



Universidade de Aveiro
2021

**Amílcar José Neto
Gonçalves**

**Perceções de tecnologias da Indústria 4.0 na
produção mecânica**



Universidade de Aveiro
2021

**Amílcar José Neto
Gonçalves**

**Perceções de tecnologias da Indústria 4.0 na
produção mecânica**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação científica do Doutor João Paulo Davim Tavares da Silva, Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família.

o júri

presidente

Prof. Doutor Carlos Alberto Moura Relvas
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Arguente)

Prof. Doutor João Paulo Davim Tavares da Silva
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro (Orientador)

agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Professor Doutor João Paulo Davim Tavares da Silva pela sua orientação, por todo o tempo disponibilizado e toda a ajuda mesmo face aos contratempos que foram surgindo.

Gostaria de agradecer também a todas as empresas e aos entrevistados pela sua colaboração e pelo contributo dado.

Agradeço também a todos os meus amigos e colegas de turma por todo o percurso académico que vivemos e pela entreaajuda que sempre houve.

Por fim agradeço aos meus pais, por estarem sempre presentes, por todo o apoio que me deram, não há palavras para descrever tudo o que deram por mim.

A todos, um muito obrigado!

palavras-chave

Indústria 4.0, produção mecânica, revolução industrial

resumo

A evolução tecnológica que cada vez mais se faz sentir e a contínua exigência do mercado, levou várias empresas a iniciar o processo de implementação da indústria 4.0. Esta implementação é algo muito complexo que requer bastantes alterações profundas por parte das empresas o que torna pertinente o seu estudo.

Esta dissertação visa analisar as perceções de tecnologias da indústria 4.0 na produção mecânica pelo contacto direto com as mesmas. A componente metodológica desta dissertação engloba o processo da realização de entrevistas a várias empresas na área da produção mecânica, a partir das quais pela análise contéuda foi possível fazer a análise sobre o tema em causa. O facto da indústria 4.0 ser um tema ainda pouco implementado, permitiu verificar o estado real da indústria e quais as dificuldades que as empresas enfrentam. Procurou-se de certa forma analisar os dados obtidos para que refletissem o panorama real vivenciado e para ser possível impactar as empresas para uma reflexão sobre o tema.

keywords

industry 4.0, mechanical production, industrial revolution

abstract

The increasing technological evolution and the continuous market demands have led several companies to start the process of implementing Industry 4.0. This implementation is something very complex that requires a lot of deep changes by the companies, which makes its study pertinent. This dissertation aims to analyze the perceptions of Industry 4.0 technologies in mechanical production through direct contact with them. The methodological component of this dissertation includes the process of conducting interviews to several companies in the mechanical production area, from which, through content analysis, it was possible to make the analysis on the topic in question. The fact that Industry 4.0 is a subject that has not yet been implemented much, allowed us to verify the real state of the industry and the difficulties that companies face. In a certain way, it was sought to analyze the data obtained in order to reflect the real scenario experienced and to be possible to impact companies for a reflection on the theme.

Índice de Figuras

Figura 1-Indústria 4.0 (2)	1
Figura 2- As quatro revoluções industriais (1).....	6
Figura 3-Os pilares da Indústria 4.0 (16)	9
Figura 4- Impressão 3D (24)	10
Figura 5-Identificação do produto através código de barras (28).....	11
Figura 6-Perguntas pré-entrevista.....	25
Figura 7-Mapa de conceitos	28

Índice de tabelas

Tabela 1-Propriedades dos robôs autônomos (31)	12
Tabela 2-Propriedades do Big Data (45).....	15
Tabela 3-Caracterização socioprofissional dos entrevistados	24
Tabela 4-Categorias da matriz de conteúdos.....	31
Tabela 5-Subcategorias da categoria Indústria 4.0	32
Tabela 6-Matriz de conteúdos – Conceito	33
Tabela 7-Matriz de conteúdos – Pilares	37
Tabela 8-Matriz de conteúdos – Papel da empresa	40
Tabela 9-Matriz de conteúdos – Implementação	43
Tabela 10-Matriz de conteúdos – Reflexão geral da entrevista.....	47

Lista de símbolos e abreviaturas

Lista de Abreviaturas

3D	Três Dimensões
AR	Augmented Reality
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things (IoT)
IT	Information Technology
PME	Pequenas e Médias Empresas
RFID	Identificação por Radiofrequência

Lista de Símbolos

%	Porcentagem
---	-------------

Glossário

Indústria 4.0

| Quarta Revolução Industrial

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Estrutura	3
2	Estado de Arte - Indústria 4.0	5
2.1	Desenvolvimento Histórico das Revoluções Industriais	5
2.2	Indústria 4.0	6
2.3	Pilares da Indústria 4.0	8
2.3.1	<i>Segurança Cibernética e Cyber Physical Systems (CPS)</i>	9
2.3.2	<i>Fabrico Aditivo</i>	10
2.3.3	<i>Internet of Things (IoT)/Internet of Services (IoS)</i>	11
2.3.4	<i>Robôs autônomos</i>	12
2.3.5	<i>Realidade Aumentada (RA)</i>	12
2.3.6	<i>Simulação Virtual</i>	13
2.3.7	<i>Cloud Computing</i>	14
2.3.8	<i>Big Data</i>	14
2.3.9	<i>Integração Horizontal e Vertical dos sistemas</i>	15
2.4	Impactos e Sustentabilidade da Indústria 4.0	16
2.5	Desafios de Implementação da Indústria 4.0	18
3	Desenvolvimento	21
3.1	Objetivos e natureza do estudo.....	21
3.2	Entrevista	22
3.2.1	<i>Método de Recolha de dados nas empresas</i>	23
3.2.2	<i>Caracterização do contexto e dos Participantes</i>	23
3.2.3	<i>Conteúdo da entrevista</i>	25
3.2.4	<i>Técnicas de Análise de dados</i>	27
4	Apresentação dos resultados e discussão	31
4.1	Indústria 4.0	32

4.1.1	<i>Conceito</i>	33
4.1.2	<i>Importância</i>	34
4.1.3	<i>Fábricas inteligentes</i>	35
4.1.4	<i>Análise e discussão</i>	35
4.2	<i>Pilares</i>	36
4.2.1	<i>Noção</i>	37
4.2.2	<i>Priorização</i>	38
4.2.3	<i>Análise e discussão</i>	38
4.3	<i>Papel da empresa</i>	39
4.3.1	<i>Relação da empresa com propósito da Indústria 4.0</i>	40
4.3.2	<i>Promotor da Indústria 4.0</i>	41
4.3.3	<i>Estratégia de implementação</i>	41
4.3.4	<i>Análise e discussão</i>	42
4.4	<i>Implementação</i>	42
4.4.1	<i>Impactos</i>	43
4.4.2	<i>Desafios e barreiras</i>	44
4.4.3	<i>Stakeholders</i>	45
4.4.4	<i>Análise e discussão</i>	45
4.5	<i>Reflexão geral da entrevista</i>	46
4.5.1	<i>Futuro</i>	47
4.5.2	<i>Entrevista</i>	48
4.5.3	<i>Perfil profissional</i>	48
4.5.4	<i>Temas sugeridos pelos entrevistados</i>	48
4.5.5	<i>Análise e discussão</i>	49
4.6	<i>Limitações</i>	49
5	<i>Conclusões</i>	51
	<i>Referências bibliográficas</i>	54

valor visando formar uma organização inteligente, ou também chamada de fábrica inteligente.

Nesta visão as fábricas serão mais flexíveis, dinâmicas e ágeis. Devido ao avanço sentido com a implementação da quarta revolução industrial principalmente na área da tecnologia da informação (TI) é notório o crescente interesse em tecnologias advindas dessa evolução como: o fabrico aditivo, *Big Data*, simulação virtual entre outros. O que consequentemente influencia o rumo que a indústria toma em diversos aspetos, desta forma é interessante e necessário entender o panorama atual das empresas atuantes e interessadas acerca da quarta revolução industrial.

1.2 Objetivos

A contínua implementação da quarta evolução industrial e a digitalização a ela inerente, entre outros fatores, impõe imprescindíveis reflexões estratégicas por parte das empresas. Estas levam muitas vezes à tomada de decisões diferenciais perante os desafios enfrentados aquando da introdução da mesma.

Considerando o enquadramento apresentado esta dissertação tem por objetivo, através do contacto direto com a indústria e contando com a experiência das empresas, obter perceções de tecnologias da Indústria 4.0 na produção mecânica. A qual envolve diversos processos, tais como: maquinagem, conformação plástica, fundição, soldadura, entre outros. Quanto aos objetivos específicos desta dissertação, é pretendido:

- Avaliar o entendimento da empresa sobre o próprio conceito de Indústria 4.0 e os seus pilares;
- Avaliar qual o papel desta empresa no processo de implementação da Indústria 4.0 e a influencia dessa mesma implementação;

Foi também desenvolvida durante a dissertação a seguinte questão de investigação **“De que forma a Indústria 4.0 está a influenciar/impactar a produção mecânica?”**

A escolha deste tema deu-se em grande parte pela relevância atual que a Indústria 4.0 tem vindo a exercer na realidade industrial, possibilitando um adquirir de competências multidisciplinares não só teoricamente, mas também face ao que é experienciado nas empresas de produção mecânica.

1.3 Estrutura

Esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo, intitulado de Introdução é apresentado o enquadramento deste trabalho e os objetivos da dissertação ao qual se acrescenta a estruturação da mesma. No que se refere ao segundo capítulo, denominado de Estado de Arte - Indústria 4.0, são abordados tópicos como a sua origem, os seus pilares, e os seus impactos e sustentabilidade e ainda os seus desafios de implementação. Passando agora para o terceiro capítulo, este refere-se à metodologia de trabalho adotada, onde é analisada metodologicamente a pesquisa realizada através de entrevistas de modo a atingir os objetivos da dissertação acima referidos. No quarto capítulo é realizada a análise dos resultados, complementada pela sua discussão. Por último no quinto capítulo após a realização da parte prática do trabalho são retiradas as conclusões. São ainda acrescentadas as referências bibliográficas consultadas durante a realização do trabalho e os anexos intrínsecos ao mesmo.

Capítulo 2

2 Estado de Arte - Indústria 4.0

2.1 Desenvolvimento Histórico das Revoluções Industriais

Face ao avanço dos tempos e a consequente evolução da indústria, desde o século XVIII até aos dias de hoje é notável a passagem da mesma por várias fases de evolução e inovação, que nos levaram ao atual estado em que nos encontramos (4). Houve quatro revoluções industriais que desempenham um papel central na economia mundial (5). A palavra revolução denota uma mudança radical que foi sentida e consequentemente aplicada. Estas mudanças causaram alterações profundas não só, como já referido na economia, mas também nas estruturas sociais (6).

Nesse sentido, um marco no estabelecimento de novas formas de produção foi a primeira revolução industrial que começou no final do sec. XVIII em Inglaterra. Anteriormente a esta revolução, a manufatura era realizada por artesãos que “dominavam todas as etapas produtivas, desde a escolha do material até a venda do produto final” (7). Mas com a introdução de maquinaria como motores a vapor de água e o tear mecânico entre outras, verificou-se um crescente nível de produtividade nunca antes visto. Posto isto, esta primeira revolução industrial foi o primordial paradigma na área da produção em grande escala, que se caracterizou pela alteração dos meios de produção artesanais, para processos de produção mecanizados transformando o que anteriormente era trabalho individual de um artesão, numa fábrica em que o trabalho era dividido em processos completados por diferentes trabalhadores.

No final do século XIX, inícios do século XX, foram introduzidos novos conceitos como a descoberta da eletricidade, a substituição do ferro pelo aço e a introdução do petróleo. Esta mudança causou diversas alterações possibilitando a implementação das primeiras linhas de montagem com a consequente produção em massa e a baixos custos (6). Desta forma a mutação mais significativa nesta revolução foi a incorporação da produção em grande escala como meio de produção dominante.

Já depois da segunda guerra mundial surgiu a terceira revolução industrial, liderada pelos Estados Unidos da América (8). Segundo Schwab (6) esta revolução industrial começou em 1960's. Uma nova realidade na sociedade, procurava a continua substituição de energias poluentes por energias limpas como a solar, eólica, hídrica, entre

outras. É registado durante este período uma transição do uso dos sistemas analógicos e mecânicos para digitais, sendo por isso chamada a revolução digital. Estas mudanças levaram à diminuição da mão de obra não qualificada e um aparecimento gradual da qualificada gerando um maior nível de produtividade e competitividade a par dos desenvolvimentos das tecnologias e da internet, que desempenharam papéis fundamentais nesta evolução (9).

Depois da Indústria 3.0, sente-se a necessidade de evolução, pelo que foi considerada a Indústria 4.0 e a sua subsequente implementação. O termo é aplicado em referência à quarta revolução industrial e baseia-se, como tal, no desenvolvimento tecnológico recente que será abordado com mais concisão neste documento. A figura 2 apresenta de forma esquemática e resumida as quatro revoluções indústrias referidas.

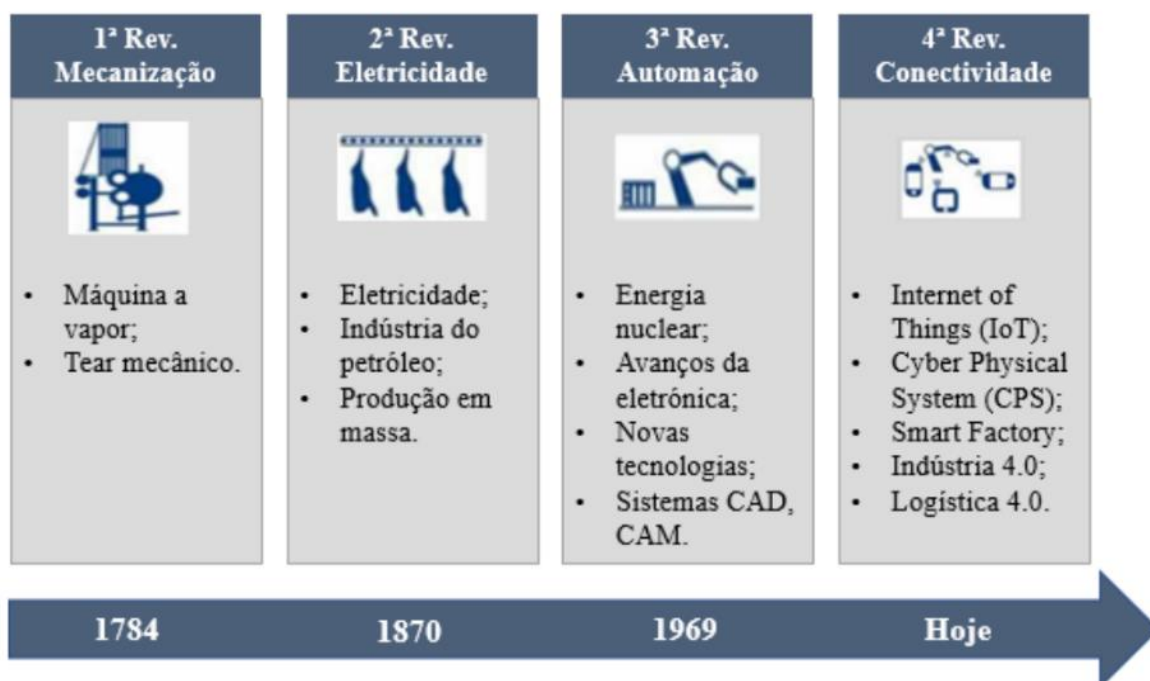


Figura 2- As quatro revoluções industriais (1)

Apesar de este conceito ter o seu berço na Alemanha, atualmente são vários os países que estão a conduzir estudos de modo a conseguir melhores resultados neste campo, nomeadamente Alemanha, Estados Unidos e China (4). Já em Portugal, é também notável um esforço aplicado neste tema, existindo uma estratégia de cariz nacional com o objetivo de efetivar a digitalização na economia. Este processo cria um efeito de retorno, pois com a sua valorização, gera progresso e investimento não só nas empresas portuguesas como na própria economia. Em 2017, já eram mais de 100 empresas que participavam nesta iniciativa (13). O termo Indústria 4.0 ou Fábrica do futuro é aplicado

em referência à quarta revolução industrial e baseia-se, como tal, no desenvolvimento tecnológico recente.

A Indústria 4.0 pode ser definida como:

“Transformação digital, baseada no desenvolvimento de tecnologias que permitem mudanças disruptivas nos modelos de negócio, nos processos e nos produtos. Integra o conjunto de tecnologias inteligentes de materiais, de conectividade e de tratamento e armazenamento eletrônico de grandes volumes de informação. Caracteriza-se pela introdução de um conjunto de tecnologias digitais nos processos de produção, que permite acompanhar, em tempo real, tudo o que se está a passar nas linhas de produção ou ainda eliminar substancialmente o desperdício, alteração na relação entre os vários intervenientes na cadeia de valor, com o cliente, com os trabalhadores ou mesmo no modelo de negócio. (p. 3)” (14).

Passando agora à sua caracterização, esta última e atual revolução industrial reverencia sistemas de produção eficientes, e vaticina uma realidade em que os produtos controlam o seu próprio processo de fabrico, permitindo a produção de produtos individualizados com a mesma economia gerada na produção em massa (15). O resultado pretendido por esta evolução tecnológica é integrar todos os meios industriais e criar uma organização completamente inteligente – fábrica inteligente (3).

Focando nas suas características, são apontadas à Indústria 4.0 os seguintes atributos (15):

- Períodos curtos de desenvolvimento: Tanto os períodos de desenvolvimentos como de inovação precisa de ser encurtados, pois é um fator cada vez mais decisivo e essencial para a empresa ser competitiva nos tempos de colocação dos produtos no mercado.
- Individualização: É notável ao longo do tempo que a opinião/desejo do cliente sobre um produto tem cada vez mais peso na sua produção. Deste modo, esta tendência leva a uma crescente individualização dos produtos e em casos extremos a produtos individuais (*batch size one*).
- Flexibilidade: A continua evolução leva a que seja indispensável uma maior flexibilidade no desenvolvimento do produto na sua produção.
- Descentralização: É necessário tomar decisões de forma rápida para que seja possível lidar com as especificações dos produtos.

- Eficiência de recursos: É necessária uma dedicação na parte sustentável da produção, de modo a atingir um aumento de eficiência não só económica, mas também sustentável.

2.3 Pilares da Indústria 4.0

De modo a alcançar estes objetivos é necessário haver um alto nível de articulação entre as tecnologias, objetos e conceitos que formam esta revolução industrial. Estes são designadas de pilares e regem este modelo de produção. São nove os pilares que suportam este desenvolvimento industrial (16), que estão apresentados na figura 3:

- Segurança Cibernética e *Cyber Physical Systems*;
- Fabrico aditivo;
- *Internet of Things (IoT)/Internet of Services (IoS)*;
- Robôs Autônomos;
- Realidade Aumentada;
- Simulação Virtual;
- *Cloud Computing*;
- *Big Data*;
- Integração Horizontal e Vertical dos sistemas.



Figura 3-Os pilares da Indústria 4.0 (16)

2.3.1 Segurança Cibernética e *Cyber Physical Systems (CPS)*

Com o consequente uso de mais processos de comunicação digital entre sistemas industriais é importante proteger esses sistemas contra as ameaças existentes, mantendo a segurança e a privacidade dos mesmos (16). Sistemas Ciber-Físicos (CPS) consistem de certa forma no emparelhamento de um componente de *software* com os seus ativos físicos que interagem entre si e se influenciam mutuamente estabelecendo uma estreita integração e coordenação (17). Esta ligação estabelecida entre o mundo físico e o digital, influencia positivamente a qualidade de informação, que se reflete na capacidade de otimizar e planejar operações de fabrico (18). A sua frequência de utilização tem vindo a aumentar gradualmente devido à maior disponibilidade de utilização de sensores e sistemas de aquisição de dados que permitem estar a par do que se passa em tempo real. Tal evolução é verificada devido à crescente natureza competitiva do mercado (19). Ao contrário dos sistemas tradicionais, que são concebidos como dispositivos autónomos, o alicerce no CPS está na rede de vários dispositivos. As informações e serviços são armazenadas em todos os lugares (20).

Por exemplo, num veículo inteligente, este sistema é usado para prever rotas, desta forma os sistemas do veículo são conectados numa rede, comunicando entre eles, e usam periféricos como sensores para obter a informação física. Posteriormente essa informação é armazenada e interpretada sendo disponibilizada na rede anteriormente referida e é utilizada constantemente em tempo real para que se controle os atuadores que verificam os processos e os dispositivos no ambiente físico (21).

2.3.2 Fabrico Aditivo

Este tipo de fabrico difere dos métodos na medida em que são adicionadas camadas sucessivas de material de modo a produzir fisicamente a geometria digital projetada no desenho auxiliado por computador (CAD) (22). Segundo a EUROPEAN COMMISSION (23) o fabrico aditivo é parte integrante nas tecnologias mais promissoras a nível global, porque está a impulsionar a transição da produção em massa para a produção personalizada em vários setores líderes. A impressão a três dimensões (3D), apresentada na figura 4, é a técnica mais comum de fabrico aditivo e que apresenta grandes vantagens em comparação aos métodos clássicos de produção.

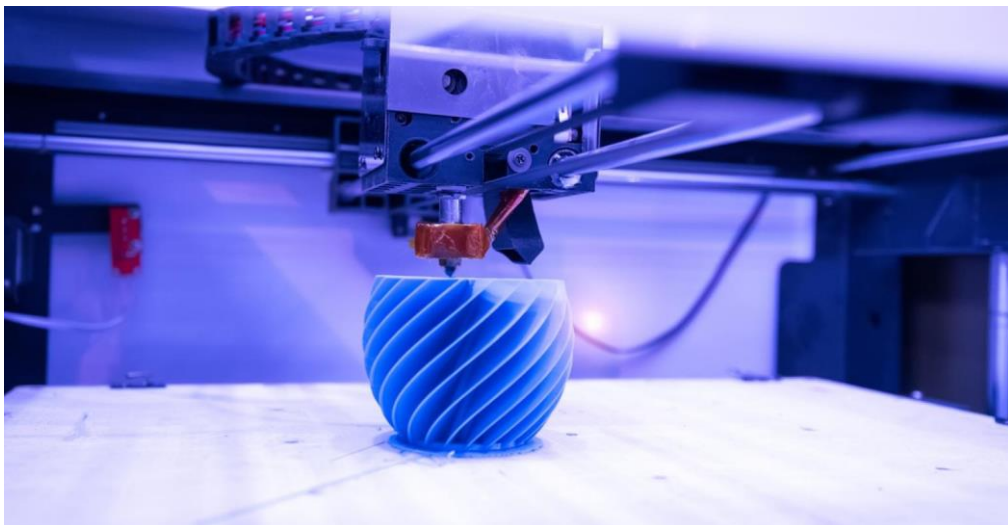


Figura 4- Impressão 3D (24)

O processo clássico baseia-se no fabrico subtrativo (torneamento, fresagem, etc.), mas com a impressão 3D o produto é construído camada por camada, o que permite uma maior liberdade de forma, reduz o tempo de produção (em pequena escala) e ainda reduz o desperdício de material (22). Este “Pilar” veio conferir à chamada Indústria 4.0 flexibilidade na produção, o que apresenta um enorme potencial com vários casos de sucesso, mostrando ser algo viável (25). Contudo, apesar de apresentar grandes

proveitos a sua implementação apresenta contratempos devido ao custo dos equipamentos e ao facto de ainda haver uma certa limitação de variedade e propriedades mecânicas de materiais (22).

2.3.3 *Internet of Things (IoT)/Internet of Services (IoS)*

A *Internet of things (IoT)* ou traduzindo para português Internet das coisas, é um conceito que pode ser definido segundo Kang (4) como sendo a incorporação de sensores em equipamentos que permitem a comunicação entre os vários elementos da linha de produção. Esta estrutura tecnológica permite a recolha e a transmissão de dados entre os dispositivos a ela conectados em tempo real, resultando na identificação, localização, rastreabilidade e monitorização dos objetos (26). Código de barras, identificação por Radiofrequência (RFID) são alguns exemplos de tecnologias que contribuem para a IoT (27) como está apresentado na figura 5.



Figura 5-Identificação do produto através código de barras (28)

A *internet of services (IoS)*, tal como o próprio nome o diz, em vez de usar entidades físicas como a *internet of things (IoT)* utiliza serviços. Isto é, trata-se de um meio digital por onde pessoas, empresas ou sistemas inteligentes comunicam com o objetivo de disponibilizar e obter serviços, o que representa uma evolução natural da IoT. Este mecanismo fornece um conjunto de ferramentas que providencia aos seus utilizadores uma nova visão sobre o processo de abastecimento e serviços externos (29).

2.3.4 Robôs autônomos

Os robôs são uma ferramenta cada vez mais comuns nas grandes empresas. Estão gradualmente mais autônomos, cooperativos e flexíveis, tornando-se cada vez mais usual o trabalho seguro e conjunto entre humanos e os robôs (16). Deste modo, segundo Bekey (30), robôs autônomos são equipamentos, que desprovidos de controle humano são competentes para realizar tarefas. Os robôs autônomos para assim poderem ser considerados precisam de, no mínimo, terem as seguintes competências apresentadas na tabela 1 (31):

Tabela 1-Propriedades dos robôs autônomos (31)

Propriocepção	Ter a sensibilidade de posição, deslocamento, equilíbrio, peso, autonomia entre outras. A propriocepção é baseada na sensação da condição do robô.
Realizar tarefas	É a sua principal função. Podem ser consideradas normais, mas também podem ser usados para a realização de tarefas perigosas que seriam de certa forma inviáveis para o ser humano realizar.
Localização	É imprescindível que os robôs autônomos tenham um bom sistema de localização e façam o mapeamento do local em tempo real, e para isso acontecer ser instalados diversos auxiliares como câmaras, sensores entre outros que ajudam ao cumprimento das suas atividades.

Em jeito de conclusão, estes robôs, com as suas capacidades integradas de análise e adaptação podem concluir determinada tarefa com precisão e inteligência, dentro de determinado tempo, de modo não só seguro, mas também versátil e flexível.

2.3.5 Realidade Aumentada (RA)

Realidade aumentada ou em inglês *Augmented Reality* (AR) consiste na integração de elementos ou informações virtuais, a visualizações no mundo real. Por outras palavras, trata-se de uma tecnologia interativa que permite a harmonia entre o mundo real, o virtual e os seus utilizadores (32,33). Enquanto as tecnologias da realidade virtual realizam uma imersão total por parte do utilizador para num ambiente totalmente

sintético completamente desfasado da realidade, a realidade aumentada já não apresenta esta lacuna, porque faz uma mistura da realidade com os objetos virtuais (34). Esta tecnologia descrita como realidade virtual é possível devido á utilização de câmaras e com o auxílio de sensores de movimento como giroscópio e acelerómetro (34).

A realidade aumentada, é uma tecnologia com grande margem evolutiva que pode fornecer suporte a diversas operações industriais, podendo ser útil de várias maneiras em ambiente industrial, desde realização de simulações prevenindo interpretações erradas, ou até mesmo treino virtual (1).

2.3.6 Simulação Virtual

As ferramentas de simulação possuem sem dúvida um papel deveras importante no apoio às atividades relacionadas com a produção, permitindo um ambiente de produção sustentável e a colheita de conhecimentos, informações e estimativas precisas sobre o sistema em estudo (35). A simulação é diversamente usada em várias áreas da indústria. Diferentes formas de simulações requerem *softwares* diferentes, usando os dados em tempo real dos dispositivos e simulando num ambiente virtual, o que proporciona um desenvolvimento contínuo. Estas simulações podem não só minorar os tempos de inatividade, como ser bastante úteis para reduzir o consumo de energia, e diminuir eventuais falhas que poderiam ocorrer. Por outras palavras, a qualidade da decisão pode ser afetada de maneira positiva e fácil recorrendo ao uso de simulações (36).

A eficácia das simulações depende, acima de tudo, da qualidade e quantidade de informação digital. Para isso é necessário ter previamente uma boa estrutura de dados organizada e que reflita a realidade do ambiente da fábrica, para que o sistema possa usar essas informações de forma fidedigna e correta.

O processo de simulação decorre nos seguintes passos (37):

- Definição do problema: onde se idêntica o que se quer melhorar, e como se enquadra dentro do processo fabril;
- Validação: que consiste na escolha da solução mais viável resultante das simulações;
- Melhoria: que se baseia no estudo das soluções viáveis internas da fábrica e também ter em conta modelos usados noutras indústrias;

- Implementação: Depois da análise feita e com todas as informações provenientes da simulação é agora possível implementar as devidas melhorias;
- Metrificação: compreende a monitorização dos resultados implementados com vista a futuras melhorias.

2.3.7 *Cloud Computing*

O *Cloud Computing* é um pilar que se baseia na transferência de dados e realização de processos computacionais em instalações externas à empresa, dados esses que podem ser recuperados posteriormente, através da internet. É uma tecnologia que oferece alto desempenho a baixo custo (38).

A virtualização do armazenamento de informação na “nuvem”, como foi referido, possibilita o armazenamento de uma abundância de dados. Tal capacidade é relevante, na medida em que permite o armazenamento dos dados gerados durante todo o processo de produção. Desta maneira este pilar possibilita uma redução dos gastos nas infraestruturas de Ti. Trata-se de uma tecnologia que, em geral, apresenta custos elevados, tanto ao nível de aquisição de equipamento, de manutenção e ainda na contratação de trabalhadores especializados (39). Estando a informação numa rede virtual, é mais fácil o acesso ao armazenamento independentemente do ponto geográfico, da plataforma ou dispositivo, quer para os fornecedores como para clientes o que facilita a colaboração entre todas as frações referidas (39).

2.3.8 *Big Data*

Esta é uma ferramenta que tem vindo a gerar cada vez mais interesse por parte das empresas. É essencial não só para obter dados, mas também para o seu armazenamento e análise, permitindo assim um aumento do valor agregado da empresa (40–42).

O termo *Big Data* é associado a grandes volumes de dados estruturados e desestruturados, que são gerados a cada segundo pelos sistemas ligados ao ecossistema de produção da Indústria 4.0. A preciosidade da *Big Data* está conexas a essa mesma característica referida, o armazenamento de diversos tipos de dados, permitindo uma vasta gama de informação como, por exemplo, avaliar o estado das operações das máquinas ligadas aos processos de controle e monitorização da produção. Com acesso e controlo sobre os dados referidos é possível cruzá-los e melhorar o processo de produção assim como determinar quais os produtos que são necessários produzir de modo a

satisfazer as demandas dos clientes (43,44). O *Big Data* consiste em quatro dimensões (45) que estão apresentadas na tabela 3:

Tabela 2-Propriedades do Big Data (45)

Volume	Que se refere á enorme quantidade de dados gerada a cada segundo.
Variedade	Quanto maior a quantidade de dados que provêm de diversas fontes, maior é a complexidade de dados a trabalhar, o que permite maior possibilidades de gerar informação por isso é que a variedade é importante.
Velocidade	Apesar de grandes quantidades de informação os processos devem de ser ágeis e para que as tomadas de decisões sejam efetivas
Valor	É necessário entender a conjuntura e a necessidade de gerar informação certa para determinada empresa ou processo, caso contrário este pilar é em vão, por isso a infirmação tem de ser útil ao seu propósito.

2.3.9 Integração Horizontal e Vertical dos sistemas

Na era atual, apesar das diversas evoluções sentidas, nem todos os sistemas são completamente integrados. Nem sempre se verifica uma inclusão plena no processo de produção e uma coesão entre empresa-clientes. Neste sentido a Indústria 4.0 visa melhorar esta ligação para que todos façam parte do ecossistema, para que cadeias de valor sejam realmente automatizadas. Os mecanismos mais frequentemente usados na organização industrial são a integração e a auto-otimização os dois principais mecanismos usados na organização industrial (36).

A integração modelo da Indústria 4.0, é subdividida em 3 dimensões (10):

- Integração horizontal entre toda a rede de criação de valor, que utiliza as novas tecnologias de modo a trocar e gerir as informações entre os intervenientes no processo, desde os fornecedores, parceiros até aos clientes;

- Integração vertical que ocorre dentro da *smart factory*, criando redes de valor dinâmicas;
- Integração digital ponta a ponta, que engloba todo o ciclo de vida do produto e que é habilitada pelas integrações verticais e horizontais.

2.4 Impactos e Sustentabilidade da Indústria 4.0

Apesar de recente, a Indústria 4.0 já propõe alterações operacionais das indústrias que prometem grandes alterações no mundo da produção e do consumo. O impacto desta nova revolução vai além da simples digitalização. Estas novas tecnologias introduzidas proporcionaram grandes mudanças na sociedade, o que fez com que as empresas se tivessem de adaptar de modo a serem partes integrantes da mudança.

A adoção por parte de uma empresa da Indústria 4.0 irá gerar vários impactos (16), tais como:

- **Produtividade:** Com a otimização dos tempos de produção, tempos de inatividade, processos de fabrico é de esperar um aumento do resultado líquido do processo de produção;
- **Crescimento de receita:** Com o aumento da produção e redução dos desperdícios, a receitas das empresas serão também impulsionadas para valores superiores. A procura dos fabricantes por novos equipamentos e procura por parte dos consumidores por produtos personalizados irá gerar receitas adicionais;
- **Empregabilidade:** Com a mudança sentida devida a introdução de novos equipamentos nas indústrias serão necessários trabalhadores com as qualificações necessárias de modo a suprimir a falta de trabalhadores qualificados para tal. Contudo a curto prazo, devido ao crescimento da automação no processo produtivo, é de esperar uma tendência de deslocação de parte dos trabalhadores pouco qualificados para a execução de tarefas simples e repetitivas;
- **Investimento:** Com a incorporação de novos equipamentos será necessário um forte investimento inicial por parte das empresas de modo a realizarem a adaptação aos processos produtivos da Indústria 4.0.

A implementação desta revolução industrial na sua totalidade, gerará mudanças de grande dimensão a nível económico, social e cultural. Em termos monetários e na economia, o seu impacto é deveras multifacetado o que dificulta desemaranhar o seu efeito particular. Variáveis como o PIB (produto interno bruto), consumo, emprego, investimento, inflação, entre outros, serão afetados. Mas segundo Schwab a evolução tecnológica irá garantir um desenvolvimento a nível económico e produtivo. No que ao lucro diz respeito, será de esperar que com a contínua implementação desta revolução industrial, se verifique um aumento do rendimento global e da perceção externa (6,16). Como já referido as empresas estarão sujeitas a uma progressiva automação das linhas de produção, o que requer pessoas qualificadas. Esta mudança implica algum tempo até à sua implementação e pode levar ao despedimento de alguns colaboradores mais antigos, pois um dos grandes desafios da sociedade é a adaptação a novas realidades. Principalmente quando se vive e cresce com valores tradicionais, sentem-se diferenças geracionais na educação, valores e métodos de trabalho, por exemplo. Esta revolução pode amotinar toda a empresa que a implemente, por isso é necessário a combinação de diversas sinergias e mudanças em prol de uma evolução colaborativa (46).

Sustentabilidade é um conceito que está profundamente relacionado à Indústria 4.0 por isso, a relação entre conceito de sustentabilidade e Indústria 4.0 desencadeia uma série de novos tópicos que devem ser explorados porque nem tudo são vantagens e os potenciais das tecnologias desta fase industrial incluem contribuições ou limitações substanciais para o desenvolvimento organizacional e social sustentável (47). Porque mesmo após terem sido celebrados vários acordos internacionais que visam um futuro mais sustentável, é visível que ainda há um longo caminho a percorrer para que esse objetivo seja satisfeito. A Indústria 4.0 apresenta um papel bastante relevante neste “caminho” a percorrer visto que combina máquinas inteligentes, processos e sistemas ligados entre si, partilhando informação, o que induz em menores tempos de configuração, prazos de entrega mais curtos e menos desperdício de material. Tudo isto impacta de forma positiva a sustentabilidade desejada na dimensão económica permitindo uma maior flexibilidade e uma aprimoração de produtos personalizados (16,45,48). Já na dimensão ecológica o desenvolvimento da Indústria 4.0 permite a redução do consumo de energia e dos recursos devido à análise dos dados nos processos de produção (49), o que reduz as emissões de CO₂ para a atmosfera. Quanto à sustentabilidade social, a tecnologia da indústria apresenta grandes desafios e limitações para sociedade, porque com a introdução de processos de produção inteligentes será de esperar, por exemplo empregos reduzidos, complexidade de dados, problemas de segurança entre outros.

2.5 Desafios de Implementação da Indústria 4.0

Com a implementação continua da Indústria 4.0 as empresas têm vindo cada vez mais a retirar benefícios, sejam eles a nível de produtividade ou através da redução de custos. Dependendo da dimensão da empresa, o processo de implementação pode ser mais simples ou mais radical. Contudo esta mudança não é algo repentino ou simples porque implica mudanças em toda a cadeia de valor, desde os processos iniciais como a aquisição de matérias-primas, até ao seu uso final (50). Alguns desses desafios são:

- Alto custo de implementação: Dependendo da dimensão das empresas e do seu processo de transformação, é exetável que a implantação da tecnologia acarrete um investimento avultado;
- Qualificação de trabalhadores: A chegada de inovações tecnológicas, evidencia um dos problemas sentido pelas empresas, sendo este a falta de trabalhadores qualificados. Os novos cenários tecnológicos são sofisticados e requerem conhecimento específico (51), o que significa que as empresas terão de investir na formação dos seus trabalhadores de modo a estarem capacitados para executarem essas funções;
- Segurança: Com o aumento da digitalização e protocolos de comunicação é indispensável garantir a segurança dos sistemas associados à empresa (16). O que engloba salvaguardar ataques à propriedade intelectual, privacidade, operabilidade e saúde dos trabalhadores (52);
- Padronização: De modo a atingir a desejada interoperabilidade dos sistemas é necessária “a adoção de uma arquitetura de referência que forneça uma descrição técnica de normas e possibilite a comunicação eficaz entre todos os utilizadores e processos, integrando a produção, sistemas e partes interessadas de gestão.” (1). É por isso necessária uma abordagem unificada no processo de tratamento de informações;
- Conectividade: Para que seja possível implementar os conceitos inerentes à Indústria 4.0 é necessário conectar os dispositivos implementador sensores e outro tipo de dispositivos que recolham os dados para a *data base*;
- Internet de alta velocidade: É necessária uma largura de banda suficiente para executar transferências de grande quantidade de dados, o que nem sempre é possível na internet usada por muitas empresas (53);

- *Big Data*: É necessário garantir a qualidade e a integridade dos dados armazenados nos sistemas, o que torna um desafio difícil porque é necessário o armazenamento de diversos repositórios de dados com diferentes linguagens e semânticas para posterior análise (54).

Em suma, de forma sucinta a Indústria 4.0 é algo relativamente recente e bastante complexo que resulta de um processo evolutivo que tem vindo a decorrer desde a primeira revolução industrial. É um conceito que surgiu na Alemanha e que de certa forma abrange várias tecnologias e a ligação entre as mesmas de modo a proporcionar a eficiência e a produtividade do processo produtivo.

Esta revolução industrial assenta em vários pilares referenciados e descritos acima que proporcionam a estabilidade necessária para avançar. Como qualquer inovação apresentam vantagens, mas também apresenta inconvenientes. Por um lado, deverá haver uma melhoria na produtividade e uma maior eficiência e segurança porque são tomadas decisões que cada vez menos contam com fator do erro humano, permitindo numa visão geral tornar a empresa mais competitiva. Por outro lado, com a implementação das mudanças referidas é também de esperar uma dificuldade de adaptação por parte da estrutura da empresa em acompanhar a constante evolução gerando uma dependência tecnológica cada vez cada vez maior.

Capítulo 3

3 Desenvolvimento

Neste capítulo será apresentada a metodologia de investigação usada na dissertação. São também apresentados tópicos como a descrição da entrevista elaborada e temas relacionados com a mesma.

3.1 Objetivos e natureza do estudo

O objetivo desta dissertação, como já referido anteriormente é obter perceções tecnológicas da Indústria 4.0 através do contacto direto com a indústria. Como tal a melhor maneira de atingir esse objetivo é completando assim as informações já recolhidas no estado de arte através do contacto com as empresas e da execução de entrevistas. Validando assim a evolução industrial e tecnológica desta presente revolução industrial e tomando conhecimento no terreno das suas características e paradigmas. Deste modo foram realizadas entrevistas a algumas empresas concretizando uma pesquisa qualitativa sobre o tema em questão permitindo não só uma compreensão mais realista, mas também possivelmente impactando as empresas para uma reflexão sobre a Indústria 4.0 e a sua aplicação nas mesmas.

Desta forma foi desenvolvida durante a dissertação a questão de investigação:

“De que forma a Indústria 4.0 está a influenciar/impactar a produção mecânica?”

Como referido no capítulo 1, os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Avaliar o entendimento da empresa sobre o próprio conceito de Indústria 4.0 e os seus pilares;
- b) Avaliar qual o papel desta empresa no processo de implementação da Indústria 4.0 e a influência dessa mesma implementação;

Assim tendo em conta os objetivos anteriormente expressos, a metodologia seguida foi organizada das seguintes etapas:

- Construção e validação do guião para a entrevista aos representantes das empresas

- Realização das entrevistas semiestruturadas
- Análise de conteúdo das respostas às entrevistas

3.2 Entrevista

A entrevista é considerada uma das formas mais comuns e fortes de adquirir informação *“para se chegar ao entendimento dos seres humanos e para obter informações nos mais diversos campos”* (55). Esta consiste na aplicação dos processos fundamentais de comunicação que podem culminar com diferentes fins como a busca de informações, experiências e percepções entre outros. Quanto à estrutura e tipologia da entrevista, a escolhida foi a realização de uma entrevista qualitativa semiestruturada combinado assim perguntas abertas e fechadas sob a forma de uma conversa informal (55). A entrevista semiestruturada ou semidirecta pode ser considerada um dos *“Principais instrumentos de pesquisa de natureza qualitativa”* (55) e é bastante vantajosa porque permite (56):

- Flexibilidade: O guião da entrevista não tem de ser seguido à risca, havendo margem de manobra para a alteração em algumas perguntas ou algum tema;
- Direccionamento: Permite uma maior orientação para o tema chave da entrevista;
- Conhecimento: Esta tipologia de entrevista não só é um desafio para o entrevistado se adaptar a perguntas inesperadas, mas permite um melhor conhecimento do entrevistado pois o rumo da entrevista pode ser ligeiramente alterado no decorrer da mesma;
- Espontaneidade: Esta tipologia favorece a espontaneidade nas respostas.

O uso desta técnica de investigação afere diversas vantagens, porque permite uma recolha de informação diversamente rica e com bastante profundidade sobre o tópico em causa, a um custo muito baixo. Contudo é também uma técnica em que há a possibilidade de obter resultados falsos o que iria induzir o entrevistado em erro pondo em causa o seu trabalho (57).

3.2.1 Método de Recolha de dados nas empresas

Após terem sido definidas as empresas a contactar e ter sido validado o guião da entrevista, foi feito um convite às empresas selecionadas tanto através de correio eletrónico como através do contacto telefónico, convidando as mesmas a colaborar na investigação em curso. Foram enviados cerca de 15 convites a empresas diferentes, sendo que foram realizadas 5 entrevistas, o que corresponde a uma taxa de resposta válida de cerca de 33 %. Às empresas foi garantido o anonimato e a confidencialidade dos dados obtidos informando qual o âmbito da entrevista e pedindo a sua colaboração porque o seu contributo é imprescindível para a realização da investigação.

No decorrer do processo de realização de entrevistas houve certas condicionantes que influenciaram a recolha de dados, como, por exemplo, a pandemia provocada pelo vírus Covid-19, que se fez e ainda faz sentir na população e no mundo empresarial. Provocou uma falta de abertura por parte das empresas, um impedimento de realizar as entrevistas presencialmente e a incompatibilidade de disponibilidade para o estabelecimento de contacto. Desta forma, de modo a contornar a impossibilidade de realizar as entrevistas presencialmente, grande parte das entrevistas foram realizadas através da plataforma Zoom e Teams permitindo assim a segurança de todos. As que foram realizadas presencialmente, foram concretizadas nas instalações das empresas com as devidas precauções recomendadas pela DGS (Direção-Geral da Saúde) e gravadas com autorização com o uso do telemóvel.

3.2.2 Caracterização do contexto e dos Participantes

As entrevistas foram realizadas a empresas na área da produção mecânica que tivessem ligação à Indústria 4.0 com o objetivo de analisar a sua perceção sobre a mesma, quais o avanço que tenham feito para implementar esta nova realidade, quais as barreiras sentidas entre outros objetivos já apresentados. De forma a obter resultados mais concretos, foram selecionadas empresas da mesma região, no caso Aveiro, sendo desta forma uma população circunscrita a um local, com distribuição conhecida e dimensão finita. Apesar das empresas apresentarem diferentes volumes de negócios e estarem em diferentes setores, todas estão inseridas no ramo da produção mecânica.

A lista de empresas a contactar foi elaborada através de uma pesquisa na internet das empresas na região de Aveiro que tivesse ligação à Indústria 4.0 e também pelo contacto com pessoas que estavam inseridas na área de interesse. Foram escolhidas as empresas que suscitaram mais interesse nos contornos deste trabalho, ligadas à Indústria

4.0, constituídas por colaboradores que demonstram interesse pelo tema de modo que a sua participação garantisse um contributo acrescido neste trabalho.

Os participantes diretos neste estudo que representam as empresas em causa, têm cargos todos diferentes. Foram entrevistados: um diretor do departamento de investigação, um diretor executivo, um engenheiro de softwares para apps de Indústria 4.0, um diretor industrial e ainda um engenheiro mecânico especializado em automação. Tais dados podem ser aferidos na tabela 3.

Tabela 3- Caracterização socioprofissional dos entrevistados

Função	Identificação	Antiguidade na função	Antiguidade na empresa	Idade	Género	Formação base
Diretor do departamento de investigação	E1	4	20	44	Masculino	Engenharia
Diretor executivo	E2	20	30	57	Masculino	Engenharia
Engenheiro de softwares para apps de Indústria 4.0	E3	4	4	27	Feminino	Engenharia
Diretor industrial	E4	14	18	44	Masculino	Engenharia
Engenheiro Mecânico especializado em automação	E5	1	1	24	Masculino	Engenharia

A cada entrevistado foi atribuído um código seguido do número de entrevista de 1 a 5, por exemplo E1 corresponde a entrevistado um e assim sucessivamente.

Como a tabela mostra, 80% dos entrevistados são do sexo masculino. As idades dos entrevistados estão compreendidas entre os 24 e os 57 anos. À exceção dos

entrevistados E5 e E3 que apresentam respetivamente 1 e 4 anos de antiguidade na empresa, os restantes apresentam mais de 17 anos de antiguidade na empresa o que podemos considerar meio de carreira profissional. Relativamente à formação base, isto é formação académica todos os entrevistados apresentam uma habilitação em engenharia.

3.2.3 Conteúdo da entrevista

O guião da entrevista foi elaborado segundo o modelo de um guião de entrevista presente em (55). A versão final deste que se encontra anexada a este documento (anexo 1) conta com seis blocos:

- Bloco 1 -Legitimação da entrevista
- Bloco 2-Conceito de Indústria 4.0
- Bloco 3-Pilares da Indústria 4.0
- Bloco 4- Papel da empresa
- Bloco 5 -Impactos e desafios da implementação da Indústria 4.0
- Bloco 6- Síntese e reflexão sobre a própria entrevista e agradecimentos

Na primeira parte da entrevista, mesmo antes de iniciar o bloco 1, foram feitas algumas perguntas, de modo a preencher os dados presentes na figura 6 de modo a estabelecer uma melhor ligação entre os resultados da entrevista e o perfil do entrevistado.

GUIÃO DE ENTREVISTA

Data e Empresa: _____
Entrevistador: _____
Entrevistado: _____
Idade e Sexo: _____
Função: _____
Antiguidade na função: _____
Antiguidade na Empresa: _____

Figura 6-Perguntas pré-entrevista

Continuando a descrição do guião da entrevista, no bloco 1 denominado de “Legitimação da entrevista”, é apresentada a mesma onde é exposto o seu propósito, contextualizando qual o procedimento que será seguido durante a mesma e gratificando a disponibilidade do entrevistado. É também informado que a entrevista será gravada de modo a ser possível registar as respostas para posterior análise e pedindo a colaboração do entrevistado visto que o seu contributo é algo indispensável para o êxito do trabalho.

Passando agora para o bloco 2 denominado de “Conceito de Indústria 4.0”. Neste bloco é pretendido perceber o que o entrevistado entende sobre o conceito de Indústria 4.0. Este bloco terá 2 questões orientadoras que são:

- Atualmente, é cada vez mais comum o uso do termo Indústria 4.0, o que significa este termo para si?
- No seu entender qual a importância da Indústria 4.0 na atualidade?

No bloco 3 intitulado de “Pilares da Indústria 4.0” o objetivo passa por perceber a posição do entrevistado sobre os alicerces da Indústria 4.0, onde são realizadas as seguintes questões orientadoras:

- que entende por pilares da indústria 4.0?
- Tendo em conta a sua experiência quais são os pilares/ tecnologias mais importantes para uma implementação eficaz da Indústria 4.0?

Passando agora para o bloco 4, o foco foi direcionado para a empresa, sendo chamado de “Papel da empresa”, que assenta em perceber qual o papel da empresa no processo de implementação continua na Indústria 4.0 e é constituído pelas seguintes questões:

- Baseado na sua experiência, qual a relação desta empresa com o propósito da Indústria 4.0?
- Como avaliaria o papel desta empresa como promotor da indústria 4.0?

Avançando agora para o penúltimo bloco desta entrevista, o bloco 5, o tema abordado são os impactos e os desafios da implementação da Indústria, neste tópico as perguntas orientadoras são:

- No seu ponto de vista de que forma esta empresa foi afetada por esta implementação?

- Ao longo da sua vivência na empresa consegue identificar o tipo de dificuldades/ barreiras sentidas com a implementação das ideias da Indústria 4.0?

Por último, o bloco 6 onde se faz uma síntese e reflexão sobre a entrevista e são acrescentadas duas perguntas conclusivas que são:

- Sente que a empresa está preparada para a continua evolução exigida pela Indústria 4.0?
- O que pensa dos objetivos desta entrevista?

Como referido acima esta entrevista é semiestruturada o que significa que estas questões apresentadas são meros delineadores de temas a seguir pois a posse da palavra estará sempre do lado do entrevistado. Caso o entrevistado não incida sobre tema pretendido foram preparadas perguntas de recurso de modo a levar a entrevista de novo ao seu rumo. Todas as perguntas anteriormente apresentadas e as perguntas recursos estão apresentadas no guião que se encontra no anexo 1.

3.2.4 Técnicas de Análise de dados

Após serem recolhidos os testemunhos dos entrevistados. Foi realizada a parte referente ao tratamento dos dados obtidos.

“A análise de conteúdo é um recurso determinante na sistematização da informação recolhida, tratando de forma metódica as informações e testemunhos que apresentam um certo grau de profundidade e de complexidade” (58)

Inicialmente as entrevistas após realizadas foram transcritas para uma melhor análise do conteúdo, transcrições e posteriormente, foi elaborada uma interpretação das transcrições realizando uma matriz de conteúdos presente no anexo 2. De modo a facilitar a análise foi elaborado um mapa concetual para ajudar à organização dos temas apresentados na figura 7.

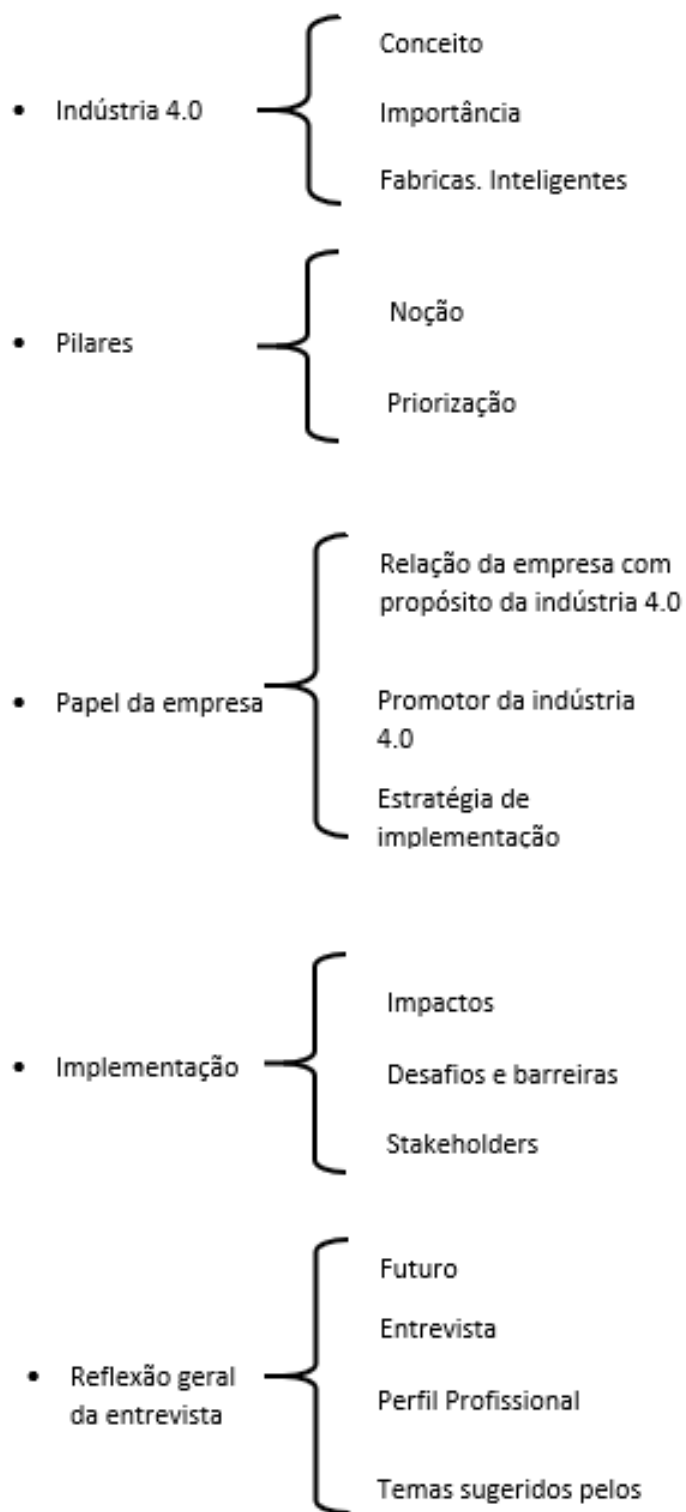


Figura 7-Mapa de conceitos

A matriz de conteúdos é constituída por quatro grandes tópicos: as categorias, as subcategorias, os indicadores e ainda as unidades de registo. Para a realização da mesma é necessário primeiramente a classificação e construção do sistema de categorias, isto é, *“a partir do momento em que a análise de conteúdo decide codificar o seu material, deve produzir um sistema de categorias”* (59).

O processo de construção da matriz de conteúdos começou com uma análise atenta às transcrições das entrevistas que foram realizadas previamente. Posteriormente foram “recortados” pedaços das transcrições, que podem corresponder a uma frase, um conjunto de palavras ou até mesmo várias frases, desde que transmitissem uma única ideia, a isto é chamado de unidades de registo. Sintetizando as ideias-chave implícitas nas unidades de registo é possível criar os indicadores que, agrupados em subcategorias e estas, em categorias que iam de encontro aos blocos apresentados no guião da entrevista (anexo 1). Este método foi repetido e ajustado, diversas vezes até ser possível a realização da matriz de conteúdo, apresentadas no anexo 2 que engloba todas as entrevistas realizadas.

Este processo de categorização referido obedece a regras tais como (59–61):

- Exclusão - cada elemento só pode pertencer a uma única categoria;
- Homogeneidade - As categorias são criadas a partir de um único princípio de categorização;
- Pertinência - face aos objetivos do estudo;
- Fidelidade - implica que o mesmo material seja codificado do mesmo modo sempre.

Capítulo 4

4 Apresentação dos resultados e discussão

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados dos conteúdos do estudo realizado. Os dados serão interpretados à luz do que foi enunciado nos capítulos anteriores, sempre tendo em conta os objetivos definidos que são:

- Avaliar o entendimento da empresa sobre o próprio conceito de Indústria 4.0 e os seus pilares;
- Avaliar qual o papel desta empresa no processo de implementação da Indústria 4.0 e a influencia dessa mesma implementação;

Visando aplicar uma análise mais cuidadosa, este capítulo 4 será dividido em subcapítulos conforme os temas e blocos abordados nas entrevistas (anexo 1) que vão de encontro aos temas e categorias resultantes da análise de conteúdos. A tabela 4 seguinte é um excerto da matriz de conteúdos presente no anexo 2.

Tabela 4-Categorias da matriz de conteúdos

Categorias
Indústria 4.0
Pilares
Papel da empresa
Implementação
Reflexão geral da entrevista

4.1 Indústria 4.0

O tema Indústria 4.0 assume a relevância de tema central do presente estudo. Aqui enquadra-se o objetivo de avaliar o entendimento da empresa sobre o próprio conceito de Indústria 4.0 e os seus pilares. Este subtópico está diretamente ligado ao bloco 2 da entrevista realizada (anexo 1). Este tema/categoria é composto por 3 subcategorias (tabela 5).

Tabela 5-Subcategorias da categoria Indústria 4.0

Indústria 4.0	Conceito
	Importância
	Fábricas inteligentes

Na tabela seguinte são apresentados os dados da matriz de conteúdos relativamente ao conceito:

Tabela 6-Matriz de conteúdos – Conceito

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Unidades de registo
Indústria 4.0	Conceito	Produção rápida, flexível e eficiente	E3, E5, E1
		Evolução das tecnologias tradicionais	E1, E4
	Importância	Crescimento da empresa	E4, E5
		Integração das tecnologias	E1, E2
	Fábricas Inteligentes	Tecnologias conectadas entre si e com a unidade fabril	E2, E4

Na tabela 6 apresentada, verificamos que as subcategorias que se destacaram pela maior quantidade de indicadores foram, a de conceito e a de importância, o que parece mostrar que na sua maioria o entrevistado sente que percebe bem o conceito de Indústria 4.0 e qual a sua importância.

4.1.1 Conceito

No que concerne à subcategoria do conceito diz respeito, desde logo 3 entrevistados referem que a Indústria 4.0 traduz-se essencialmente pela eficiência do processo de manufatura, levando a que, na opinião do entrevistado, a palavra que mais descreve a Indústria 4.0 seja otimização, tal como é possível verificar na sua explicação:

“Se tiver de descrever com uma palavra significa otimização, ou seja, há muito desperdício, muitas coisas que são feitas em papel e que ao serem feitas de modo digital tornam-se bastante mais eficientes (...)” (E3)

É também dito que, a Indústria 4.0 torna a produção mais rápida e flexível, resultando num incremento de eficiência no processo produtivo, como se pode ver nos seguintes extratos:

“(..) então permite um processo de produção mais rápido e mais flexível. Significa maior eficiência de produção” (E5)

“(...) e temos uma utilização das tecnologias de uma forma mais eficiente e mais eficaz” (E1)

É reconhecido que no presente estado da Indústria 4.0, nomeadamente a vertente das tecnologias, resulta de uma evolução continua das mesmas, desde uma fase mais antiga e o propósito é tirar mais partido das tecnologias já existentes:

“(...) considero que seja um conjunto de tecnologias ou que se realçam um conjunto de tecnologias em que se pretende tirar o maior partido das tecnologias tradicionais” (E1)

“Para mim Indústria 4.0 é tirar o máximo partido das tecnologias tradicionais que existem” (E4)

4.1.2 Importância

Passando agora para a segunda subcategoria denominada de importância, os indicadores mostram que os entrevistados têm a percepção de que a importância da Indústria 4.0 assenta no facto de fomentar o crescimento das empresas para estarem ao nível não só das suas correntes, mas também da própria exigência do mercado:

“temos de estar na linha da frente porque leva a empresa a crescer cada vez mais a todos os níveis” (E4)

“(...) porque vai fomentar as empresas a crescerem e o mercado está cada vez mais exigente” (E5)

É também apontada a importância da integração das diferentes tecnologias nesta revolução industrial:

“Indústria 4.0 esta a fazer é no fundo fazer uma integração de tecnologias que muitas vezes não são e nunca estiveram sequer próximas” (E1)

“Para mim o aspeto mais importante é a integração de todas as ferramentas e tecnologias existentes e também acessórias que foram criadas no desenrolar dessa evolução” (E2)

4.1.3 Fábricas inteligentes

A última subcategoria é integrada na categoria da Indústria 4.0, na medida em que é cada vez mais comum o uso do termo “Fábricas inteligentes” no contexto desta quarta revolução industrial. Assim foi questionado o que era uma “fábrica inteligente” onde os entrevistados 4 e 5 justificaram essa denominação pela ligação das tecnologias existentes entre si mesmas e à unidade fabril, como se pode verificar nas seguintes transcrições:

“(...) aplicar das tecnologias proporcionadas por esta implantação, ligando-as entre si e com a unidade fabril.” (E2)

“(...) assenta num fundamento básico em que as máquinas e os sistemas estão conectados” (5) “ou seja, se a fábrica tiver determinados sensores, os vários componentes interligados” (E4)

4.1.4 Análise e discussão

Em síntese, relativamente à categoria de conceito que está diretamente ligada ao bloco 2 da entrevista (anexo 1) há três tópicos que são abordados: o conceito, a importância e fábricas inteligentes. Os entrevistados mencionam que segundo o seu entendimento de Indústria 4.0, este traduz-se por uma produção mais flexível e eficiente e que esta quarta revolução é o resultado da evolução natural das tecnologias existentes. Estes resultados parecem estar parcialmente em concordância com o que já foi referido anteriormente como sendo a descrição da Indústria 4.0 (14). “Transformação digital, baseada no desenvolvimento de tecnologias que permitem mudanças disruptivas nos

modelos de negócio, nos processos e nos produtos. Integra o conjunto de tecnologias inteligentes de materiais, de conectividade e de tratamento e armazenamento eletrónico de grandes volumes de informação (...)”. E ainda vão de encontro a alguns atributos intrínsecos da Indústria 4.0 referidos por Lasi (15) que são:

- Períodos curtos de desenvolvimento:
- Individualização
- Flexibilidade
- Descentralização
- Eficiência de recursos

No que concerne à importância desta indústria, alguns entrevistados referem que, parte dessa importância reside no facto de incitar ao crescimento das empresas de forma a fazer face à evolução sentida no mercado. Tanto na exigência dos produtos como na pressão exercida pelos concorrentes, o que demonstra que a Indústria 4.0 é vista por algumas empresas como uma ferramenta de atingir o sucesso. É também atribuída importância à integração de tecnologias na unidade fabril que vai ao encontro do conceito de fábrica inteligente. Consideram ainda que uma fábrica inteligente não é mais que a integração das tecnologias existentes entre si mesmas e com a unidade fabril, que é também descrito da mesma forma por Kagermann (3).

Em suma, é possível deduzir que parte dos entrevistados revelam um conhecimento considerado acertado com base na informação teórica apresentado no estado de arte, embora que limitado em alguns tópicos sobre o conceito e a importância da Indústria 4.0.

4.2 Pilares

Na tabela seguinte (tabela 7) são apresentados os dados obtidos relativamente aos pilares da Indústria 4.0, ou seja, os alicerces de implementação referentes ao bloco 3 da entrevista (anexo1).

Tabela 7-Matriz de conteúdos – Pilares

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Unidades de registo
Pilares	Noção	Inteligência artificial, a robótica e Internet das coisas (iot)	E5, E4, E2
		Processamento de dados	E3, E2
	Priorização	Software	E5, E3

4.2.1 Noção

Nesta Subcategoria sublinha-se o facto de os entrevistados indicarem algumas tecnologias como pilares da Indústria 4.0, nomeadamente a inteligência artificial, a robótica e a internet das coisas (iot):

“(...) por exemplo a ergonomia industrial, a Data Science, robótica, a IOT, a 5G, a inteligência artificial, a realidade virtual e aumentada” (E5)

“será a internet das coisas para conectar componentes, a robótica, a automação que apesar de já ter” (E4)

“que a meu ver é um grande pilar, que é a inteligência artificial, deep learning aplicadas ao iot” (E2)

Foi também identificado por dois entrevistados que o processamento de dados é uma das peças fundamentais na implementação, porque segundo os mesmos, mais do que ter uma grande quantidade de dados é necessário saber tirar proveito dos mesmos:

“Depois vamos ter o pilar do processamento dos dados (...)” (E2)

“(...) até podes adquirir bons dados, mas se não souberes o que fazeres com eles é desnecessário por isso considero o seu processamento um pilar” (E3)

4.2.2 Priorização

Quanto à subcategoria que incidia sobre os pilares e tecnologias mais importantes para uma implementação eficaz na unidade fabril, foi difícil a obtenção de uma resposta concreta, sendo apontado apenas que o uso do *software* para gerir melhor a produção foi a rampa de lançamento para tal implementação:

“A implementação do nosso software foi algo que ajudou e potenciou a indústria 4 com o tratamento de dados” (E5)

“O que fez o kick off da Indústria 4.0 na nossa divisão foi, como referi, a implantação do software e o objetivo desta longa jornada é ter o mesmo software em toda as fábricas e ligar tudo” (E3)

4.2.3 Análise e discussão

Em síntese, relativamente aos pilares da Indústria 4.0, que corresponde ao bloco 3 da entrevista (anexo 1), são apontados alguns destes pelos entrevistados que segundo a sua opinião contribuem de forma decisiva para a indústria em questão. Bases essas que são: inteligência artificial, robótica, internet das coisas e também o processamento de dados. Parte destes pilares estão indicados no estado de arte no capítulo 2 apontados pelos autores (16), por isso os resultados apresentados pelos entrevistados demonstram o seu conhecimento, em parte, relativo a estes pilares como sendo:

- Segurança Cibernética e *Cyber Physical Systems*;
- Fabrico aditivo;
- *Internet of Things (IoT)/Internet of Services (IoS)*;
- Robôs Autônomos;
- Realidade Aumentada;

- Simulação Virtual;
- *Cloud Computing*;
- *Big Data*.

É de notar que a falta de conhecimento dos outros pilares referidos, pode ser explicada pela área de negócio da empresa, porque, por exemplo, uma das empresas entrevistadas foi na área da automação industrial e não há necessidade de implementar o fabrico aditivo na sua unidade fabril. Por isso é justificável o facto de desconhecerem tal pilar. Outro tópico a apontar é a existência de um entrevistado (E1) que não considera por o fabrico aditivo como pilar: “O fabrico aditivo eu não coloco na Indústria 4.0. O fabrico aditivo é uma tecnologia como é, por exemplo, a fresagem ou injeção, que por si só podem ser consideradas parte desta categoria. Não é por termos fabrico aditivo que vamos ter Indústria 4.0. Ok?”. O que demonstra que há uma certa dificuldade em atribuir o papel de pilar a uma tecnologia por si só.

Questionados sobre qual os pilares mais importantes na implementação na sua unidade fabril, certos entrevistados atribuem um papel de relevo à implementação de *softwares* de gestão industrial, o que denota que possivelmente a Indústria 4.0 está ligada quase unicamente à digitalização e não atribuem um papel importante às tecnologias.

4.3 Papel da empresa

É relevante compreender de que forma a amostra em estudo perceciona o papel da empresa no processo de implementação contínua da Indústria 4.0. A população adjacente às empresas pode ser um fator decisivo para o sucesso ou insucesso desta implantação. A tabela 8 apresenta os dados obtidos relativamente ao papel da empresa que está diretamente ligada ao bloco 4 do guião da entrevista (anexo 1).

Tabela 8-Matriz de conteúdos – Papel da empresa

Categoria	Subcategoria	Indicadores	Unidades de Registo
Papel da empresa	Relação da empresa com propósito da indústria 4.0	Automatização	E2, E1
	Promotor da indústria 4.0	Vanguarda da evolução	E2, E3
	Estratégia de implementação	Estratégias de implementação e parcerias alinhadas	E2, E4, E5
		Formação interna dos colaboradores	E2, E3

4.3.1 Relação da empresa com propósito da Indústria 4.0

No que diz respeito á relação da empresa com o propósito da Indústria 4.0, o indicador demonstra que as empresas aferidas estão ligadas á Indústria 4.0 essencialmente pela automatização de processos:

“Temos alguns setores da empresa que já dedicado essencialmente à Indústria 4.0 essencialmente na automatização dos processos” (E2)

“Nesta área de negócio, a Indústria 4.0 está muito ou esta feita fundamentalmente na automatização de processos” (E1)

4.3.2 Promotor da Indústria 4.0

Dentro da mesma categoria e avaliando o papel de promotor que a empresa tem é notável a preocupação dos entrevistados E2 e E3 em estarem na linha da frente da evolução:

“Prezamos estar sempre na linha da frente por isso acho que somos uns bons promotores.” (E2)

“Acho que sem dúvida é algo que nos esforçamos para fazer, quer a nível interno, quer através de parcerias com outras instituições em diversos projetos de modo a promover e implementar a Indústria 4.0.” (E3)

4.3.3 Estratégia de implementação

Por último na categoria do papel da empresa, temos a estratégia de implementação, em que é possível notar que é de grande preocupação por parte das empresas em impulsionar a implementação das ideias da Indústria 4.0, nomeadamente através de uma estratégia de implementação:

“Há estratégia de implementação (...)” (E2)

“Na empresa existe um plano estratégico de implementação da Indústria 4.0 á cerca de 3-4 anos em que implementamos diversos objetivos” (E4)

“Existem vários projetos nessa área, mas acho que foi algo natural que foi surgindo pela pressão do mercado para acompanhar as tendências” (E5)

“Existem vários projetos com várias parcerias como a Universidade de Aveiro e outras entidades do sistema científico nacional e também outras empresas (...)”

“Potenciando os processos produtivos a satisfazer a população e enquadrar na Indústria 4.0 como um fator diferenciador de estar pensado para fomentar a nova realidade industrial.” (E5)

4.3.4 Análise e discussão

Em sumário, relativamente ao papel da empresa na implementação da Indústria 4.0, os entrevistados definem esta relação como sendo consequência da automatização. O que demonstra que apesar de terem um bom conhecimento do que é a Indústria 4.0, apresentam algumas lacunas na sua implementação e associam a este processo somente a automatização. É também de referir que as empresas presam estar na linha da frente do mercado porque o mercado assim o exige e se querem ser competitivas sentem a necessidade de evoluir.

Para que esta evolução seja possível e materializável, é notável o esforço de várias empresas em definir estratégias de implementação, que englobam desde formações de colaboradores até à incorporação de bens materiais físicos. Apesar de algumas empresas não terem um plano estratégico oficial definido, em conversa fora da entrevista, algumas empresas confidenciaram que há um certo investimento na evolução industrial, o que demonstra uma preocupação quase unânime no crescimento empresarial na área de interesse.

4.4 Implementação

A penúltima categoria apresentada refere-se à implementação da Indústria 4.0 nas empresas onde se pretende perceber e identificar os impactos sentidos, resultados dessa implementação. Também compreender as barreiras que foram ultrapassadas assim como os impactos nos *stakeholders*. A tabela 9 apresenta a parte da matriz de conteúdos que reflete os dados obtidos relativamente à categoria de implementação referente ao bloco 5 da entrevista (anexo1).

Tabela 9-Matriz de conteúdos – Implementação

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Unidades de registo
Implementação	Impactos	Exigência do mercado	E4, E1, E3
		Incremento de produção	E3, E4, E5
	Desafios e barreiras	Resistência á mudança	E5, E3, e1
		Dificuldade em investir	E1, E3
	Stakeholders	Satisfação dos Clientes	E5, E3, E1
		Ligação aos fornecedores e fluidez do processo de encomenda	E5, E3

4.4.1 Impactos

Os indicadores destas subcategorias apontam que a maior parte dos entrevistados partilha a opinião de que a evolução continua do mercado, que se torna cada vez mais exigente, leva a que as empresas tenham de evoluir de forma a dar resposta esta instância:

“O próprio mercado já quer mais e melhor, portanto somos todos obrigados a evoluir, mesmo que seja nas pequenas coisas” (E4)

“Eu penso que o impacto maior é a nível da concorrência e do próprio mercado, nós somos afetados de uma forma indireta” (E1)

“(…) muitas vezes esta questão da Indústria 4.0 nasce, não só da evolução necessária, mas também de ter de responder a requisitos legais muito fortes” (E3)

Também nesta subcategoria, mas numa vertente mais dos serviços fornecidos, os entrevistados 3, 4 e 5 referem que esta implementação garante qualidade do serviço fornecido pela empresa e um incremento de produção:

“Muitas vezes esta questão da Indústria 4.0 nasce, não só da evolução necessária, mas também de ter de responder a requisitos legais muito fortes, garantindo assim a qualidade” (E3)

“É sempre, sempre um conceito que vai acrescentar valor e qualidade, que vem acrescentar rapidez ao processo” (E4)

“(…) porque atingimos o recorde de vendas este ano” (E5)

4.4.2 Desafios e barreiras

Os indicadores desta subcategoria mostram que os entrevistados 1, 3 e 5 atribuem as principais dificuldades sentidas à resistência apresentada pelos funcionários à mudança:

“É obvio que traz sempre consequências porque as pessoas, o funcionário, tem de estar continuamente em desenvolvimento” (E5)

“A resistência à mudança, não só por parte dos funcionários, mas também da gerência é algo crítico.” (E3)

“Por um lado, isto é um desafio, porque estar com pessoas que trabalham ou trabalharam 10, 15, 20, 30 anos numa área e agora dizer-lhes e explicar-lhes que ele tem de trabalhar com tecnologias muito diferentes é um desafio muito grande” (E1)

Ainda nesta subcategoria, uma outra dificuldade apresentada pelos entrevistados 1 e 3 é a dificuldade da gerência investir:

“Para a direção de topo é difícil aceitar fazer algum tipo de investimento.” (E1)

“A resistência à mudança, não só por parte dos funcionários, mas também da gerência é algo crítico” (E3)

4.4.3 Stakeholders

É notável uma preocupação generalizada por parte dos entrevistados 1,3 e 5 em afirmar que os clientes se sentem mais satisfeitos com o serviço neste processo de evolução continua:

“Mas os clientes também se sentem mais ouvidos nas especificações de produtos, sentem que as empresas desenvolvem os produtos mais tendo em conta o que eles querem em vez de ser o que a produção admite” (E5)

“(...) consegues não só obter mais qualidade, não só no output (os clientes)” (E3)

“O serviço é melhor, o produto também, o ciclo de desenvolvimento do produto é mais curto. (...) isso acaba por retornar a empresa em satisfação e mais encomendas” (E1)

É também referido pelos entrevistados 3 e 5 que esta evolução permitiu uma maior fluidez no processo de encomendas junto dos fornecedores e uma ligação mais forte aos fornecedores:

“Há uma ligação mais forte aos fornecedores e outras empresas” (E5)

“Se tiveres dados bem tratados, consegues não só obter mais qualidade(..) na logística e ter dados de uma forma estruturada que depois os possas usar” (E3)

4.4.4 Análise e discussão

No que diz respeito à categoria de implementação ligada ao bloco 5 da entrevista (anexo 1), vários entrevistados voltaram a frisar que o mercado está cada vez mais exigente e que exige mais e melhor. Outro impacto referido pelos entrevistados é de que a implementação da Indústria 4.0 garante mais produção não comprometendo a

qualidade do seu produto o que é imensamente positivo para os mesmos uma vez que só traz vantagens.

Contudo, nem tudo são benefícios e durante o processo de implementação que foi feito até à data, há barreiras que constituem desafios a ultrapassar, nomeadamente pela resistência à mudança por parte dos colaboradores como dos cargos de chefia. Existe uma dificuldade em particular para os colaboradores, que incide no facto de que após longos anos a fazer sempre a mesma categoria de trabalho, é difícil implementar novas metodologias de labor e estar constantemente em evolução. Já para as chefias é difícil investir capital no melhoramento da empresa porque há o paradigma de que se funcionou até à data não há necessidade de mudar. Mas o mercado dita que tal evolução tem de acontecer podendo mesmo a sua exigência levar ao insucesso da empresa consequente da resistência à dita mudança.

Por último, mas não menos importante os entrevistados referem que com esta evolução há, não só uma maior ligação aos fornecedores, mas também aos clientes que se assumem mais satisfeitos com o produto entregue, o *feedback* por parte dos *stakeholders* é, portanto bastante positivo.

4.5 Reflexão geral da entrevista

Por último, a categoria aqui referida é a síntese onde são abordados tópicos como as previsões sobre o futuro da implementação, a entrevista como um todo, o perfil profissional do entrevistado e temas que o entrevistado considerou interessantes acrescentar, referente ao bloco 6 da entrevista (anexo1). Na tabela 10 estão apresentados os conteúdos referentes a esta categoria que são parte integrante da matriz de conteúdos.

Tabela 10-Matriz de conteúdos – Reflexão geral da entrevista

Categoria	Subcategorias	Indicadores	Unidades de registo
Reflexão geral da entrevista	Futuro	Preparação para o futuro	E3, E2, E5
	Entrevista	Tema é interessante	E2, E4, E5
	Perfil profissional	Formação base de engenharia e formação específica na empresa	E3, E5
	Temas sugeridos pelos entrevistados	Dificuldade em iniciar o processo de implementação	E3

4.5.1 Futuro

Os indicadores demonstram que os entrevistados 3, 2 e 5 acreditam que estão preparados para a contínua evolução exigida pela Indústria 4.0:

“Somos organizados e estamos a evoluir constantemente o que demonstra a nossa preparação para o futuro.” (E3)

“mas com os anos e com as renovações estamos no caminho certo para os melhores anos, temos sempre projetos novos, sempre algo a incrementar, temos uma capacidade de trabalho e inovação grande” (E2)

“Esta empresa está preparada, pelos projetos inseridos, estamos na vanguarda da tecnologia o que demonstra a nossa capacidade de evolução” (E5)

4.5.2 Entrevista

De forma a culminar o processo de entrevistas realizado e questionados sobre a pertinência do tópico, os entrevistados 2, 4 e 5 revelaram que acham interessante abordar o tema a nível académico:

“Acho que é algo interessante de se abordar a este nível académico” (E2)

“Interessante, não sabia que já se realizavam teses em Indústria 4.0 e acho que é interessante tanto para as empresas como para si que passa por muitas realidades e vai conhecendo várias empresas no processo” (E4)

“Acho interessante mostrar a importância da Indústria 4.0, não sabia que já se realizavam dissertações nessa área” (E5)

4.5.3 Perfil profissional

Todos os entrevistados têm formação académica em engenharia como se pode verificar na tabela 3, contudo só os entrevistados 3 e 5 referiram que após a formação base tiveram formação específica na área da Indústria 4.0 dentro da própria empresa:

“A minha formação é engenharia física, mas tirei a especialização em instrumentação. Depois tive várias formações na área aqui na empresa” (3)

«já tive foi várias formações dentro da empresa sobre “machine learnig e big data” curiosamente aplicada pela Universidade de Aveiro» (5)

4.5.4 Temas sugeridos pelos entrevistados

Esta subcategoria conta apenas com uma unidade de registo do entrevistado 3, que revela que, para pequenas e médias empresas é difícil iniciar o processo de implementação dos ideais impostos pela Indústria 4.0:

“Acho importante referir que para uma pequena ou média empresa é difícil seguir a implementação da Indústria 4.0, por que às vezes nem sabe por onde começar” (E3)

4.5.5 Análise e discussão

Findando a análise das categorias, esta última é dedicada a uma síntese geral do processo de entrevista que foi realizado, sendo por isso direcionado ao bloco 6 (anexo 1). Em síntese os entrevistados sentem que apesar de esta implementação de novos ideais ser um processo contínuo e de grande exigência, estão preparados para acompanhar tal evolução o que garante um futuro promissor.

No que à entrevista diz respeito, parte dos entrevistados revelam achar interessante o tópico a nível académico, não só pelo conhecimento que se adquire para a comunidade científica, mas também por permitir uma perceção da realidade empresarial na área de estudo. Todos os entrevistados possuem formação académica na área de engenharia, contudo só alguns frequentaram formação específica dentro das empresas na área da Indústria 4.0, o que é uma lacuna que deve ser preenchida por parte das restantes empresas de modo a preparar melhor os seus colaboradores.

Surgiu também um tema interessante por parte de um entrevistado, na medida em que, para pequenas e médias empresas é difícil implementar a Indústria 4.0, muita das vezes não só relacionados com a falta de meios económicos e pela resistência à mudança, mas também pelo facto de não saberem por onde iniciar tais processos e não terem aconselhamento para tal.

4.6 Limitações

Este estudo realizado no âmbito da dissertação final de engenharia mecânica apresenta sem dúvida limitações. A área de incidência do caso estudo foi pequena, nomeadamente a região de Aveiro que apesar de possuir algumas empresas na área da produção mecânica, pode não refletir de todo o panorama nacional, então acaba por ser um caso específico. O facto de estas empresas ainda estarem numa fase embrionária da implementação da Indústria 4.0 também dificultou o foco no tema da dissertação que é “Perceções de tecnologias da Indústria 4.0 na produção mecânica” dado que as empresas acabavam por não estar inseridas na Indústria 4.0 na sua totalidade. Então o foco no tema tornou-se difícil, apesar de igualmente interessante, porque se acabou por ter uma noção da realidade sentida pelas empresas.

É necessário também referir que outra grande limitação foi encontrar empresas dispostas a dar o seu contributo na forma de entrevistas, e as que foram realizadas, a grande maioria foi online devido à situação pandémica vivida (covid-19). O que limitou de

certa forma o contributo das mesmas, porque uma entrevista realizada presencialmente acaba por garantir um maior aproveitamento do conteúdo.

Capítulo 5

5 Conclusões

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais sobre os resultados obtidos referentes ao estudo realizado. Serão também acrescentadas as limitações e sugestões de pesquisas futuras.

Relembrando novamente os objetivos específicos desta dissertação que são:

- Avaliar o entendimento da empresa sobre o próprio conceito de Indústria 4.0 e os seus pilares.
- Avaliar qual o papel desta empresa no processo de implementação da Indústria 4.0 e a influencia dessa mesma implementação

Esta análise final visa dar resposta a tais objetivos com o auxílio do que foi apresentado nos capítulos anteriores, tendo por base as entrevistas realizadas às empresas e a matriz de conteúdos que foi construída posteriormente. Como se verificou a implementação da Indústria 4.0 nas empresas é um tema bastante complexo que ainda tem uma grande jornada pela frente, contudo a sua importância é inegável e é sem dúvida um tema que precisa de ser explorado no tecido empresarial de modo a permitir o seu desenvolvimento.

No diz respeito ao primeiro objetivo, isto é o entendimento das empresas acerca do próprio conceito da Indústria 4.0, é possível concluir sabem o que se pretende obter com esta implementação, contudo apresentam dificuldades em saber no que consiste. Têm a percepção de que esta indústria engloba várias tecnologias e que deveria haver uma comunicação entre as mesmas de modo a melhorar a eficiência e a produtividade. A falta da presença física da implementação na sua empresa acaba por criar uma ideia de que é algo muito complexo de atingir. Quanto aos pilares, parece haver uma falta de conhecimento generalizada de quais são. Os entrevistados conseguem identificar alguns pilares como a inteligência artificial, a robótica e a internet das coisas (IoT), mas parece que não executam a ligação entre eles.

É também perceptível a analogia da Indústria 4.0 à simples automação dos processos e ao tratamento de dados. Os entrevistados referem que a automação e a existência de *softwares* no chão de fábrica fazem parte desta revolução industrial,

contudo não se cinge só a isto. O que denota alguma falta de conhecimento pelas partes integrantes, isto é, os pilares da Indústria 4.0 referidos anteriormente.

Passando agora para o segundo objetivo que incide sobre o processo de implementação da Indústria 4.0 na empresa, é revelador como já foi referido acima que parte das empresas atribuem simplesmente à automação o papel fundamental de implementação. Contudo, presam estar na linha da frente no que toca à evolução, devido à pressão exercida pelo mercado, isto é não só pelos concorrentes, mas também pelas exigências dos clientes. De modo a garantirem no futuro uma implementação consistente das ideias da Indústria 4.0, várias empresas têm planos de implementação e parcerias com outras empresas e com a comunidade científica. É de notar também por parte de algumas empresas uma preocupação em formar os seus trabalhadores garantindo qualidade nos serviços prestados. Apesar de ainda ser embrionária a implementação da Indústria 4.0 em certas empresas, já sentiram mudanças no que toca aos *stakeholders*, tendo-se fortificando cada vez mais as ligações com os clientes e fornecedores. Ao longo do processo de implementação são sentidas por parte das empresas algumas dificuldades que podem justificar a fase inicial de implementação. Dificuldades essas que estão relacionadas com a resistência à mudança, tanto da parte dos trabalhadores como das próprias chefias que se apresentam reticentes no investimento de capital nesta área. Foi também sugerido um tema interessante por parte de um entrevistado que incide no facto de várias empresas de pequena e média dimensão (PME), muitas das vezes, não saberem por onde começar a implementação da Indústria 4.0, o que é algo que se deve tentar ultrapassar. Quanto a planos futuros, a maior parte das empresas demonstrou uma crença na capacidade evolutiva, que demonstra e representa interesse na realização de estudos nesta área.

A lista dos entrevistados é na sua maioria composta por indivíduos do sexo masculino, mas é bastante diversificada no que diz respeito à antiguidade na empresa que deriva deste 1 ano a 30 anos. Este facto transmite diferentes perspetivas da realidade sentida, visto que influencia as diferenças geracionais acarretadas. Todos os entrevistados apresentam formação académica na área da engenharia.

A implementação da Indústria 4.0, mesmo que seja pequena, causa alterações. Desde logo no chão de fábrica é notável que a mão de obra tem de ser mais qualificada para lidar com as evoluções impostas, é também de referir que esta implementação leva muitas vezes a uma renovação das máquinas existentes para poderem comunicar entre si. Com as poucas alterações feitas ao longo dos anos parte das empresas já nota uma melhor satisfação dos clientes com os produtos o que denota que a aplicação das ideias e das tecnologias da Indústria 4.0 é sem dúvida um contributo para o crescimento da empresa.

Em suma é notável que as empresas, apesar de apresentarem algum nível de conhecimento na área da Indústria 4.0, nomeadamente nas suas diretrizes, ainda não as aplicam. Sendo muitas vezes aplicada uma mistura de conceitos e tecnologias que chamam de Indústria 4.0. É necessário um processo de informação e formação mais exaustivo na área para que num futuro próximo possamos ver uma implementação bem alicerçada da Indústria 4.0. O contacto direto com as empresas é um bom instrumento para se ter uma favorável perceção da realidade sentidas pelas mesmas. Esta dissertação veio mostrar que existem muitas oportunidades de pesquisa a realizar na área.

Referências bibliográficas

- (1). Santos B, Alberto A, Lima TDF., Charrua-Santos FM. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. Rev Produção e Desenvol [Internet]. 2018 [cited 2021 Mar 14];4(1):111–24. Available from: <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>
- (2). Indústria 4.0: O essencial [Internet]. Multisector - Innovation Consulting. [cited 2021 May 10]. Available from: https://multisector.pt/2016/04/26/industria_4-0_o-essencial/
- (3). Kagermann H, Wahlster W, Helbig J. Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Acatech - Natl Acad Sci Eng. 2013 [cited 2021 May 30];1–84. Available from: http://essay.utwente.nl/70665/1/Balasingham_BA_MA.pdf
- (4). Kang HS, Lee JY, Choi S, Kim H, Park JH, Son JY, et al. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. Int J Precis Eng Manuf - Green Technol. 2016 [cited 2021 Apr 14];3(1):111–28. DOI: 10.1007/s40684-016-0015-5
- (5). Manyika J, Sinclair J, Dobbs R, Strube G, Rasey L, Mischke J, et al. Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation. E-book. McKinsey Global Institute; 2012. 184 p. [cited 2021 Apr 14]
- (6). Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum; 2016. 172 p. [cited 2021 Mar 18]
- (7). Lobo AMC, Portella JRB. Percursos Da História Moderna. 1ª Edição. Curitiba: Intersaberes; 2017. 270 p. [cited 2021 Mar 10]
- (8). Coelho PMN. Rumo à Indústria 4.0 [Internet]. Faculdade de ciências e tecnologia da Universidade de Coimbra; 2016 [cited 2021 Mar 15]. Available from: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/36992>
- (9). Rifkin J. A Terceira Revolução Industrial. St. Martin's Publishing Group; 2011. 304 p. [cited 2021 Mar 10]
- (10). Klitou D, Conrads J, Rasmussen M, Probst L, Probst C, Pedersen B. Germany: Industrie 4.0 [Internet]. Digital Transformation Monitor. Germany; 2017 [cited 2021 Mar 12]. Available from: https://ati.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-06/DTM_Industrie_4.0_DE.pdf
- (11). Khan A, Turowski K. A perspective on industry 4.0: From challenges to opportunities in production systems. Proc of the Int Conf Internet of Things Big Data. 2016 [cited 2021 Mar 12];441–8. DOI: 10.5220/0005929704410448
- (12). Hermann M, Pentek T, Otto B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review [Internet]. Gallen; 2015 [cited 2021 Mar 5]. Report No.: 1. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/307864150> Design
- (13). Fontainhas N. Indústria 4.0 | Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia

- [Internet]. Lisboa: Deloitte; 2017 [cited 2021 Mar 12]. Available from: <https://www2.deloitte.com/pt/pt/pages/consumer-industrial-products/articles/industria-4-0-.html>
- (14). Portugal2020, União Europeia. Aviso N° 19/SI/2017 [Internet]. 2017 [cited 2021 Mar 11]. Available from: https://www.compete2020.gov.pt/concursos/detalhe/AAC_19-SI-2017
- (15). Lasi H, Kemper H-G, Fettke P, Feld T, Hoffmann M. Industrie 4.0. *Bus Inf Syst Eng Int J Wirtschaftsinformatik* [Internet]. 2014 [cited 2021 Mar 23];4:261–2640. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/271973139>
- (16). Russmann M, Lorenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, et al. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries [Internet]. The Boston Consulting Group. 2015 [cited 2021 Apr 20]. Available from: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf
- (17). Monostori L, Kádár B, Bauernhansl T, Kondoh S, Kumara S, Reinhart G, et al. Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Ann - Manuf Technol*. 2016 [cited 2021 Mar 12]; 65:621–41. DOI: 10.1016/j.cirp.2016.06.005
- (18). Landherr M, Schneider U, Bauernhansl T. The Application Center Industrie 4.0 - Industry-driven Manufacturing, Research and Development. *Procedia CIRP* [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 15];57:26–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.006>
- (19). Baheti R, Gill H. Cyber-Physical Systems. In: Samad T, Annaswamy AM, editors. *The Impact of Control Technology* [Internet]. National Science Foundation; 2011 [cited 2021 Mar 15]. Available from: www.ieeecss.org
- (20). Jazdi N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. University of Stuttgart; 2014. [cited 2021 Apr 19]. DOI: 10.1109/AQTR.2014.6857843
- (21). Qin J, Liu Y, Grosvenor R. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP* [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 19];52:173–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
- (22). Furtado J. Indústria 4.0: A quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro [Internet]. IEDI (Instituto de estudos para o desenvolvimento industrial). 2017 [cited 2021 Apr 19]. Available from: https://www.iedi.org.br/artigos/top/estudos_comercio/20170721_iedi_industria_4_0.html
- (23). High Performance Production through 3D-Printing [Internet]. European Commission. 2020 [cited 2021 Apr 12]. p. Smart Specialisation Platform. Available from: <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/high-performance-production-through-3d-printing>
- (24). Redação. Uso de Impressão 3D na Indústria [Internet]. *A voz da Indústria*. 2018 [cited 2021 May 11]. Available from: <https://avozdaindustria.com.br/industria-4-0/>

- totvs/uso-de-impress-o-3d-na-ind-stria
- (25). Chen T, Lin Y-C. Feasibility Evaluation and Optimization of a Smart Manufacturing System Based on 3D Printing : A Review. *Int J Intell Syst.* 2016 [cited 2021 May 12];00:1–20. DOI: 10.1002/int
 - (26). Li G, Hou Y, Wu A. Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods. *Chinese Geogr Sci.* 2017 [cited 2021 May 12];27(4):626–37. DOI: 10.1007/s11769-017-0890-x
 - (27). Zhang Y, Ren S, Liu Y, Si S. A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. *J Clean Prod* [Internet]. 2016 [cited 2021 May 13];626–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.123>
 - (28). GS1Brasil. Como o código de barras pode ser uma vantagem competitiva [Internet]. Associação Brasileira de Automação. 2018 [cited 2021 May 13]. Available from: <https://blog.gs1br.org/como-o-codigo-de-barras-pode-ser-uma-vantagem-competitiva/>
 - (29). Pereira AC, Romero F. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manuf* [Internet]. 2017 [cited 2021 May 13];13:1206–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
 - (30). Bekey GA. *Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control* [Internet]. London: MIT Press; 2005 [cited 2021 May 14]. 577 p. Available from: [https://books.google.pt/books?id=8MbxCwAAQBAJ&lpg=PR7&ots=5EXB_z0YBI&dq=BEKEY%2C G. A. Autonomous Robots. Massachusetts Institute of Technology Press&hl=pt-PT&pg=PR7#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?id=8MbxCwAAQBAJ&lpg=PR7&ots=5EXB_z0YBI&dq=BEKEY%2C%20G.%20A.%20Autonomous%20Robots.%20Massachusetts%20Institute%20of%20Technology%20Press&hl=pt-PT&pg=PR7#v=onepage&q&f=false)
 - (31). Fontes A. Robôs autônomos: Qual sua importância dentro da Indústria 4.0? [Internet]. Blog Voitto. 2021 [cited 2021 May 14]. Available from: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/robos-autonomos>
 - (32). He Z, Chang T, Lu S, Ai H, Wang D, Zhou Q. Research on Human-computer Interaction Technology of Wearable Devices Such as Augmented Reality Supporting Grid Work. *Procedia Comput Sci* [Internet]. 2017 [cited 2021 May 14];107:170–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2017.03.074>
 - (33). Erboz G. How to Define Industry 4.0: The Main Pillars of Industry 4.0. In: *Managerial Trends in the Development of Enterprises in Globalization Era* [Internet]. Godollo; 2017 [cited 2021 May 14]. p. 761–7. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/326557388>
 - (34). Contribuidores. Realidade aumentada [Internet]. Wikipédia. 2021 [cited 2021 May 14]. Available from: https://pt.wikipedia.org/wiki/Realidade_aumentada
 - (35). Weyer S, Schmitt M, Ohmer M, Gorecky D. Towards industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. *IFAC-Papers Online* [Internet]. 2015 [cited 2021 May 17];48(3):579–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143>

- (36). Schuh G, Potente T, Wesch-Potente C, Weber AR, Prote JP. Collaboration mechanisms to increase productivity in the context of industrie 4.0. *Procedia CIRP* [Internet]. 2014 [cited 2021 May 19];19:51–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.05.016>
- (37). Pederneiras G. Simulação na Indústria 4.0 [Internet]. *Artigos - Indústria 4.0*. 2019 [cited 2021 Mar 15]. Available from: <https://www.industria40.ind.br/artigo/18130-simulacao-na-industria-40~>
- (38). Zheng X, Martin P, Brohman K, Xu L Da. Cloud service negotiation in internet of things environment: A mixed approach. *IEEE Trans Ind Informatics*. 2014 [cited 2021 May 22];10(2):1506–15. DOI: 10.1109/TII.2014.2305641
- (39). Thames L, Schaefer D. Software-defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0. *Procedia CIRP* [Internet]. 2016 [cited 2021 May 22];52:12–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.041>
- (40). Ali M, Kulik CT, Metz I. The gender diversity-performance relationship in services and manufacturing organizations. *Int J Hum Resour Manag*. 2011 [cited 2021 May 22];22(7):1464–85. DOI: 10.1080/09585192.2011.561961
- (41). Richard FD, Bond CF, Stokes-Zoota JJ. One Hundred Years of Social Psychology Quantitatively Described. *Rev Gen Psychol*. 2003 [cited 2021 May 23];7(4):331–63. DOI: 10.1037/1089-2680.7.4.331
- (42). Provost F, Fawcett T. Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*. 2013 [cited 2021 May 23];1(1):51–9. DOI: 10.1089/big.2013.1508
- (43). Yin S, Kaynak O. Big Data for Modern Industry: Challenges and Trends. *Proc IEEE*. 2015 [cited 2021 May 27];103(2):143–6. DOI: 10.1109/JPROC.2015.2388958
- (44). Mourtzis D, Vlachou E, Milas N. Industrial Big Data as a Result of IoT Adoption in Manufacturing. *Procedia CIRP* [Internet]. 2016 [cited 2021 May 27];55:290–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.038>
- (45). Witkowski K. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 - Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Eng* [Internet]. 2017 [cited 2021 May 27];182:763–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.197>
- (46). Donzelli M. The impact of Industry 4.0 on society [Internet]. HLB International. [cited 2021 May 29]. Available from: <https://www.hlb.global/The+impact+of+Industry+40+on+society>
- (47). Stock T, Seliger G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP* [Internet]. 2016 [cited 2021 May 27];40:536–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- (48). Dalenogare LS, Benitez GB, Ayala NF, Frank AG. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *Int J Prod Econ* [Internet]. 2018 [cited 2021 May 28];204:383–94. Available from:

- <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- (49). Shrouf F, Ordieres J, Miragliotta G. Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. *IEEE Int Conf Ind Eng Eng Manag.* 2014 [cited 2021 May 28];697–701. DOI: 10.1109/IEEM.2014.7058728
 - (50). Binkhuysen AB. Industry 4.0: An Introduction [Internet]. Deloitte. Holanda; 2015 [cited 2021 May 30]. Available from: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/be/Documents/Operations/2015_Industry_4_0_Report_vFinal.pdf
 - (51). Kagermann, Wahlster W, Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. *Plattform Industrie 4.0.* 2013. [cited 2021 Mar 30]
 - (52). Gyorffi M. Digitising Industry (Industry 4.0) and Cybersecurity [Internet]. 2017 [cited 2021 May 30]. Available from: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/607361/IPOL_BRI\(2017\)607361_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/607361/IPOL_BRI(2017)607361_EN.pdf)
 - (53). Wang S, Wan J, Li D, Zhang C. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. *Int J Distrib Sens Networks* [Internet]. 2016 [cited 2021 May 30];2016:1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3159805>
 - (54). Thoben KD, Wiesner SA, Wuest T. “Industrie 4.0” and Smart Manufacturing - A Review of Research Issues and Application Examples. *Int J Autom Technol.* 2017 [cited 2021 May 30];4–16. DOI: 10.20965/ijat.2017.p0004
 - (55). Amado J. *Manual de investigação qualitativa em educação.* 2ª. 2014. [cited 2021 May 17]. Available from: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0879-2>
 - (56). Reis C. Entrevista semi estruturada: características, vantagens e desvantagens [Internet]. *Economista.* 2019 [cited 2021 Jun 3]. Available from: <https://www.economista.pt/entrevista-semi-estruturada/>
 - (57). IEFP. Vantagens e Desvantagens da Entrevista [Internet]. Elearning. [cited 2021 Jun 3]. Available from: https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48385/mod_scorm/content/0/ava03/04ava03e.htm
 - (58). Quivy R, Campenhoudt L Van. *Manual de investigação em ciências sociais* [Internet]. Coleção Tr. Coleção Trajetos. Lisboa: Gradiva; 1992 [cited 2021 Jun 4]. Available from: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf%5Cnhttp://www.fep.up.pt/docentes/joao/material/manualinvestig.pdf>
 - (59). Bardin L. *Análise de Conteúdo.* Edições 70. Reto LA, Pinheiro A, editors. São Paulo: Casa de Ideias; 2011. 29–40 p. [cited 2021 Jun 4]. DOI: 10.4272/978-84-9745-209-0.ch2
 - (60). Lima JÁ. Por uma análise de conteúdo mais fiável. *Rev Port da Pedagog* [Internet].

2013 [cited 2021 Jun 7];47(1):29. Available from:

<http://hdl.handle.net/10316.2/29859>

- (61). Lima JÁ, Pacheco JA. Fazer Investigação: Contributos para a elaboração de dissertações e teses. coleção pa. Porto Editora; 2006. 161 p. [cited 2021 Jun 7]

Anexos

Anexo 1-Guião da entrevista

Data e Empresa: _____

Entrevistador: _____

Entrevistado: _____

Idade e Sexo: _____

Função: _____

Antiguidade na função: _____

Antiguidade na Empresa: _____

Blocos	Objetivo do bloco	Questões orientadoras	Perguntas de recurso
<p>BLOCO-1</p> <p>Legitimação da Entrevista</p>	<p>Apresentar ao entrevistado o motivo da entrevista, explicando o procedimento.</p> <p>Criar o ambiente apropriado para o dar início às questões relativas ao tema.</p>	<p>Gratificar a disponibilidade e o interesse do entrevistado em colaborar; informar que a entrevista será gravada, seja usado um gravador caso seja presencial, ou gravação da entrevista via zoom caso a entrevista seja online.</p> <p>Contextualizar a entrevista, explicar o seu assunto e qual o seu propósito. Dar a</p>	

		<p>conhecer as linhas gerais do trabalho a ser elaborado e os seus objetivos.</p> <p>Pedir a colaboração ao entrevistado porque o seu contributo é imprescindível para o êxito do trabalho</p>	
--	--	--	--

<p>BLOCO-2</p> <p>Conceito de Indústria 4.0.</p>	<p>Percecionar o que o entrevistado entende sobre o conceito de Indústria 4.0.</p>	<p>Atualmente, é cada vez mais comum o uso do termo Indústria 4.0, o que significa este termo para si?</p> <p>No seu entender qual a importância da Indústria 4.0 na atualidade?</p>	<p>Se tivesse de dar uma definição de Indústria 4.0, o que diria?</p> <p>Em que difere dos métodos de produção anteriormente usados?</p> <p>O que é uma “Fábrica inteligente” para si?</p>
<p>BLOCO-3</p> <p>Pilares da Indústria 4.0.</p>	<p>Perceber a posição do entrevistado sobre os alicerces da Indústria 4.0.</p>	<p>O que entende por pilares da indústria 4.0?</p> <p>Tendo em conta a sua experiência quais são</p>	<p>Quais sente que foram os alicerces da implementação da Indústria 4.0 nesta empresa?</p> <p>O que lhe suscita os termos: fabrico aditivo, Big data, robôs autónomos</p>

		os pilares/ tecnologias mais importantes para uma implementação eficaz da Indústria 4.0?	entre outros?
BLOCO-4 Papel da empresa.	Perceção do papel da empresa no processo de Implementação continua da indústria 4.0.	Baseado na sua experiência, qual a relação desta empresa com o propósito da Indústria 4.0? Como avaliaria o papel desta empresa como promotor da indústria 4.0?	Tem conhecimentos se existe alguma estratégia de implementação da Indústria 4.0 na empresa? Acredita que tal estratégia faria/faz diferença? É do interesse desta empresa estar na linha da frente da Indústria 4.0?

<p>BLOCO-5</p> <p>Impactos e Desafios da Implementação da Indústria 4.0</p>	<p>Identificar os efeitos e impactos da implementação da Indústria 4.0 até á data, e adquirir informação do que se espera do futuro.</p>	<p>No seu ponto de vista de que forma esta empresa foi afetada por esta implementação?</p> <p>Ao longo da seu vivencia na empresa consegue identificar o tipo de dificuldades/ barreiras sentidas com a implementação das ideias da Indústria 4.0?</p>	<p>Quais os principais inconvenientes que pensa enfrentar no futuro?</p> <p>Acha que empresa se tornou mais competitiva?</p> <p>Quais foram para si, os impactos mais marcantes resultantes desta implementação?</p> <p>Qual o impacto nos <i>stakeholders</i>?</p>
--	--	--	---

<p>BLOCO-6</p> <p>Síntese e reflexão sobre a própria entrevista.</p> <p>Agradecimentos</p>	<p>Recolher elementos sobre a formação profissional do entrevistado.</p> <p>Identificar as necessidades que o entrevistado ache relevantes.</p> <p>Aferir o que o entrevistado pensa sobre a entrevista dada.</p>	<p>Sente que a empresa está preparada para a continua evolução exigida pela Indústria 4.0?</p> <p>O que pensa dos objetivos desta entrevista?</p>	<p>Gostaria de incluir mais alguma coisa ao que foi dito?</p> <p>Já obteve alguma formação específica sobre a Indústria 4.0?</p> <p>Será possível recolher algum registo fotográfico/vídeo das tecnologias implementadas nesta empresa?</p>
---	---	---	---

Anexo 2- Matriz de Conteúdos

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Unidades de registo
Indústria 4.0	Conceito	Produção rápida, flexível e eficiente	<p><i>“Se tiver de descrever com uma palavra <u>significa otimização</u>, ou seja, há muito desperdício, muitas coisas que são feitas em papel e que ao serem feitas de modo digital <u>tornam-se bastante mais eficientes</u>” (E3)</i></p> <p><i>“(..) então permite um processo de <u>produção mais rápido e mais flexível</u>. Significa <u>maior eficiência de produção</u>” (E5)</i></p> <p><i>“(..) e temos uma utilização das <u>tecnologias de uma forma mais eficiente e mais eficaz</u>” (E1)</i></p>
		Evolução das tecnologias tradicionais	<p><i>“considero que seja um conjunto de <u>tecnologias</u> ou que se realçam um conjunto de <u>tecnologias em que se pretende tirar o maior partido das tecnologias tradicionais</u>” (E1)</i></p> <p><i>“Para mim Indústria 4.0 é <u>tirar o máximo partido das tecnologias</u>”</i></p>

			<u>tradicionais que existem” (E4)</u>
Importância	Crescimento da empresa		<p><u>“temos de estar na linha da frente porque leva a empresa a crescer cada vez mais a todos os níveis” (E4)</u></p> <p><u>“porque vai fomentar as empresas a crescerem e o mercado está cada vez mais exigente” (E5)</u></p>
	Integração das tecnologias		<p><u>“Indústria 4.0 esta a fazer é no fundo fazer uma integração de tecnologias que muitas vezes não são e nunca estiveram sequer próximas” (E1)</u></p> <p><u>“Para mim o aspeto mais importante é a integração de todas as ferramentas e tecnologias existentes e também acessórias que foram criadas no desenrolar dessa evolução” (E2)</u></p>
Fábricas Inteligentes	Tecnologias conectadas entre si e com a unidade fabril		<p><u>“aplicar das tecnologias proporcionadas por esta implantação, ligando-as entre si e com a unidade fabril.” (E2)</u></p> <p><u>“assenta num fundamento básico</u></p>

			<p><u>em que as máquinas e os sistemas estão conectados” (E5)</u></p> <p><u>“ou seja, se a fabrica tiver determinados sensores, os vários componentes interligados” (E4)</u></p>
Pilares	Noção	Inteligência artificial, a robótica e Internet das coisas (iot)	<p><u>“por exemplo a ergonomia industrial, a Data Science, robótica, a IOT, a 5G, a inteligência artificial, a realidade virtual e aumentada” (E5)</u></p> <p><u>“será a internet das coisas para conectar componentes, a robótica, a automação que apesar de já ter” (E4)</u></p> <p><u>“que a meu ver é um grande pilar, que é a inteligência artificial, deep learning aplicadas ao iot” (E2)</u></p>
		Processamento de dados	<p><u>“Depois vamos ter o pilar do processamento dos dados” (E2)</u></p> <p><u>“até podes adquirir bons dados, mas se não souberes o que fazeres com eles é desnecessário por isso considero o seu processamento um pilar” (E3)</u></p>
	Priorização	Software	<u>“A implementação do</u>

			<p><u>nosso software foi algo que ajudou e potencializou a indústria 4 com o tratamento de dados” (E5)</u></p> <p><u>“O que fez o kick off da indústria 4.0 na nossa divisão foi, como referi, a implantação do software e o objetivo desta longa jornada é ter o mesmo software em toda as fábricas e ligar tudo” (E3)</u></p>
Papel da empresa	Relação da empresa com propósito da indústria 4.0	Automatização	<p><u>“temos alguns setores da empresa que já dedicado essencialmente à indústria 4.0 essencialmente na automatização dos processos” (E2)</u></p> <p><u>“Nesta área de negócio, a indústria 4.0 está muito ou esta feita fundamentalmente na automatização de processos” (E1)</u></p>
	Promotor da indústria 4.0	Vanguarda da evolução	<p><u>“Prezamos estar sempre na linha da frente por isso acho que somos uns bons promotores.” (E2)</u></p> <p><u>“Acho que sem dúvida é algo que nos esforçamos para fazer, quer a nível interno, quer através</u></p>

			<i><u>de parcerias com outras instituições em diversos projetos de modo a promover e implementar a indústria 4.0.” (E3)</u></i>
	Estratégia de implementação	Estratégias de implementação e parcerias alinhadas	<p><i><u>“Há estratégia de implementação (...)” (E2)</u></i></p> <p><i><u>“Na empresa existe um plano estratégico de implementação da Indústria 4.0 á cerca de 3-4 anos em que implementamos diversos objetivos” (E4)</u></i></p> <p><i><u>“Existem vários projetos nessa área, mas acho que foi algo natural que foi surgindo pela pressão do mercado para acompanhar as tendências” (E5)</u></i></p> <p><i><u>“Existem vários projetos com várias parcerias como a Universidade de Aveiro e outras entidades do sistema científico nacional e também outras empresas (...) Potenciando os processos produtivos a satisfazer a população e enquadrar na</u></i></p>

			<i>indústria 4.0 como um fator diferenciador de estar pensado para fomentar a nova realidade industrial.” (E5)</i>
		Formação interna dos colaboradores	<p><i>“há falta de trabalhadores no mercado, <u>já temos processos de formação montados de forma a combater isso</u>” (E2)</i></p> <p><i>“Ora bem, <u>quando entras na empresa tens umas certas formações</u>” (E3)</i></p>
Implementação	Impactos	Exigência do mercado	<p><i>“o próprio mercado já <u>quer mais e melhor, portanto somos todos obrigados a evoluir, mesmo que seja nas pequenas coisas</u>” (E4)</i></p> <p><i>“Eu penso que o impacto maior <u>é a nível da concorrência e do próprio mercado, nós somos afetados de uma forma indireta</u>” (E1)</i></p> <p><i>“muitas vezes esta questão da indústria 4.0 nasce, <u>não só da evolução necessária, mas também de ter de responder a requisitos legais muito fortes</u>” (E3)</i></p>
			<i>“muitas vezes esta</i>

		Incremento de produção	<p><i>questão da indústria 4.0 nasce, não só da evolução necessária, <u>mas também de ter de responder a requisitos legais muito fortes, garantindo assim a qualidade</u>" (E3)</i></p> <p><i>"É sempre, sempre um conceito <u>que vai acrescentar valor e qualidade, que vem acrescentar rapidez ao processo</u>" (E4)</i></p> <p><i>"<u>porque atingimos o recorde de vendas este ano</u>" (E5)</i></p>
	Desafios e barreiras	Resistência á mudança	<p><i>"É obvio que traz sempre consequências porque as pessoas, o <u>funcionário, tem de estar continuamente em desenvolvimento</u>" (E5)</i></p> <p><i>"<u>A resistência à mudança, não só por parte dos funcionários, mas também da gerência é algo crítico.</u>" (E3)</i></p> <p><i>"Por um lado, isto é um desafio, porque estar com pessoas que trabalham ou trabalharam 10, 15, 20, 30 anos numa área e agora <u>dizer-</u></i></p>

			<p><u>lhes e explicar-lhes que ele tem de trabalhar com tecnologias muito diferentes é um desafio muito grande” (E1)</u></p>
		Dificuldade em investir	<p><u>“Para a direção de topo é difícil aceitar fazer algum tipo de investimento.” (E1)</u></p> <p><u>“A resistência à mudança, não só por parte dos funcionários, mas também da gerência é algo crítico” (E3)</u></p>
	Stakeholders	Satisfação dos clientes	<p><u>“mas os clientes também se sentem mais ouvidos nas especificações de produtos, sentem que as empresas desenvolvem os produtos mais tendo em conta o que eles querem em vez de ser o que a produção admite” (E5)</u></p> <p><u>“conseques não só obter mais qualidade, não só no output (os clientes)” (E3)</u></p> <p><u>“O serviço é melhor, o produto também, o ciclo de desenvolvimento do produto é mais curto. (...) isso acaba por</u></p>

			<p><u>retornar a empresa em satisfação e mais encomendas” (E1)</u></p>
		<p>Ligação aos fornecedores e fluidez do processo de encomenda</p>	<p><u>“Há uma liqação mais forte aos fornecedores e outras empresas” (E5)</u></p> <p><u>“Se tiveres dados bem tratados, consegues não só obter mais qualidade(..) na logística e ter dados de uma forma estruturada que depois os possas usar” (E3)</u></p>
Reflexão geral da entrevista	Futuro	Preparação para o futuro	<p><u>“Somos organizados e estamos a evoluir constantemente o que demonstra a nossa preparação para o futuro.” (E3)</u></p> <p><u>“mas com os anos e com as renovações estamos no caminho certo para os melhores anos, temos sempre projetos novos, sempre algo a incrementar, temos uma capacidade de trabalho e inovação grande” (E2)</u></p> <p><u>“Esta empresa está preparada, pelos projetos inseridos, estamos na</u></p>

			<u>vanuarda da tecnologia o que demonstra a nossa capacidade de evolução” (E5)</u>
	Entrevista	Tema interessante	<p><u>“Acho que é algo interessante de se abordar a este nível acadêmico” (E2)</u></p> <p><u>“Interessante, não sabia que já se realizavam teses em indústria 4.0 e acho que é interessante tanto para as empresas como para si que passa por muitas realidades e vai conhecendo várias empresas no processo” (E4)</u></p> <p><u>“Acho interessante mostrar a importância da Indústria 4.0, não sabia que já se realizavam dissertações nessa área” (E5)</u></p>
	Perfil profissional	Formação base de engenharia, e formação específica na empresa	<p><u>“A minha formação é engenharia física, mas tirei a especialização em instrumentação. Depois tive várias formações na área aqui na empresa” (E3)</u></p> <p><u>«já tive foi varias formações dentro da</u></p>

			<i><u>empresa sobre “machine learnig e big data” curiosamente aplicada pela Universidade de Aveiro» (E5)</u></i>
	Temas sugeridos pelos entrevistados	Dificuldade no processo de implementação	<i><u>“Acho importante referir que para uma pequena ou média empresa é difícil seguir a implementação da indústria 4.0, por que às vezes nem sabe por onde começar” (E3)</u></i>