remodelar o atual (Abdirad & Krishnan, 2020; Enke et al., 2018);
- Abertura para uma cultura de mudança por parte dos colaboradores e administração das empresas (Romero et al., 2019);
- Incerteza quanto ao retorno do investimento inicial (Abdirad & Krishnan, 2020);
- Processos uniformizados e o seu entendimento (Mayr et al., 2018).

Mantém-se a questão do que será o futuro daqueles que possam perder o seu trabalho, já que a implementação da I4.0 minimizará o envolvimento e a interação dos recursos humanos com o sistema (Abdirad & Krishnan, 2020). É necessária futura pesquisa no que toca a estes temas, para que se clarifiquem os pontos de maior dúvida, se esclareçam benefícios e se alinhe uma orientação geral quanto à adoção do paradigma digital.

Num futuro previsível, os empregos de baixo risco em termos de automação serão aqueles que exigem habilidades sociais e criativas, em particular a tomada de decisão a incerteza e o desenvolvimento de novas ideias. Em um ambiente de trabalho em rápida evolução a capacidade de prever tendências e necessidades futuras de emprego em termos de conhecimento e habilidades necessárias para a adaptação torna-se ainda mais crítica para todas as partes interessadas, essas tendências variam de acordo com a Indústria e a geografia, por isso é importante entender os resultados específicos da Indústria e do País da quarta Revolução Industrial (Schwab, 2016).

Schwab (2016), acredita que no futuro, a inovação tecnológica também levará a um milagre do lado da oferta, com ganhos de eficiência e produtividade a longo prazo onde os custos de transporte e comunicação cairão, a Logística e as cadeias de abastecimento globais se tornarão mais eficazes e o custo do comércio diminuirá, o que abrirá novos mercados e impulsionará o crescimento econômico. A tabela 2, resume a análise SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*) relacionadas a I4.0.

**Tabela 2-** Análise SWOT da I4.0.

<i>Strengths</i>	<i>Weakness</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da produtividade, competitividade e eficiência de Recursos.</li> <li>• Crescimento de empregos altamente qualificados e remunerados.</li> <li>• Maior satisfação do cliente- novos mercados, aumento do produto, personalização e variedade de produtos.</li> <li>• Flexibilidade e controle de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta dependência de resiliência de tecnologia e redes; pequenas interrupções podem ter grandes impactos.</li> <li>• Dependência de uma série de fatores de sucesso incluindo padrões, estrutura coerente e oferta de trabalho com habilidades adequadas.</li> <li>• Custos de desenvolvimento e implementação.</li> <li>• Potencial perda de controle sobre a empresa.</li> <li>• Desemprego semiqualficado.</li> <li>• Necessidade de importação de mão de obra qualificada.</li> </ul>
<i>Oportunities</i>	<i>Threats</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver novos mercados líderes para produtos e serviços.</li> <li>• Barreiras de entrada mais baixas para algumas PME's participarem de novos mercados e links para novas cadeias de abastecimento.</li> <li>• Envolvimento de rede e integração de várias empresas através da cadeia de valor.</li> <li>• Aprendizagem ao longo da vida.</li> <li>• Maior oportunidade para os trabalhadores de desfrutar de maior responsabilidade e aprimorar o seu desenvolvimento pessoal.</li> <li>• Oportunidades de valor por meio de novos serviços.</li> <li>• Redes de comunicação confiável, abrangente e de alta qualidade.</li> <li>• Estruturas de equipe e Conhecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerabilidade e volatilidade global na cadeia de valor.</li> <li>• Segurança cibernética; proteção devida dos dados e toda a informação da Organização e partes interessadas contra o uso indevido e o acesso não autorizado e possíveis ataques.</li> <li>• Proteção e segurança; verificar se os produtos não representam perigo para o ambiente.</li> <li>• Restrições comerciais.</li> <li>• Dificuldade para identificar e implementar as tecnologias</li> <li>• Gestão de Sistemas complexos.</li> <li>• Eficiência de recursos; que podem resultar em consumo da Indústria de transformação de grandes quantidades de matérias-primas e energias.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de: Kagermann et al., (2013); Smit et al., (2016).

De um modo geral M. Xu et al (2018), prevê as seguintes oportunidades que surgirão com a I4.0:

- Menores barreiras entre inventores e mercados;
- Papel mais ativo para a inteligência artificial (IA);
- Integração de diferentes técnicas e domínios (fusão);
- Melhoria da qualidade de vida (robótica) e vida conectada (Internet).

### 3.2.3 Fatores críticos para a implementação da Indústria 4.0 nas Organizações

Para que os processos Industriais possam alcançar a flexibilidade para sobreviver nesses novos cenários as Organizações precisam de uma estrutura integrada que permite o acesso á informação do nível da produção em tempo real, a tomada de decisão baseada em informação continuamente atualizadas possibilita uma reação mais rápida ás alterações do mercado bem como melhorias nos processos de decisão, melhoram os produtos e serviços, o relacionamento com os clientes reduzem os desperdícios e os custos e conseqüentemente melhoram os lucros (Santos et al., 2018).

De acordo com Sony & Naik ( 2020), são considerados no seu artigo nove fatores críticos para a implementação bem-sucedida da I4.0.

- I. **Alinhar as iniciativas da I4.0 com a estratégia Organizacional:** A I4.0 pode impactar a natureza, melhorando a eficiência dos recursos e a sustentabilidade dos processos de fabricação.
- II. **A alta administração deve apoiar as iniciativas da I4.0:** O sucesso da I4.0 também depende muito do compromisso e suporte da alta administração, este suporte significa tanto financeiro quanto político dentro da Organização (Qu et al., 2015).
- III. **Os funcionários serão importantes para o sucesso da I4.0:** A implementação da I4.0 cria um ambiente de trabalho desafiador para os trabalhadores. O trabalho tradicional que era feito pelos funcionários agora será feito pela CPS. A implementação do CPS exigirá uma quantidade significativa de conhecimento técnico, criando uma demanda por funcionários com habilidades técnicas específicas, o que será crucial para o sucesso da I4.0. A Organização deve ser meticulosa na contratação, remuneração, desempenho, segurança, bem-estar, benefícios, motivação e treinamento dos funcionários durante a implantação da I4.0. A complexidade dessas tarefas mudará devido aos processos integrados e à arquitetura do sistema que exige mais demanda por recursos de controle de gestão multifuncional, solução de problemas e melhoria (Porter & Heppelmann, 2014; Sony, 2020).

- IV. Torne os seus produtos ou serviços inteligentes:** De acordo com Lichtblau et al., (2014) citado por Sony & Naik, (2020), Para fabricar produtos e serviços em uma fábrica inteligente na I4.0, o produto ou serviço deve ser capaz de interagir com os processos de produção automatizados, flexíveis, eficientes e autorreguladores.
  
- V. Envidar esforços para digitalizar a cadeia de abastecimento:** Para o sucesso da implementação da I4.0 depende da extensão da digitalização e da flexibilidade da cadeia de abastecimento.
  
- VI. Digitalizar a Organização:** Um sistema autónomo criará uma vantagem competitiva, otimizando os recursos de produção, no entanto para aproveitar o poder da digitalização, outros departamentos funcionais além da produção e fabricação, devem ser automatizadas.
  
- VII. Gestão da mudança:** A implementação da I4.0 traz mudanças nas estruturas profundas da Organização devido à integração vertical, horizontal e ponta a ponta.
  
- VIII. Gestão de projetos:** A classificação das ferramentas que podem ajudar em cada fase do ciclo de vida do projeto para a implementação da I4.0 ajudará a alcançar o sucesso com os projetos.
  
- IX. Gestão da segurança cibernética:** O sucesso da I4.0 em uma Organização será sustentável se a segurança cibernética for incorporada desde a fase inicial de sua implementação.
  
- X. Indústria 4.0 e sustentabilidade:** I4.0 para ser sustentável é um equilíbrio entre necessidades ambientais, econômicas e sociais do presente, bem como das futuras gerações. A abordagem da linha do fundo triplo é uma das abordagens mais amplamente usadas para estudar sustentabilidade.

### **3.3 Logística e gestão de cadeia de abastecimento**

#### **3.3.1 Definição**

Numa lógica funcional ou gestão funcional Carvalho et al (2020) define que a Logística apresenta-se como um conjunto de atividades que vão desde a determinação dos requisitos dos materiais de que a empresa necessita de se abastecer, sejam eles produtos finais, produtos em vias de fabrico ou matérias-primas, às atividades de abastecimento propriamente ditas, à armazenagem desses materiais, ao seu armazenamento, à sua embalagem, à análise de projeto e redesenho das localizações das instalações (pontos de consolidação e desconsolidação de carga, pontos de centralização de inventários e ou de armazenagem e fábricas, entre outros), a todas as atividades de distribuição física, às atividades de Logística inversa, à gestão da informação de todo o ciclo de encomenda, direto ou inverso, ao serviço ao cliente e a todas as demais atividades que estejam relacionadas com o suporte ao cliente, seja o cliente interno à empresa seja o cliente externo à mesma.

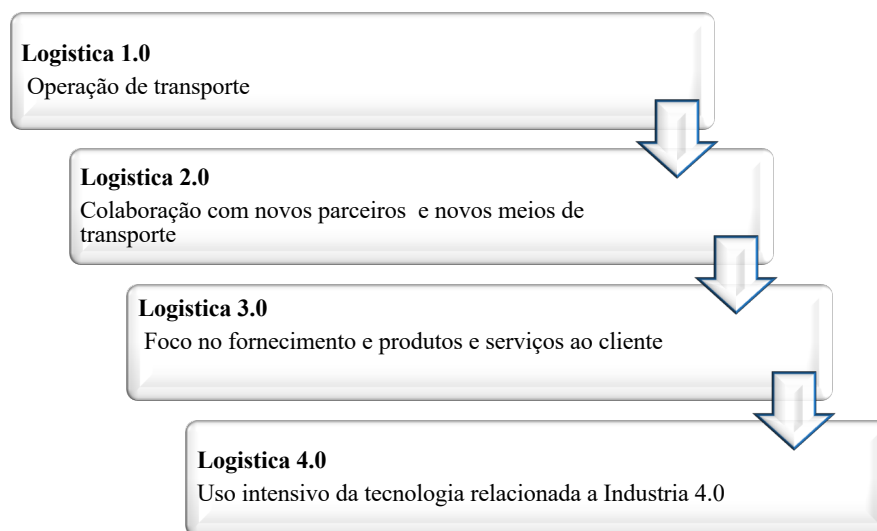
A gestão da cadeia de abastecimento converge no planeamento e gestão de todas as atividades Logísticas, bem como dos processos de compras e aprovisionamento. Para além disto, esta temática envolve a coordenação e cooperação com parceiros (fornecedores, intermediários, prestadores de serviços e clientes) (Winkelhaus & Grosse, 2020). A Logística apresenta-se como sendo parte da gestão da cadeia de abastecimento (Correa et al., 2020; Winkelhaus & Grosse, 2020) e baseia-se na administração de materiais e informações, controlando a movimentação e armazenamento eficientes de dados, bens e serviços. Tem como objetivo final a entrega de produtos acabados ao cliente final com nível de serviço e qualidade adequados, ao menor custo possível (Correa et al., 2020; Matana et al., 2020). É, portanto, composta pelo planeamento de recursos, implementação e controlo de fluxos e armazenamento, dos bens e serviços desde o cliente até à empresa e desde a empresa até ao ponto de consumo (Winkelhaus & Grosse, 2020).

A eficiência operacional da gestão Logística, sendo esta então o core da gestão moderna da cadeia de abastecimento, impactará diretamente a eficiência da cadeia de abastecimento global, necessitando, por isso, de aplicar o nível certo de autonomia e inteligência entre o recurso humano e a máquina e os objetivos a atingir, tudo isto em função da procura evidenciada no mercado (Chong et al., 2018; Kucukaltan et al., 2020; Matana et al., 2020).

Conforme citado por Matana et al. (2020), a Logística interna tem uma importância primordial nas Indústrias e, está capaz de influenciar significativamente os seus custos operacionais, representando 25% dos funcionários da empresa, 55% do espaço da fábrica e de 15% a 70% do custo total de fabricação de um produto.

### 3.3.2 Evolução da Logística

A Logística 4.0 tem sido definida como um termo que inclui tecnologias e conceitos na cadeia de valor de uma Organização, esta tecnologia dá a empresa a capacidade de competir de forma sustentável e impactar a economia dos negócios de forma positiva. As mudanças que a disciplina da Logística ultrapassou: A primeira (Logística 1.0) sucedeu com a introdução da mecanização a vapor em navios e comboios, substituindo a tração humana e animal como meio de transporte, a segunda (Logística 2.0) consistiu na descoberta da energia elétrica e na inserção da produção em massa e, por último, a terceira (Logística 3.0) ocorreu com a sistematização da gestão Logística e com a introdução das tecnologias de micro-informação (anos 80) (Abdirad & Krishnan, 2020; Barreto et al., 2017; Correa et al., 2020). A figura 5, apresenta a evolução da Logística ao longo do tempo.



**Figura 5-** Evolução da Logística

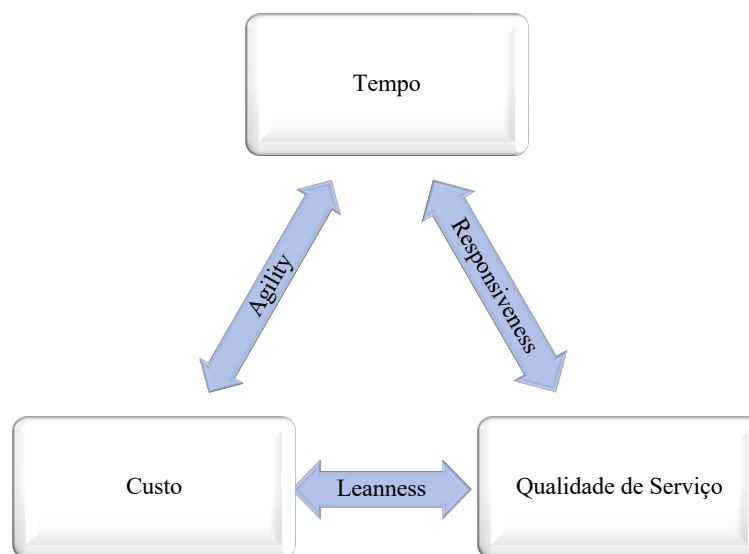
Fonte: Adaptado de (Petrache, 2015).

De acordo com Lagorio et al.(2020) a Logística e a cadeia de abastecimento sempre estiveram a frente da inovação Industrial, onde muitas tecnologias foram introduzidas primeiramente (experimentações de veículos autónomos em armazéns). Algumas dessas

tecnologias atingiram um nível de maturidade significativo e hoje em dia são amplamente adotadas (*Radio Frequency Identification* – RFID, por exemplo). Petrache (2015), citado por (Mateus, 2020) acredita que nos dias de hoje há uma necessidade de evolução, atenção e investimento na cultura empresarial, na gestão da cadeia de abastecimento e no melhoramento de processos chave no negócio, desde a produção das matérias-primas até a entrega do produto ao cliente final.

### 3.3.3 Dimensões da Logística

De acordo com Carvalho et al (2020) o trinómio das dimensões da Logística ou as suas variáveis centrais são: O tempo, o custo e a qualidade do serviço, o que quer dizer que a gestão Logística se faz por recurso a um instrumento de gestão que inclui estas dimensões e que promove raciocínios e decisões, essencialmente através de equilíbrios e trocas entre elas. A figura 6 apresenta o trinómio das dimensões da Logística.



**Figura 5-** Trinómio das dimensões da Logística.

Fonte: Adaptado de (Carvalho et al., 2020).

Esta equação é particular pela dificuldade que existe em conjugar uma elevada qualidade de serviço com baixo custo e ainda, fornecimento num curto espaço de tempo. Este é um dos grandes desafios da Logística, sendo necessário trabalhar na agilidade, na capacidade de resposta e na rapidez de resposta face às situações que surgem ao longo da gestão de um sistema Logístico (Carvalho et al., 2020).

### 3.4 Indústria 4.0 e Logística 4.0

Para Corrêa et al (2020) o tema Logística 4.0 é relevante para os estudos acadêmicos, empresas e profissionais que atuam na área por ser contemporâneo e a sua intrínseca conexão com o conceito da I.4.0. De acordo com Winkelhaus & Grosse (2020), Logística 4.0 é o sistema Logístico que possibilita a satisfação sustentável de processos individualizados do cliente sem um aumento nos custos e apoia o desenvolvimento na Indústria por meio de tecnologias digitais. Portanto a Logística deve ser tão flexível e ágil quanto os sistemas de produção I4.0 que ela apoia (Douaioui et al., 2018).

De acordo com Winkelhaus & Grosse (2020) a suposição de que a I4.0 realiza customização em massa, um sistema adequado Logística 4.0 é necessário, já que a manufatura, os sistemas falham se a ligação entre fabricantes e clientes for frágil. E com a I4.0, a Logística também deu um salto para a “*Smart Logistics*”, que se compromete a garantir o monitoramento em tempo real dos fluxos de materiais, uma melhor gestão dos transportes e uma gestão precisa dos riscos em que se adapta com flexibilidade e rapidez a um ambiente volátil baseado no aumento da disponibilidade de informação para todos. sistemas Logísticos e também capaz de tirar conclusões a partir dos dados registados (Douaioui et al., 2018). Como mostra a figura 7, um usuário conectando-se a um *tablet* para o procedimento da troca dos dados com um sistema CPS.



Figura 6- Conceito de *Smart Industry* 4.0.

Fonte: Adaptado de Elenabs (2018).



De acordo com Douaioui et al (2018) colocar uma I4.0 em prática não pode ter sucesso sem um sistema de Logística adaptável e em tempos de descentralização e individualização da produção, as tarefas Logística tornam-se mais flexíveis e inteligentes para melhor otimizar custos, tempo e recursos. Só assim a Logística também pode gerar valor para o cliente no futuro, fornecendo o produto certo, na hora certa, no lugar certo e com a quantidade e qualidade certas. Este progresso e desenvolvimento da produção da Indústria na Logística pode-se observar na tabela 3.

**Tabela 3-** Desenvolvimentos Industriais e Logísticos ao longo do tempo.

	<b>Indústria 1.0 e 2.0</b>	<b>Indústria 3.0</b>	<b>Indústria 4.0</b>
<b>Super Sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicação Analógica</li> <li>• Mercados nacionais</li> <li>• Calculadoras excelentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet e Intranet</li> <li>• Mercados de exportação</li> <li>• PC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet das coisas</li> <li>• Mercados localizados</li> <li>• Dispositivos moveis e nuvem</li> <li>• Informática</li> </ul>
<b>Sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção com ações</li> <li>• Tarefa de execução</li> <li>• Organização com supervisor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lean</i></li> <li>• <i>Just in time</i></li> <li>• Produção</li> <li>• Processar</li> <li>• Orientação</li> <li>• Equipe</li> <li>• Organização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fábrica Inteligente</li> <li>• Individualizado</li> <li>• Produção</li> <li>• Resiliente</li> <li>• Produção</li> <li>• Realidade aumentada para a operadora</li> </ul>
<b>Sob Sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquinas convencionais de mecanização</li> <li>• Planos de trabalho</li> <li>• Pranchetas</li> <li>• Volantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automação</li> <li>• Máquina-ferramenta para controle numérico.</li> <li>• ERP / MES</li> <li>• 3D</li> <li>• CAD / CAD-CAM</li> <li>• Painel de controle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtualização</li> <li>• Máquina social</li> <li>• Produção virtual</li> <li>• Produtos inteligentes</li> <li>• Móvel</li> <li>• Sistema de comunicação</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Douaioui et al., (2018)

### 3.5 Centro Logístico 4.0

Yavas & Ozkan-Ozen, (2020) introduzem um outro tópico relativo à integração do paradigma I4.0 ao nível dos processos Logísticos que se dá pelo nome de centro Logístico 4.0. Neste conceito, ao invés de termos a conversão de operações que se baseiam em

hardware e que passam a basear-se em *software* (aplicação apenas das tecnologias 4.0 aos processos Logísticos), uma conjunção de sistemas é apresentada. Esta conjunção é constituída pela gestão de manuseamento (esta gestão cobre toda a movimentação, armazenamento e controlo de fretes nos processos de produção, distribuição, consumo e gestão de resíduos), gestão de informação (compartilha de informação entre processamento de pedidos, controlo de stock, unidades de produção, operações de armazém e contabilidade), gestão de transportes (gestão de frota e de rotas, programação e auditoria de fretes e partilha de informação com sistema de gestão sublogística) e por fim, gestão de armazém (inclui receber, armazenar, recolher e enviar os produtos). Com base no anterior referido, surgem assim as áreas a seguir apresentadas, no que toca à conjugação das tecnologias 4.0 com os processos Logísticos:

- Planeamento, gestão e manuseamento dos recursos;
- Gestão de armazéns;
- Sistemas de gestão de transportes.

### **3.5.1 Planeamento, gestão e manuseamento dos recursos**

A integração e alinhamento dos recursos e a crescente visibilidade e transparência garantirão a previsão adequada de recursos (desde pessoas, materiais e equipamentos) e a sua otimização. O nível de sofisticação ao nível das tecnologias e também dos recursos humanos será cada vez superior, o que promoverá a especialização de competências. Assim, é já assumida a crescente necessidade de aptidões computacionais e analíticas, tal como a integração de sistemas tecnológicos.

#### **I. Rastreabilidade**

Na chamada fábrica inteligente o fluxo de informação entre todos os componentes dá-se pelo nome de rastreabilidade e esta teve como primeiras tecnologias usadas, os sistemas de posicionamento global (*Global Positioning System* – GPS) e os códigos de barras. Porém, já outras tecnologias estão capazes de igualmente satisfazer esta característica 4.0, sendo eles os (*Ultra Wide Band* – UWB), os sistemas de identificação por radiofrequência, sistemas de visão e tecnologia *wi-fi* (Granillo-Macías et al., 2020). As tecnologias podem ser agrupadas em diferentes camadas de rastreabilidade, estando o GPS alocado ao rastreio de contentores

e equipamento de transporte (na Logística interna o GPS não é preciso), o sistema de localização em tempo real (*Real-time Locating System* – RTLS) dá conta da identificação de contentores internos, bem como da carga unitária, unidade de transporte e embalagem. De salientar que este tipo de sistema deve ser capaz de localizar, monitorizar e identificar objetos no ambiente interno, contudo as tecnologias mais apropriadas a serem incluídas neste sistema são *bluetooth*, *wi-fi*, *Zigbee* e UWB (e não o RFID e código de barras como se poderia pensar) (Frankó et al., 2020; Rácz-Szabó et al., 2020).

Os sistemas de RFID e código de barras são tecnologias possíveis de associar à identificação de itens (Granillo-Macías et al., 2020; Rácz-Szabó et al., 2020), sendo que a tecnologia de RFID consegue ler os dados a distâncias de até vários metros (Granillo-Macías et al., 2020; Rácz-Szabó et al., 2020), mencionam que a tecnologia UWB é apropriada para o posicionamento interno, contudo e, devido à propagação do paradigma 4.0, a tecnologia 5G será crucial num futuro próximo da manufatura inteligente, visto que poderá proporcionar elevada e precisa localização interna.

Uma seleção adequada de um RTLS pode proporcionar uma exploração dos processos logísticos, proporcionando dados ao nível das rotas e tempo despendido em áreas específicas, da velocidade dos empilhadores, ao mesmo tempo que cria estrutura para a aplicação da manutenção preditiva e para o cálculo do indicador de performance *Overall Equipment Effectiveness* relativo aos empilhadores. As diferentes tecnologias de rastreabilidade internas poderão ser combinadas para a criação de um sistema RTLS híbrido, capacitando-o de retirar vantagem de diferentes soluções (Rácz-Szabó et al., 2020).

Granillo-Macías et al (2020), menciona o sistema TAM (*Tool & Asset Manager Application*) para o controlo, identificação e rastreabilidade de recursos, nomeadamente ferramentas e equipamentos. Esta aplicação tem como funções gerir e monitorizar a quantidade das ferramentas e equipamentos que a Organização possui, auxiliando na determinação do estado dos mesmos. Os dados obtidos com esta gestão possibilitam à empresa o auxílio no processo de tomada de decisão quanto à aquisição de equipamentos e ferramentas para projetos futuros. No caso de estudo apresentado, os autores referem que as integrações das tecnologias GPS e RFID permitem rastrear posições dentro e fora da empresa, assegurando fiabilidade em tempo-real do inventário.

Frankó et al (2020) apresentam um sistema de gestão e rastreabilidade de recursos que tem como objetivo auxiliar nas tarefas Logística e otimizar os processos com foco na cadeia de abastecimentos. Este sistema é constituído por: um subsistema de posicionamento interno em tempo real (*Indoor Positioning Subsystem*– IPS) baseado em UWB que confere a informação de localizações precisas; por um subsistema de rastreamento (que usa um esquema de identificação especial) baseado em UHF-RFID (*Ultra High Radio Frequency Identification*); por um sistema (a que os autores chamam de Core) que lida com a troca de informação entre os dois subsistemas de posicionamento e rastreabilidade; por um sistema que estabelece a comunicação entre o leitor de RFID, o sistema IPS e o sistema Core; distintas interfaces para *front-ends* de visualização e sistemas externos de processamento de dados. De referir que o uso da tecnologia UWB no sistema de rastreamento de recursos garante que este seja preciso o suficiente para empresas de pequena e média dimensão sem que as mesmas detenham requisitos computacionais significativos.

Além disso, visto que os recursos apenas estão equipados com etiquetas RFID passivas, isto não afeta o tamanho da infraestrutura, o custo do sistema permanece baixo, ao mesmo tempo que se mantém altamente escalável (devido à tecnologia UHF-RFID. Chong et al (2018), apresentam um protótipo de um sistema de gestão logística inteligente, onde os produtos são monitorizados, através de leitor de *tags* de NFC (*Near Field Communication*) para troca e armazenamento de dados e partilha de informação manual ou automaticamente. Além desta característica, e com vista a evitar a duplicação de trabalho, um formato de dados uniforme e um servidor de dados interdivisional foi vinculado a todos os fornecedores ou fabricantes, para que usassem o mesmo formato de id de login, id de produto e id do pedido. A tecnologia IoT pode ser usada com o intuito de permitir a gestão e o controlo de informação em vários sistemas de gestão de processos de negócio, considerando restrições económicas, de segurança de dados e tecnológicas (Winkelhaus & Grosse, 2020).

## **II. Planeamento**

Rejeb et al (2020), esclarecem o uso da realidade aumentada no planeamento da Logística interna, realçando o auxílio que esta pode trazer na montagem final, através da visualização superior, redução de erros e elevada quantidade de dados disponíveis. Além disso, o planeador logístico usufrui de maior criatividade e inovação nas recriações do planeamento logístico.

### **III. Formação dos colaboradores**

Rejeb et al (2020), apresenta a realidade aumentada como uma importante tecnologia para criar um ambiente imersivo de aprendizagem e de interação, proporcionando processos de formação independentes da localização, eficientes e com custo baixo.

### **IV. Compras**

Com a aplicação das tecnologias de realidade aumentada, os clientes têm a possibilidade de experimentar, testar e interagir com os produtos, antes de tomarem uma decisão relativamente à ação de compra. Esta experimentação possibilita às empresas a oportunidade de desenvolver novos modelos de negócio, através da cocriação com os seus consumidores (Rejeb et al., 2020).

#### **3.5.2 Gestão de Armazéns**

Os armazéns são um importante constituinte de uma cadeia de abastecimento e, hoje em dia, podem servir como fonte de vantagem competitiva para fornecedores Logísticos, visto que a Logística de entrada e de saída desempenham um papel importante nos pedidos dos clientes (Barreto et al., 2017; Lee et al., 2018). A precisão do nível de stock, a utilização do espaço e a gestão e otimização dos processos de pedidos de encomenda são os principais desafios inerentes à gestão do armazém no paradigma I4.0 (Lee et al., 2018). A gestão do armazém é favorecida na medida em que infraestrutura constituída por IoT, *Big Data Analytics* e tecnologias baseadas em *tags*, possibilita uma plataforma de armazenamento colaborativa que facilita a partilha de informação Logística entre múltiplas empresas (desde níveis de inventário, políticas de pedidos e previsões de procura futura), elevando a transparência nas operações e melhorando a rastreabilidade (Correa et al., 2020; Granillo-Macías et al., 2020)

A introdução de um sistema de gestão inteligente de armazém WMS, possibilitará a integração dos diferentes atores e partes interessadas da cadeia de abastecimento, o que consequentemente garantirá uma total coordenação e alinhamento entre todas as fases da cadeia de valor (Barreto et al., 2017). Lee et al. (2018) estabelecem que o desenvolvimento de um sistema CPS-WMS deve incluir tecnologias comuns como a RFID e NFC, redes de

sensores e atuadores sem fio (*Wireless Sensor and Actuator Networks – WSANs*), IoT e computação em nuvem (*Cloud Computing*).

A integração destes mecanismos eleva a necessidade do tratamento de dados, através do *Big Data Analytics*, que, pode fornecer uma perspetiva superior de tomada de decisão. Exemplos desta coordenação assentam na comunicação por parte dos sistemas de transporte da posição e hora prevista de chegada (contribuindo para uma entrega *just-in-time* e *just-in-sequence*). Os rastreios por parte dos sensores de RFID captarão e revelarão o que foi entregue e transmitirão esta informação para o sistema de gestão central.

O WMS, por sua vez, facilmente calculará o espaço de armazenamento de acordo com as especificações de entrega e, rapidamente, alocará o equipamento adequado para mover a mercadoria de modo autónomo. A visibilidade dos níveis de stock é uma constante o que, por si só, auxilia fortemente na tomada de decisão, de forma a garantir ajustes que podem ser necessários para aumentar nível de serviço dos clientes (Barreto et al., 2017). A Figura 8, demonstra o conceito de gestão online de um armazém isométrico incluindo carga e descarga de mercadorias.



**Figura 7-** Processo de composições e gestão de armazém online.

Fonte: Adaptado de Intpro (2020).

Rejeb et al (2020), identificam vantagens da utilização da realidade aumentada nas atividades de armazém e realçam pontos favoráveis, tais como, a possibilidade de rapidamente identificarem e visualizarem o produto, a melhoria no controlo visual dos produtos e do stock a eles inerente, eficiência e potencial diminuição de custos, visto que se propicia a minimização de erros durante a identificação do produto, bem como perdas e até estragos. Tudo assenta numa melhor gestão de inventário e em mais eficientes processos de recolha, através da melhor visualização e orientação. Ao nível da gestão do armazém, mais concretamente no controlo de movimentações da Logística interna, Okumuş et al.( 2020) apresentam um sistema de colaboração em nuvem que controla autonomamente AGVs (*Automated Guided Vehicles*) usados na parte da Logística interna.

Estes robots oferecem vantagens para a execução de tarefas demoradas, caras e até arriscadas. Para que vários destes mecanismos funcionem em colaboração, problemas básicos de alocação multitarefa, planeamento de rotas, prevenção de colisão, mapeamento e posicionamento, necessitam de ser ultrapassados. Com o recurso à arquitetura em nuvem, os AGVs precisam de ser controlados por uma unidade central (servidor na nuvem). Bayhan et al. (2020), por sua vez, constroem um conceito de um sistema de produção ciberfísicos para abastecimento em tempo real (com AGVs), que consiste em diversas entidades de sistemas ciberfísicos produtivos (agentes de software) que intercomunicam e, nas quais a tomada de decisão é estruturada e descentralizada. Os autores referem ainda que os agentes usam negociações multicritério para a conclusão da tomada de decisão.

Yao et al (2020), estabelecem um *SMART AGV Management System*, que não é nada mais do que um sistema inteligente de gestão de AGVs que inclui uma simulação discreta de eventos como uma réplica digital do FMS (*Flexible Manufacturing System* – Sistema de Manufatura flexível), no qual dados de produção são habilitados para IoT e são simplificados e usados para aumentar precisão dos comportamentos operacionais das entidades definidas no modelo. Estas técnicas possibilitam a alocação dos AGVs a diferentes estações de trabalho, sob condição do background da fábrica inteligente e ainda constituem um módulo de otimização responsável pelo planeamento e replaneamento das máquinas e das tarefas dos AGVs (tudo isto baseado em algoritmos evolutivos, previsões de indicadores de performance e informação em tempo real do estado dos recursos).

### 3.5.3 Sistema de gestão de transportes

O sistema de gestão de transportes TMS centra-se no transporte Logístico e possibilita interações entre o sistema de gestão de pedidos e o centro de distribuição ou armazém. Com a inevitável entrada do paradigma da I4.0 e a introdução de tecnologias IoT, a aplicação de um sistema TMS verifica-se essencial. Com um sistema deste tipo é possível usufruir de dados em tempo real com respeito à localização dos veículos e monitorização do movimento da carga. À medida que os objetos físicos são equipados com mecanismos IoT (códigos de barras, RFID ou sensores), todo o seu ciclo dentro da Organização pode ser monitorizado, desde a fabricação, transporte e distribuição. Estes dados poderão ser utilizados para negociação com transportadoras e consolidação de remessas (Barreto et al., 2017).

Com a I4.0 os processos de entrega podem ser simulados tendo em conta os processos adjacentes (algo essencial quando temos diferentes ciclos de produção), o que contribui para a construção de um *milk-run* dinâmico que acaba por não ser direcionado pelo tempo, mas sim pela procura. Além disso, as unidades telemáticas podem ainda facilitar a partilha de informação, auxiliando os condutores dos camiões com informações de tráfego, por exemplo, contribuindo para a otimização do seu percurso. No longo prazo, supõe-se que os processos de recolha e entrega de encomendas sejam realizados por caminhões autónomos, cumprindo por si só as trajetórias de *milk-run* (Hofmann & Rüscher, 2017).

De realçar que com o crescimento drástico da computação em nuvem (*Cloud Computing*), já existem diversas empresas que estão a adotar o armazenamento dos dados neste tipo de tecnologia (Barreto et al., 2017). Esta gestão de frota aliada às tecnologias IoT e *cloud computing* pode possibilitar valores de custo e tempo despendido mais reduzidos (Correa et al., 2020). Winkelhaus & Grosse (2020), citam no seu trabalho um caso de estudo que levou em conta a tecnologia IoT na gestão de transportes, onde, bens, veículos e infraestruturas inteligentes proporcionam melhor visibilidade e acessibilidades às informações, contribuindo para criar economia de tempo em tarefas de armazenamento e transporte e comunicações com os clientes.

Os sistemas de transporte inteligentes ainda é uma temática recente que aplica a sua ação no campo dos transportes e são importantes no sentido de que aumentam a segurança e confiabilidade das velocidades de viagem, do fluxo de tráfego. Atuam igualmente na gestão



de riscos no que toca a taxa de acidentes, emissões de carbono e poluição do ar. A figura 9, descreve como é feita esta Logística inteligente através da interconectividade dos dados, os trabalhadores acompanham toda entrega dos produtos através de um *tablet*.



**Figura 8-** Conceito inteligente de Logística e transporte.

Fonte: Adaptado de Elenabs (2018).

O ITS mostra-se assim um importante ator no aperfeiçoamento do desempenho do processo Logístico e da eficácia da frota, reduzindo custos e introduzindo parâmetros relativos à sustentabilidade (Barreto et al., 2017; Issaoui et al., 2020). Assim, a Logística 4.0 usufruirá deste tipo de sistema, através da execução de estacionamento inteligente de caminhões e gestão de áreas de entrega; carga multimodal, ou seja, apoiar o planeamento e sincronização entre diferentes modos de transporte durante várias operações Logística; estimativa e monitorização da pegada de CO<sub>2</sub> (Dioxido de carbono); aconselhamento de prioridade e velocidade, ou seja, economia de consumo de combustível, diminuição de emissões e presença de veículos pesados em áreas urbanas; apoio ao *eco-drive*, ou seja, apoiar os motoristas de caminhão na adoção de um estilo de condução mais eficiente em termos de energia e, portanto, minorando o consumo de combustível e as emissões de CO<sub>2</sub> (Barreto et al., 2017). Com respeito ao uso de realidade aumentada na Logística externa, Rejeb et al (2020), esclarece que os processos de transporte podem ser simplificados, a entrega de mercadorias facilmente otimizada pela possível identificação rápida de produtos e estratégias de rota mais eficientes e, mesmo tarefas de segurança de condução podem ser obtidas com nível superior.

## 4 Indústria 4.0 - Revisão Sistemática da Literatura

Neste capítulo, foi feito uma Revisão Sistemática, análise bibliométrica de todo material adquirido com a finalidade de analisar de uma maneira geral o estado em que esta temática se encontra, assim como identificar as principais lacunas dos artigos mais citados e identificar as tendências futuras que possam surgir com a implementação das tecnologias da I4.0.

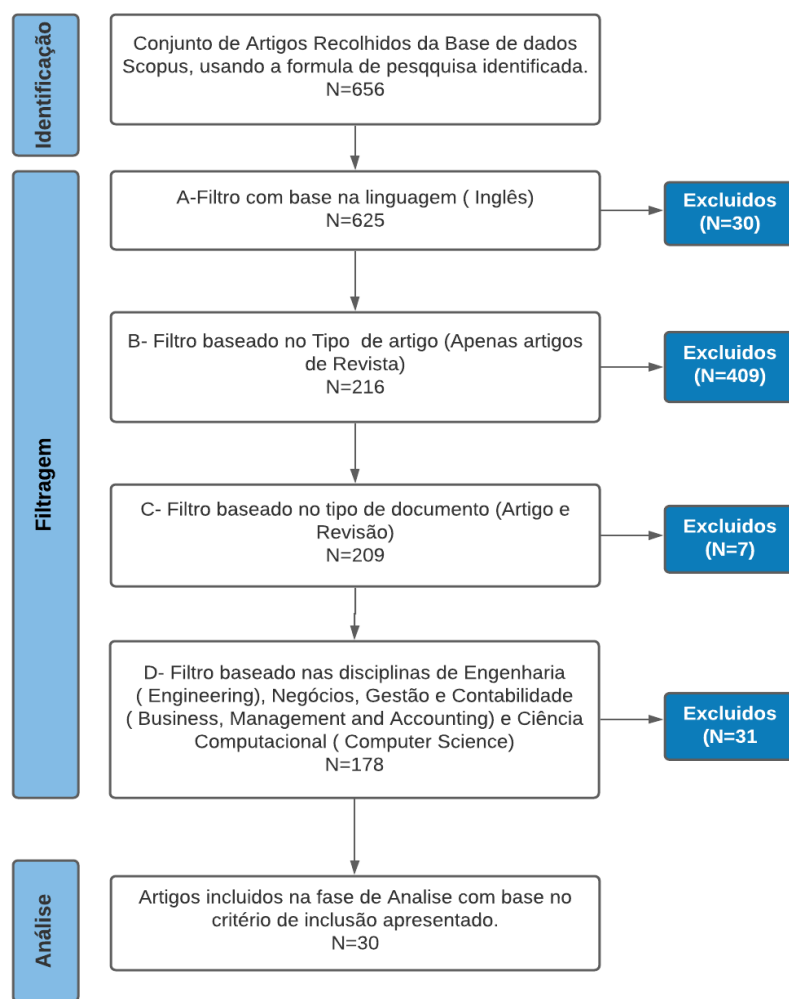
### 4.1 Planeamento da RSL

Esta Revisão Sistemática é baseada em Literatura já existente sobre o tema, realizando assim uma pesquisa bibliográfica com objetivo de identificar e analisar criticamente as pesquisas relevantes sobre a temática. A base de dados usada para a pesquisa foi a Scopus, que se mostra como sendo a maior base de dados de Literatura científica multidisciplinar. Além disso, é uma base de dados que propicia conexões com diferentes disciplinas do saber, apostado em elevados níveis de fiabilidade (Anegón et al., 2007). No sentido de recolher artigos que pudessem dar resposta à questão de investigação deste estudo, uma fórmula de pesquisa foi desenvolvida (Tabela 4). A pesquisa foi realizada em 12 de Janeiro de 2021.

Tabela 4-Fórmula de pesquisa

Âmbito	Fórmula
Industry 4.0	("Industry 4.0" OR "fourth industrial revolution")
Lean	("Logistics 4.0" OR "Logistics")

No sentido de seleccionar os artigos para executar a análise sobre o tema pretendido, critérios de exclusão e de inclusão tiveram de ser aplicados, e para atingir esse objetivo foi utilizado o método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Segundo o Buehler et al (2012), o método PRISMA é uma directriz que tem como objectivo ajudar autores a melhorarem a qualidade do relato dos dados das pesquisas e metanálises como também orientar na avaliação crítica de uma Revisão e de uma metanálise de trabalhos já publicados. A Figura 9, exibe o esquema do método PRISMA ilustrando todos os passos realizados até ao valor final de artigos a analisar.



**Figura 9-**Método PRISMA aplicado a investigação.

Assim, primeiramente, apenas artigos em inglês foram considerados (31 artigos eliminados), em segundo lugar, apenas artigos de revista foram incluídos na pesquisa (409 artigos eliminados), tal como artigos e revisões, foram os tipos de documentos abarcados (7 artigos eliminados). No final, as disciplinas de Engenharia, Negócios, Gestão e Contabilidade e Ciência Computacional foram as únicas consideradas (31 artigos eliminados) e o critério de inclusão que visa apenas artigos que retratem as duas temáticas de forma explícita na Indústria da manufatura, com aplicação prática ou Revisão da Literatura, foi aplicado, retendo 30 artigos finais para análise.

## 4.2 Análise bibliométrica

Pela análise da figura 10, é de realçar o começo do aparecimento de artigos sobre a temática Logística 4.0 em 2017. Sabendo que o fenómeno I4.0 apenas terá emergido em 2015, dois anos separam o começo do aparecimento em revistas internacionais da aplicação das tecnologias 4.0 nos processos Logísticos. Para além disso, é de apontar o enorme “salto” de artigos publicados em 2020, ano esse de intensa publicação científica.

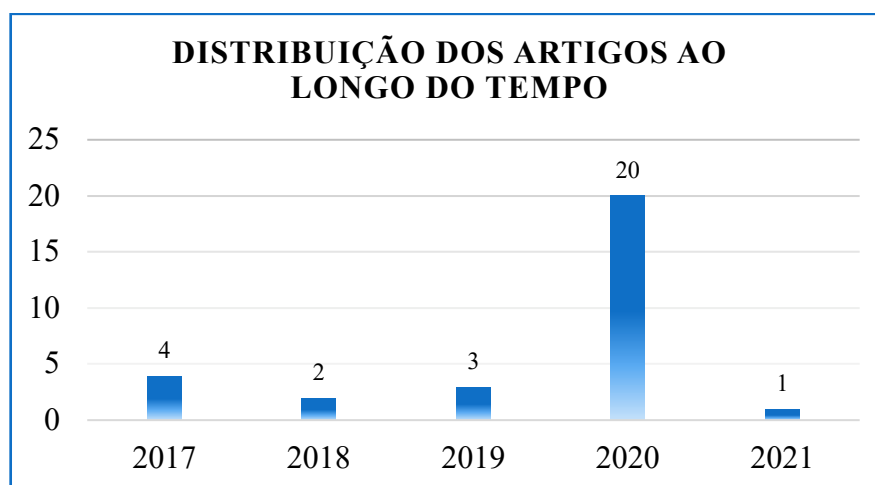


Figura 10-Distribuição dos artigos ao longo dos anos.

A figura 11, exibe a dispersão dos artigos publicados, tendo uma maior incidência (26%) na Alemanha, seguindo-se a Turquia e o Reino Unido (com 21%) e o Brasil, Hungria e China (com 16%).

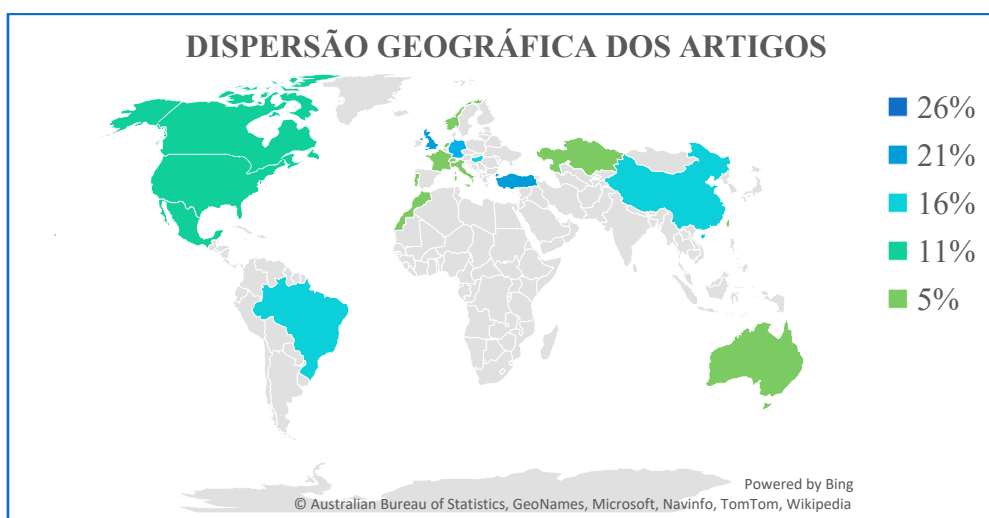


Figura 11-Dispersão geográfica dos artigos analisados.

A figura 12, exibe a dispersão geográfica dos artigos publicados e a sua qualidade, sendo a Alemanha, com as maioríssimas quantidades de artigos publicados e com um nível de qualidade mais elevado seguindo-se a Turquia e o Reino Unido.

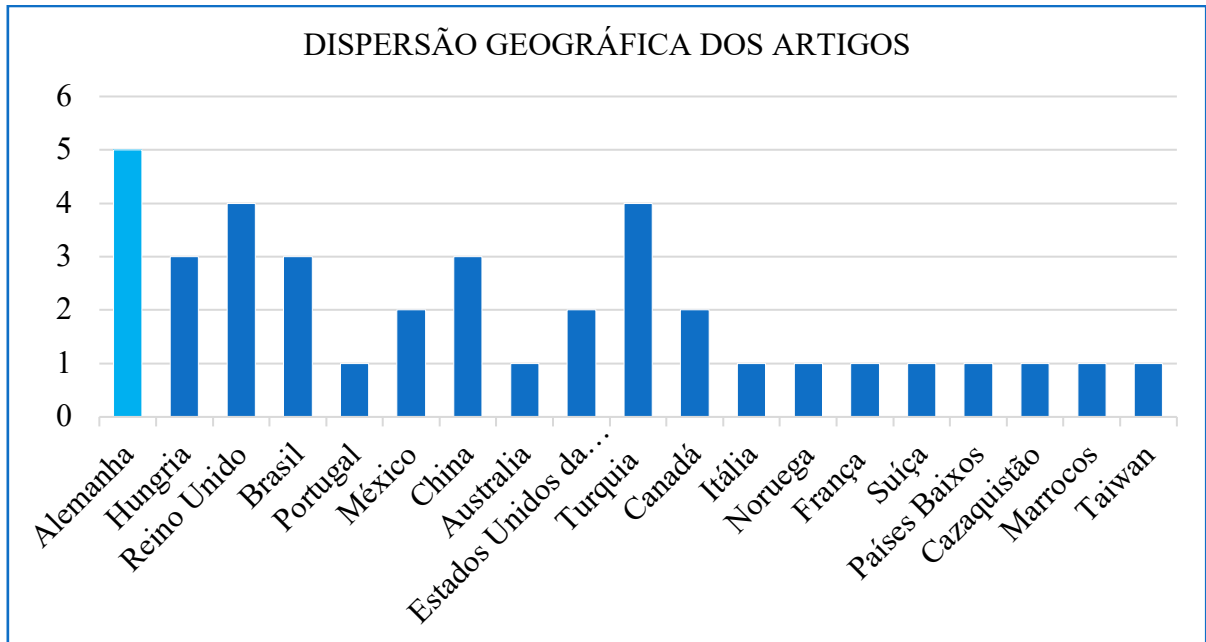


Figura 12- Dispersão dos artigos e nível de qualidade.

A figura 13, por sua vez, ilustra a avaliação das revistas, onde Q1 é a considerada com qualidade mais elevada, e Q4, com qualidade mais baixa.

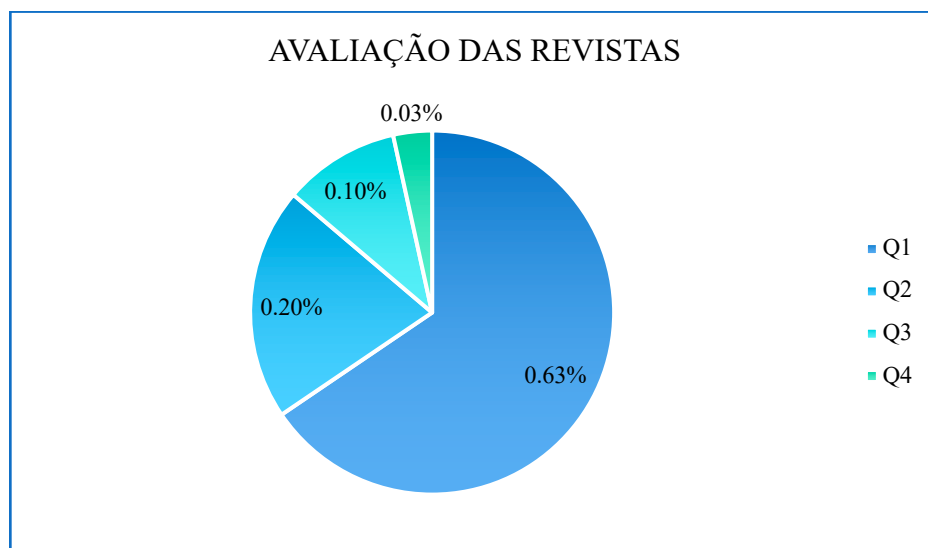


Figura 13-Avaliação das revistas.

Tendo em conta a quantidade dos artigos usados para a Revisão Sistemática, a qualidade dos artigos tem um nível de qualidade bastante elevado, a figura 14, ilustra que em 30 artigos selecionados, 19 artigos têm uma qualidade elevada e apenas 1 artigo dos selecionados tem uma qualidade baixa. Assim, é de salientar a grande maioria de revistas Q1 neste grupo de artigos, o que consequentemente leva a pensar na importância da temática para as revistas de maior quartil. Embora ser um tema recente que carece de conceitos e mais investigações é, portanto, um tema emergente, que merece a atenção da academia.

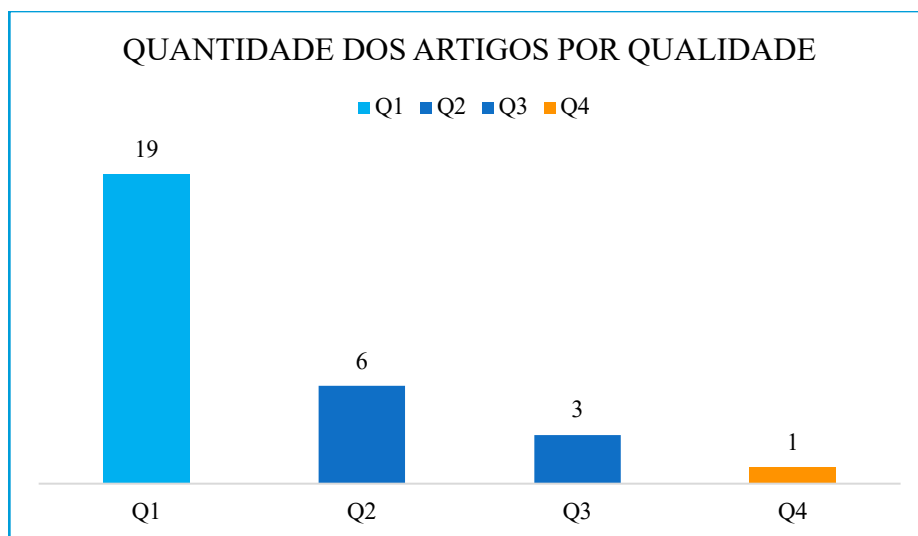


Figura 14-Avaliação dos artigos por qualidade.

A Tabela 5 resume, o Top 5 dos artigos mais citados e é de realçar a preponderância de revistas Q1 neste pódio. É de ter em conta o ano de publicação dos artigos, para poder opinar quanto ao número de citações, contudo são de realçar as 441 evidenciadas pelo artigo “*Industry 4.0 and current status as well as future prospects on logistics*”, sendo este uma Revisão Sistemática da Literatura. Para além deste, alguns pontos são de atribuir ao artigo com o título “*Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system*” de 2020, que, apesar de recente, já arrecada 45 citações. De evidenciar que artigos de Revisão Sistemática são sempre dos mais citados.

**Tabela 5-** Top 5 dos artigos mais citados.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Citações</b>	<b>Avaliação da Revista</b>	<b>Revista</b>
<i>Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics</i>	E.Hofmann, M.Rusch	2017	441	Q1	<i>Computers in Industry</i>
<i>Industry 4.0 implications in logistics: an overview</i>	L.Barreto, A. Amaral, T. Pereira	2017	148	Q2	<i>Procedia Manufacturing</i>
<i>Design and application of internet of things-based warehouse management system for smart logistics</i>	C. Lee, Y.Lv, K.Ng et al.	2018	59	Q1	<i>International Journal of Production Research</i>
<i>Logistics 4.0: a systematic review btowards a new logistics system</i>	S.Winkelhaus, E. Grosse	2020	45	Q1	<i>International Journal of Production Research</i>
<i>The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study</i>	J.Strandhagen, E.Alfnes, J.Strandhagen et al.	2017	45	Q1	<i>Advances in Manufacturing</i>

### 4.3 Análise crítica

Os artigos mais citados foram analisados por ordem da tabela 5, onde foram descritos os seus principais objetivos, métodos utilizados para a elaboração do artigo, as limitações de estudo bem como algumas recomendações para um futuro estudo. Inicia-se pelo artigo de Hofmann & Rüsç (2017), onde os autores apresentam uma visão crítica do quadro da I4.0, fazendo uma reflexão sobre a carência de uma definição, analisam com especialistas da área o contexto dos conceitos da gestão Logística na prática e identificar possíveis implicações na implementação da I4.0 na gestão Logística. Para atingir os objetivos deste estudo os autores dirigem-se a uma questão de investigação:

- “*Quais são as implicações da I4.0 para a gestão Logística no futuro? Em particular: como a I4.0 pode afetar os conceitos de Logística. (Kanbam e Just-in-time)*”

Para responder a esta questão os autores basearam-se em um modelo de aplicativo da I4.0 direcionado para Logística simples que abrange a, dimensão da cadeia de abastecimento

física que é praticamente a relação de todo o processo da cadeia de abastecimento, desde o processamento dos pedidos até a expedição interagindo entre si através de máquinas inteligentes e a dimensão da cadeia de valor de dados digitais que é a integração do mundo físico com o digital, bem como a seleção de conceitos de Logística para a análise da I4.0, como o conceito *Just-in-time* e o conceito *Kanban* que posteriormente analisados por especialistas da área.

Como o estudo foi limitado e a falta de conhecimento dos investigadores em relação a área da I4.0 dificultou os autores a concluírem os seus objetivos, assim a análise dos resultados foram baseados em preposições e hipóteses onde não foi possível descrever os conceitos e contexto da gestão Logística de uma forma detalhada, sendo assim e segundo os autores do artigo não foi possível fazer afirmações validas sobre como a I4.0 afetará e impactará a gestão Logística, embora que alguns especialistas se mostraram entusiasmados com os conceitos desenvolvidos, enquanto outros não acreditavam no potencial da I4.0 na gestão Logística. A tabela 6 apresenta o tipo de estudo dos autores.

**Tabela 6-** Artigo 1- Estudo de Hofmann & Rüsç ( 2017).

<b>Título</b>	<i>Industry 4.0 and the status as well as future prospects on logistics</i>
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa bibliográfica</li> <li>• Pesquisa exploratória</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir as oportunidades da I4.0 no contexto da gestão Logística por meio de pesquisa documental e revisão da literatura sobre o tema.</li> <li>• Identificar as possíveis implicações da I4.0 na Logística.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A investigação não abrange todas as áreas da Logística</li> </ul>
<b>Recomendações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma entrevista direcionada as Organizações e especialistas da área da Logística que implementam tecnologias e conceitos da I4.0</li> </ul>

O artigo de Barreto et al (2017), apresenta uma abordagem sobre os fatores mais importantes para uma implementação bem-sucedida da Logística 4.0, possíveis desafios e qual o caminho a seguir para superá-los. Os autores referem que Logística 4.0 é a combinação do uso de Logística com as inovações e aplicações adicionais pelo CPS, este estudo também identifica e reflete algumas implicações, que a I4.0 pode trazer na área da Logística.



Por ser uma análise de revisão da Literatura já existente, de um modo geral o estudo retrata a importância da integração das tecnologias emergentes da I4.0 na Logística, cadeia de abastecimento e como elas facilitam as atividades da Organização se forem bem implementadas, os autores também referem alguns aspectos importantes a se ter em conta na implementação das tecnologias para que os resultados da Organização sejam eficientes.

**Tabela 7**-Artigo 2- Estudo de Barreto et al. (2017).

<b>Título</b>	<i>Industry 4.0 implications in logistics: an overview</i>
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa bibliográfica</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir as principais implicações e bases de uma Logística 4.0 eficiente e forte e analisar alguns dos principais desafios que serão necessários para atender aos requisitos da área da Logística</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo teórico.</li> </ul>
<b>Recomendações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise aprofundada sobre os fatores críticos mencionados superficialmente devia ser feita para a identificação de possíveis pontos fortes e pontos fracos e possíveis custos de implementação de uma Logística 4.0.</li> </ul>

Lee et al (2018), propõem um WMS que assenta na tecnologia IoT (RFID e atuadores e sensores sem fio- WSANs) para rastrear peças, produtos semiacabados e acabados. com uma abordagem analítica de dados avançados usando técnicas de inteligência computacional para permitir a Logística inteligente para a I4.0 para a realização do estudo foi feita um estudo de caso numa empresa de manufatura onde foi implementado a tecnologia IoT que facilita o monitoramento de material em tempo real e com capacidade de manuseio imediato de alterações de pedidos. O objetivo da implementação desse sistema WMS é fazer com que todas as atividades do armazém desde a entrada até a saída sejam aperfeiçoadas fazendo com que todas as atividades sejam automatizadas, monitorar uma ampla variedade de materiais e assim aumentar o nível de eficiência destes processos.

Facilmente este sistema capta, altera e atualiza dados relativos ao armazém. O sistema de inventário é ainda gerido por processos de *machine learning* para processamento de informação com vista o apoio à tomada de decisão. De realçar que todas as alterações podem ser acompanhadas pelos colaboradores da empresa através de aplicações *android* alocadas a

dispositivos móveis. As vantagens deste sistema residem na melhoria do atendimento aos pedidos dos clientes, na redução do tempo para satisfazer estes mesmos pedidos, na precisão do nível de stock realçada pelo sistema e ainda na crescente produtividade do armazém.

**Tabela 8**-Análise do artigo 3-Estudo de (Lee et al., 2018).

<b>Título</b>	<i>Design and application of internet of things-based warehouse management system for smart logistics</i>
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de caso</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetar e avaliar a eficácia do sistema de gerenciamento de stock de armazém baseado em IoT de modo a alcançar um melhor desempenho das atividades de recebimento armazenamento e separação no armazém</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O artigo não apresenta uma definição compreensiva dos conceitos e termos básicos.</li> </ul>
<b>Recomendações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma investigação aprofundada sobre os vários sectores de um armazém.</li> </ul>

O artigo de Winkelhaus & Grosse (2020) apresentam uma RSL, de artigos publicados com o objetivo de identificar a evolução da investigação ao longo dos últimos anos, este estudo é uma contribuição para a literatura existente, com varias abordagens sobre a temática I4.0, fornecendo informações teóricas sobre o estado da Logística, bem como as principais características de cada tecnologia ao ser implementada na área da Logística, e também como estas tecnologias são necessárias para as futuras redes de produção Industrial em grande escala, quando integradas aos sistemas Logísticos e a identificam outras tecnologias que ainda não foram descritas em outros artigos.

Após a análise da Literatura, os autores consideraram alguns pontos que não foram anteriormente tratados pela bibliografia e que este tema que engloba a I4.0 carece de pesquisadores que possam aprofundar os conceitos teóricos e práticos e consideram existir poucos artigos que fazem referência ao termo I4.0. Porém, apesar de ser um estudo bastante aprofundado sobre o tema, todas as atividades Logísticas deveriam ser referidas para melhor entendimento de como funcionam a Logística 4.0 de um ponto de vista global e não citando apenas a Logística primaria, mas também toda gestão da cadeia de abastecimento.

**Tabela 9-**Análise do artigo 4- Estudo de (Winkelhaus & Grosse, 2020)

<b>Título</b>	<i>Logistics 4.0: a systematic review btowards a new logistics system</i>
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesquisa bibliográfica</li></ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desenvolver uma estrutura abrangente para Logística 4.0 para responder aos desafios das tecnologias através de uma revisão sistemática da literatura.</li></ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mencionar apenas algumas tecnologias como referência para o sucesso da cadeia Logística e não considerar outros pilares tecnológicos não menos importantes com os que foram citados.</li><li>• As tecnologias mencionadas no estudo são apenas implementadas em atividades da Logística primaria</li></ul>
<b>Recomendações</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Um estudo detalhado sobre as tecnologias mencionadas neste estudo, fatores críticos e fases de implementação das mesmas numa Organização</li><li>• Uma investigação pratica em todas as áreas que englobam a Logística.</li></ul>

O artigo de Strandhagen et al (2017), identificam e investigam as tecnologias da I4.0 que são aplicáveis á Logística da manufatura, os autores investigam como a I4.0 pode melhorar a Logística de manufatura, através de um estudo de caso aspectos de Revisão da Literatura que não foram descritos em outros artigos como é aplicado as tecnologias I4.0 nas diferentes áreas de produção. Para atingir os objetivos de pesquisa os autores dirigem-se a duas questões de investigação:

- *“Quais são as principais aplicações da tecnologia I4.0 no contexto da Logística de manufatura”*
- *“Como a aplicação dessas tecnologias é afetada pelo ambiente de produção”*

Para responder as questões de investigação foi feito um estudo de caso em 4 empresas de manufatura sendo que uma das empresas não tinha uma opinião definida sobre a I4.0, não vê como uma oportunidade nem ameaça e que não considera a I4.0 como uma meta realista, ao contrario das outras empresas, que consideram que a I4.0 deve melhorar significativamente a Logística de manufatura e aumentar a competitividade da empresa, os autores também analisaram e avaliaram vários pontos cruciais incluindo a aplicabilidade das tecnologias nas empresas porém o fato da investigação considerar e direcionar apenas para 4 empresas limitou o nível de detalhamento, mapeamento e da análise das empresas em

estudo, sendo um estudo direcionado as tecnologias da I4.0 e como estas são aplicadas num ambiente de produção.

**Tabela 10-**Análise do artigo 5- Estudo de (Strandhagen et al., 2017).

<b>Título</b>	<i>The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study</i>
<b>Metodologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de caso.</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo sobre a aplicação das tecnologias da I4.0 na Logística e como o ambiente de Produção pode influenciar na sua implementação.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigação limitada apenas a 4 empresas</li> <li>• O critério de escolha das empresas seria por estas já implementarem uma ou mais tecnologias para melhor responder as questões do artigo e avaliar a relação entre o ambiente de produção e as principais características que as tecnologias têm ao serem aplicadas na Logística da manufatura.</li> </ul>
<b>Recomendações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A investigação poderia ser mais detalhada sobre todos os processos de aplicação das tecnologias.</li> </ul>

#### 4.4 Aspectos gerais dos artigos em investigação

Conforme mencionado por Correa et al (2020), existem até à data poucos estudos que tenham em conta a aplicação de tecnologias emergentes na área da Logística. Estando a I4.0 capaz de aumentar a digitalização e a automação na manufatura, criando ambientes digitais de cooperação, a sua implementação ao nível da cadeia de abastecimento, estando esta abrangida por quatro elementos principais (integração, operações, compras e distribuição) pode fazer aumentar fortemente a produtividade das empresas. Benefícios como a redução do tempo de entrega dos produtos aos clientes, a resposta pronta a possíveis disrupções de processos e aumento significativo na qualidade da tomada de decisões, manifestam-se e são os mais referidos pela Literatura (Abdirad & Krishnan, 2020). Tang & Veelenturf (2019) clarificam esta integração ainda com a consequente maior fiabilidade no armazenamento, recolha e embalagem (visto que o desenvolvimento de robots exoesqueletos poderá fazer melhorar a velocidade e confiabilidade das operações de recolha e embalagem, por exemplo, reduzindo as lesões por movimento repetido), menor custo operacional (com o uso de sistemas de reposição inteligentes, através de sensores, e com a monitorização em tempo

real do inventário existente) e melhoria da eficiência no transporte da Logística externa, facilitado pelo uso da tecnologia de *blockchain*.

A Logística 4.0 consiste na aplicação de tecnologias emergentes contribuindo para alcançar melhorias de eficiência nos processos Logísticos (Correa et al., 2020; Corrêa et al., 2020). Além do referido, a Logística 4.0 proporciona, usando tecnologias digitais, a satisfação sustentável individualizada dos requisitos dos clientes sem aumentar os custos aqui inerentes (Winkelhaus & Grosse, 2020). As implicações inerentes à integração das tecnologias atuais 4.0, com vista a melhoria do serviço da Logística recai na:

- Integração de sistemas de informação e programas de qualidade com a gestão estratégica dos serviços Logísticos;
- Escolha propícia de tecnologias para o planejamento e programação das atividades Logística;
- Automatização de operações como carga, descarga, armazenamento, encomenda e entrega;
- Introdução e desenvolvimento da Logística *omni*-canal;
- Comunicação mais próxima, através de redes sociais, com os clientes e fornecedores, com vista o estreitamento de relações;
- Aquisição de habilidades de gestão de qualidade por meio de treino e formação (Moldabekova et al., 2020).

Lidar com a digitalização de uma cadeia de abastecimento é muito mais do que apenas manter a mesma forma de gestão da cadeia e digitalizar todos os fluxos de conhecimento e informação. Todos os processos de gestão ou operacionais e todos os fluxos da cadeia estão a mudar em função dos mercados emergentes e customizados que exigem resposta rápida (Garay-Rondero et al., 2019). Em um sistema Logístico 4.0, os dados relevantes são, portanto, fornecidos e compartilhados por meio de tecnologia de IoT, geridos e processados por inteligência artificial e algoritmos de *machine learning* e armazenados em bancos de dados de *Cloud Computing* ou tecnologia de *blockchain* (Issaoui et al., 2020).

Corrêa et al (2020), leva a cabo uma investigação onde as empresas brasileiras são inquiridas relativamente à adoção de tecnologias 4.0. Conclui-se que a maioria das grandes empresas (43%) pretendem adotar três ou quatro tecnologias já referidas no capítulo da I4.0.

A maioria das médias (52%) e pequenas empresas (59%) pretendem adotar no máximo duas tecnologias. O mais significativo foi nas microempresas, cerca de 26%, que pretendem adotar cinco ou mais tecnologias emergentes. De referir que as empresas colocam maior expectativa de ganho, quanto mais tecnologias emergentes pretendem adotar, da mesma forma que sabem que o tempo será superior para concretizar este ganho.

## **5 Indústria 4.0- inquérito por questionário**

### **5.1 Introdução**

O principal objetivo deste método inquérito por questionário é responder a questões relacionadas com a prática e aplicabilidade das tecnologias de suporte à I4.0 em diferentes áreas da Logística e outras que de alguma forma implementam essas tecnologias para facilitar as suas atividades. Visa também compreender o ponto de vista das Organizações em relação ao novo paradigma desde o seu aparecimento e como têm lidado com a I4.0 nos dias de hoje. Para responder as questões existentes no questionário, o público-alvo identificado foram as Organizações Portuguesas que implementam em suas diversas áreas as tecnologias da I4.0.

O inquérito por questionário entende-se por um conjunto de questões fundamentais que são respondidas por escrito pelo pesquisado. De acordo com Gil (2010), o Questionário constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informação, sendo que a elaboração de um questionário consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem reduzidos. O inquérito por questionário é usado de uma forma precisa para designar processos de recolha sistematizada, no terreno de dados suscetíveis, de poderem ser comparados, sendo que o que define um inquérito não é a possibilidade de quantificar a informação obtida, mas a recolha sistemática de dados para responder a um determinado problema (Carmo & Ferreira, 2015).

O inquérito por questionário é o tipo de método em que o investigador não interage diretamente com o inquerido, ou seja, o inquerido e o investigador têm uma interação indireta. Neste caso a formulação das questões também é diferente, lógico e com temas claros de modo que seja fácil para o inquirido responder às questões. Sendo assim o questionário desta Dissertação conta com perguntas de identificação e perguntas de informação, Carmo & Ferreira (2015) afirmam que estes tipos de perguntas têm como objetivo colher dados sobre factos e opiniões do inquirido bem com identificar o inquirido não nominalmente, mas referenciando-o a certos grupos sociais específicos.

## 5.2 Dados gerais das Organizações a inquirir

A seleção das Organizações teve em conta os potenciais contributos que as mesmas poderiam dar, sendo que o critério de seleção foi baseado nos seguintes aspetos:

- i. Organizações tidas como referência no mercado no desenvolvimento de novas tecnologias implementadas em diferentes áreas de atividade;
- ii. Organizações que desenvolvem atividades na área da Logística.

Foram identificadas oito Organizações a serem inquiridas através de um inquérito por questionário. Este, foi enviado por *e-mail* (Anexo I) para as oito Organizações selecionadas para responderem no prazo de três a quatro semanas. Responderam ao *e-mail* três das oito Organizações, sendo que duas informaram que não seria possível dar uma resposta, ao questionário, em face de diversos projetos em curso e consequente indisponibilidade das pessoas indicadas para responderem. Como resultado final foi obtida uma resposta de uma das oito Organizações Inquiridas. A tabela 11 identifica as Organizações Inquiridas e destas a Organização respondente.

**Tabela 11-** As 8 Organizações inquiridas e a Organização respondente.

Designação da Organização	Áreas de atividade	Endereço	Respostas ao questionário	
			Sim	Não
<b>Altice Labs</b>	Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias	<a href="http://www.alticelabs.com">www.alticelabs.com</a>		X
<b>Coficab</b>	Soluções tecnológicas para a Indústria de automação	<a href="http://www.coficab.pt">www.coficab.pt</a>		X
<b>Glantt</b>	Desenvolvimento de tecnologias e inovação	<a href="http://www.glantt.com/pt">www.glantt.com/pt</a>	X	
<b>Mecalux</b>	Automatização de armazéns e desenvolvimento de software in	<a href="http://www.mecalux.pt">www.mecalux.pt</a>		X
<b>Load digital</b>	Desenvolvimento de produtos digitais	<a href="http://www.load.digital.pt">www.load.digital.pt</a>		X
<b>Teleperformance</b>	Serviços de integração digital	<a href="http://www.teleperformance.com">www.teleperformance.com</a>		X
<b>Screen In</b>	Desenvolvimento de software	<a href="http://www.screen-in.pt">www.screen-in.pt</a>		X
<b>IBM</b>	Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias	<a href="http://www.ibm.com">www.ibm.com</a>		X



A Organização respondente - Glintt é uma empresa de referência na Península Ibérica em consultoria e serviços tecnológicos, através da inovação, potencia vantagens competitivas nas áreas de atividade em que se insere, promovendo, pois, o desenvolvimento e dados de soluções baseadas em tecnologias e infraestruturas emergentes para a administração pública e Organizações de vários setores de atividade.

### **5.3 Estrutura do questionário**

O questionário tem questões fechadas com alternativas para a Organização inquirida poder argumentar e efetuar algumas considerações sobre o que considera relevante. Todas as questões são relacionadas com o tema com instruções para o correto preenchimento do questionário, o qual se encontra estruturado da seguinte forma:

#### **I. Objetivos**

Uma breve apresentação do tema da presente Dissertação, justificativa do principal objetivo do questionário e uma breve abordagem sobre a I4.0.

#### **II. Os dados gerais**

Caracterização das Organizações Inquiridas.

#### **III. Implementação de tecnologias de suporte á I4.0**

São identificadas questões em que a Organização inquirida deve avaliar e identificar a situação que melhor está adequada em relação a I4.0, como opção para assinalar entre Sim ou Não, e eventuais observações que a Organização considerar relevante.

São identificadas também quatro questões relativas á implementação das tecnologias e nas quais a Organização inquirida deve identificar:

- i. As tecnologias que suportam a I4.0;
- ii. Quais as que já foram implementadas;
- iii. A área em que são implementadas e;
- iv. O grau de impacto dessas tecnologias na Organização no presente e nos próximos dois a cinco anos.

Considerando que; (1) - Impacto em nada importante/de todo irrelevante; (2) - Pouco impacto /pouco relevante; (3) - Impacto importante/Relevante; (4) - Impacto muito importante/Muito relevante; (5) - Impacto Extremamente importante/Determinante.

#### **IV. Potenciais fatores críticos de sucesso na implementação de tecnologias da I4.0**

São identificados no questionário quinze potenciais fatores críticos de sucesso relativamente aos quais a Organização inquirida deve avaliar o grau de importância em termos de criticidade a implementação de tecnologias da I4.0 considerando que; (1) - Sem importância/irrelevante; (2) - Pouco importante/pouco relevante; (3) - Importante/Relevante; (4) - Muito importante/Muito relevante; (5) - Extremamente importante/Determinante; com a opção da Organização identificar outro fator crítico que considera relevante.

#### **V. Implementação de tecnologias da I4.0, conhecimento aptidões e competências**

São identificados no questionário onze possíveis domínios de conhecimento que devem ser requeridas para um profissional responsável pelo projeto de implementação de tecnologia da I4.0, pela Organização, avaliando o grau de importância considerando que: (1) - Sem importância/irrelevante); (2) - Pouco importante/Pouco relevante; (3) – Importante/Relevante; (4) – Muito importante/Muito relevante; (5) - Extremamente importante/Determinante, com a opção da Organização inquerida identificar outro fator crítico que considera relevante.

O questionário termina com uma nota de agradecimentos pelas respostas das Organizações respondentes.

### **5.4 Recolha de informação e apresentação dos resultados**

Serão apresentados todos os resultados do questionário respondido pela Organização respondente, analisadas e representadas sistematicamente questão a questão seguindo a forma como o questionário está estruturado, conforme mencionado.

**I. Objetivos:** apresentação dos objetivos do questionário e conceito do tema.

**II. Dados gerais** da Organização inquirida.

#### **III. Implementação de tecnologias de suporte á I4.0**

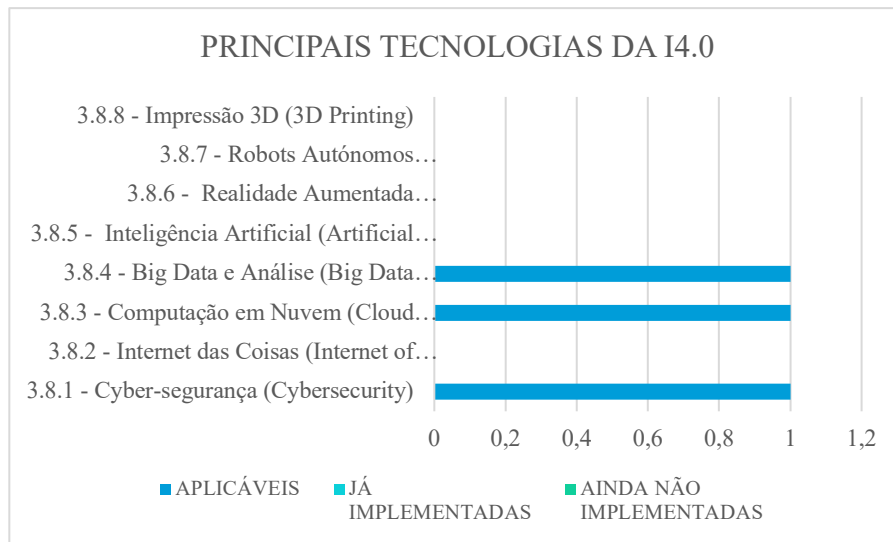
Como já mencionado, foram identificadas questões fechadas para avaliar a situação que se encontra a Organização inquirida.

Da análise as questões (3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7) poder-se-á inferir, respetivamente:

- A Organização respondente já considera a I4.0 como determinante para aumentar a competitividade e a criação de valor nos produtos e serviços.
- Na Organização respondente, já são planeados realizados os Investimentos tidos como necessários para implementar tecnologias que suportam a I4.0.
- Quanto ao nível de conhecimento, aptidões e competências em relação aos conceitos e tecnologias de suporte à I4.0, a capacidade para proceder à sua implementação, a Organização respondente avalia como “Muito Bom”.
- Dentro da Organização respondente são estabelecidos “*Job Descriptions*” e Procedimentos documentados para suporte ao recrutamento de novos colaboradores por forma a garantir o nível de conhecimento, aptidões e competências necessárias como seja em relação a: conceitos e tecnologias de suporte à I4.0 e capacidade para proceder à sua implementação e manutenção.
- Um dos objetivos da Organização respondente é o desenvolvimento de tecnologias. Desta forma estão operacionalizados procedimentos documentados de gestão da segurança de informação e proteção de dados.
- A Organização respondente acredita que a implementação de tecnologias que suportam a I4.0 possa decorrer nos próximos 2 a 5 anos (2023 a 2026).
- A Organização respondente implementa tecnologias que suportam a I4.0 na área de investigação e desenvolvimento.

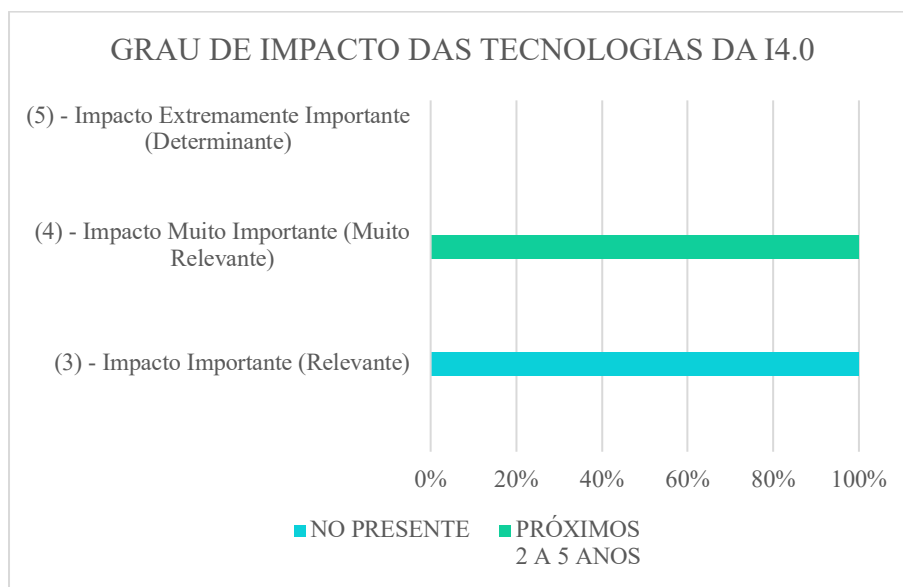
Através das respostas dadas conclui-se que a Organização respondente já está a par e tem conhecimentos sobre o paradigma I4.0, o que garante a Organização maior competitividade no mercado, para uma Organização que desenvolve tecnologias para diferentes áreas de atividade é importante acreditar que o futuro e sucesso das Organizações depende da implementação das tecnologias que suportam a I4.0.

**Análise da questão 3.8** - Das oito tecnologias consideradas como o pilar da I4.0 a Organização respondente identificou três que já são implementadas na sua Organização como pode-se verificar na figura 17.



**Figura 15-** Tecnologias da I4.0 aplicadas na Organização.

**Análise da questão 3.9-** O grau de impacto, das tecnologias de Suporte à I4.0, nas atividades e no desempenho da Vossa Organização/ Empresa no Presente e nos Próximos 2 a 5 anos. Como pode se observar na figura 18, a Organização respondente considera que no presente as tecnologias da I4.0 têm um impacto importante e que nos próximos 2 a 5 anos será muito importante no desempenho das atividades da Organização.



**Figura 16-** Grau de impacto das tecnologias da I4.0.

#### IV. Potenciais fatores críticos de sucesso a considerar na implementação de tecnologias da I4.0

**Análise da questão 4** - Foram identificados quinze fatores críticos de sucesso a considerar na implementação de tecnologias da I4.0 em que a Organização respondente avaliasse aqueles que considera importante para a implementação de tecnologias da I4, considerando que: (1) - Sem importância/irrelevante; (2) - Pouco importante/pouco relevante; (3) - Importante/relevante; (4) - Muito importante/Muito relevante; (5) - Extremamente importante/Determinante.

Deste modo a figura 19, apresenta a resposta da Organização respondente pela quarta questão sendo atribuída o grau de extremamente importante os fatores críticos como a disponibilidade de recursos, comprometimento, suporte e liderança da gestão de topo, comprometimento das pessoas (colaboradores) e trabalho de equipa e os requisitos legais, normativos e outros requisitos aplicáveis.

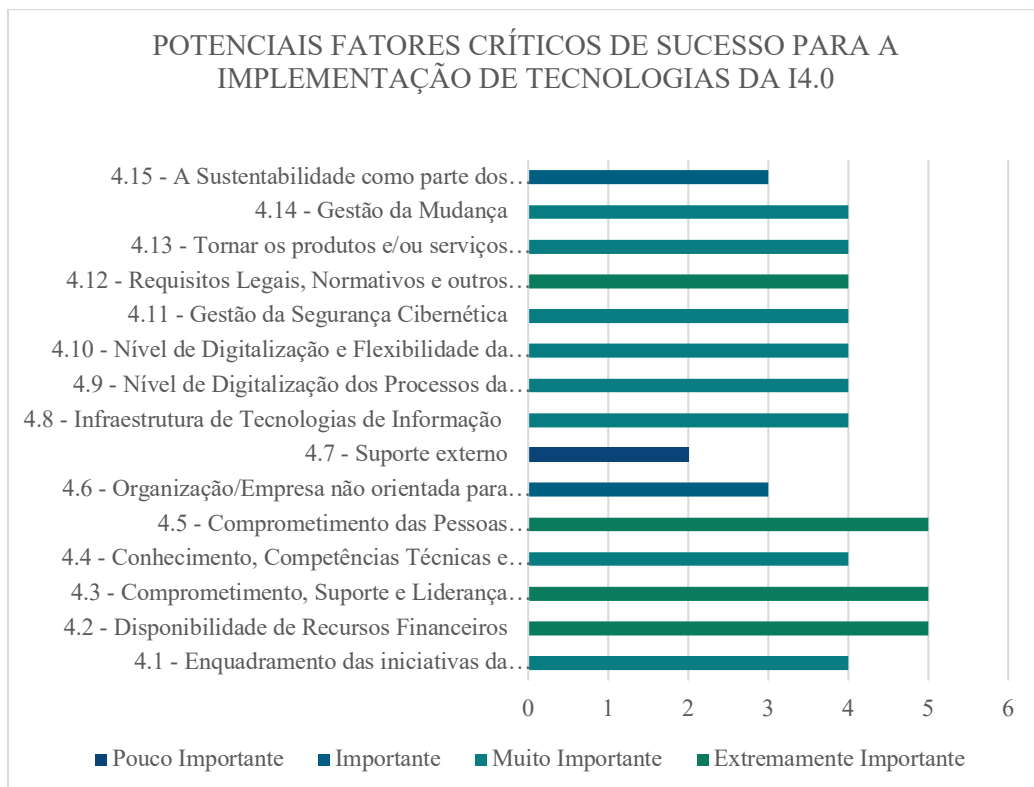
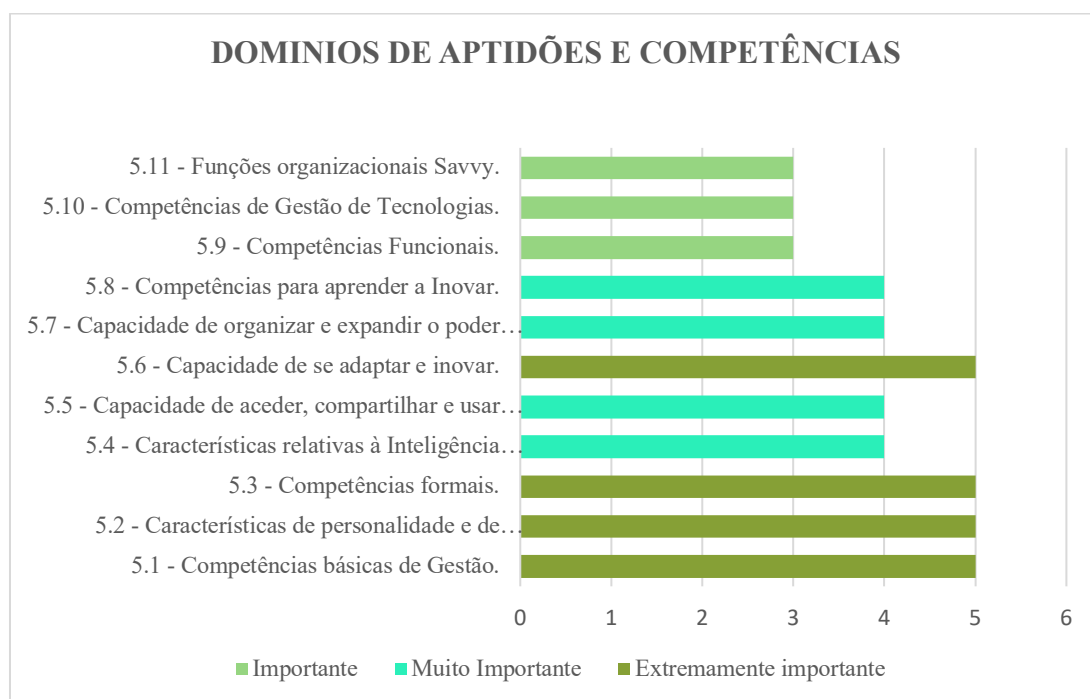


Figura 17- Fatores críticos de sucesso - grau de importância.

## V. Implementação de tecnologias da I4.0, conhecimento aptidões e competências

**Análise da questão 5** - Foram identificados no questionário onze possíveis domínios, de conhecimento, aptidões e competências, que devem sere adquiridos por um profissional responsável pelo projeto de implementação de tecnologias da I4.0 em que a Organização inquirida avaliasse o grau de importância que considera para um profissional considerando que: (1) - Sem importância/irrelevante ; (2) - Pouco importante/pouco relevante ; (3) - Importante/relevante; (4) - Muito importante/Muito relevante; (5) - Extremamente importante/Determinante, tendo a alternativa da Organização identificar possíveis domínios que considera importante mencionar.

Deste modo a figura 20, apresenta a resposta da Organização respondente pela questão cinco sendo atribuída o grau de extremamente importante as competências básicas de gestão, características de personalidade e de competências interpessoais, competências formais, e a capacidade de aprender e inovar.



**Figura 18-** Aptidões e competências dos colaboradores - grau de importância.

## 6 Identificação de temas centrais e tendências futuras

A investigação tecnológica está em constante evolução potenciando o surgimento de novas tecnologias. A aplicação das tecnologias ao nível das atividades Logística já foi desenhada na Literatura, como temas centrais e tendências futuras foram identificadas aquelas tecnologias que poderão afetar o fluxo das atividades Logística. A tabela 12 identificam-se os temas centrais e tendências futuras das tecnologias da I4.0.

**Tabela 12-** Temas centrais e tendências futuras das tecnologias da I4.0.

Temas Centrais	Tendências Futuras
Identificação e interconectividade de recursos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• IoT</li><li>• Rastreabilidade</li></ul>
Apoio na tomada de decisão.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Big Data Analytics</i></li><li>• Inteligência Artificial</li></ul>
Estabelecimento de fluxos de informação contínuos e automação.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Computação em nuvem</li><li>• <i>Just-in-time</i></li><li>• <i>Blockchain</i></li><li>• <i>Cloud Computing</i></li></ul>
Robots e novas tecnologias de produção.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manufatura Aditiva</li><li>• Robots industriais</li><li>• Impressão 3D</li><li>• AGVs (</li></ul>
Indústria 5.0 – Sociedade 5.0.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interface homem-Máquina.</li></ul>

### 6.1 Identificação e interconectividade de recursos

Num contexto de introdução de tecnologias de IoT os desafios Logísticos podem exigir desde elevada transparência e controlo da integridade (produtos certos, na hora certa, local, quantidade, condição e ao custo certo) da cadeia de abastecimento, a possibilidade de reconfiguração dinâmica de redes de abastecimento, tendo em conta fatores voláteis de nível de serviço com fornecedores a montante e contratados e a criação de projetos de redes de abastecimento que visem o alcance de características ágeis, resilientes e sustentáveis (Barreto et al., 2017).

A rastreabilidade crescente de matérias e produtos, através da tecnologia Auto ID, confere que o planeamento se torne muito mais preciso, pois fluxos de entrada e de saída são monitorizados em tempo real, possibilitando uma dedução mais específica dos padrões de procura. Num futuro lato, poder-se-á dizer que o planeamento de produção determinístico pode mesmo vir a ser inútil ou reduzido ao máximo, se os fluxos de materiais puderem ser rastreados com tal precisão (Hofmann & Rüsçh, 2017).

Uma ideia bastante patente quanto ao impacto das tecnologias 4.0 na área da Logística é a de que o objetivo da Logística 4.0 não é substituir o recurso humano nas atividades Logística, mas sim evitar disrupções e adquirir processos mais céleres onde as informações possam ser partilhadas sem esforço e em tempo real (Barreto et al., 2017; Winkelhaus & Grosse, 2020). Pretende-se que no final se estabeleça uma cooperação humano-máquina, passando os colaboradores a ser auxiliados por novas tecnologias (Winkelhaus & Grosse, 2020).

Contudo, e apesar das inúmeras aplicações realçadas pela Literatura, muitos são os autores que referem a vaga imprecisão no que toca às consequências que remetem para a “nova forma de fazer negócio” inerente ao paradigma I4.0, nomeadamente ao nível das competências dos recursos humanos, dos processos financeiros e operacionais (Kucukaltan et al., 2020). Sgarbossa et al (2020), atendem à dificuldade em definir um contexto para os recursos humanos no meio I4.0, e, por isso, estabelecem uma *framework* que tem em conta três eixos fundamentais, desde a Engenharia Industrial centrada no ser humano (criação de tecnologias colaborativas para estações de trabalho), a modelação centrada no ser humano (modelos de simulação para a interação humano-tecnologia) e gestão centrada no ser humano (sistemas de apoio à decisão para recursos humanos e gestores de operações).

## **6.2 Apoio na tomada de decisão**

A *Big Data Analytics* é outra tecnologia emergente do paradigma da I4.0 e está capaz de apoiar a tomada de decisão nas áreas da Logística e da gestão da cadeia de abastecimento, em ambientes cada vez mais dinâmicos (Correa et al., 2020). A tecnologia *Big Data Analytics* abarca conjuntos de dados extensivos, considerando as características de volume, variedade, velocidade e /ou variabilidade, que exigem uma arquitetura escalonável para as funções de armazenamento, processamento e análise (Strandhagen et al., 2017; Winkelhaus & Grosse, 2020).



Ainda dentro desta tecnologia, a inclusão de análise preditiva (com recurso a simulações, estatística e algoritmos) é vista como uma potencial ajuda para reconhecer padrões e tendências e, deste modo, prever perturbações que podem afetar o comportamento do fluxo e armazenamento de stocks, custos associados, transportes e níveis de serviço. Há ainda a análise prescritiva que usufrui do uso de algoritmos e dados matemáticos para avaliar decisões alternativas que incluam objetivos e requisitos complexos, com o objetivo de melhorar o desempenho Organizacional e obter vantagem competitiva (Correa et al., 2020).

Winkelhaus & Grosse (2020) apresentam alguns casos de estudo onde, por exemplo, dados coletados por RFID, armazenados no ambiente de produção da nuvem, são usados para visualizar as trajetórias Logística, simplificando o entendimento dos dados complexos para apoiar os processos de tomada de decisão referentes ao planeamento e à execução de tarefas de gestão de stocks. Além disto, modelos são passíveis de serem criados com o intuito de preverem as necessidades dos clientes e isto, tendo em conta parâmetros de custo e níveis de serviço. Chen et al (2020), por sua vez, cria um sistema na nuvem de localização em tempo real (RTLS- *Real-Time Locating System*), incluindo no modelo matemático IA, com a aplicação de algoritmos de redes neurais.

Em Correa et al, (2020), as tecnologias de IoT e de *Big Data Analytics* são as mais esperadas pelas empresas para conseguirem obter ganhos no curto prazo e manterem a vantagem competitiva. A IoT está perspeticivada para o auxílio no rastreio de cargas, já a *Big Data Analytics* orienta-se para a redução de custos operacionais e para a previsão do comportamento do consumidor, mercados e produção. O alto investimento em software, hardware e recursos humanos são consideradas as restrições mais mencionadas quando se expõe a adoção de tecnologias emergentes de IoT e *Big Data Analytics*.

As técnicas de IA serão igualmente um passo natural a seguir, no que toca à introdução da I4.0 no meio logístico, visto que facilmente o seu uso possibilita a tomada de ações de acordo com o meio envolvente (Strandhagen et al., 2017). O mesmo se percebe no que toca à realidade aumentada que combina informação do mundo virtual com o mundo físico para auxiliar os recursos humanos com operações de fabricação e montagem, disponibilizando instruções de trabalho. Isto reduz a carga cognitiva dos trabalhadores, o que contribui para um melhor desempenho de várias operações Logística e manufatura (Strandhagen et al., 2017). De referir que a automação e a IA exigem dos humanos novas competências e, para

além disso, há todavia muita resistência por parte dos colaboradores. Os resultados da pesquisa de Klumpp et al.(2019) aconselham a introdução de IA em integração com os colaboradores através de sistemas mistos e mecanismos de direção de cooperação entre atores humanos e robots para estabelecer uma tomada de decisão em pequena escala (exemplo de controlo de tráfego). Estes sistemas chegam a ser mais eficientes e superiores, atualmente, comparativamente com abordagens de decisão Robot first ou Human first.

### **6.3 Estabelecimento de fluxos de informação contínuos e automação**

O acesso às informações em tempo real permite às empresas o planeamento e o controlo, hoje em dia, ao nível da máquina e da linha de produção, das operações (Strandhagen et al., 2017). A I4.0 traz consigo materiais e informações altamente integrados, o que resulta em sistemas *Just-in-time* mais eficientes, onde pedidos de encomenda são acionados automaticamente e onde os fornecedores são informados sobre consumos. A transparência ao longo de toda a cadeia de abastecimento pode ser alcançada, se a basearmos num sistema ERP em nuvem ou um sistema de contabilidade distribuído (usando tecnologia de *blockchain*) (Hofmann & Rüsçh, 2017).

A computação em nuvem (*Cloud Computing*) é, portanto, outra tecnologia bastante importante na área da Logística 4.0, as nuvens do *Cloud Computing* podem ser consideradas “hubs de dados e informações, fornecendo, ao mesmo tempo, infraestrutura, plataforma ou serviços de software (SaaS) (Winkelhaus & Grosse, 2020). A cadeia de abastecimento na nuvem representa assim, uma rede de negócios em conexão total, através de tecnologia, que estão envolvidos no fornecimento de produtos *end-to-end* e pacotes de serviços exigidos pelos clientes (Corrêa et al., 2020). O *Cloud computing* torna-se, portanto, uma solução apropriada para a implementação de controlo autónomo nos processos logísticos (Trappey et al., 2017).

As integrações horizontais e verticais, em todos os níveis de uma empresa, são características da I4.0. De acordo com Telukdarie et al. (2019), Alcácer et al. (2019) e Unver (2013) uma empresa totalmente integrada deve preencher as lacunas técnicas em todos os níveis dos seus sistemas. A tecnologia de *blockchain* é outra técnica a acrescentar a este grupo. É uma técnica que possibilita a descentralização, o armazenamento e a transmissão de informações (Issaoui et al., 2020). Sabe-se que o nosso sistema jurídico, económico e político é

constituído por contratos e registos de transações, protegendo ao mesmo tempo recursos, estabelecendo limites Organizacionais e verificando identidades transacionais. O *blockchain* é então visto como um banco de dados distribuído, descentralizado e de código aberto que possibilita esta gestão (Corrêa et al., 2020; Issaoui et al., 2020).

#### **6.4 Robots e novas tecnologias de produção**

A tecnologia de manufatura aditiva está capaz de contribuir para uma produção mais individualizada, incluindo uma redução de lote e customização viáveis. Esta tecnologia poderá ser essencial ao nível de Organizações que no serviço pós-venda possam requisitar de peças sobresselentes, evitando a etapa da distribuição física de alguns produtos, através da impressão local de produtos finais economicamente viáveis (Corrêa et al., 2020; Strandhagen et al., 2017). A automação e o uso de robots (nomeadamente AGVs) serão relevantes na área do transporte, em que este é executado de forma automatizada e robotizada, beneficiando a Logística interna de uma empresa (Strandhagen et al., 2017).

#### **6.5 Indústria 5.0 – Sociedade 5.0**

Sociedade 5.0 termo usado para descrever a Indústria 5.0, uma iniciativa do governo e do setor privado japonês, é centrada e com foco no ser humano ao contrário do movimento tecnológico. Sociedade 5.0 é a visão de uma forma emergente de sociedade caracterizada como sociedade criativa, possibilitada pela transformação digital, que interliga o espaço cibernético com o espaço físico, isto é a interação humano-digital, utilizando a tecnologia para a obtenção de objetivos sociais que vão para além do aumento de lucros e manutenção de empregos, é a mudança de um progresso baseado na tecnologia para um progresso baseado no ser humano (Chaves, 2021; Martins & Gomes, 2020; Nakanishi & Kitano, 2017).

A Sociedade 5.0 é uma sociedade da informação que realiza o aumento do valor agregado conectando ativos intangíveis como redes de informação construída sobre a sociedade 4.0 visando uma sociedade prospera centrada no ser humano (Harayama, 2018). Comparada com a I4.0 a Sociedade 5.0 é caracterizada pela solução de problemas e criação de valor, diversidade, descentralização, resiliência, sustentabilidade e harmonia ambiental (Nakanishi & Kitano, 2017). A I4.0 utiliza tecnologias analíticas e de IA para o aumento de valor para

o acionista e manutenção de emprego base, a Sociedade 5.0 é a evolução natural utilizando as mesmas tecnologias para fazer de Indústria em geral um fornecedor resiliente e responsável, respeitando os limites do nosso planeta e colocando o bem estar do operário no centro de processo de produção (Chaves, 2021). A tabela 12, descreve as principais diferenças entre os dois conceitos e o que pode mudar com a implementação da Sociedade 5.0.

**Tabela 13-** Mudanças da I4.0 para 5.0.

<b>Indústria 4.0</b>		<b>Indústria 5.0</b>
Economias de escala	Libertação de focar em eficiência	Solução de problemas e criação de valor (uma sociedade onde é criado valor)
Uniformidade	Libertação de supressão de individualidade	Diversidade (Uma sociedade onde qualquer pessoa pode exercer diversas habilidades)
Concentração	Libertação de disparidade	Descentralização Uma sociedade onde qualquer pessoa pode ter oportunidades a qualquer hora e em qualquer lugar
Vulnerabilidade	Libertação de ansiedade	Resiliência Uma sociedade onde as pessoas podem viver e perseguir desafios de segurança
Alto ambiente, massa de impacto consumo de recursos	Libertação de recurso e de meio ambiente restrições	Sustentabilidade e de meio ambiente harmonia Uma sociedade onde a humanidade vive em harmonia com a natureza

Fonte: Adaptado de Nakanishi & Kitano (2017).

A Indústria 5.0 não aparece para dispensar a I4.0 ao contrário, valoriza o esforço e a importância do homem numa Indústria. Porém Ishikura (2018), refere que as competências necessárias daqui a cinco anos serão muito diferentes daqueles que se obtiveram na escola ou no trabalho, essas competências podem ser distinguidas como resolução de problemas complexos as habilidades sociais ( capacidade de colaborar com pessoas de diversas origens e conhecimento), criatividade e imaginação. Desta forma é necessário que as Organizações investem mais na capacidade dos seus colaboradores para trabalharem de forma inovadora com máquinas inteligentes nos próximos três a cinco anos de modo a garantir um impacto positivo no seu trabalho e atingirem vantagem competitiva no mercado.

## **7 Discussão - conclusão e propostas de trabalho futuro**

A I4.0 é um paradigma tecnológico capaz de facilitar as integrações entre as Organizações de uma cadeia produtiva, diminuindo o tempo de transações, facilitando o fluxo de informação, diminuindo os custos provenientes dos erros humanos e principalmente otimizando os processos no armazém para responder de uma maneira rápida e eficiente as expectativas os clientes.

### **7.1 Possíveis conclusões**

Esta investigação permitiu abordar os conceitos da Logística face a I4.0 e as tecnologias que a suportam. É um tema recente e que ainda carece de muita Literatura, os objetivos da investigação foram alcançados, mas deixando algumas dúvidas, que podem ser respondidas numa outra oportunidade ou estudo como um trabalho futuro para que se clarifiquem os pontos de maior dúvida e se alinhe uma orientação geral quanto á adoção deste paradigma digital.

#### **7.1.1 Decorrentes da revisão bibliográfica – estado da arte**

O presente estudo foi desenvolvido baseando na Literatura existente sobre o tema, com o objetivo de caracterizar o passado e o presente da Logística Industrial e identificar na Literatura temas centrais, objeto de investigação, a partir dos quais possam ser inferidas tendências (futuras) em face da evolução da I4.0. Com base no objetivo foi elaborado uma RSL abrangente à I4.0 e identificas as suas tecnologias, sendo que a maior parte dos artigos analisados suportados em metodologia bibliográfica e Revisão da Literatura que defendem que a Logística 4.0 é um tema de pesquisa novo e que apesar desses artigos serem muitas vezes citados em outros estudos é necessária futura pesquisa de teor prático no que toca a este tema.

A Revisão da Literatura Estado da Arte oferece a importância dos fatores críticos na implementação das tecnologias que suportam a I4.0 para o sucesso de uma Organização o que se conclui que as tecnologias citadas representam para as Organizações um alto nível de competitividade do mercado, embora poderia ser melhor descrita e mais detalhada a

investigação de como as tecnologias são mais relevantes em cada área e etapas da atividade Logística.

Em face a evolução da I4.0 a aplicação das tecnologias ao nível das atividades Logística já foi desenhada na Literatura, através do agrupamento em áreas que focam; o apoio na tomada de decisão que aglomera técnicas de IA, *Big Data* e realidade aumentada e virtual; a identificação e a interconectividade de recursos que acumula sensores, auto ID e tecnologia de rede; estabelecimento de fluxos de informação contínuos e automação que baseia-se no controlo em tempo real, na integração de sistemas e no *Cloud Computing*; robots e novas tecnologias de produção que foca os robots industriais, a impressão 3D.

O trabalho diferencia-se na medida em que aborda todas as tecnologias da I4.0 potenciando novo conhecimento no que se refere ao tema, destacando a importância do ser humano, apesar que a I4.0 ser um facilitador nos processos industriais, o papel do homem é muito importante no auxílio das atividades industriais, podemos considerar o homem como uma peça fundamental para a produtividade de uma Organização nesse sentido é necessária uma interligação dos trabalhos tecnológicos com os processos humanos, pois ambos são importantes para todos os processos Industriais.

Para os futuros investigadores este estudo oferece informação importante a Revisão Sistemática é baseada nos artigos já existentes na Literatura identificando as principais lacunas, uma base que pode ser usada para desenvolver possíveis trabalhos futuros.

## **7.2 Decorrentes do inquérito por questionário**

Por considerar apenas uma Organização, e pelo fato de que o número de Organizações envolvidas na temática I4.0 ser bastante reduzido, a fase de desenvolvimento do inquérito por questionário teve algumas limitações, principalmente na recolha de informação tendo esse fator condicionado e dificultado a análise e comparação sobre o que as diferentes Organizações Portuguesas pensam sobre este novo paradigma. Em relação a Organização respondente ficou muito aquém das expectativas pelo fato da Organização respondente não argumentar sobre as respostas dadas ao questionário.

De acordo com os dados recolhidos do inquérito por questionário a Organização respondente já tem conhecimento sobre o tema. Quanto as tecnologias identificadas como implementadas pela Organização são de todo importantes e contam para o sucesso e competitividade no mercado a favor da Organização, como a *Big Data Analytics* uma tecnologia que consegue basear-se em dados históricos, para identificar problemas e oportunidades de melhoria dentro de funções e processos das Organizações, *Cloud Computing* outra tecnologia bastante importante para uma Organização que oferece acesso de rede omnipresente a um conjunto compartilhado de recursos de computação que são configuráveis, tais como redes, servidores e aplicativos, que facilmente são abastecidos ou libertados com um mínimo de gestão por parte do provedor do serviço.

Quanto às possíveis competências, que devem ser adquiridas por um responsável pelo projeto de implementação de tecnologias da I4.0 assume-se uma importância extremamente relevante aos domínios básico de gestão, características de personalidade e de competências interpessoais, competências formais, e a capacidade de aprender e inovar o que nos leva a concluir que é necessário conhecimento continuo e envolvimento por parte dos colaboradores pois o sucesso à evolução tecnológica exige a necessidade de desenvolver e atualizar as competências ligadas às áreas das novas tecnologias.

Através da análise dos dados obtidos foi possível verificar que a Organização está atenta aos novos desafios que a I4.0 pode causar, têm investido em tecnologias que impulsionam e aposta na qualificação dos colaboradores.

### **7.3 Propostas de trabalho futuro**

Identificam-se como propostas de trabalho futuro as seguintes:

Desenvolver um estudo de caso nas Organizações em Portugal que implementam as tecnologias, de forma analisar o nível de conhecimento da Organização em relação a I4.0 e que tipo de ameaças, oportunidades, fatores críticos as Organizações enfrentam ao implementar as tecnologias que suportam a I4.0. O mesmo nas PME's que ainda não implementam estas tecnologias com a finalidade de analisar o que elas pensam acerca da I4.0, quais são os impactos que a Organização se deparará se ficarem de fora desta nova Revolução.

Por outro lado, em face de novas competências requeridas no presente (I4.0) e para o futuro (I5.0) desenvolver uma investigação direcionada aos colaboradores das Organizações para identificar as lacunas e possíveis dificuldades se existir, na ligação das atividades homem-máquina.

A Organização respondente ao inquérito por questionário implementa tecnologias que suportam a I4.0 possa decorrer nos próximos 2 a 5 anos. Um estudo deveria ser feito no sentido de avaliar a implementação das tecnologias que poderão ser implementadas bem como a evolução e o rumo que a Organização tomara em relação ao paradigma I4.0.



## 8 Referências Bibliográfica

- Abdirad, M., & Krishnan, K. (2020). Industry 4.0 in Logistics and Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *EMJ - Engineering Management Journal*, 00(00), 1–15. <https://doi.org/10.1080/10429247.2020.1783935>
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22(3), 899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Aneón, F. D. M., Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Corera-Álvarez, E., Muñoz-Fernández, F. J., González-Molina, A., & Herrero-Solana, V. (2007). Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach. *Scientometrics*, 73(1), 53–78. <https://doi.org/10.1007/s11192-007-1681-4>
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13(December), 1245–1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>
- Bayhan, H., Meißner, M., Kaiser, P., Meyer, M., & Hompel, M. ten. (2020). Presentation of a novel real-time production supply concept with cyber-physical systems and efficiency validation by process status indicators. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108(1–2), 527–537. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-05373-z>
- Bowling, A., & Ebrahim, S. (2005). *Handbook of Health Research Methods: Investigation, Measurement and Analysis*. Open University Press.
- Buehler, A. M., Figueiró, M. F., Cavalcanti, A. B., & Berwanger, O. (2012). *Diretrizes Metodológicas: Elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados* (1ª ed., Vol. 7, Issue 12).
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2015). *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem* (Universidade Aberta (ed.); 3ª).
- Carvalho, J. C. de, Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., & Póvoa, A. P. B. (2020). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Edições silabo (ed.); 2ª ed).
- Chaves, P. (2021). *Indústria 5.0, o novo paradigma de transformação digital do setor de manufacturing*. <https://www.publico.pt/2021/06/18/estudiop/noticia/industria-50-novo-paradigma-transformacao-digital-sector-manufacturing-1966918>
- Chen, S., Fang, S., & Tang, R. (2020). An ANN-Based approach for real-time scheduling in cloud manufacturing. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(7).

<https://doi.org/10.3390/app10072491>

- Chong, Z. Q., Low, C. Y., Mohammad, U., Rahman, R. A., & Shaari, M. S. B. (2018). Conception of logistics management system for smart factory. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, 7(4), 126–131. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.27.22499>
- Correa, J. S., Sampaio, M., de Casto Barros, R., & de Castro Hilsdorf, W. (2020). IoT and BDA in the Brazilian future logistics 4.0 scenario. *Production*, 30, 1–14. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190102>
- Corrêa, J. S., Sampaio, M., & de Castro Barros, R. (2020). An exploratory study on emerging technologies applied to logistics 4.0. *Gestao e Producao*, 27(3). <https://doi.org/10.1590/0104-530X5468-20>
- Costa, F. M. P. (2018). *Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0*. <http://hdl.handle.net/1822/57169>
- Douaioui, K., Fri, M., Mabroukki, C., & Semma, E. A. (2018). The interaction between industry 4.0 and smart logistics: Concepts and perspectives. *2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management, LOGISTIQUA 2018*, 0021266798, 128–132. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA.2018.8428300>
- Dutta, G., Kumar, R., Sindhvani, R., & Singh, R. K. (2020). Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0. *Competitiveness Review*, 30(3), 289–314. <https://doi.org/10.1108/CR-03-2019-0031>
- Enke, J., Glass, R., Kreß, A., Hambach, J., Tisch, M., & Metternich, J. (2018). Industrie 4.0 - Competencies for a modern production system: A curriculum for Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23(2017), 267–272. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.028>
- Fonseca, A. V. M. da, & Miyake, D. I. (2006). *Masp\_1\_Enegep2006\_Tr470319\_8411*. 1–9.
- Frankó, A., Vida, G., & Varga, P. (2020). Reliable identification schemes for asset and production tracking in industry 4.0. *Sensors (Switzerland)*, 20(13), 1–24. <https://doi.org/10.3390/s20133709>
- Gambhire, G., Gujar, T., & Pathak, S. (2018). Business Potential and Impact of Industry 4.0 in Manufacturing Organizations. *Proceedings - 2018 4th International Conference on Computing, Communication Control and Automation, ICCUBEA 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2018.8697552>

- Garay-Rondero, C. L., Martínez-Flores, J. L., Smith, N. R., Caballero Morales, S. O., & Aldrette-Malacara, A. (2019). Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 887–933. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0280>
- Gil, A. C. (2010). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa* (Editora Atlas S.A (ed.); 4ª ed).
- Granillo-Macías, R. et, Simón-Marmolejo, I., González-Hernández, I. J., & Zuno-Silva, J. (2020). Traceability in industry 4.0: A case study in the metal-mechanical sector. *Acta Logistica*, 7(2), 95–101. <https://doi.org/10.22306/al.v7i2.162>
- Harayama, Y. (2018). Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society - Japan's Science and Technology Policies for Addressing Global Social Challenges. *Cover Story Collaborative Creation through Global R&D TRENDS in Hitachi Review*, 66(6), 553–559.
- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B., & Pentek, T. \*. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review Competence Center Corporate Data Quality (CC CDQ) View project Industrial Data Space View project Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. *49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, September 2016, 16. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29269.22248>
- Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- Ishikura, Y. (2018). *Indústria 4.0. “O maior risco é nada fazer e ficar para trás.”* <https://www.dinheirovivo.pt/economia/industria-40-o-maior-risco-e-nada-fazer-e-ficar-para-tras-12818789.html>
- Issaoui, Y., Khat, A., Bahnasse, A., & Ouajji, H. (2020). Toward Smart Logistics: Engineering Insights and Emerging Trends. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11831-020-09494-2>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. *Final Report of the Industrie 4.0 Working Group*, April, 1–84.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhoni, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1319–1337. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1630772>
- Klumpp, M., Hesenius, M., Meyer, O., Ruiner, C., & Gruhn, V. (2019). Production logistics

- and human-computer interaction—state-of-the-art, challenges and requirements for the future. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105(9), 3691–3709. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03785-0>
- Kucukaltan, B., Saatcioglu, O. Y., Irani, Z., & Tuna, O. (2020). Gaining strategic insights into Logistics 4.0: expectations and impacts\*. *Production Planning and Control*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810760>
- Lagorio, A., Zenezini, G., Mangano, G., & Pinto, R. (2020). A systematic literature review of innovative technologies adopted in logistics management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 0(0), 1–24. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1850661>
- Landfester, R. (2019). Die Industrielle Revolution. *Gesellschaftliche Evolution Und Gegenwärtige Praxis*, 705–770. [https://doi.org/10.30965/9783846747087\\_023](https://doi.org/10.30965/9783846747087_023)
- Lee, C. K. M., Lv, Y., Ng, K. K. H., Ho, W., & Choy, K. L. (2018). Design and application of internet of things-based warehouse management system for smart logistics. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2753–2768. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1394592>
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., Schmitz, E., & Schröter, M. (2014). Impuls - Implications of Chinese Competitor Strategies for German Machinery Manufacturers. *Impuls-Stiftung Des VDMA*, 1–76.
- Martins, D., & Gomes, J. F. S. (2020). *A era do trabalho 5.0 Be human with smart technology. June.*
- Matana, G., Simon, A., Filho, M. G., & Helleno, A. (2020). Method to assess the adherence of internal logistics equipment to the concept of CPS for industry 4.0. *International Journal of Production Economics*, 28(July). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107845>
- Mateus, T. L. H. B. R. (2020). *Procedimento para Recolha de Recipientes Industriais : Caso de estudo.*
- Mayr, A., Weigelt, M., Kühn, A., Grimm, S., Erll, A., Potzel, M., & Franke, J. (2018). Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 72, 622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>
- Moldabekova, A., Zhidebekkyzy, A., Akhmetkaliyeva, S., & Baimukhanbetova, E. (2020). Advanced technologies in improving the management of logistics services: Bibliometric network analysis. *Polish Journal of Management Studies*, 21(1), 211–223. <https://doi.org/10.17512/pjms.2020.21.1.16>
- Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., Sauer, O.,

- Schuh, G., Sihn, W., & Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, 65(2), 621–641. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.005>
- Nakanishi, H., & Kitano, H. (2017). Society 5.0: Co-Creating the Future. *Japan Business Federation (Keidanren)*, 1–12.
- Okumuş, F., Dönmez, E., & Kocamaz, A. F. (2020). A cloudware architecture for collaboration of multiple agvs in indoor logistics: Case study in fabric manufacturing enterprises. *Electronics (Switzerland)*, 9(12), 1–24. <https://doi.org/10.3390/electronics9122023>
- Pereira, A. G., Lima, T. M., & Charrua-Santos, F. (2020). Society 5.0 as a result of the technological evolution: Historical approach. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1018, 700–705. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6\\_109](https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_109)
- Petrache, A. C. (2015). *Logistics – Evolution Through Innovation*. 1141–1148.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, November 2014.
- Qu, T., Lei, S. P., Wang, Z. Z., Nie, D. X., Chen, X., & Huang, G. Q. (2015). No Title. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(1), 147.
- Rácz-Szabó, A., Ruppert, T., Bántay, L., Löcklin, A., Jakab, L., & Abonyi, J. (2020). Real-time locating system in production management. *Sensors (Switzerland)*, 20(23), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s20236766>
- Rahman, M., Kamal, M. M., Aydin, E., & Haque, A. U. (2020). Impact of Industry 4.0 drivers on the performance of the service sector: comparative study of cargo logistic firms in developed and developing regions. *Production Planning & Control*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810758>
- Rejeb, A., Keogh, J. G., Wamba, S. F., & Treiblmaier, H. (2020). The potentials of augmented reality in supply chain management: a state-of-the-art review. In *Management Review Quarterly* (Issue 0123456789). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s11301-020-00201-w>
- Romero, D., Flores, M., Herrera, M., & Resendez, H. (2019). Five Management Pillars for Digital Transformation Integrating the Lean Thinking Philosophy. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2019*.
- Rossini, M., Costa, F., Staudacher, A. P., & Tortorella, G. (2019). Industry 4.0 and lean production: An empirical study. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.122>

- Rossit, D. A., Tohmé, F., & Frutos, M. (2019). Production planning and scheduling in Cyber-Physical Production Systems: a review. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(4–5), 385–395. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1605199>
- Sader, S., Husti, I., & Daróczy, M. (2019). Industry 4.0 as a key enabler toward successful implementation of total quality management practices. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 27(2), 131–140. <https://doi.org/10.3311/PPso.12675>
- Santos, B., Lima, T. M., Alberto, A., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). *Indústria 4.0: desafios e oportunidades*. January.
- Savastano, M., Amendola, C., Bellini, F., & D’Ascenzo, F. (2019). Contextual impacts on industrial processes brought by the digital transformation of manufacturing: A systematic review. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/su11030891>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Sgarbossa, F., Grosse, E. H., Neumann, W. P., Battini, D., & Glock, C. H. (2020). Human factors in production and logistics systems of the future. *Annual Reviews in Control*, 49, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.04.007>
- Shrotriya, A. (2020). *A Comprehensive Guide to the PDCA Cycle* (S. Papalkar (ed.)).
- Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). Industry4.0. *Analytics for the Sharing Economy: Mathematics, Engineering and Business Perspectives*, 72. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35032-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35032-1_18)
- Sony, M. (2018). Industry 4.0 and lean management: a proposed integration model and research propositions. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 416–432. <https://doi.org/10.1080/21693277.2018.1540949>
- Sony, M. (2020). Pros and cons of implementing Industry 4.0 for the organizations: a review and synthesis of evidence. *Production and Manufacturing Research*, 8(1), 244–272. <https://doi.org/10.1080/21693277.2020.1781705>
- Sony, M., & Naik, S. (2020). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. *Production Planning and Control*, 31(10), 799–815. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1691278>
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40(Icc), 536–541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- Strandhagen, J. W., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & Vallandingham, L. R. (2017). The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study. *Advances in Manufacturing*, 5(4), 344–358. <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0200-y>

- Tang, C. S., & Veelenturf, L. P. (2019). The strategic role of logistics in the industry 4.0 era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129(June), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.06.004>
- Telukdarie, A., & Sishi, M. N. (2019). Enterprise Definition for Industry 4.0. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2019-Decem*, 849–853. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607642>
- Tortorella, G. L., Pradhan, N., Macias de Anda, E., Trevino Martinez, S., Sawhney, R., & Kumar, M. (2020). Designing lean value streams in the fourth industrial revolution era: proposition of technology-integrated guidelines. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–14. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1743893>
- Trappey, A. J. C., Trappey, C. V., Fan, C.-Y., Hsu, A. P. T., Li, X.-K., & Lee, I. J. Y. (2017). IoT Patent Roadmap for Smart Logistic Service Provision in the Context of Industry 4.0. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 40(7), 593–602. <https://doi.org/10.1080/02533839.2017.1362325>
- Unver, H. O. (2013). An ISA-95-based manufacturing intelligence system in support of lean initiatives. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65(5–8), 853–866. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4223-z>
- Wagner, T., Herrmann, C., & Thiede, S. (2017). Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*, 63, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.041>
- Winkelhaus, S., & Grosse, E. H. (2020). Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. *International Journal of Production Research*, 58(1), 18–43. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1612964>
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90–95. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>
- Yao, F., Alkan, B., Ahmad, B., & Harrison, R. (2020). Improving just-in-time delivery performance of IoT-enabled flexible manufacturing systems with AGV based material transportation. *Sensors (Switzerland)*, 20(21), 1–25. <https://doi.org/10.3390/s20216333>
- Yavas, V., & Ozkan-Ozen, Y. D. (2020). Logistics centers in the new industrial era: A proposed framework for logistics center 4.0. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 135(March 2018), 101864.

<https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101864>

Yeen Gavin Lai, N., Hoong Wong, K., Halim, D., Lu, J., & Siang Kang, H. (2019). Industry 4.0 Enhanced Lean Manufacturing. *Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019*, 206–211. <https://doi.org/10.1109/ICITM.2019.8710669>

## Websites

Chaves, P. (18 de Junho de 2021). *Indústria 5.0, o novo paradigma de transformação digital do setor de manufacturing*. Obtido em 12 de Setembro de 2021, de <https://www.publico.pt/2021/06/18/estudiop/noticia/industria-50-novo-paradigma-transformacao-digital-sector-manufacturing-1966918>

Elenabs. (16 de Agosto de 2018). *istockphoto*. Obtido em 18 de Julho de 2021, de <https://www.istockphoto.com/pt/vetorial/industry-4-0-automation-and-innovation-infographic-gm1018210232-273737933>

*Glintt*. (s.d.). Obtido em 02 de Maio de 2021, de <https://www.glintt.com/pt/Paginas/home.asp>

Intpro. (03 de Janeiro de 2020). *istockphoto*. Obtido em 20 de Julho de 2020, de <https://www.istockphoto.com/pt/vetorial/isometric-warehouse-online-manager-concept-the-process-of-online-warehouse-gm1197283048-341780781>

Matsu, C. (16 de Agosto de 2019). *Computerword*. Obtido em 11 de Setembro de 2021, de <https://computerworld.com.br/inovacao/yoko-ishikura-nos-precisamos-de-uma-completa-nova-definicao-de-trabalho/>

Monicaodo. (27 de Junho de 2018). *istockphoto*. Obtido em 17 de Julho de 2021, de <https://www.istockphoto.com/pt/vetorial/industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-gm986469560-267575663>



## **Anexos**

**Anexo I -*E-mail* enviado as Organizações**

Assunto: Projeto de Investigação – Inquérito por Questionário

*P.f., se não é a Pessoa destinatária deste e-mail, muito agradeço que assegure que o mesmo é direcionado, para o(a) Responsável na Empresa que considere melhor indicado(a) para dar continuidade ao solicitado no mesmo.*

**Exmos. Senhores,**

Com os meus respeitosos cumprimentos.

O meu nome é Telma dos Santos João e encontro-me a desenvolver um Trabalho de Investigação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade Lusíada – Norte – *Campus* de V. N. de Famalicão, sob o Tema:

***“A Logística na Era da Indústria 4.0 – Análise de Investigações, caracterizando o passado e o presente e identificando temas centrais e tendências futuras”.***

Seja-me permitido, pois, solicitar a V. Exas, uns breves instantes do Vosso precioso tempo para o especial favor de colaborarem no referido Trabalho, através do preenchimento do Questionário que envio em anexo ao presente *e-mail* e na sequência a sua devolução, **nas próximas duas/três semanas.**

Para os devidos efeitos, cumpre-me informar V. Exas que todas as informações que vierem a serem disponibilizadas serão tidas como confidenciais e para utilização exclusiva no suporte ao meu Trabalho de Investigação, sendo que a análise dos resultados será, obrigatoriamente, efetuada de forma agregada e as conclusões a constarem do Relatório da Dissertação serão globais não sendo, de todo, possível a identificação de qualquer resposta individualizada.

Assim, e antecipadamente muito agradecida, fico na expectativa das Vossas prezadas respostas ao Questionário (p.f ver em anexo) , nos termos solicitados.

De V. Exas. respeitosamente,  
Telma dos Santos João  
(Mestranda em Engenharia e Gestão Industrial)

## **Anexo II- Questionário**



## Questionário

### Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nº do Questionário:    
(Ordem de chegada)

Agradeço, desde já, toda a Vossa atenção e disponibilidade para o preenchimento do presente Questionário.

#### 1 - OBJETIVO

No âmbito da Dissertação de Mestrado sob o tema - "*A Logística na Era da Indústria 4.0 - Análise de Investigações, caracterizando o passado e o presente e identificando temas centrais e tendências futuras*" -, o presente Questionário tem como objetivo recolher informação que suporte a caracterização de iniciativas nas Organizações/Empresas permitindo alcançar, de forma fundamentada, o objetivo geral da Investigação em causa.

**NOTA:** O presente Questionário tem um propósito unicamente académico sendo, a Informação recolhida, tratada de forma a assegurar a sua total confidencialidade.

#### 1.1 - Indústria 4.0

A Indústria 4.0 (I4.0) é um novo paradigma e tem sido definida como um termo que inclui novas Tecnologias e conceitos na Cadeia de Valor de uma Organização. Traduz-se na integração horizontal de: Produtos; Serviços; as diferentes Partes Interessadas; e os Equipamentos de Produção. Estes estão integrados numa rede virtual e trocam dados dentro e entre as diferentes fases do Ciclo de Vida de um Produto e/ou Serviço.

A I4.0 é caracterizada por várias Tecnologias que possibilitam a interligação entre o mundo físico e o digital e a sua utilização confere às Organizações capacidade de competirem de forma sustentável, com impacto positivo nos Negócios e ao nível dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, relativamente aos quais as Organizações no geral e as Empresas no particular têm um papel determinante.

#### 2 - DADOS GERAIS DA ORGANIZAÇÃO/EMPRESA

<p>2.1 - Denominação da Organização/Empresa (facultativo): <input style="width: 90%;" type="text"/></p> <p>2.2 - Código da Atividade Económica (CAE): <input style="width: 100px;" type="text"/></p> <p>2.3 - Ano de Início da Atividade: <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>2.4 - Número de Colaboradores: (P.f. assinala com um X)</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">1 a 49</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">50 a 100</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">100 a 200</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">&gt; 250</td> </tr> </table> <p>2.5 - Volume de Negócios: (Em milhões de Euros)</p> <table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">...</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">...</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">2019</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20%; padding: 2px;">2020</td> </tr> </table> <p>2.6 - Localização (Concelho): <input style="width: 90%;" type="text"/></p>	1 a 49	50 a 100	100 a 200	> 250	...	...	2019	2020	
1 a 49	50 a 100	100 a 200	> 250						
...	...								
2019	2020								

#### 3 - IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE SUPORTE À INDÚSTRIA 4.0

• P.f. responda às seguintes questões, assinalando, p.f., com um X aquela que considera ser a situação que melhor se adequa à Vossa Organização/Empresa :

<p>3.1 - Na Vossa Organização/Empresa, a Indústria 4.0 é já considerada como determinante para aumentar a competitividade e a criação de valor nos Produtos e/ou nos Serviços?</p> <p>• Eventuais observações que entenda por bem relevar: <input style="width: 80%;" type="text"/></p> <p>Obs.: ...</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #90EE90;">SIM</td> <td style="width: 33%; background-color: #FF0000;">AINDA NÃO</td> <td style="width: 33%; background-color: #FFD700;">SEM OPINIÃO</td> </tr> </table>	SIM	AINDA NÃO	SEM OPINIÃO																					
SIM	AINDA NÃO	SEM OPINIÃO																							
<p>3.2 - Na Vossa Organização/Empresa, já são planeados e realizados os Investimentos tidos como necessários para implementar Tecnologias que suportam a Indústria 4.0?</p> <p>• Eventuais observações que entenda por bem relevar: <input style="width: 80%;" type="text"/></p> <p>Obs.: ...</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #90EE90;">SIM</td> <td style="width: 33%; background-color: #FF0000;">AINDA NÃO</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>	SIM	AINDA NÃO																						
SIM	AINDA NÃO																								
<p>3.3 - Como avalia o atual nível de Conhecimento, Aptidões e Competências na Vossa Organização/Empresa em relação a: Conceitos e Tecnologias de suporte à Indústria 4.0 e capacidade para proceder à sua implementação.</p> <p>• Eventuais observações que entenda por bem relevar: <input style="width: 80%;" type="text"/></p> <p>Obs.: ...</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; background-color: #ADD8E6;">INSUFICIENTE</td> <td style="width: 20%; background-color: #ADD8E6;">RAZOÁVEL</td> <td style="width: 20%; background-color: #ADD8E6;">BOM</td> <td style="width: 20%; background-color: #ADD8E6;">MUITO BOM</td> <td style="width: 20%; background-color: #ADD8E6;">EXCELENTE</td> </tr> </table>	INSUFICIENTE	RAZOÁVEL	BOM	MUITO BOM	EXCELENTE																			
INSUFICIENTE	RAZOÁVEL	BOM	MUITO BOM	EXCELENTE																					
<p>3.4 - Na Vossa Organização/Empresa estão estabelecidos "Job Descriptions" e Procedimentos documentados para suporte ao recrutamento de novos Colaboradores por forma a garantir o nível de Conhecimento, Aptidões e Competências necessárias como seja em relação a: Conceitos e Tecnologias de suporte à Indústria 4.0 e capacidade para proceder à sua implementação e manutenção?</p> <p>• Eventuais observações que entenda por bem relevar: <input style="width: 80%;" type="text"/></p> <p>Obs.: ...</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #ADD8E6;">SIM</td> <td style="width: 33%; background-color: #ADD8E6;">AINDA NÃO</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>	SIM	AINDA NÃO																						
SIM	AINDA NÃO																								
<p>3.5 - Na Vossa Organização/empresas são utilizadas Tecnologias e estão operacionalizados Procedimentos documentados de Gestão da Segurança de Informação e Proteção de Dados ?</p> <p>• Eventuais observações que entenda por bem relevar: <input style="width: 80%;" type="text"/></p> <p>Obs.: ...</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; background-color: #ADD8E6;">SIM</td> <td style="width: 33%; background-color: #ADD8E6;">AINDA NÃO</td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>	SIM	AINDA NÃO																						
SIM	AINDA NÃO																								
<p>3.6 - Assinale, p.f., com um X aquela que considera ser a situação que melhor se adequa à Vossa Organização/Empresa</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 2px;">3.6.1 - Na nossa Organização/Empresa ainda não foi implementada nenhuma das Tecnologias que suportam a Indústria 4.0</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.6.2 - Na nossa Organização/Empresa não há, de momento, qualquer perspectiva de quando poderá ocorrer a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.6.3 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 2 anos</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.6.4 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 2 a 5 anos</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.6.5 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 5 a 10 anos</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.6.6 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 não ocorrerá nos próximos 10 anos</td> <td></td> </tr> </table>	3.6.1 - Na nossa Organização/Empresa ainda não foi implementada nenhuma das Tecnologias que suportam a Indústria 4.0		3.6.2 - Na nossa Organização/Empresa não há, de momento, qualquer perspectiva de quando poderá ocorrer a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0		3.6.3 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 2 anos		3.6.4 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 2 a 5 anos		3.6.5 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 5 a 10 anos		3.6.6 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 não ocorrerá nos próximos 10 anos		<p>3.7 - Assinale, p.f., com um X as áreas da Vossa Organização/Empresa em que foram, ou se perspectiva virem a ser, implementadas Tecnologias que suportam a Indústria 4.0</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 2px;">3.7.1 - Gestão Corporativa</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.7.2 - Logística</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.7.3 - Produção</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.7.4 - Investigação &amp; Desenvolvimento</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.7.5 - Gestão de Recursos (Pessoas; Infraestruturas; Energias, entre outros)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3.7.6 - Outra(s) (qual?) <input style="width: 80%;" type="text"/></td> <td></td> </tr> </table>	3.7.1 - Gestão Corporativa		3.7.2 - Logística		3.7.3 - Produção		3.7.4 - Investigação & Desenvolvimento		3.7.5 - Gestão de Recursos (Pessoas; Infraestruturas; Energias, entre outros)		3.7.6 - Outra(s) (qual?) <input style="width: 80%;" type="text"/>	
3.6.1 - Na nossa Organização/Empresa ainda não foi implementada nenhuma das Tecnologias que suportam a Indústria 4.0																									
3.6.2 - Na nossa Organização/Empresa não há, de momento, qualquer perspectiva de quando poderá ocorrer a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0																									
3.6.3 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 2 anos																									
3.6.4 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 2 a 5 anos																									
3.6.5 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 possa ocorrer nos próximos 5 a 10 anos																									
3.6.6 - Acreditamos que na nossa Organização/Empresa a implementação de Tecnologias que suportam a Indústria 4.0 não ocorrerá nos próximos 10 anos																									
3.7.1 - Gestão Corporativa																									
3.7.2 - Logística																									
3.7.3 - Produção																									
3.7.4 - Investigação & Desenvolvimento																									
3.7.5 - Gestão de Recursos (Pessoas; Infraestruturas; Energias, entre outros)																									
3.7.6 - Outra(s) (qual?) <input style="width: 80%;" type="text"/>																									

3.8 - Das Tecnologias a seguir identificadas, assinale, p.f., com um X aquelas que são aplicáveis à Vossa Organização/Empresa e destas as que já se encontram, ou não, implementadas.	APLICÁVEIS	JÁ IMPLEMENTADAS	AINDA NÃO IMPLEMENTADAS	3.9 - Assinalando com um X nas correspondes colunas e quadrículas, classifique, p.f., o grau de impacto, das Tecnologias de Suporte à Indústria 4.0, nas actividades e no desempenho da Vossa Organização/ Empresa no Presente e nos Próximos 2 a 5 anos .	GRAU DE IMPACTO					PRÓXIMOS 2 A 5 ANOS
					(1) - Impacto em nada Importante ( <i>De todo Irrelevante</i> )	(2) - Pouco Impacto ( <i>Pouco Relevante</i> )	(3) - Impacto Importante ( <i>Relevante</i> )	(4) - Impacto Muito Importante ( <i>Muito Relevante</i> )	(5) - Impacto Extremamente Importante ( <i>Determinante</i> )	
3.8.1 - Cyber-segurança ( <i>Cybersecurity</i> )										
3.8.2 - Internet das Coisas ( <i>Internet of Things</i> )										
3.8.3 - Computação em nuvem ( <i>Cloud Computing</i> )										
3.8.4 - Big Data e Análise ( <i>Big Data Analytics</i> )										
3.8.5 - Inteligência Artificial ( <i>Artificial Intelligence</i> )										
3.8.6 - Realidade aumentada ( <i>Augmented Reality</i> )										
3.8.7 - Robots Autónomos ( <i>Autonomous Robots</i> )										
3.8.8 - Impressão 3D ( <i>3D Printing</i> )										
3.8.9 - Outra. Qual? ...										
<b>4 - POTENCIAIS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO A CONSIDERAR NA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>Para cada um dos quinze Fatores a seguir identificados assinale, p.f., com um X na respetiva coluna e quadrícula, aquele que considera ser o seu grau de importância, em termos de criticidade para o Sucesso da implementação de Tecnologias da Indústria 4.0 na Vossa Organização/Empresa.</li> <li>Assinale, p.f., na coluna "SEM OPINIÃO" se essa for a situação.</li> </ul>										
(1) - Sem importância/irrelevante; (2) - Pouco importante/pouco relevante; (3) - Importante/relevante; (4) - Muito importante/Muito relevante; (5) - Extremamente importante/Determinante.										
POTENCIAIS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	GRAU DE IMPORTÂNCIA					SEM OPINIÃO				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)					
4.1 - Enquadramento das iniciativas da Indústria 4.0 na Estratégia Organizacional										
4.2 - Disponibilidade de Recursos Financeiros										
4.3 - Comprometimento, Suporte e Liderança da Gestão de Togo										
4.4 - Conhecimento, Competências Técnicas e outras, das Pessoas (Colaboradores)										
4.5 - Comprometimento das Pessoas (Colaboradores) e Trabalho em Equipa										
4.6 - Organização/Empresa não orientada para a prática da "Gestão por Projectos"										
4.7 - Suporte externo										
4.8 - Infraestrutura de Tecnologias de Informação										
4.9 - Nível de Digitalização dos Processos da Organização/Empresa										
4.10 - Nível de Digitalização e Flexibilidade da Cadeia de Valor										
4.11 - Gestão da Segurança Cibernética										
4.12 - Requisitos Legais, Normativos e outros requisitos aplicáveis										
4.13 - Tornar os produtos e/ou serviços inteligentes										
4.14 - Gestão da Mudança										
4.15 - A Sustentabilidade como parte dos Valores essenciais da Cultura da Organização/Empresa										
4.16 - Outro. Qual? ...										
<b>5 - Implementação de Tecnologias da Indústria 4.0 - Conhecimento, Aptidões e Competências</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>Para cada um dos onze possíveis Domínios, de Conhecimento, Aptidões e Competências, a seguir identificados assinale, p.f., com um X na respetiva coluna e quadrícula, aquele que considera ser o seu grau de importância, considerando deverem ser requeridos para um Profissional responsável pelo Projeto de implementação de Tecnologias da Indústria 4.0 na Vossa Organização/Empresa.</li> <li>Assinale, p.f., na coluna "SEM OPINIÃO" se essa for a situação.</li> </ul>										
(1) - Sem importância/irrelevante; (2) - Pouco importante/pouco relevante; (3) - Importante/relevante; (4) - Muito importante/Muito relevante; (5) - Extremamente importante/Determinante.										
DOMÍNIOS DE CONHECIMENTO, APTIDÕES E COMPETÊNCIAS	GRAU DE IMPORTÂNCIA					SEM OPINIÃO				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)					
5.1 - Competências básicas de Gestão como sejam: Criatividade; Inovação; Capacidade de: Trabalhar em Equipa; Lidar com o stress; Tomar decisões; Definir objetivos; Boa Comunicação; Motivar; Liderar, entre outras										
5.2 - Características de personalidade e de competências interpessoais, como sejam: Assertividade; Autoconfiança; Autoridade; Integridade e Honestidade; Foco nos objetivos; Pensamento crítico; entre outras										
5.3 - Competências formais, como sejam: Estilo de Gestão flexível; Experiência em gerir Projetos; Capacidade para selecionar e utilizar de forma apropriada metodologias e software(s) de suporte à Gestão de Projetos; Idiomas										
5.4 - Características relativas à Inteligência emocional, como sejam: Inspira Confiança; Empatia; Ambição, entre outras										
5.5 - Capacidade de aceder, partilhar e usar informação potenciadora de novo Conhecimento para prevenir e resolver problemas complexos.										
5.6 - Capacidade de se adaptar e inovar em resposta a novos problemas, circunstâncias e paradigmas										
5.7 - Capacidade de organizar e expandir o poder da Tecnologia, para criar novo Conhecimento e expandir a capacidade humana e a produtividade										
5.8 - Competências para aprender a inovar, como sejam: aprender a aprender; Pensamento sistémico; Criatividade e Inovação; Curiosidade, entre outras										
5.9 - Competências Funcionais, como sejam: Matemáticas e analíticas; Científicas e tecnológicas; Digitais; Económicas e Financeiras; Culturais e cívicas; Ambientais, entre outras										
5.10 - Competências de Gestão de Tecnologias, como sejam: de acompanhamento da evolução das Tecnologias utilizadas e de Familiarização com as mesmas										
5.11 - Funções organizacionais <i>Sovvy</i> , como sejam: Envolver as Pessoas certas na hora certa; Construir e alavancar redes formais e informais para "fazer com que as coisas aconteçam", entre outras										
5.12 - Outro. Qual? ...										
<p>Muito obrigada por responder ao Questionário. Todas as respostas, serão analisadas e levadas em consideração em face dos objectivos da minha Dissertação.</p>										