



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Filipe Manuel Pires da Costa

**Identificar e caracterizar as competências
necessárias ao profissional de Engenharia e
Gestão Industrial para enfrentar a Indústria
4.0**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Especialidade Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Rui M. Lima

e da

Professora Diana Mesquita

outubro de 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Filipe Manuel Pires da Costa

Endereço eletrónico: pg31503@alunos.uminho.pt

Telefone: 00351968429126

Número do Bilhete de Identidade: 11238862

Título da dissertação: Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0

Orientadores: Professor Rui M. Lima e Professora Diana Mesquita

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Engenharia Industrial especialidade em Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, 31/10/2018

Assinatura: *Filipe Manuel Pires da Costa*

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento é a retribuição de algo que por nós fizeram, e se o fizeram, dispuseram do seu tempo para partilhar com o meu. Sendo o tempo uma das variáveis fundamental do universo, vejo que partilharam comigo uma das vossas maiores dádivas universais “tempo”.

Um muito, obrigado a todos pelo vosso tempo...

Um agradecimento:

Aos meus orientadores Professor Rui M. Lima e Professora Diana Mesquita, pela confiança, apoio e incentivo durante todo processo de orientação do trabalho.

Queria agradecer aos envolvidos nas empresas que fizeram parte deste projeto.

À minha família que sempre esteve e estará presente no meu percurso pessoal e profissional.

E finalmente a ti pelo apoio, compressão e dedicação às minhas ambições...

RESUMO

Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia Industrial para enfrentar a Indústria 4.0 sugere um conjunto de questões complexas e desafiantes. A investigação a desenvolver tem como principal objetivo contribuir para a identificação e definição das competências técnicas e transversais, necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, bem como identificar as mais importantes tecnologias do conceito Indústria 4.0. Neste sentido, estudou-se um caso em particular, mais concretamente o profissional em Engenharia e Gestão Industrial, procurando-se definir e caracterizar o portfólio das competências mais importantes para enfrentar os impactos inerentes à quarta revolução industrial, bem como as tecnologias mais relevantes, partindo das experiências e expectativas dos alunos, dos profissionais de engenharia e da Indústria 4.0.

Tendo em conta os objetivos a serem alcançados, o design da investigação segue uma abordagem predominantemente qualitativa, desenvolvendo-se em três fases, com recurso a técnicas e procedimentos de recolha de dados que possibilitassem uma análise aprofundada do caso, nomeadamente análise documental, inquéritos por questionário e entrevistas. O design metodológico utilizado possibilitou efetuar uma análise integrada da informação recolhida ao longo das fases.

Dos principais resultados alcançados, nomeadamente o portfólio das principais competências técnicas e transversais, bem como as principais tecnologias inerentes ao conceito da Indústria 4.0, decorrem pressupostos e implicações que importa considerar na justificação e caracterização das competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial. Nas competências transversais verifica-se um alinhamento dos participantes com a – resolução de problemas complexos; pensamento crítico e gestão de pessoas e liderança – já no que diz respeito às competências técnicas verifica-se uma consonância com os pilares essenciais da Engenharia e Gestão Industrial ao nível do conhecimento sobre sistemas, processos e a articulação do conhecimento. Nas principais tecnologias inerentes aos conceitos da Indústria 4.0, verifica-se uma maior importância dada a tecnologias relacionadas à conectividade e integração.

Estes resultados remetem para algumas sugestões de investigação futura, no que diz respeito ao alargamento do estudo a outros contextos, especificamente instituições e a mais profissionais da Indústria 4.0.

PALAVRAS-CHAVE

Competências chave da Indústria 4.0; Competências Técnicas; Competências Transversais; Pilares tecnológicos da Indústria 4.0; Indústria 4.0; Quarta Revolução Industrial.

ABSTRACT

Identify and characterize the competence required for the Industrial Engineering professional to face Industry 4.0, suggests of complex and challenging issues. The main objective of this research is to contribute to the identification and definition of the technical and transversal competence, to the professional of Industrial Management and Engineering, as well as the the most important technological advances of the Industry 4.0 concept. In this way, a particular case was studied, more specifically the, the professional of Industrial Management and Engineering, having defined and trying to define and characterize the portfolio of the most important competences to face the impacts inherent to the fourth industrial revolution, as well as the most relevant technologies, starting from the experiences and expectations of students, professionals engineering and Industry 4.0.

According to the objectives to be achieved, the design of the research follows a predominantly qualitative approach, being developed in three phases, using techniques and procedures of data collection, that would allow for an in-depth analysis of the case, namely documentary analysis, questionnaire surveys and interviews. The methodological design used made it possible to carry out an integrated analysis of the information collected during the phases.

Of the main results achieved, namely the portfolio of the main technical and transversal competences, as well as the main technologies inherent to the Industry 4.0 concept, presupposes and implications must be considered in the justification and characterization of the necessary competences to the professional of Industrial Engineering and Management. In the transversal competences there is an alignment of the participants with the - resolution of complex problems; critical thinking and people management and leadership – in terms of technical competences, there is a consonance with the essential pillars of Industrial Engineering and Management at the level of knowledge about systems, processes and the articulation of knowledge. In the main technologies inherent to the Industry 4.0 concepts, there is a greater importance given to technologies related to connectivity and integration.

These results refer to some suggestions for future research, related to the extension of the study to other contexts, specifically institutions and professionals of the Industry 4.0.

KEYWORDS

Key Industry 4.0 Skills; Technical Skills; Transversal Skills; Technology Pillars of Industry 4.0; Industry 4.0; Fourth Industrial Revolution.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Estrutura da dissertação.....	4
2. Metodologia de Investigação.....	6
2.1 Problemática da Investigação.....	7
2.2 Questão de Investigação	9
2.3 Opções Metodológicas	10
2.3.1 Estudo de caso.....	11
2.4 Perspetiva e desenho da Investigação	13
2.5 Contexto do Estudo e Participantes	16
2.5.1 Alunos do 3º e 4º ano do curso de MIEGI.....	17
2.5.2 Participantes da II Edição do evento COMPETInd4.0	18
2.5.3 Profissionais da Indústria 4.0	22
2.6 Técnicas e Procedimentos de Recolha e Análise de Dados.....	23
2.6.1 Análise documental.....	26
2.6.2 Inquérito por questionário.....	27
2.6.3 Entrevistas	31
2.7 A questão da fiabilidade e do rigor	36
3. Contextualização Histórica: As Revoluções Industriais e a Engenharia Industrial	37
3.1 Revolução e Industrialização	38

3.2	A Engenharia e Gestão Industrial	39
3.3	Primeira Revolução Industrial	42
3.4	Segunda Revolução Industrial	45
3.5	Terceira Revolução Industrial	47
3.6	Quarta Revolução Industrial	50
3.6.1	Transformação do mercado de trabalho	53
3.6.2	Transformação do sistema de ensino	56
3.7	Os Pilares Tecnológicos e a Indústria	57
3.8	“The Smart Manufacturing”	59
4.	As Competências.....	61
4.1	Desafios para o desenvolvimento de competências.....	66
4.2	Proposta do portfólio de competências.....	67
4.2.1	Competências Transversais.....	68
4.2.2	Competências Técnicas	77
5.	Apresentação de resultados	81
5.1	Inquérito por questionários aos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI	82
5.2	Inquérito por questionário participantes COMPETInd 4.0.....	86
5.3	As entrevistas	88
6.	Discussão dos resultados	100
6.1	Competências Transversais	100
6.2	Competências Técnicas	104
6.3	Tecnologias do conceito ou Pilares Tecnológicos I4.0	108
7.	Conclusão e implicações	110
	Referências Bibliográficas	115
	Anexo I – Inquérito por questionário alunos do 3º e 4º ano de MIEGI	118
	Anexo II – Inquérito por questionário participantes II Edição COMPETInd 4.0.....	126
	Anexo III – Guião da entrevista	131
	Anexo III.I – Consentimento informado da entrevista.....	134
	Anexo III.II – Transcrição de entrevista	135
	Anexo IV –E-mail divulgação de inquérito por questionário	154

Anexo V – E-mail marcação de entrevista.....	156
Anexo VI – Tabelas de classificações.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fases do desenvolvimento da investigação	14
Figura 2 – Situação profissional dos inquiridos II Edição do evento COMPETInd 4.0.....	21
Figura 3 – Área funcional dos inquiridos II Edição do evento COMPETInd 4.0.....	21
Figura 4 – Evolução das competências entre 2015 e 2020	73
Figura 5 – Importância das áreas do conhecimento no perfil profissional em Engenharia e Gestão Industrial selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI	82
Figura 6 – Características da prática de um profissional em Engenharia e Gestão Industrial selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI.....	83
Figura 7 – Tecnologias do conceito Indústria 4.0 mais importantes selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ao do MIEGI.....	84
Figura 8 – Gráfico das frequências relativa das Competências Transversais selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano do MIEGI	85
Figura 9 – Gráfico das frequências relativa das Competências Técnicas selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano do MIEGI	86
Figura 10 – Tecnologias do conceito Indústria 4.0 mais importantes para os participantes da II Edição COMPETInd 4.0.....	86
Figura 11 – Gráfico das frequências relativa das Competências Transversais dos participantes II Edição COMPETInd 4.0	87
Figura 12 – Evolução das competências entre 2015 e 2020: Fonte (World Economic Forum, 2016a).....	102
Figura 13 – Classificação dos cinco Pilares Tecnológicos mais importantes à I4.0.....	109

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhes do design metodológico	16
Tabela 2 - Perfil dos alunos do MIEGI inquiridos.	18
Tabela 3 – Caracterização das áreas de atividades dos inquiridos da II Edição do COMPETInd 4.0.....	22
Tabela 4 – Dimensões a analisar com a metodologia inquérito por questionário	30
Tabela 5 – Dimensões a analisar com a metodologia entrevista.....	34
Tabela 6 – Eventos significantes na Engenharia e Gestão Industrial (adaptado de Heizer & Render, 2011).....	41
Tabela 7 – Profissões em risco VS Futuras profissões: Fonte (Benedikt Frey & Osborne, 2013).	55
Tabela 8 – Combinação do portfólio de competências por Schaper et al., (2012) e das competências essenciais relacionadas ao trabalho do World Economic Forum, (2016a).	71
Tabela 9 – Comparação e compactação das competências em 2020 pelo (Human Resources, 2017).....	74
Tabela 10 – Tecnologias da Indústria 4.0 mais importantes para os entrevistados.....	94
Tabela 11 – Quadro resumo das principais Competências Transversais nas entrevistas	96
Tabela 12 – Quadro resumo das principais Competências Técnicas nas entrevistas.....	99
Tabela 13 – Resumo das Competências Transversais, comparações dos participantes do estudo.....	101
Tabela 14 – Resumo das Competências Técnicas, comparações dos participantes do estudo	105
Tabela 15 – Análise geral dos Pilares Tecnológicos mais importantes à I4.0	108

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

FEM - Fórum Económico Mundial

WEF - World Economic Forum

JIS - Journal of International Scientific

IJPEM – International Journal of Precision Engineering and Manufacturing and Green Technology

CIKI - Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação

PwC - PricewaterhouseCoopers

USDL - United States Department of Labor.

CPS - Cyber Physical Systems

IoT - Internet of Things

P - Partners

AIT - Asian Institute of Technology

O*NET - Occupational Information Network

EU - União Europeia

MIT - Massachusetts Institute of Technology

SCP - Smart Connected Products

MIEGI – Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

I4.0 – Indústria 4.0

EGI – Engenharia e Gestão Industrial

“Uma das características da quarta revolução industrial é que não altera aquilo que fazemos, mas muda-nos a nós.”

Klaus Schwab, Fundador e Presidente Executivo do World Economic Forum

1. INTRODUÇÃO

Todas as revoluções industriais marcam um período de transição na história da humanidade. Depois da primeira revolução industrial, com o aparecimento da máquina a vapor, da eletricidade e produção em massa, associadas à segunda revolução industrial e ao aparecimento dos primeiros computadores pessoais e internet, relacionados com a terceira revolução industrial, chegamos agora ao limiar da quarta revolução industrial. Esta tem um caráter diferente das anteriores, uma vez que é caracterizada por várias tecnologias que possibilitam a interligação entre o mundo físico e o digital, tendo impacto em todas as áreas de atividade, economias, indústrias e serviços. Esta ligação entre sistemas digitais, físicos e biológicos, traz desafios à própria definição do significado de ser humano. De acordo com o World Economic Forum (WEF), a tecnologia irá evoluir tanto que se tonará difícil de distinguir o que é natural e o que é artificial (World Economic Forum, 2016b).

O efeito global da Indústria 4.0 em sistemas de produção concentra-se na personalização de produtos sob condições de produção em massa altamente flexível (Juskalian, 2014), o que leva a maiores eficiências e uma revolução das relações tradicionais de produção entre fornecedores, produtores e clientes e entre humano e máquina (Rüßmann et al., 2015).

A escala e a amplitude da atual revolução tecnológica irão desdobrar-se em mudanças económicas, sociais e culturais de proporções tão drásticas e disruptivas que chega a ser quase impossível prevêê-las. Prevê-se, desta forma, que o impacto potencial da quarta revolução industrial se reflita na economia, nos negócios, nos governos e países, na sociedade e nos indivíduos. Em todas essas áreas, um dos maiores impactos surgirá a partir de uma única força: o *“empowerment”* - como os governos se relacionam com os seus cidadãos; como as empresas se relacionam com seus empregados, acionistas e clientes; ou como as superpotências se relacionam com os países menos desenvolvidos. A rutura que a quarta revolução industrial irá causar aos atuais modelos políticos, económicos e sociais vai exigir que os atores capacitados reconheçam que são parte de um sistema de poderes distribuídos que requer formas mais colaborativas de interação para que possa prosperar (Schwab, 2016b).

Neste sentido, uma breve revisão de literatura demonstra uma natureza de dois gumes da Indústria 4.0: se por um lado cria empregos em algumas áreas, por outro lado ameaça destruir noutras. Apesar disso, este assunto continua a ser uma questão de debate entre os especialistas, com alguns a contrariar o princípio de que todos os empregos na indústria podem ser automatizados com o argumento de que a tecnologia aumentará principalmente a produtividade através de sistemas de assistência física e digital (Rüßmann et al., 2015).

O mercado de trabalho será também afetado pela quarta revolução industrial, com o papel dos profissionais a ser transformado para maximizar o potencial das tecnologias. As funções e competências necessárias serão modificadas, tornando-se mais dinâmicas e complexas, mas não deixarão de existir setores como a construção, produção, saúde ou educação. Alguns trabalhos mais repetitivos poderão ser substituídos por algoritmos e máquinas com inteligência artificial, mas, em contrapartida, haverá a criação de empregos ligados à tecnologia.

Centrados nesta dinâmica de transformação, sendo a problemática essencial a adaptação do perfil profissional àquilo que se define de interligação entre o mundo físico e o digital, tendo impacto em todas as áreas, é necessário repensar o portfólio das competências essenciais que os profissionais têm de desenvolver para lidar com este cenário. Desta forma, é necessário assegurar condições, recursos e oportunidades de aprendizagem para que as competências técnicas e transversais sejam desenvolvidas, pois a formação académica e profissional são decisivas no processo de aquisição e desenvolvimento de conhecimentos, atitudes, valores e competências relativas à prática profissional em Engenharia e Gestão Industrial, que para além da aplicação dos conhecimentos técnicos, passa igualmente pelo desenvolvimento de competências transversais.

A motivação para a realização deste trabalho reside essencialmente na necessidade de identificação e definição das competências técnicas e transversais essenciais ao perfil profissional em Engenharia e Gestão Industrial. Tal implica, conhecer o contexto inerente à Indústria 4.0 e toda a sua envolvente ao nível tecnológico, ao nível das transformações do mercado de trabalho e das necessidades de transformação do sistema de ensino e de aprendizagem. Pretende-se, também, relacionar o mundo académico com o mundo industrial,

partindo das perspetivas dos participantes na investigação, devido à discrepância entre a formação inicial e a prática profissional, nomeadamente no que diz respeito a estas competências, tal como apresentado em diversos estudos.

1.1 Objetivo

Este trabalho de investigação tem como principal objetivo contribuir para a identificação e definição das principais competências técnicas e transversais, necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial (EGI) bem como o portfólio dos mais importantes avanços tecnológicos do conceito Indústria 4.0, de forma a serem contempladas na organização, planificação e desenvolvimento do currículo no caso da formação inicial ou contínua. Pretende-se abordar este objetivo sob a perspetiva de estudantes e profissionais de Engenharia e Gestão Industrial, considerando os seguintes objetivos específicos:

- Descrever o desenvolvimento da Engenharia e Gestão Industrial no contexto histórico das revoluções industriais.
- Identificar e descrever as principais envolventes do conceito Indústria 4.0.
- Criação de um portfólio geral de competências técnicas e transversais adequados às características do exercício da profissional do Engenheiro de Gestão Industrial.
- Identificar e caracterizar, as tecnologias mais importantes do conceito Indústria 4.0, considerando a perspetiva dos participantes.
- Identificar e caracterizar as competências técnicas e transversais necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, considerando a perspetiva dos participantes.

Sendo o tema da Indústria 4.0 ainda recente e pouco definido, esta dissertação apresenta alguns objetivos específicos do tipo descritivo, pelo que se poderá afirmar que parte do trabalho (dos resultados) se baseará na análise e síntese crítica da literatura. Os outros objetivos específicos estão relacionados com a definição e identificação das competências mais relevantes para o profissional de EGI neste novo contexto industrial.

Este estudo enquadra-se num projeto de investigação internacional mais alargado, intitulado de *MSIE4.0 – Curriculum Development of Master's Degree Program in Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry*. Trata-se de um projeto que tem como objetivo criar um currículo formativo de alta qualidade no contexto da Indústria 4.0, mais concretamente um mestrado em Engenharia Industrial que vise o desenvolvimento de competências dos seus graduados nesse sentido. Este projeto envolve nove parceiros, dos quais seis são da Tailândia e três das universidades parceiras da UE (Portugal, Polónia e Roménia). O projeto conta ainda com vários parceiros industriais dos diferentes países.

1.2 Estrutura da dissertação

Na primeira parte deste documento apresenta-se a abordagem metodológica adotada no âmbito deste estudo. Neste sentido, no segundo capítulo, encontra-se a justificação da problemática de estudo, sendo evidenciada a questão da investigação e os objetivos que nortearam esta investigação que, por sua vez, se refletem nas opções metodológicas tomadas em cada uma das três fases do processo metodológico. As opções metodológicas passam também pelas técnicas de recolha e análise de dados utilizadas na investigação. Neste capítulo encontra-se ainda uma descrição do contexto de estudo a fim de apresentar as especificidades do caso em questão e dos participantes envolvidos. Por último, evidenciam-se as questões da fiabilidade e do rigor tidas em conta no âmbito desta investigação.

A segunda parte abarca o terceiro e quarto capítulos e refere-se ao enquadramento concetual da problemática de estudo. O terceiro capítulo é dedicado à contextualização histórica das revoluções industriais na relação com a origem e desenvolvimento da Engenharia e Gestão Industrial enquanto área de conhecimento. Foi realizada uma pesquisa sobre as transformações globais ao nível das revoluções industriais e a sua relação com o nascimento da Engenharia e Gestão Industrial. Dentro ainda deste capítulo, encontra-se uma contextualização da problemática da investigação, tendo como base as competências para enfrentar a Indústria 4.0, onde se apresenta uma revisão às transformações do mercado de trabalho e do sistema de ensino, com o intuito de obter um entendimento sobre o impacto que esta era industrial prevê alcançar nestes temas. Como parte do enquadramento conceptual é feito um levantamento sobre as principais tecnologias inerentes ao conceito da

Indústria 4.0 e ao conceito *smart manufacturing*, que permanecem ligados através da incorporação deste tipo de tecnologias, os produtos, sistemas e processos produtivos têm vindo a tornarem-se complexos e cada vez mais integrados. O quarto capítulo incide no conceito de competências essenciais à Indústria 4.0, bem como nas características do profissional em Engenharia e Gestão Industrial. Este enquadramento suporta e fundamenta a proposta do portefólio de competências transversais e técnicas apresentadas. Aqui, apresentam-se os resultados da pesquisa bibliográfica realizada sobre as principais competências inerentes ao conceito da Indústria 4.0, de forma, a elaborar um portefólio de competências transversais que será considerado na aplicação prática das metodologias de investigação. Para definição do portefólio de competências técnicas a considerar na investigação, é efetuado uma revisão às características da prática profissional em Engenharia de Gestão Industrial.

A terceira parte desta investigação, destina-se à apresentação e discussão dos resultados da investigação. O quinto capítulo destina-se à apresentação dos resultados da investigação, sendo dividido em três subcapítulos, com vista a diferenciar a apresentação de resultados dos diferentes grupos de participantes. Os resultados são, assim, apresentados de forma gráfica e descritiva, acompanhados por uma análise crítica. O sexto capítulo destina-se à discussão dos resultados obtidos relativos à análise das três grandes dimensões da investigação: Competências transversais; Competências técnicas; e Tecnologias do conceito ou Pilares Tecnológicos da Indústria 4.0. Pretende-se, desta forma, discutir e inferir sobre os resultados baseado numa metodologia de triangulação dos dados obtidos na investigação por parte dos três grupos de participantes.

A dissertação termina com a apresentação das conclusões e implicações decorrentes desta investigação, em que se procura dar resposta às questões de investigação inicialmente formuladas. Para tal, apresenta-se uma síntese dos principais resultados e sugestões a considerar para investigações futuras e uma reflexão crítica sobre as limitações do estudo.

2. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A investigação é uma atividade praticada de acordo com determinadas regras e processos, utilizando metodologias próprias e seguindo pertinentes códigos de ética e boa conduta, com o objetivo de se descobrirem novos conhecimentos, técnicas ou procedimentos nas mais diversas áreas de estudo. A investigação tem ainda como objetivo compreender e esclarecer os fenómenos que surgem no contexto do mundo real, e dar uma solução ou encontrar formas de mitigação dos problemas que surgem no contexto do quotidiano (Bowling & Ebrahim, 2005). A atividade de investigação desenvolve-se dentro de determinadas regras e procedimentos e seguindo-se uma sequência lógica e estruturada que engloba várias fases, que vão desde a identificação do problema a ser investigado e que necessita de ser resolvido ou mitigado, ou da necessidade de se esclarecer e compreender uma dada situação ou fenómenos no contexto do mundo real, até à discussão, validação e apresentação dos resultados obtidos desse processo de investigação (Carmo & Ferreira, 2008). Na área da Engenharia a atividade de investigação é também associada ao conhecimento científico e é conduzida de forma contínua e sistematizada de aprendizagem e experimentação, com testagem e conseqüente validação de resultados. A investigação nesta área tem como objetivo principal o aumento do conhecimento e do saber, para posterior aplicação desse conhecimento e saber nas respetivas áreas científicas e tecnológicas (Denzin & Lincoln, 2011).

Neste sentido, no corrente capítulo apresenta-se e fundamenta-se as opções metodológicas do estudo. Apresenta-se a descrição da problemática de investigação que é o reflexo do porquê, da motivação para a realização deste estudo e o contributo que pode trazer em termos de resultados. Elabora-se as questões orientadoras de investigação e os objetivos que foram definidos e ainda a justificação das opções pelo estudo de caso. Descreve-se o design de investigação que apresenta uma visão geral da relação entre as fases de recolha de dados, os instrumentos utilizados, o contexto e os participantes envolvidos no estudo. As técnicas de recolha e análise de dados que são utilizadas são descritas, evocando ainda as questões relacionadas com a fiabilidade e rigor inerente ao processo de investigação.

2.1 Problemática da Investigação

A problemática da investigação incide sobre o objeto de estudo a abordar, sendo ilustrada pela definição de uma pergunta de partida. Definir a problemática equivale a formular os principais pontos de referência teóricos da investigação: a pergunta que estrutura finalmente o trabalho, os conceitos fundamentais e as ideias gerais que inspirarão a análise. Para Quivy & Campenhoudt, (1995) a problemática constitui efetivamente o princípio de orientação teórica da investigação, permitindo a sua coerência e potencial de descoberta. Conceber uma problemática é escolher uma orientação teórica, explicitar o quadro conceptual da investigação, precisar os conceitos fundamentais e suas relações, construir um sistema conceptual adaptado ao objeto da investigação.

No presente trabalho, a problemática da investigação incide na necessidade identificar e descrever as principais competências técnicas e transversais necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, bem como as tecnologias fundamentais do conceito Indústria 4.0.

Neste contexto, o papel do Ensino Superior também passa pelo seguinte pressuposto:

“to equip students with the knowledge, skills and competences that they need in the workplace and that employers require; and to ensure that people have more opportunities to maintain or renew those skills and attributes throughout their working lives” (Sin, Veiga, & Amaral, 2016)

A Comissão Europeia, através do documento - *New Skills for New Jobs: anticipating and matching labour market and skills needs* – vem enfatizar a importância deste pressuposto:

“Education and training systems must generate new skills, to respond to the nature of the new jobs which are expected to be created, as well as to improve the adaptability and employability of adults already in the labour force” (European Commission, 2008).

Assim, as competências são consideradas um instrumento de competitividade na Europa e as instituições de Ensino Superior são responsáveis por garantir oportunidades e condições de aprendizagem para que os alunos possam desenvolver competências relacionadas com a prática profissional. Neste sentido, a relação entre todos os agentes (alunos, professores, profissionais, políticos, etc.) importa que seja vista de modo mais sistémico e articulado, o que coloca um grande desafio, que se converte num compromisso, para o Ensino Superior europeu (EURASHE, 2010).

Um modelo de competências consiste num conjunto de competências desejadas para uma determinada tarefa e também pode incluir uma descrição de competências únicas, bem como indicadores para medir o desempenho e o resultado (Prifti, Knigge, Kienegger, & Krcmar, 2017). Uma das principais preocupações globais é, quais as competências que necessitamos de adotar de forma a enfrentar este novo paradigma da Indústria 4.0. A educação é vital para a aquisição e desenvolvimento de competências, desta forma, torna-se necessário que os programas educativos nas instituições acompanhem as tendências da evolução industrial de forma a potenciarem e desenvolverem métodos capazes de aprendizagens capazes de dotar de competências necessárias os profissionais de Engenharia e Gestão Industrial (Eberhard et al., 2017).

O presente trabalho tem como objetivos a criação de um portfólio de competências identificar bem como caracterizar as competências do profissional de Engenharia e Gestão Industrial, adequadas e enquadradas com os pilares fundamentais da Indústria 4.0, para que sejam capazes de enfrentar os paradigmas das necessidades de competências e desafios gerais da Indústria 4.0.

Pretende-se, desta forma, com os alunos e Engenharia e Gestão Industrial, com profissionais de engenharia e com profissionais da Indústria 4.0 das empresas envolvidas na parceria do projeto criar uma ligação que permita uma aproximação entre a indústria e mundo académico, com o intuito de obter informação sobre as necessidades ao nível das competências necessárias para enfrentar os desafios inerentes à Indústria 4.0.

A identificação de competências para o profissional de Engenharia e Gestão Industrial é essencial para garantir uma ligação harmoniosa entre várias áreas tais como tecnologia, sociedade, economia, ambiente e sustentabilidade.

2.2 Questão de Investigação

A investigação consiste num processo sistemático, flexível e objetivo de pesquisa e que contribui para explicar e compreender determinados fenómenos. É através da investigação que se reflete e se problematizam os problemas nascidos na prática, que se suscita o debate e se constroem ideias inovadoras (Coutinho, 2011).

No momento de transição entre o fim da terceira revolução industrial e o início da quarta revolução industrial emergem muitas observações, projeções, planos, uma vez que esta revolução industrial é a primeira na história da humanidade em que existe a consciência desta transição e se consegue prever o término de um ciclo industrial e o início de outro. É também pela primeira vez na história da humanidade que questões como as competências necessárias são tratadas de forma tão meticulosa. As dinâmicas tecnológicas, demográficas e sociais são atualmente tão elevadas que é necessário, cada vez mais antecipadamente, lidar com questões que afetam o funcionamento da sociedade em geral e que possam desencadear desequilíbrios se não forem devidamente precavidos e preparados. É esta a problemática que marca o nosso estudo e que se reflete nas questões de investigação que foram definidas no sentido de “expressar o mais exatamente possível aquilo que se procura saber, elucidar, compreender melhor (...) servirá de primeiro fio condutor da investigação” (Quivy & Campenhoudt, 1995, p. 32)

A questão de investigação norteadora deste estudo é: *Quais são as principais competências necessárias a um profissional em Engenharia e Gestão Industrial, considerando o contexto da Indústria 4.0?*

A questão de investigação é a grande motivação para o desenvolvimento do trabalho, e desta forma procura contribuir para a melhoria dos programas de formação inicial na área das Engenharias, Ciências e Tecnologias, particularmente da Engenharia e Gestão Industrial,

considerando as experiências e expectativas dos alunos e das empresas, essencialmente sobre as competências necessárias para enfrentar a Indústria 4.0.

2.3 Opções Metodológicas

Uma investigação envolve sempre um problema, quer seja ele ou não formalmente explicado pelo investigador. De uma forma geral, na investigação em que se adota uma metodologia de cariz quantitativo, a formulação do problema faz-se em regra geral numa fase prévia, seja sob a forma de uma pergunta (interrogativa), seja sob a forma de um objetivo geral (afirmação). Quando a investigação adota uma metodologia qualitativa, menos estruturada e pré-determinada, o problema pode ser formulado de uma forma muito geral, como que emergindo no decurso da investigação (Coutinho, 2011).

Uma das questões fundamentais na realização de uma investigação refere-se à opção metodológica que se assume. O objetivo e as questões a que a investigação se propõe responder determinam um papel importantíssimo na definição da abordagem metodológica a adotar.

A escolha, a elaboração e a organização dos processos de trabalho variam com cada investigação específica (Quivy & Campenhoudt, 1995). Efetivamente, a investigação desenvolve-se considerando um contexto no qual a abordagem metodológica se materializa. Isto é, a escolha das técnicas de recolha e análise de dados tem de estar alinhada com os objetivos de investigação que, por sua vez, devem refletir o paradigma de investigação no qual o estudo se insere.

As opções metodológicas são os pilares num projeto de investigação, uma vez que todos os processos de recolha e análise de dados derivam da abordagem determinada pelo investigador. A forma como vemos o mundo vai influenciar a estratégia de investigação e os métodos que escolhemos, como parte dessa estratégia.

As metodologias quantitativas, também conhecida por paradigma positivista, predominantemente dedutivas, procuram descrever e explicar os fenómenos sobre o qual

recaem as observações. O objetivo é a descoberta de leis e generalizações que explicam a realidade. Neste sentido, o método de aquisição de dados tem um carácter normalizado baseado em lógicas dedutivas que permitam generalizações universais e independentes do contexto de estudo (Mertens, 2010).

As metodologias qualitativas, tendo na essência um paradigma interpretativo, predominantemente indutivas ou abduativas, baseadas na procura da compreensão profunda, passam por compreender a forma como os participantes dão sentido às experiências e, portanto, o objeto de análise é formulado em termos de ação e não de comportamento. A aquisição de dados pressupõe uma lógica mais indutiva, que permita uma compreensão profunda da realidade investigada, considerando a análise dos discursos na primeira pessoa (Denzin & Lincoln, 2011).

O método utilizado poderia ter uma ênfase maior na abordagem quantitativa ou qualitativa, a depender das circunstâncias e do objetivo da pesquisa. Contudo, a utilização apenas de uma abordagem ou de outra comprometeria a compreensão mais elaborada da realidade estudada.

Na verdade, as duas abordagens de pesquisa — qualitativa e quantitativa — são convergentes em muitas pesquisas científicas realizadas, sendo o contexto o elemento definidor de qual caminho seguir, ou seja, em qual dos aspetos será colocada uma ênfase maior. Por exemplo, nos casos de problemas pouco conhecidos e com pesquisa de carácter exploratório a abordagem quantitativa mostra-se mais indicada. Já na situação em que o estudo é de carácter descritivo e o que procura é o entendimento do fenómeno como um todo, na sua complexidade, é possível que uma análise qualitativa seja a mais indicada (Godoy, 1995).

2.3.1 Estudo de caso

O estudo de caso como estratégia de investigação é abordado de forma a que um caso pode ser algo bem definido ou concreto, como um indivíduo, um grupo ou uma organização, mas também pode ser algo menos definido ou definido num plano mais abstrato como, decisões, programas, processos de implementação ou mudanças organizacionais (Yin, 2014).

O método de estudos de caso envolve uma análise aprofundada de um fenómeno desenvolvido num contexto real, baseado numa multiplicidade de perspetivas. Estas múltiplas perspetivas podem provir de múltiplos métodos de recolha de dados, quer qualitativos como quantitativos, ou derivar de múltiplos relatos de diferentes atores. Os fenómenos podem dizer respeito a pessoas, programas, organizações, projetos, grupos de pessoas ou processos de tomada de decisão. Os estudos de caso são considerados integrados quando existe mais do que uma única questão central ou unidade de análise. Os estudos de caso são ricos em informação e contribuem para uma compreensão profunda e detalhada das interações e dos processos complexos da vida real. O que distingue o estudo de caso é o facto de ser holístico, prestando particular atenção ao contexto e ao enquadramento. Um estudo de caso poderá incidir sobre um único caso ou abranger múltiplos casos. Reunidos os recursos adequados, os estudos de caso que englobam vários fenómenos representam oportunidades únicas para se efetuar uma avaliação teoricamente informada e qualitativa (AD&C, 2008).

Os estudos de caso levantam uma série de questões na sua fase de conceção. O que conta como “caso”? Qual é a base para selecionar os casos, e quantos? Que unidades de análise serão incluídas no caso e como devem os dados ser organizados de modo a permitir que se efetue comparações significativas? Que tipo de generalizações é possível fazer? (Yin, 2014)

Os resultados de um estudo de caso são sempre apresentados de uma forma expositiva, como se de uma história se tratasse, dando um ponto de vista interior do caso estudado e uma impressão de autenticidade. O estudo de caso tem, portanto, um objetivo analítico e comunicativo.

Os estudos de caso, na sua essência, parecem herdar as características da investigação qualitativa. Esta parece ser a posição dominante dos autores que abordam a metodologia dos estudos de caso. Neste sentido, o estudo de caso rege-se dentro da lógica que guia as sucessivas etapas de recolha, análise e interpretação da informação dos métodos qualitativos, com a particularidade de que o propósito da investigação é o estudo intensivo de um ou poucos casos (Latorre, 2005).

Sobre a natureza da investigação em estudos de caso, conforme Latorre (2003) afirma, para além do estudo de caso ser visto com mais ênfase nas metodologias qualitativas, isso não significa que não possam contemplar perspectivas mais quantitativas. (R. E. Stake, 1999). refere que a distinção de métodos qualitativos e quantitativos é uma questão de ênfase, já que a realidade é uma mistura de ambos.

De acordo com Yin, (2014), um estudo de caso pode ser classificado quanto ao seu objetivo de investigação segundo três tipos, que embora possam ser claramente definidos, existe uma área de sobreposição entre eles. São desta forma do tipo descritivo - descreve o fenómeno dentro de seu contexto; do tipo exploratório - trata com problemas pouco conhecidos, objetiva definir hipóteses ou proposições para futuras investigações e do tipo explanatório - possui o intuito de explicar relações de causa e efeito a partir de uma teoria.

Neste processo de investigação, e considerando os objetivos que são propostos, parte-se de uma estratégia metodológica eminentemente interpretativa do tipo exploratória que possibilite a compreensão da problemática de estudo, nomeadamente a identificação e definição das competências necessárias e das tecnologias mais importantes ao conceito da Indústria 4.0, dando ênfase às vozes dos participantes, criando significados que permitam compreender a natureza dinâmica e complexa da problemática do estudo.

No que diz respeito às fases do estudo de caso, estas assentam em três fases que segundo Bubé & Paré, (2003) são: a fase do planeamento - aspetos relacionados com a conceção da investigação tais como como a questão de investigação e design da investigação; a fase da recolha de dados, através de técnicas definidas para o efeito (e.g. entrevistas); e a fase da análise de dados - estratégias/técnicas de análise, considerando um processo de triangulação de dados.

2.4 Perspetiva e desenho da Investigação

A investigação é centrada nos conceitos a desenvolver e descritos na problemática da investigação, mais concretamente para dar resposta à questão da investigação e seus objetivos mais detalhados.

Desenho de investigação refere-se à estrutura geral ou plano de investigação de um estudo, como seja se o estudo é experimental ou descritivo e qual o tipo de população. Definido o desenho, torna-se necessário especificar o método de estudo e de recolha de dados. Por método de investigação entende-se as técnicas e práticas utilizadas para recolher, processar e analisar os dados (Bowling & Ebrahim, 2005).

A investigação desenvolveu-se em três fases, numa base de evolução do objetivo e do contexto do estudo para o aprofundamento da análise do caso com base nas perspetivas dos alunos, dos profissionais de engenharia e dos profissionais da Indústria 4.0, sustentadas pelo referencial teórico desenvolvido ao longo da investigação.



Figura 1 – Fases do desenvolvimento da investigação

Na primeira fase de investigação foi elaborada uma análise documental diversificada e detalhada. Neste sentido, esta fase da investigação foi necessária por duas razões: a primeira prende-se com o facto de a literatura neste domínio ser ainda escassa. No entanto, no

decorrer da investigação foram surgindo projetos de investigação com diretrizes similares que nos permitiram sustentar com mais profundidade os resultados alcançados; a segunda assenta na preocupação em obtermos informação que nos permitisse conhecer e caracterizar o contexto do estudo, ao nível dos conceitos e tecnologias inerentes à quarta revolução industrial, aos conceitos de competências, às características da Engenharia e Gestão Industrial bem como as características das suas competências inerentes ao desempenho profissional. Desta forma, suportados numa intensa revisão da literatura sobre a temática em estudo e o seu contexto, esta fase da investigação permitiu analisar e recolher dados, importantes e necessários ao desenvolvimento das fases seguintes da investigação.

A segunda fase centrou-se no estudo de caso propriamente dito. Neste sentido, nesta fase desenvolveram-se diversas atividades, centradas na elaboração e aplicação de inquéritos por questionário, a alunos do 3º e 4º ano do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, bem como a profissionais e alunos participantes na II Edição do evento COMPETInd4.0. A principal finalidade do instrumento era conhecer as perceções dos participantes do estudo e, nesse contexto, obter as primeiras evidências relativamente à problemática em questão. É um instrumento de natureza exploratória, procura-se desta forma, alargar o espectro da população no sentido de alcançar o maior número possível de respostas para que pudéssemos analisar os dados identificando situações passíveis de serem exploradas na fase seguinte.

Na terceira e última fase, procurou-se realizar uma análise mais refinada e aprofundada, relativamente a um conjunto de dimensões que emergiram dos dados analisados na fase anterior. Neste sentido, foi adotado um método qualitativo com recurso a entrevistas, de acordo com as especificidades inerentes do contexto da problemática do estudo de caso. Esta fase, procura neste sentido, um enquadramento da problemática com base na perspetiva dos profissionais da indústria 4.0.

FASES	MÉTODO	PARTICIPANTES	ESTUDO	OBJETIVOS
QUANDO?	COMO?	QUEM?	O QUÊ?	PARA QUÊ
1ª Fase 01-02 a 13-08 de 2018	Análise documental		Conceitos inerentes à 4ª revolução industrial	Perceber a maturidade do conceito e a envolvente sobre as revoluções industriais e tecnologias associadas
			Conceitos inerente à Indústria 4.0	Conhecer o conceito teóricos e práticos fundamentais e as tecnologias associadas. Conhecer a envolvente social do conceito e a sua influência no mercado de trabalho
			Características da Engenharia e Gestão Industrial	Conhecer as características da profissão. Conhecer as origens, a evolução e o lugar que ocupa na 4ª revolução industrial
			Conceitos de competências	Perceber a evolução do conceito de competências. Analisar o conceito de competências inerentes aos conceitos da 4ª revolução industrial.
			Identificar e caracterizar as competências inerentes ao desempenho profissional de Engenharia e Gestão Industrial	Propor um portfólio de competências transversais e técnicas inerentes ao desempenho profissional de Engenharia e Gestão Industrial
2ª Fase 06-06 a 07-07 de 2018	Inquérito por questionário	Alunos do 3º e 4º anos de MIEGI	Estudo quantitativo sobre: # Importância das áreas do conhecimento # Características da prática profissional # Tecnologias/Pilares Tecnológicos I4.0 # Competências transversais # Competências técnicas	Conhecer as perceções dos participantes do estudo acerca das dimensões definidas
		Participantes II Edição COMPETInd 4.0	Estudo quantitativo sobre: # Tecnologias/Pilares Tecnológicos I4.0 # Competências transversais	Conhecer as perceções dos participantes do estudo acerca das dimensões definidas
3ª Fase 24-08-2018 06-09-2018 26-09-2018	Entrevistas	Profissionais da I4.0	Estudo qualitativo sobre: # Definição e visão do conceito Indústria 4.0 # Nível estratégico da empresa # Tecnologias/Pilares Tecnológicos I4.0 # Competências transversais # Competências técnicas	Conhecer as perceções dos participantes do estudo acerca das dimensões definidas Aprofundar, validar resultados alcançados na fase anterior

Tabela 1 – Detalhes do design metodológico

2.5 Contexto do Estudo e Participantes

É essencial como critério de validade e fiabilidade da investigação que os participantes possuem um conhecimento e interesse pela problemática em estudos, só desta forma as suas

opiniões podem ser consideradas pelo investigador como parte do estudo. Neste estudo, encontramos não só uma heterogeneidade nos sujeitos que participam no processo, mas também diferentes métodos de recolha de dados. A voz dos participantes é essencial neste estudo de caso, uma vez que se pretende uma visão das competências essenciais para os profissionais de Engenharia e Gestão Industrial, bem como das principais tecnologias do conceito, com base nas perspetivas dos participantes diretamente e particularmente com interesse neste domínio.

Na seleção dos participantes, procurou-se uma diversidade de opiniões no sentido de poder cruzar os resultados e perceber os desvios nas opiniões. Neste sentido foram selecionados os Alunos do 3º e 4º ano do curso de MIEGI, os participantes da II Edição do evento COMPETInd 4.0 (profissionais de engenharia) e profissionais da Indústria 4.0.

2.5.1 Alunos do 3º e 4º ano do curso de MIEGI

Os alunos do 3º e 4º ano foram considerados neste estudo no sentido de obter uma visão da problemática daqueles que terminaram a formação académica inicial e estão em condições de decidirem a especialidade para a qual estão vocacionados ou eventualmente focados com base nas saídas profissionais. Neste sentido, é importante para o estudo esta realidade, uma vez que as decisões tomadas a partir do 3º ano são já fundamentadas e pensadas de forma a encarar as perspetivas e necessidades do mercado de trabalho. Torna-se também importante a voz destes alunos, uma vez que se consegue recolher a sua opinião sobre a adequação e preparação da formação académica base às necessidades de mercado de trabalho.

O inquérito por questionário aos alunos ficou disponível no período de 13 de junho de 2018 a 13 de agosto de 2018. Dos 51 alunos do 3º ano de MIEGI inquiridos, responderam 31 o que revela uma taxa de respostas de 60,78%. Os dados apresentados na Tabela 6 mostram que a média das idades ronda os 21 anos o que é perfeitamente normal para o ano académico em que se encontram. Relativamente ao género os dados indicam que 45,16% pertencem ao sexo feminino e 54,84% pertencem ao sexo masculino.

A amostra dos 48 alunos do 4º ano de MIEGI responderam ao inquérito por questionário 28 alunos, o que faz uma taxa de resposta de 58,33%. A média de idades ronda os 22 anos. Os

dados mostram que, dos inquiridos que responderam, 46,43% pertencem ao sexo feminino e 53,57% pertencem ao sexo masculino.

Anos	Média de Idade	Respostas	Género	População	Tx resposta
3º Ano	20,84	31		51	60,78%
Feminino	20,93	14	45,16%		
Masculino	20,76	17	54,84%		
4º Ano	21,96	28		48	58,33%
Feminino	21,85	13	46,43%		
Masculino	22,07	15	53,57%		
Total Geral	21,37	59		99	

Tabela 2 - Perfil dos alunos do MIEGI inquiridos.

2.5.2 Participantes da II Edição do evento COMPETInd4.0

O evento COMPETInd 4.0 teve como objetivo principal uma abordagem ao paradigma da quarta revolução Industrial e neste sentido, proporciona um discurso alargado sobre as competências necessárias para os profissionais envolvidos na Indústria 4.0, com base na perspetiva da indústria. Pretende-se que os oradores descrevam e discutam as competências esperadas dos profissionais envolvidos e que apresentem cenários ilustrativos de Indústria 4.0. Para a organização do evento, foram convidados oradores envolvidos atualmente com os conceitos inerentes à Indústria 4.0 e com conhecimentos já algo profundos dos conceitos deste novo paradigma industrial. Apresenta-se de seguida uma breve descrição do perfil dos oradores para demonstrar o seu enquadramento com a temática. Os oradores são apresentados de forma codificada de forma a manter a privacidade e a proteção de dados.

Orador 1 - detém elevada experiência nas áreas de Tecnologias de Informação e Telecomunicações. Tem uma experiência profissional de mais de 30 anos. Colaborador da IBM Portugal durante 8 anos, na qual teve responsabilidade de gestão de alguns contratos de prestação de serviços TI em regime de “outsourcing”. Atualmente está ligado ao Continental Mabor, sendo responsável pela direção que assegura a prestação de serviços TI em todas as empresas do grupo em Portugal. Em paralelo tem tido responsabilidade em projetos internacionais, sendo de destacar entre outros a conceção do sistema de rastreabilidade de

pneus com a utilização de códigos de barras e gestão de risco em caso de falha dos sistemas de informação.

Orador 2 - licenciado em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade do Minho e atualmente aluno do PDEIS da Universidade do Minho e conta com diversas participações em eventos desta temática. A empresa Bosch Car Multimedia, na qual trabalha diretamente no setor da Indústria 4.0, atua no setor de desenvolvimento de sistemas para automóveis, com foco nas componentes multimédias. Desta forma, mantém um permanente contato com as inovações presente no setor industrial e principalmente no desenvolvimento de competências para o sucesso nesta nova revolução industrial.

Orador 3 - licenciado em Engenharia Eletrónica e de Computadores (pré-bolonha) pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e MBA em Gestão de Empresas pela Porto Business School. Conta também com várias participações em eventos da temática, inclusive na primeira edição do COMPETind 4.0. Possui um leque de competências essenciais para a discussão e apresentação do tema. A empresa Critical Manufacturing da qual é CEO, atua no setor Tecnológico de software industrial, nomeadamente nas áreas de Manufacturing Execution Systems (MES), Business Intelligence e Automação. Desta forma, com elevada experiência ao nível dos pilares tecnológicos fundamentais à Indústria 4.0, proporciona aos seus clientes soluções de gestão e controlo de produção e capacita as unidades fabris, para acompanharem as transformações tecnológicas decorrentes do paradigma da Quarta Revolução Industrial.

Orador 4 - doutorado em Economia pelo Instituto Tinbergen, Universidade de Amesterdão, apresenta afiliações ao Núcleo de Investigação em Políticas Económicas e Empresariais (NIPE), ao Centro de Investigação de Políticas do Ensino Superior (CIPES) e, ainda, ao Institute of Labor Economics (IZA), e uma colaboração contínua com o Banco de Portugal. Apresenta interesses em áreas como a economia do trabalho, economia da educação e econometria aplicada. Detém um currículo alargado no que toca a publicação de artigos científicos, colaborações com pesquisas por todo o mundo e ainda na liderança de equipas de investigação.

O evento desenvolveu-se numa primeira fase mais expositiva, onde os oradores apresentaram a empresa, os produtos e os projetos em desenvolvimentos na área da Indústria 4.0, bem como a envolvente em torno das tecnologias em desenvolvimento e das competências necessárias, e numa segunda fase após a apresentação dos conteúdos dos oradores, desenrolou-se uma secção moderada mais aberta, ou seja, baseada numa secção de questões em forma de debate por parte da plateia participante, aos oradores, no sentido de proporcionar esclarecimentos e trocas de informações sobre a temática.

O evento desenvolvido tinha como público alvo alunos e profissionais de engenharia envolvidos e/ou com interesse na temática, neste sentido, a plateia participante seria uma população importante de análise ao nível da temática em estudo. Os profissionais de engenharia é um público com 82,35 % de representatividade na plateia, sendo um público de diversas áreas profissionais, com especial interesse na temática. O evento foi um importante local de recolha de dados devido às características do público alvo participante no evento. Neste sentido, a sua opinião sobre a problemática da investigação é fundamental, visto ser um público já inserido no mercado de trabalho, com preocupação em formação e alinhamento com as competências necessárias e com as tecnologias emergentes mais importantes.

O inquérito por questionário aos participantes da II Edição do evento COMPETInd 4.0 foi colocado à disposição do dia 6 de junho a 6 de julho de 2018. Dos 78 participantes, 51 responderam ao inquérito por questionário, o que faz uma taxa de resposta na ordem do 65,40%. A idade média de idades de 32,57 anos, composta por 58,82% de elementos masculinos e 41,18% de elementos femininos, o que significa que maioritariamente se encontra no mercado de trabalho tendo como o ano 2010 a média de termino dos estudos académicos. Neste sentido, podemos verificar que o grupo mais representativo relativamente à situação profissional com 64,71% dos inquiridos são trabalhadores por conta de outrem. Os profissionais de engenharia podemos então dizer que são os trabalhadores independentes, por conta de outrem e por conta própria, que significam 82,35% da plateia.

Situação profissional

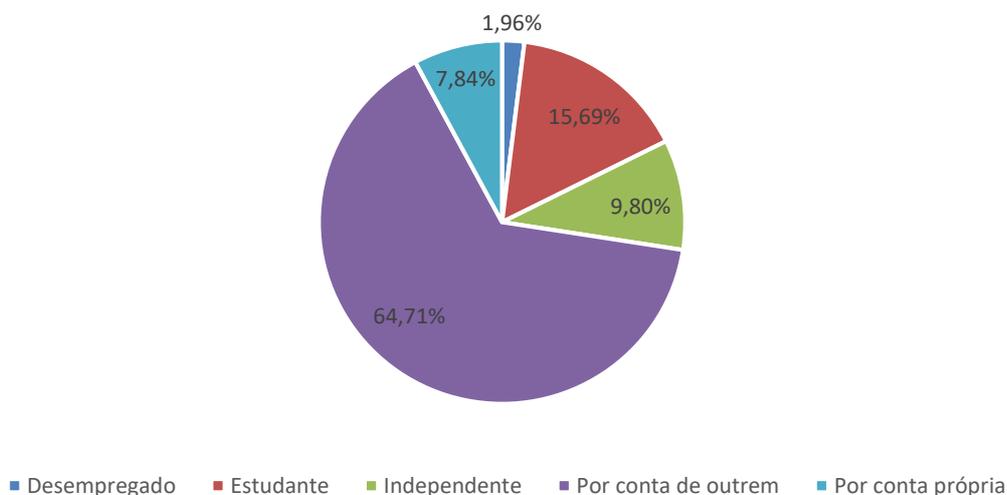


Figura 2 – Situação profissional dos inquiridos II Edição do evento COMPETInd 4.0

Relativamente à área funcional que ocupam nas empresas podemos verificar que a mais representativa é a área de gestão de projetos com 35,29% dos inquiridos e logo de seguida a gestão de produção com 15,69%. De notar também o grande interesse do tema das competências ligadas à indústria 4.0 por parte dos estudantes, que segundo os dados representam 15,69% dos inquiridos.

Área funcional

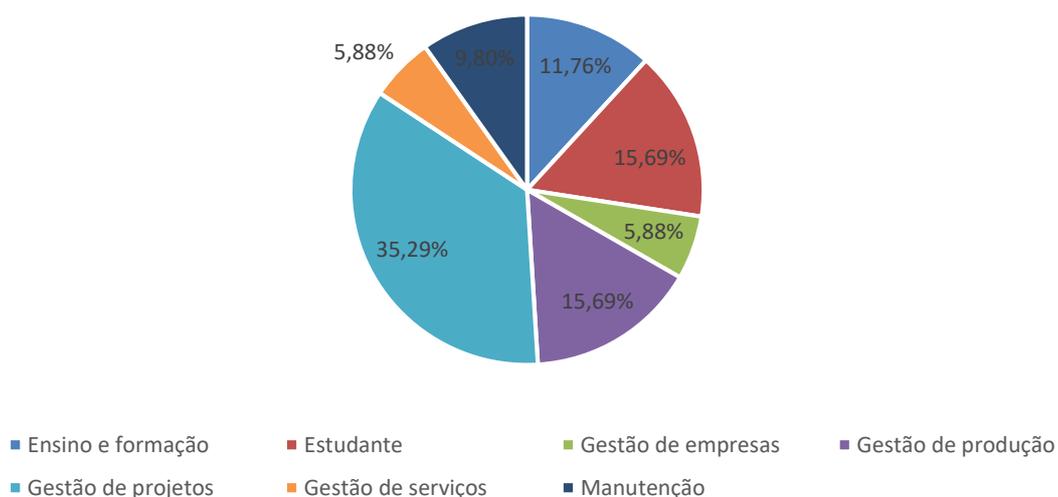


Figura 3 – Área funcional dos inquiridos II Edição do evento COMPETInd 4.0

Ainda relativamente a este grupo de inquiridos, podemos segundo os dados verificar que, excluindo a fatia dos estudantes e considerando a fatia dos profissionais da indústria, os que mais interesse mostram por este tema desempenham funções em áreas de atividades relacionadas com a Indústria automóvel, Ensino e formação, Tecnologias de Informação e Comunicação, Logística e transporte e Automação.

Área de atividade	% dos inquiridos
Estudante	15,69%
Indústria automóvel	15,69%
Ensino e formação	11,76%
Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	11,76%
Logística e transporte	7,84%
Automação	5,88%
Eletrónica	5,88%
Indústria têxtil	5,88%
Investigação tecnológica	5,88%
Programação informática	5,88%
Indústria das madeiras	1,96%
Indústria Metalúrgica	1,96%
Indústria Petroquímica	1,96%
Serviços especializados	1,96%

Tabela 3 – Caracterização das áreas de atividades dos inquiridos da II Edição do COMPETInd

4.0

2.5.3 Profissionais da Indústria 4.0

Para enquadrar a temática de identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0, não podíamos deixar de ter em conta a voz da perspetiva dos profissionais da indústria 4.0. Ou seja, para perceber o significado do conceito Indústria 4.0, conhecer os projetos I4.0 em curso ao nível da sua maturidade, os esforços feitos ao nível das competências quer na conversão de quadros de pessoal, quer na contratação e novos profissionais e como foco principal quais as mais importantes competências neste novo paradigma industrial e as tecnologias emergentes mais importantes. Neste sentido, pretende-se com a voz da perspetiva dos profissionais da indústria 4.0, enquadrar a perspetiva dos restantes participantes do estudo referidos nos pontos anteriores.

Os três entrevistados são elementos das empresas participantes no projeto, com funções ativas no desenvolvimento dos conceitos relativos à Indústria 4.0. Os entrevistados 1 e 2

foram os oradores 1 e 2 respetivamente no evento da II Edição do COMPETInd 4.0. O entrevistado 3 é responsável de projetos na área I4.0 na empresa onde exerce funções. Neste sentido, claramente a experiência dos conceitos inerentes à I4.0 estão bem presentes na atividade profissional dos entrevistados. Devido à sua envolvimento em projetos relacionados com a temática I4.0, bem como devido ao cargo e responsabilidades que ocupam nas empresas, pela diversidade de experiências, visões e opiniões que seriam trazidas para o estudo, a sua participação é fundamental e estratégica para a investigação.

2.6 Técnicas e Procedimentos de Recolha e Análise de Dados

Segundo Quivy & Campenhoudt, (1995), existem três grandes grupos de métodos de recolha de dados que se podem utilizar como fontes de informação nas investigações qualitativas: observação, o inquérito, o qual pode ser oral – entrevista – ou escrito – questionário e análise de documentos. O facto de o investigador utilizar diversos métodos para a recolha de dados, permite-lhe recorrer a várias perspetivas sobre a mesma situação, bem como obter informação de diferente natureza e proceder, posteriormente, a comparações entre as diversas informações, efetuando assim a triangulação da informação obtida (Igea, Agustin, Beltrán, & Martin, 1995). Deste modo, a triangulação é um processo que permite evitar ameaças à validade interna inerente à forma como os dados de uma investigação são recolhidos. Neste trabalho, recorreu-se em simultâneo a estas técnicas de recolha de dados: entrevistas, questionários e análise de documentos.

Os dados quantitativos foram obtidos através da aplicação de dois inquéritos por questionário: aos alunos do 3º e 4º anos do curso de MIEGI com o título “Competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a 4ª Revolução Indústria”; e aos participantes da II Edição do evento COMPETInd 4.0 com o título “Competências necessárias ao profissional de engenharia para enfrentar a 4ª revolução industrial”. Os motivos da escolha do público alvo já foram descritos no Capítulo 2.5, no entanto o motivo de inquéritos por questionários diferentes prende-se com o facto de: do lado dos alunos, com pouca experiência do mundo industrial, pretendia-se perceber o sentimento de preparação ao nível de competências técnicas e transversais, que lhes foi transmitido pelos conteúdos da formação académica e o seu sentimento de preparação para

enfrentar o mundo industrial; do lado dos participantes da II Edição do evento COMPETInd 4.0, não foi focado tanto as competências técnicas mas sim as competências transversais e as tecnologias mais importantes à Engenharia de Gestão Industrial para encarar o paradigma da quarta revolução industrial, uma vez que estes como interessados pelo tema e envolvidos no ambiente industrial, mais facilmente podem dar essa informação, no sentido de se poder cruzar com as respostas evidenciadas por parte dos alunos, de forma a percebermos se quem vai para o mercado de trabalho está em sintonia com as necessidades que o mercado procura. Os dados qualitativos foram obtidos através de entrevista aplicada a aos profissionais da Indústria 4.0, com uma vasta experiência na área conforme verificamos no Capítulo 2.5.3.

As duas metodologias adotadas de recolha de dados através de inquérito por questionário (quantitativa) e através de entrevista (qualitativa), são frequentemente descritas como paradigmas distintos e por vezes incompatíveis em investigação (Shaffer & Serlin, 2015). No entanto, reconhecendo-se que diferentes métodos de análise são úteis porque se dirigem para diferentes tipos de questões, começaram-se a utilizar simultaneamente ambos os tipos de técnicas - qualitativas e quantitativas. Tashakkori & Teddlie, (2009) fazem referência a estudos em que as técnicas quantitativas e qualitativas são usadas sequencialmente ou paralelamente, assumem um estatuto igual ou diferencial quando se definem as questões de investigação e são usadas na mesma fase ou em fases distintas de um único estudo.

Na investigação presente neste trabalho assume-se também que as duas formas de inquérito não são incompatíveis e que, por isso, podem ser usadas sequencialmente ou simultaneamente, em função da natureza das questões de investigação que se pretendem levantar e dos dados que se pretendem obter. Neste sentido, a metodologia de investigação pode ser vista como uma metodologia mista, que se expressa não só no sentido de integrar as duas formas de inquérito e a análise documental, mas também no sentido de utilizar características associadas a cada uma dessas formas.

Entende-se triangulação, numa perspetiva qualitativa, como a uma abordagem multidimensional na recolha e análise de dados. A ideia básica subjacente ao conceito de triangulação é que o fenómeno em estudo pode ser melhor compreendido se abordado de múltiplas formas. Triangulação é normalmente utilizada quando nos referimos às múltiplas

fontes de dados, aos instrumentos de recolha e à sua análise, no entanto também se aplica à equipa de investigação.

Denzin & Lincoln, (1998), muitas vezes citados pela sua conceção de triangulação como uma combinação de métodos utilizados para estudar os fenómenos interligados e de vários ângulos ou perspetivas diferentes, afirma que:

“Triangulation is not a tool or a strategy of validation, but an alternative to validation. The combination of multiple methods, empirical materials, perspectives and observers in a single study is best understood, then, as a strategy that adds rigor, breadth, and depth to any investigation” (Denzin & Lincoln, 1998)

Também para Yin, (2014), na investigação qualitativa, os pesquisadores tendem a recorrer à triangulação como uma estratégia que permite identificar, explorar e compreender as diferentes dimensões do estudo, reforçando assim as suas descobertas e enriquecendo as suas interpretações.

Ainda segundo Denzin, (1978), a triangulação pode ser considerada segundo quatro perspetivas básicas: triangulação das fontes de dados - trata das diferentes dimensões de tempo, de espaço e de nível analítico a partir dos quais o pesquisador procura as informações para a pesquisa. Neste sentido, a presente investigação é marcada pelo confronto de informações de diversas fontes, sendo o cruzamento de dados um processo recorrente na análise; triangulação do investigador – visa a construção de uma equipa composta por investigadores de diferentes áreas do saber, na presente investigação esteve presente ao longo da pesquisa; triangulação da teoria - pressupõe a abordagem do objeto empírico por perspetivas conceituais e teóricas diferentes. Neste sentido, o cruzamento de diversas teorias e pressupostos, foi usado na análise documental, de forma a permitir tirar conclusões e ilações sobre a problemática em estudo, bem como a criação do portfólio de competências e das principais tecnologias a serem consideradas na investigação; triangulação metodológica - é adotada quando se utilizam diferentes métodos de investigação para a recolha de dados e a análise do objeto em estudo. Esta verifica-se na presente investigação uma vez que o desenho

da investigação, está assente numa variedade de técnicas, nomeadamente qualitativa e quantitativa.

2.6.1 Análise documental

O recurso a fontes documentais relacionadas com a temática é uma estratégia básica num estudo de caso. A informação recolhida, pode servir para contextualizar o caso, acrescentar informação ou para validar evidências de outras fontes.

A análise documental é uma técnica ou procedimento de recolha de dados que assume particular importância nas ciências sociais, na medida em que permite identificar informações, factos e evidências em documentos, tendo como pressuposto as questões delineadas na investigação. O principal objetivo é recolher informação que permita conhecer e compreender melhor um determinado fenómeno. Neste sentido, a análise documental também conduz o investigador produzir um conjunto de inferências que formem um contributo significativo para a investigação (Coutinho, 2011).

Para Carmo & Ferreira, (2008), a análise documental é um processo que envolve seleção, tratamento e interpretação da informação existente em documentos de diversas origens, com o objetivo de extrair algum sentido. No processo de investigação é necessário que o investigador recolha informação de trabalhos anteriores, acrescente algum valor e transmita à comunidade científica para que outros possam fazer o mesmo no futuro. Trata-se, portanto, de estudar o que se tem produzido sobre uma determinada área, para poder introduzir algum valor acrescido à produção científica sem correr o risco de estudar o que já está estudado tomando como original o que já outros descobriram.

Podemos neste sentido dizer que a técnica da análise documental, caracteriza-se por ser um processo dinâmico ao permitir representar o conteúdo de um documento de uma forma distinta do original, gerando assim um novo documento.

A análise documental, quando utilizada num estudo de caso, implica obedecer a um conjunto de princípios: usar múltiplas fontes de evidências, construir uma base de dados ao longo de toda a investigação e formar uma cadeia de evidências (Yin, 2014). Neste sentido, procurou-

se analisar documentos, artigo, revistas científicas, pappers, relatórios técnicos, teses e livros não só relacionados com o estudo do caso, mas também com o contexto em que este se insere. Centrou-se a análise documental em cinco categorias:

- Conceitos inerentes à quarta revolução industrial.
- Características da Engenharia e Gestão Industrial.
- As tecnologias emergentes do conceito Indústria 4.0
- Conceito de competências transversais e técnicas
- Identificar e caracterizar as competências inerentes ao desempenho profissional de Engenharia e Gestão Industrial.

Apesar dos documentos terem sido classificados em diferentes categorias, os resultados provenientes da análise documental efetuada, não podem ser vistos isoladamente, uma vez que se complementam e contribuíram para a compreensão do contexto e da problemática de investigação.

Nos Capítulos 3 e 4, procurou-se realizar uma análise integrada da informação recolhida, com o objetivo de compreender o caso em estudo como um todo, preservando, assim, a sua unicidade. Neste sentido, as análise, reflexões e deduções são baseadas numa triangulação teórica que consiste na utilização de diversos pressupostos e princípios teóricos na análise e interpretação dos dados recolhidos. Nesta investigação, o quadro teórico realizado assenta numa diversidade de referências que procuram sustentar e relacionar as várias dimensões de análise presentes na investigação.

2.6.2 Inquérito por questionário

Os dados quantitativos desta investigação referem-se àqueles que foram recolhidos através do inquérito por questionário. Este pressuposto ajusta-se ao objetivo da fase da investigação em que o inquérito por questionário foi aplicado, que se caracteriza pela sua natureza exploratória, na medida em que permitiu recolher evidências dos participantes relativamente à problemática de estudo.

O questionário, segundo Rodríguez, Flores, & Jiménez (1996), não se pode dizer que seja uma das técnicas mais representativas na investigação qualitativa, pois a sua utilização está mais

associada a técnicas de investigação quantitativa. Contudo, enquanto técnica de recolha de dados, o questionário pode prestar um importante serviço à investigação qualitativa. Esta técnica baseia-se na criação de um formulário, previamente elaborado e normalizado.

Construir questionários não é, contudo, uma tarefa fácil, no entanto aplicar algum tempo e esforço na sua construção é um fator favorável ao crescimento do conhecimento do investigador e da problemática em análise. O questionário é uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões apresentadas por escrito e deverá ser aplicado a uma população que propiciem determinado conhecimento ao investigador. Segundo Almeida & Pinto (1990), são consideradas algumas vantagens sobre este tipo de técnica de recolha de dados, tais como: a possibilidade de atingir grande número de pessoas; garantir o anonimato das respostas; permitir que as pessoas respondam no momento que lhes pareça mais apropriado e não expõe os questionados sob influência do investigador. Sempre que um investigador elabora e aplica um inquérito por questionário, e não esquecendo a sua interação indireta que existe, verifica-se que a linguagem e o tom das questões do questionário, são de elevada importância. Neste sentido, é necessário ser cuidadoso na forma como se formulam as questões, bem como na apresentação do questionário. As questões devem ser reduzidas e adequadas à pesquisa em questão, devem por sua vez ser desenvolvidas tendo em conta três princípios básicos: o princípio da clareza (devem ser claras, concisas e unívocas); princípio da coerência (devem corresponder à intenção da própria pergunta); e princípio da neutralidade (não devem induzir uma dada resposta, mas sim libertar o inquirido do referencial de juízos de valor ou do preconceito do próprio autor).

Embora a aplicação de questionários seja vantajosa, apresenta também desvantagens ao nível da dificuldade de conceção. A vantagem em utilizar um inquérito por questionário dependerá da clareza das perguntas, natureza das pesquisas e das habilitações literárias dos inquiridos. Relativamente à natureza da pesquisa verifica-se que, se aquela não for de utilidade para o indivíduo, a taxa de não - resposta aumentará. Além disso, nesta técnica ainda se verificam outras limitações, como o facto de excluir pessoas analfabetas, de impedir o auxílio ao inquirido quando não entende a questão, de impedir o conhecimento das circunstâncias em que o questionário foi respondido, não oferecer garantia de que a maioria das pessoas o devolva preenchido completamente, de envolver geralmente um número pequeno de

perguntas e de proporcionar resultados bastante críticos em relação à objetividade, se não for do interesse, apresenta respostas sem significado. A construção do questionário terá grande influência nos resultados que serão obtidos por ele, por isso, são importantes alguns cuidados a ter como a forma das perguntas, o conteúdo das mesmas, a escolha das perguntas e a sua formulação, o número de perguntas e a sua respetiva ordem.

Existem dois tipos de questões: as questões de resposta aberta e as de resposta fechada. As questões de resposta aberta permitem ao inquirido construir a resposta com as suas próprias palavras, permitindo deste modo a liberdade de expressão. As questões de resposta fechada são aquelas nas quais o inquirido apenas seleciona a opção (de entre as apresentadas), que mais se adequa à sua opinião. Também é usual aparecerem questões dos dois tipos no mesmo questionário, sendo este considerado misto. Afonso (2014, pag.101), refere-nos que a aplicação de um inquérito por questionário possibilita "... converter a informação obtida dos inquiridos em dados préformatados, facilitando o acesso a um número elevado de sujeitos e a contextos diferenciados".

Neste estudo, o inquérito por questionário foi utilizado considerando a relação entre a problemática e o objetivo da recolha de dados. As questões apresentadas no inquérito por questionário encontram-se selecionadas de acordo com os conceitos abordados na revisão da literatura e estão relacionadas com as dimensões de análise. Neste sentido, antecedeu uma fase de intensiva análise documental e revisão literária. Foram estabelecidos objetivos para a formulação das questões presentes no referido inquérito, desta forma, pretende-se com o instrumento aplicado perceber a opinião sobre as tecnologias e as competências transversais e técnicas que acham mais relevantes. Pretende-se também recolher a opinião dos participantes na II Edição do COMPETInd 4.0, sobre a importância do evento na identificação das competências necessárias os conceitos inerentes à Indústria 4.0, bem com as suas opiniões sobre as mais importantes competências transversais e tecnologias do conceito. Trata-se, portanto, de um número alargado de sujeitos dos quais se pretende obter informações relevantes para o estudo.

O instrumento foi criado de raiz, na medida em que não se encontravam outros estudos que contemplassem os objetivos inerentes a esta fase de recolha de dados. As questões são fechadas, com vista a obter opiniões dos inquiridos em relação aos itens apresentados.

As três grandes dimensões a analisar com o instrumento estão relacionadas à problemática da investigação: 1. Tecnologias do conceito Indústria 4.0 (relacionadas às competências técnicas); 2. Competências técnicas; 3. Competências transversais.

Embora não sendo o foco da investigação, procura-se também recolher dos alunos informação sobre a sua opinião da importância das áreas do conhecimento para o profissional de Engenharia e Gestão Industrial, bem como a sua sensibilidade para as características da prática profissional que ocupa a Engenharia e Gestão Industrial.

		Alunos 3º e 4º ano MIEGI	Participantes II Edição COMPETind 4.0
Dimensões a analisar	Participantes		
	Legitimação e motivação	X	X
	Caracterização do perfil	X	X
	Importância das áreas do conhecimento	X	X
	Características da prática profissional	X	
	Tecnologias do conceito I4.0 – Pilares tecnológicos I4.0	X	X
	Competências transversais	X	X
Competências técnicas	X		
Metodologia		Inquérito por questionário	Inquérito por questionário

Tabela 4 – Dimensões a analisar com a metodologia inquérito por questionário

O instrumento na sua versão definitiva foi aplicado online. No caso dos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI, foi passado aos respetivos delegados de turma e difundidos via rede social para os alunos dos respetivos anos. No que diz respeito aos participantes da II Edição do COMPETind 4.0, foi enviado após o evento um e-mail (usado na inscrição no evento) de agradecimento pela participação onde foi divulgado o link para a participação no inquérito por questionário.

Na construção do questionário foi devidamente informado o âmbito da realização do estudo bem como, a privacidade referente aos participantes.

Relativamente à análise de dados, em algumas questões foi utilizada uma classificação Likert (muito importante, bastante importante, importante, pouco importante, nada importante). Para analisar os itens Likert foi utilizado o cálculo do Ranking Médio (RM). Neste modelo atribui-se um valor de 1 a 5 (em que 1 corresponde a nada importante e 5 a muito importante) para cada resposta a partir da qual é calculada a média ponderada para cada item, baseando-se na frequência das respostas.

Desta forma é obtido o RM através da seguinte estratégia:

$$\text{Média Ponderada (MP)} = \sum(f_i * V_i)$$

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \text{MP} / (\text{NS})$$

f_i = frequência observada de cada resposta para cada item

V_i = valor de cada resposta

NS = nº de sujeitos

Neste sentido, quanto mais próximo de 5 o RM estiver maior será a importância atribuída e quanto mais próximo de 1 menor será essa importância.

A análise de dados quantitativos está estreitamente relacionada com a aplicação e o entendimento da estatística. Existem inúmeras formas para tratamento da base de dados, e, para o comprimento dos tópicos propostos para uma fundamental análise de dados, serão utilizados dois softwares como referência: *Microsoft Excel* e o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

2.6.3 Entrevistas

A entrevista é uma das fontes de informação mais importantes e essenciais, nos estudos de caso (Yin, 2014). Também, conforme Fontana & Frey (2005), entrevistar é uma das formas mais comuns e poderosas de tentar compreender outros seres humanos. A entrevista é um ótimo instrumento para captar a diversidade de descrições e interpretações que as pessoas têm sobre a realidade ou sobre determinado objeto de estudo. O investigador qualitativo tem, na entrevista, um instrumento adequado para captar essas realidades múltiplas. A entrevista é considerada uma interação verbal entre, pelo menos, duas pessoas: o entrevistado, que fornece respostas, e o entrevistador, que solicita informação para, a partir de uma

sistematização e interpretação adequada, extrair conclusões sobre o estudo em causa (Slake, 2005).

No decurso da entrevista estabelece-se uma interação entre o investigador e o entrevistado, ou seja, através das questões o entrevistado exprime o seu conhecimento e opinião acerca de uma determinada situação. Este nível de compreensão é dado não só através do conteúdo do discurso, mas também pela intensidade do mesmo e ainda pela linguagem não-verbal (Quivy & Campenhoudt, 1995).

Uma entrevista depende do entrevistador, mas também depende das questões que são formuladas, desta forma, é necessário elaborar um guião, como elemento orientador da entrevista, sendo o instrumento através do qual as informações serão recolhidas. Há dois aspetos determinantes a considerar: primeiro, a ordem em que as questões são apresentadas no guião; e segundo, adaptar o guião ao tipo de entrevista que se pretende, de acordo com os objetivos da investigação (Bryman, 2012).

O tipo de entrevista adotado neste projeto foi mais enquadrado com à semiestruturada, uma vez que existia um guião de entrevista, mas para maior liberdade de expressão dos pontos de vista, as questões foram conduzidas com base em tópicos específicos a partir dos quais se criaram as questões. Neste sentido, as questões eram lançadas com base no guião seguindo a ordem dos tópicos, mas para maior liberdade podiam surgir também em momento oportunos da entrevista.

As entrevistas semiestruturadas têm suscitado bastante interesse e têm sido frequentemente utilizadas. O seu interesse está associado com a expectativa que os sujeitos entrevistados expressem os seus pontos de vista numa situação de entrevista desenhada de forma relativamente aberta do que numa entrevista estruturada ou um questionário (Flick, 2009).

Neste tipo de entrevista o entrevistador estabelece os conteúdos e diretrizes sobre os quais incidem as questões. Comparadas com as entrevistas estruturadas, as entrevistas semiestruturadas não pressupõem uma especificação verbal ou escrita do tipo de perguntas a formular nem, necessariamente, da ordem de formulação. Para além de possuírem

características diferentes, Flick (2009) aponta algumas vantagens das entrevistas semiestruturadas sobre as estruturadas. Neste sentido, considera que as estruturadas limitam o ponto de vista do sujeito ao impor quando, em que sequência e como tratar os assuntos. Em suma, a entrevista semiestruturada não segue uma ordem pré-estabelecida na formulação das perguntas, deixando maior flexibilidade para colocar essas perguntas no momento mais apropriado, conforme as respostas do entrevistado.

De acordo com Larousse (1993 citado em Arias, 1999), a população deve ser selecionada qualitativamente, para que se atinjam os objetivos pretendidos. A entrevista assume, por um lado, um significado muito restrito, e por outro lado, um significado não unívoco, pois o autor afirma que a entrevista com uma pessoa serve para a interrogar sobre os seus atos, as suas ideias, os seus projetos, quer para publicar ou difundir o seu conteúdo, quer para utilizar para fins de análise (inquérito de opinião).

Neste sentido, efetuaram-se três entrevistas semiestruturadas, em separado, mas com a mesma estrutura. Foi combinado uma data, hora e local com os participantes para realização das entrevistas. Procedeu-se ainda antecipadamente à entrega do protocolo da mesma, onde estavam descritos os objetivos pretendidos com a entrevista em questão. A realização das entrevistas ocorreu durante os meses de agosto e setembro de 2018 e teve a duração média de 45 min.

As entrevistas foram gravadas em formato áudio e transcritas *ipsis verbis*. As transcrições foram disponibilizadas aos participantes, no sentido de confirmar e validar a informação. A análise de conteúdo é a técnica adotada para o processo de elaboração dos dados com vista a transformá-los em informação esclarecedora. A análise de conteúdo é entendida, basicamente, segundo Bardin (2013), como um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens.

Neste estudo, para a realização da entrevista foi elaborado um consentimento informado onde é explicado e informado o âmbito da entrevista e do projeto e um guião de entrevista

semiestruturada, constituído por diversas questões, organizadas em dimensões, de acordo com os objetivos gerais definidos:

1. Identificar e caracterizar as competências transversais e técnicas necessárias ao perfil do profissional em Engenharia e Gestão Industrial, considerando os contextos, as funções e as práticas em ambiente industrial, tendo em conta os conceitos inerentes à Indústria 4.0.
2. Identificar as tecnologias emergentes onde o profissional de Engenharia e Gestão Industrial mais necessita de se focar, considerando os contextos, as funções e as práticas em ambiente industrial, tendo em conta os conceitos inerentes à Indústria 4.0.
3. Definição e visão do conceito.
4. Identificar os critérios e procedimentos utilizados para garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0.
5. Identificar as áreas funcionais mais importantes, a colaboração e parcerias existem no desenvolvimento e implementação dos conceitos inerentes à Indústria 4.0.

As dimensões da entrevista estão diretamente relacionadas aos objetivos gerais definidos, são os seguintes:

Dimensões a analisar	Participantes	Profissionais da I4.0
	Legitimação e motivação	X
	Caracterização do perfil de formação e da situação profissional	X
	Definição e visão do conceito Indústria 4.0	X
	Nível estratégico da empresa	X
	Tecnologias do conceito I4.0 – Pilares tecnológicos I4.0	X
	Competências transversais	X
	Competências técnicas	X
Metodologia	Entrevista	

Tabela 5 – Dimensões a analisar com a metodologia entrevista

As dimensões definidas no guião da entrevista deram origem a objetivos específicos, sendo estes o cerne do objetivo da entrevista e que por sua vez estiveram na origem da elaboração das questões.

A análise e interpretação de dados nestes planos, torna-se, por isso mesmo, uma tarefa tão crucial quanto problemática e por dois motivos: em primeiro lugar porque os dados podem tomar formas tão diversificadas como relatos ou fotografias, passando por objetos, desenhos, gravações etc...; em segundo lugar, porque, enquanto na investigação quantitativa era fácil distinguir com clareza as duas fases de recolha por um lado e de análise de dados por outro, tal distinção é difícil de conseguir na investigação qualitativa uma vez que ambas as fases se afetam mutuamente e se completam. Por isso mesmo Myers (1997, cit in Coutinho, 2011), prefere não falar numa análise de dados mas em modos de análise, entendidos como diferentes abordagens à escolha e interpretação de dados em estudos qualitativos. A característica comum a todos esses “modos de análise” é o facto de incidirem, de uma forma ou de outra, sobre “palavras”, ou seja, de ser uma análise textual (verbal ou escrita).

Pelo seu carácter aberto e flexível, os planos qualitativos produzem quase sempre uma enorme quantidade de informação descritiva que necessita de ser organizada e reduzida por forma a possibilitar a descrição e interpretação do fenómeno em estudo. Esta tarefa opera-se através de uma operação designada de codificação que vai permitir ao investigador saber o que contém os dados (Wiersma, 1995; Bravo, 1998 cit in Coutinho, 2011). A codificação ocorre na maior parte das vezes numa fase posterior à recolha de dados, ou seja, as categorias emergem dos dados, em que o investigador procura padrões de pensamento ou comportamentos, palavras, frases, ou seja, regularidades nos dados que justifiquem uma categorização.

Uma das técnicas mais usadas é a análise de conteúdos. A análise de conteúdos é uma técnica que consiste em avaliar de forma sistemática um corpo de texto, por forma a desvendar e quantificar a ocorrência de palavras, frases, temas considerados chave que possibilitam uma compreensão posterior, ou, seja, segundo as palavras de Marshall & Matalon (1997, cit in Coutinho, 2011), “*é uma forma de perguntar um conjunto fixo de questões aos dados de modo a obter resultados contáveis*”. O investigador procura estruturas e regularidades nos dados e faz inferências com base nessas regularidades.

Neste sentido, a presente investigação seguiu esta metodologia de análise dados, ou seja, posteriormente às entrevistas, o conteúdo foi transcrito, importado e tratado para análise em

MAXQDA, que é um software para análise de dados qualitativos e métodos mistos. A técnica usada de análise de conteúdos, permitirá desta forma obter resultados contáveis de forma a serem comparados com os resultados dos métodos quantitativos.

2.7 A questão da fiabilidade e do rigor

A fiabilidade de um estudo científico, seja ele de âmbito quantitativo ou qualitativo, está relacionada com a replicabilidade das conclusões a que se chega (Vieira, 1999), ou seja, com a possibilidade de diferentes investigadores, utilizando as mesmas metodologias poderem chegar a resultados idênticos sobre o mesmo fenómeno. Na prática, trata-se de verificar se os dados recolhidos na investigação são estáveis no tempo e se têm consistência interna, sobretudo se provierem de fontes múltiplas (Coutinho, 2011).

Se na investigação quantitativa este requisito se alcança com o recurso a instrumentos fiáveis e técnicas normalizadas para a recolha de dados, num estudo de caso, a situação é distinta, porque por um lado o investigador é o principal, e muitas vezes único “instrumento” do estudo e, por outro, porque o “caso” em si não pode ser replicado ou reconstruído (Yin, 2014).

Considera Yin (2014), a questão da fiabilidade não pode deixar de ser colocada se queremos que ao nosso estudo de caso seja reconhecido valor. Para isso incita o investigador a fazer uma descrição tão pormenorizada quanto possível de todos os passos operacionais do estudo, e a conduzir a investigação possibilitando que outros autores independentes possam repetir os mesmos procedimentos em contextos comparáveis.

Na corrente investigação, de forma a seguir a conformidade dos desígnios dos autores quanto a fiabilidade, todos os pormenores da investigação ao nível de instrumentos, metodologias de recolha e de análise de dados, métodos e ferramentas de análise qualitativa e quantitativa, são pormenorizadas. As conclusões e deduções das dimensões da investigação, são baseadas nos dados obtidos e na análise bibliográfica sobre os conceitos a analisar. Neste sentido, prevê-se que o estudo conduzido por outro investigador possa chegar a resultados idênticos sobre o fenómeno. No entanto, os dados obtidos de fontes múltiplas na investigação podem

sofrer alterações no tempo, ou seja, existe uma certa dinâmica relacionada ao desenvolvimento global da humanidade nas dimensões a analisar.

De uma forma geral a validade interna de um estudo refere o rigor ou precisão dos resultados obtidos, ou seja, o quanto as conclusões obtidas representam e explicam a realidade estudada. Para Mertens, (2010) trata-se de equacionar a legitimidade para se inferir dos dados, ou seja, verificar até que ponto as interpretações que o investigador faz não são fragmentos da sua imaginação, o que se traduziria em falta de objetividade das conclusões obtidas no estudo. Deste novo se insiste na necessidade de uma descrição compacta da lógica de inferência utilizada pelo investigador.

A forma de desenvolver um bom estudo de caso, considera Robert E. Stake, (1995), está em o investigador obter as confirmações necessárias para aumentar a credibilidade das interpretações que faz, e, para isso, deverá recorrer a um ou várias estratégias de triangulação. A investigação desenvolvida assenta no recurso à triangulação como uma estratégia que permite identificar, explorar e compreender as diferentes dimensões do estudo.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA: AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E A ENGENHARIA INDUSTRIAL

A contextualização histórica para a presente investigação, é muito importante na medida em que permite fazer um enquadramento da problemática da investigação. Neste sentido, primeiramente reflete-se sobre a ligação das revoluções à industrialização e sobre as origens e desenvolvimento da Engenharia e Gestão Industrial. Seguidamente, faz-se uma revisão das Revoluções Industriais no âmbito do contributo para o desenvolvimento tecnológico e industrial, bem como, no que concerne à ligação mais envolvente com a problemática, nomeadamente o tema sobre a Quarta Revolução Industrial. Neste capítulo, aborda-se a envolvente tecnológica, industrial e social da era industrial que estamos a iniciar, bem como, pretende-se fazer uma abordagem às transformações que prevê acerca do mercado de trabalho e sobre o sistema de ensino. Por último faz-se uma abordagem aos Pilares Tecnológicos e a sua relação com a Indústria 4.0, onde se define um conjunto de tecnologias

que vão ser colocadas à consideração dos participantes da investigação e ao conceito “*The Smart Manufacturing*” que é a visão prática da Quarta Revolução Industrial na Indústria.

3.1 Revolução e Industrialização

A palavra "revolução" designa mudanças abruptas e radicais. As revoluções ocorreram ao longo da história quando as novas tecnologias e novas maneiras de perceber o mundo desencadeiam uma profunda mudança nos sistemas económicos e nas estruturas sociais (Schwab, 2016b).

A indústria é um conjunto de atividades produtivas que o homem realiza de modo organizado, com a ajuda de máquinas e ferramentas. Dentro dessa ampla definição enquadram-se os mais diversos afazeres, em diferentes lugares e épocas. De um modo geral, toda atividade coletiva que consiste em transformar matérias-primas em bens de consumo ou de produção, com auxílio de máquinas, poder-se-á dizer que é uma atividade industrial (Salvendy, 2001).

Já em tempos pré-históricos, o homem construiu os seus utensílios e armas mediante a transformação dos materiais de que dispunha, como o sílex e, mais tarde, os metais. À medida que avançou a civilização, a especialização no trabalho aumentou e originou-se um grupo social, os artesãos, que se encarregavam de produzir os objetos de que a sociedade necessitava, como objetos de cerâmica, tecidos, armas etc (Encyclopedia Britannica, 2010).

No fim da Idade Média, os artesãos das florescentes cidades europeias agruparam-se em corporações, nas quais se configuraram as categorias de aprendizes, oficiais e mestres e onde os conhecimentos técnicos se transmitiam de pai para filho. A produtividade dessas oficinas era baixa, pois a maior parte do trabalho realizava-se manualmente e não existia a divisão técnica do trabalho, isto é, cada produto era realizado totalmente, de início a fim, por um só artesão. Somente em poucas atividades utilizava-se a força de animais de carga, de quedas de água e do vento para mover máquinas rudimentares como os moinhos.

A industrialização iniciou-se pelo final do século XVIII com a introdução de equipamentos mecânicos na produção, quando máquinas como o tear mecânico revolucionaram a forma

como os produtos foram fabricados. Na Primeira Revolução Industrial a grande inovação foi, desta forma, a mecanização da produção e o uso da energia potenciada pelo vapor de água para mecanizar a produção. A Segunda Revolução Industrial iniciou-se na segunda metade do século XIX, envolvendo uma série de desenvolvimentos dentro da indústria química, elétrica, de petróleo e de aço. Esta é uma revolução industrial que persegue o aperfeiçoamento das tecnologias da primeira revolução. A grande inovação é o uso da eletricidade para a produção de bens em massa baseada numa divisão do trabalho. A Terceira Revolução Industrial desenrola-se por meados do século XX, em que a eletrónica e a tecnologia da informação surgem de forma a alcançar uma maior automação dos processos de produção, já que as máquinas assumiram não apenas uma proporção substancial do trabalho manual, mas também alguns dos trabalhos de decisão. Caracterizou-se por uma mudança de tecnologias eletrónicas, mecânicas e analógicas para eletrónica digital, além de uma maior automação da produção industrial. A Quarta Revolução Industrial não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas a transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital que marca a Terceira Revolução Industrial. Esta nova Revolução Industrial caracteriza-se pela convergência de tecnologias digitais, físicas e biológicas (Schwab, 2016a).

Há três razões pelas quais as transformações atuais não representam uma extensão da terceira revolução industrial, mas a chegada de uma diferente: a velocidade, o alcance e o impacto nos sistemas. A velocidade dos avanços atuais não tem precedentes na história e está a interferir em quase todas as indústrias por todo o mundo (Schwab, 2016b).

3.2 A Engenharia e Gestão Industrial

Antes de entrar na história da profissão, é importante notar que o nascimento e a evolução da Engenharia Industrial é análoga aos seus antecessores de engenharia. Embora existam exemplos centenários de práticas e realizações iniciais de engenharia, como as Pirâmides, a Grande Muralha da China e os projetos de construção romana, só no século XVIII as primeiras escolas de engenharia apareceram na França, para maior eficiência na conceção e análise de pontes, estradas e edifícios resultou em princípios de engenharia inicial preocupados principalmente com esses tópicos sendo ensinados primeiro em academias militares

(engenharia militar). A aplicação desses princípios aos esforços não-militares ou civis levou ao termo engenharia civil. Avanços inter-relacionados nos campos da física e da matemática lançaram as bases para o desenvolvimento e aplicação de princípios mecânicos. A necessidade de melhorias no projeto e análise de materiais e dispositivos como equipamentos e motores resultou no surgimento da engenharia mecânica como um campo distinto no início do século XIX. Circunstâncias semelhantes, embora para diferentes tecnologias, podem ser atribuídas ao surgimento e desenvolvimento da engenharia elétrica e engenharia química. Como tem sido o caso em todos esses campos, a Engenharia Industrial desenvolveu-se inicialmente a partir da compressão de evidências empíricas e, depois, da pesquisa para desenvolver uma base mais científica (Encyclopedia Britannica, 2010).

É difícil dizer-se onde e quando se fez exatamente o primeiro ato de Engenharia e Gestão Industrial pois é sempre questionável se ao produzir-se algo não se está de alguma forma a fazer Engenharia e Gestão Industrial. Muitos produtos foram produzidos ao longo dos séculos e certamente algumas técnicas foram então desenvolvidas e usadas para melhorar a eficiência da sua produção. Trata-se de algo que faz parte do homem, é-lhe intrínseco: sempre que faz a mesma coisa mais do que uma vez tenta fazê-lo de uma forma mais eficiente. Não se constrói uma estrada num trajeto que apenas se fez uma vez. Em vez disso, quando se entende que determinado trajeto é para ser usado frequentemente então faz-se uma estrada para que o produto “transporte” nesse trajeto seja mais eficiente, se faça de uma forma mais simples e mais barata (Carvalho, 2003).

Pode dizer-se que, nascida no final do século XIX, a Engenharia Industrial é uma profissão dinâmica cujo crescimento tem sido alimentado pelos desafios e necessidades das organizações privadas e públicas ao longo do século XX. É também uma profissão cujo futuro depende não apenas da capacidade dos seus profissionais reagirem e facilitarem mudanças operacionais e organizacionais, mas, mais importante, da sua capacidade de antecipar e, portanto, liderar o próprio processo de mudança. Os eventos históricos que levaram ao nascimento da Engenharia Industrial fornecem um sentido significativo sobre muitos dos princípios que dominaram sua prática e desenvolvimento durante a primeira metade do século XX. Embora esses princípios continuem a causar impacto na profissão, muitos dos

desenvolvimentos conceituais e tecnológicos que atualmente moldam e continuarão a moldar a prática da profissão tem origem na segunda metade do século XX (Zandin, 2004).

O campo da Engenharia e Gestão Industrial é relativamente jovem, mas a sua história é rica e interessante. As nossas vidas e a Engenharia e Gestão Industrial foram reforçadas pelas inovações e contribuições de numerosos indivíduos. A tabela abaixo mostra os eventos significativos ao longo da história, bem como a relação com os marcos fundamentais na evolução da Engenharia e Gestão Industrial.

ÊNFASE NO CUSTO		ÊNFASE NA QUALIDADE		ÊNFASE NA PERSONALIZAÇÃO	ÊNFASE NA GLOBALIZAÇÃO
CONCEITOS INICIAIS 1776-1880	ERA DA PRODUÇÃO EM MASSA 1910-1980	ERA DA PRODUÇÃO MAGRA 1980-1995	ERA DA PERSONALIZAÇÃO EM MASSA 1995-2005	ERA DA GLOBALIZAÇÃO 2005-2020	
Labor Specialization (Smith e Babbage)	Moving Assembly Line (Ford / Sorensen)	Just-In-Time	Internet / E-commerce	Globalization	
Standardized Parts (Whitney)	Statistical Sampling (Shewhart)	Computer Aided Design (CAD)	Enterprise Resource Planning	Global Supply Chain	
ERA DA GESTÃO CIENTÍFICA 1880-1910	Economic Order (Harris)	Electronic Data Interchange (EDI)	International Quality Standards (ISO)	Learning Organization	
Gantt Charts (Gantt)	Linear Programming	Total Quality Management (TQM)	Finite Scheduling	Growth of Transnational Organizations	
Motion & Time Studies (Gilbreth)	PERT/CPM (DuPont)	Baldrige Award	Supply Chain Management	Instant Communications	
Process Analysis (Taylor)	Material Requirements Planning (MRP)	Empowerment	Mass Customization	Sustainability	
Queuing Theory (Erlang)		Kanbans	Build-to-order	Ethics in a Global Workforce	
			Radio Frequency Identification (RFID)	Agile Manufacturing	
				Virtual Enterprises	
				Logistics	

Tabela 6 – Eventos significantes na Engenharia e Gestão Industrial (adaptado de Heizer & Render, 2011)

O reconhecimento do papel e da amplitude refletiram-se na definição de Engenharia Industrial que foi adotada pelo *American Institute of Industrial Engineers* no início dos anos 60:

“Industrial engineering is concerned with the design, improvement, and installation of integrated systems of men, materials, equipment and energy. It draws upon specialized knowledge and skill in the mathematical, physical and social sciences together with the principles and methods of engineering

analysis and design to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems.” (Zandin, 2004)

A Engenharia Industrial é um ramo da engenharia que lida com a otimização de processos, sistemas ou problemas complexos. Engenheiros industriais trabalham para eliminar o desperdício de tempo, dinheiro, materiais, horas de trabalho, tempo de processamento, energia e outros recursos que não geram valor. Segundo o *Institute of Industrial and Systems Engineers*, criam processos e sistemas de engenharia que melhoram a qualidade e a produtividade (Institute of Industrial & Systems Engineers, 2018).

A engenharia industrial preocupa-se com o desenvolvimento, melhoria e implementação de sistemas integrados de pessoas, recursos financeiros, conhecimento, informação, equipamento, energia, materiais, análise e síntese, bem como com as ciências matemáticas, físicas e sociais, juntamente com os princípios e métodos de projeto de engenharia para definir, prever e avaliar os resultados a serem obtidos de tais sistemas ou processos (Salvendy, 2001).

3.3 Primeira Revolução Industrial

A primeira mudança profunda em nossa maneira de viver — a transição do forrageamento (a busca por alimentos) para a agricultura — ocorreu há cerca de 10.000 anos e foi possível graças à domesticação dos animais. A revolução agrícola combinou a força dos animais e a dos seres humanos em benefício da produção, do transporte e da comunicação. Pouco a pouco, a produção de alimentos melhorou, estimulando o crescimento da população e possibilitando assentamentos humanos cada vez maiores. Isso acabou levando à urbanização e ao surgimento das cidades. A revolução agrícola foi seguida por uma série de revoluções industriais iniciadas na segunda metade do século XVIII. A marca dessas revoluções foi a transição da força muscular para a energia mecânica. Embora os historiadores da ciência e da tecnologia continuem a discutir quando a Engenharia Industrial começou, há um consenso geral de que as raízes empíricas da profissão remontam à Primeira Revolução Industrial, que começou na Inglaterra durante o século XVIII e se prolongou até final do século XIX, ou seja,

mais precisamente estima-se que decorreu entre 1760 e 1840 (Encyclopedia Britannica, 2010).

Os eventos dessa época mudaram drasticamente as práticas produtivas e serviram de gênese para muitos conceitos que influenciaram o nascimento e evolução do campo científico um século depois. As forças motrizes por trás desses desenvolvimentos foram as inovações tecnológicas que ajudaram a mecanizar muitas operações tradicionalmente manuais na indústria têxtil. Podemos desta forma destacar: John Kay em 1733 – inventor do lançador voador do tear; James Hargreaves em 1765 – inventor da fiadora; Richard Arkwright em 1769 – inventor da máquina de tecer, mas talvez a inovação mais importante, no entanto, tenha sido a máquina a vapor desenvolvida por James Watt em 1765, que utilizava a queima de carvão para aquecer água e produzir vapor de água. Ao tornar o vapor prático como uma fonte de energia para uma série de aplicações, a invenção de Watt libertou as organizações da sua dependência do poder hidráulico, nomeadamente da corrente de água, abrindo uma liberdade muito maior na definição da localização e organização industrial. Além disso, também permitiu com que a energia ficasse mais barata, o que levou a custos de produção mais baixos, preços mais baixos, permitindo expandir bastante os mercados. Ao facilitar a substituição do capital pelo trabalho, essas inovações geraram economias de escala, e desta forma, contribuíram para que a produção em massa se deslocasse para locais centralizados e mais atraente. O conceito de um sistema de produção, que está no cerne da moderna prática e pesquisa de Engenharia Industrial, teve sua gênese nas fábricas criadas como resultado dessas inovações (Zandin, 2004).

O sistema técnico do trabalho desse período é o paradigma manchesteriano, nome dado por referência a Manchester, o centro têxtil por excelência representativo desse período. A base do sistema manchesteriano é o trabalho assalariado, cujo cerne é o trabalhador por ofício. Um trabalhador qualificado é geralmente pago por peça.

A utilização de máquinas nas indústrias, que desempenhavam grande força e agilidade movida à energia do carvão, proporcionou uma produtividade extremamente dinâmica, com isso a indústria tornou-se uma alternativa de trabalho, nesse momento milhares de pessoas deixaram o campo e deslocaram-se massivamente em direção às cidades.

Os conceitos apresentados por Adam Smith na sua obra “The Wealth of Nations” (1776) também estão na base do que eventualmente se tornou a teoria e a prática da Engenharia Industrial. A sua visão sobre conceitos como a divisão do trabalho e a “mão invisível” do capitalismo serviram para motivar muitos dos inovadores tecnológicos da Revolução Industrial a planear e implementar sistemas produtivos. Exemplos destes desenvolvimentos incluem a implementação por Richard Arkwright de sistemas de controle e gestão da produção e do “output” dos operários da fábrica. Outro contributo de conceitos fundamentais, que eventualmente pode ser associado à Engenharia Industrial, foi dado por Charles Babbage. As suas descobertas surgem de visitas a fábricas na Inglaterra e nos Estados Unidos no início de 1800 tendo sido documentadas no seu livro intitulado “On the Economy of Machinery and Manufacturers” (1832). O livro inclui assuntos como o tempo necessário para aprender uma tarefa específica, os efeitos da subdivisão de tarefas em elementos menores e menos detalhados, a economia de tempo e custo associada à mudança de uma tarefa para outra e as vantagens a serem obtidas por tarefas repetitivas. Outro desenvolvimento importante na história da engenharia industrial foi o conceito de peças intercambiáveis. A viabilidade do conceito como uma prática industrial sólida foi comprovada pelos esforços de Eli Whitney e Simeon North em 1811 na produção de mosquetes e pistolas para o governo dos EUA. Este sistema produtivo baseava-se na ideia de padronização dos produtos, ou seja, um trabalhador seguia uma orientação de montagem sempre idêntica e, auxiliado por máquinas, diminuindo incrivelmente o tempo de produção. O resultado foi uma redução significativa na necessidade de competências especializadas por parte dos trabalhadores - um resultado que acabou levando ao ambiente industrial, que se tornou o objeto de estudo de Frederick W. Taylor. Os setores de arranque da Revolução Industrial foram por um lado a indústria têxtil, sobretudo a indústria algodoeira, um setor económico que não requer muito investimento capital e técnico, e por outro a indústria metalúrgica, o segundo setor de arranque, entre as décadas de 30 e 40, ligado às exigências das comunicações e dos transportes, como os comboios e as pontes. A revolução dos transportes, ocorrida durante o século XIX com a introdução da energia a vapor nos barcos por Fulton em 1803 e depois aplicada aos comboios por Stephenson em 1816, veio acelerar este processo, que começou em Inglaterra ainda no final do século XVIII e que depois propagou-se um pouco por todos os cantos do Mundo a partir do século XIX (Zandin, 2004).

3.4 Segunda Revolução Industrial

A Segunda Revolução Industrial foi um marco no desenvolvimento tecnológico entre o século XIX e a primeira metade do século XX. Uma série de inovações tecnológicas e um verdadeiro salto nos processos industriais ocorreram nesse período. Os principais palcos dessas mudanças foram a Inglaterra, França, Alemanha, Estados Unidos e Japão. O início da Segunda Revolução Industrial, caracteriza-se sobretudo devido a uma série de tecnologias e melhorias nos processos industriais que fizeram a então indústria do século XVII dar um salto em níveis de produção e sofisticação técnica. Como está relacionada ao incremento de novas tecnologias e processos, a Revolução Industrial é um conjunto de novas invenções e descobertas que resultaram em uma nova forma de produzir e trabalhar. Essa etapa do avanço industrial, tal como no século XVII, foi baseado nas indústrias de grande porte e de base, destacadamente as áreas de energia, transportes, siderúrgica, metalúrgica e química. e é claro, na esteira de todos esses segmentos, a indústria bélica também entrou em franco processo de crescimento, o que culminaria nas duas guerras mais sofisticadas e, conseqüentemente, mais mortais da história até então (Rifkin, 2011).

O processo de fabrico do aço e a sua contínua melhoria foi um dos pontos principais. Andrew Carnegie, fundador de uma das primeiras siderúrgicas americanas foi um dos mais importantes empreendedores nesse sentido. Tendo sido o responsável por promover o processo Bessemer e novas tecnologias na indústria do aço. O setor da energia viu o surgimento dos combustíveis à base de petróleo e do motor a combustão. A indústria petroquímica também foi palco de inúmeras inovações sobretudo com a criação de diversas novas substâncias derivadas do petróleo, sendo desta forma, dado o passo fundamental para que a indústria do transporte assumisse um papel fundamental nas economias e nas nossas vidas (Rifkin, 2011), (Encyclopedia Britannica, 2010).

Na Segunda Revolução Industrial, a energia elétrica facilitou ainda mais a substituição do ser humano no foco do trabalho. A energia elétrica surgiu como uma tecnologia de uso geral, permitindo que tudo que necessitasse de força para funcionar, pudesse ser substituída por esta nova fonte de energia. A Segunda Revolução Industrial foi sem dúvida palco de inúmeras invenções e descobertas em todas as áreas a nível global, algumas das novidades

representaram mudanças “disruptivas”, que depois de aperfeiçoamentos ainda hoje fazem parte e farão das nossas vidas. A lista de invenções, inovações e processos de fabrico que foram criados durante a segunda Revolução Industrial é extensa. De uma forma ampla, os principais avanços tecnológicos foram: desenvolvimento do motor a combustão interna; refinação e utilização do petróleo e derivados como fonte de energia; desenvolvimento das primeiras máquinas elétricas; instalação das primeiras centrais hidroelétricas; eletrificação da indústria e cidades; surgimento da indústria siderúrgica e aperfeiçoamentos na metalurgia; rádio; telefone; invenção do cinema; invenção do raio X; invenção e melhorias na indústria aeronáutica; invenção da lâmpada elétrica; entre outras (Encyclopedia Britannica, 2010).

As tecnologias por si só não alteraram os modelos produtivos, pois o que desencadeia uma nova abordagem de produção é quando os métodos e processos se reinventam, trazendo novas formas de gerir os fluxos. Neste sentido, as primeiras duas grandes Revoluções Industriais arrastaram consigo profundas transformações ao nível global, no entanto, pela primeira vez na história por Frederick Taylor, e de forma sistemática, aplicou o conhecimento aos métodos e à organização do trabalho desenvolvido pelos seres humanos no seu quotidiano. Frederick Taylor é considerado "o pai" da Administração Científica por propor a utilização de métodos científicos cartesianos na gestão de empresas. Frederick Taylor foi o primeiro homem na história a considerar o trabalho digno de estudo e observação sistemática, contribuindo para a primeira grande transformação na forma de trabalho, que trouxe como consequência a primeira grande alteração no modelo de sistemas produtivo. A melhoria da eficiência do trabalho no sistema Taylor baseou-se na análise e melhoria dos métodos de trabalho, na redução do tempo necessário para realizar tarefas e no desenvolvimento de padrões de trabalho. Estas criações de Taylor permitiram que as empresas aumentassem significativamente a eficiência da organização, mudando definitivamente a lógica de trabalho para todos os sistemas, produtivos e de serviços (Zandin, 2004).

As primeiras linhas de produção existentes não foram criação de Henry Ford. A padronização já existia na indústria bélica americana. A racionalização do trabalho foi desenvolvida por Taylor. Então, a grande criação de Henry Ford e Charles Sorensen por volta de 1913, foi unir todas estas descobertas para produzir produtos não diferenciados em grande escala. O

controle de qualidade é outra contribuição historicamente significativa. Walter Shewhart em 1924, combinou o seu conhecimento de estatística com a necessidade de controlo da qualidade e forneceu as bases para a amostragem estatística no controlo da qualidade. W. Edwards Deming em 1950 acreditava, assim como Frederick Taylor, que a administração deve fazer mais para melhorar o ambiente de trabalho e os processos para que a qualidade possa ser melhorada. Um dos setores produtivos mais tradicionais, a indústria de armas, cresceu enormemente durante a primeira guerra mundial (1914 a 1918) e provocou a renovação de toda a infraestrutura da indústria metalúrgica, devido ao enorme volume de produção solicitado pela envolvimento da guerra. A década de 1920 foi de intensa industrialização na Europa, nos Estados Unidos e no Japão, onde a produtividade do trabalho aumentou muito em virtude da mecanização, que se estendeu a grande número de atividades, e à eletrificação das fábricas. Do ponto de vista da organização e dos métodos de produção adotado, o trabalho foi sistematizado, principalmente nas grandes linhas de montagem, estabelecidas pela primeira vez na indústria (Heizer & Render, 2011).

Durante os equilibrados anos 40 e a Segunda Guerra Mundial, ocorreram desenvolvimento de importância crucial nos métodos usados pelo Engenheiro Industrial, incluindo análise estatística, técnicas de gestão de projetos e vários meios gráficos baseados em rede para analisar sistemas muito complexos, métodos estes impulsionados e desenvolvidos no planeamento das operações militares. Sob a pressão do tempo de guerra, muitos cientistas altamente formados de diversas áreas de estudo, contribuíram para o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias, o que levou a avanços significativos na modelação, análise e compreensão geral dos problemas operacionais (Zandin, 2004).

3.5 Terceira Revolução Industrial

A década de 1950 marcou a transição das raízes empíricas da Engenharia Industrial pré-guerra para uma era de métodos quantitativos. A transição foi mais dramática na educação, onde a pesquisa em Engenharia Industrial começou a ser influenciada pelos fundamentos matemáticos da pesquisa operacional e pela vantagem que essas técnicas proporcionavam para alcançar a estratégia ideal a seguir. Nas décadas de 1950 a 1970, após a segunda guerra mundial começou-se a desenhar aquela que viria a ser considerada a Terceira Revolução

Industrial, a revolução digital, com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet. A Revolução Tecnocientífica também assim designada veio contribuir em grande escala para o desenvolvimento da atividade industrial que passou a aplicar tecnologia de vanguarda na gestão industrial. Esse período foi caracterizado por um processo de inovações no campo da informática e nas suas aplicações, nos campos da produção e do consumo. As grandes realizações desse período são o desenvolvimento da chamada química fina, a biotecnologia, a escalada espacial, a robótica, a genética, entre outros importantes avanços (Zandin, 2004).

O reconhecimento e amplitude deste novo papel, refletiram-se na definição de Engenharia Industrial que foi adotada pelo Instituto Americano de Engenheiros Industriais no início dos anos 60. Neste sentido, Engenharia Industrial centrava-se no projeto, na melhoria e na instalação de sistemas integrados de pessoas, materiais, equipamentos e energia. Baseia-se em conhecimento especializado e competências nas ciências matemáticas, físicas e sociais, juntamente com os princípios e métodos de análise e projeto de engenharia para especificar, prever e avaliar os resultados a serem obtidos de tais sistemas. (Zandin, 2004).

As décadas de 1960 e 1970 foi considerada por muitos a segunda fase na história da Engenharia Industrial durante o século XX. Durante esse período, tornou-se orientada à modelação e planeamento, confiando fortemente na matemática e análise de computadores para o seu desenvolvimento. Em muitos aspetos, a Engenharia Industrial enverga por um caminho muito próprio, substituindo muitos dos aspetos mais subjetivos e qualitativos dos seus primeiros anos por ferramentas e técnicas mais quantitativas, baseadas na ciência (Zandin, 2004).

Na década de 1980, o papel do Engenheiro Industrial expandiu-se significativamente além de suas funções tradicionais de suporte, incluindo responsabilidades de liderança organizacional, tanto no projeto quanto na integração de sistemas de produção e serviços. No caso da produção, essas funções muitas vezes incluíam o projeto e o desenvolvimento de novos hardwares e softwares que permitiam a automação de muitas funções de produção e suporte e a integração dessas funções em ambientes operacionais (Zandin, 2004).

O crescente papel desempenhado pelos Engenheiros Industriais como integradores de sistemas de produção e as mudanças de paradigma que muitos Engenheiros Industriais estimularam no desenvolvimento de novas tecnologias de produção, como exemplo disso verificou-se como principal foco os ambientes de produção. Nos anos 80, o problema de usar tecnologias excessivas sem a devida integração, levou à criação de muitas “ilhas de automação” ou situações em que várias partes de uma fábrica automatizadas por computadores, robôs e equipamentos flexíveis não resultaram num ambiente produtivo por falta de integração entre eles (Jiri Klemes, Friedler, Bulatov, & Varbanov, 2010).

A Terceira Revolução Industrial tendo por base a alta tecnologia, a tecnologia de ponta. As atividades tornam-se mais criativas, exigem elevada qualificação da mão-de-obra e com recurso a horário flexível. É uma revolução técnico-científica, tendo a flexibilidade do toyotismo, cujo método é abolir a função de trabalhadores profissionais especializados para torná-los especialistas multifuncionais, lidando com as emergências momentâneas. A organização do trabalho sofre desta forma uma profunda reestruturação, resulta desta forma num sistema de trabalho polivalente, flexível, integrado em equipa, menos hierárquico. Elimina-se, pela reengenharia, grande parte da rede de chefias. A flexibilização técnica e do trabalho toma-se mais adaptável ao sistema económico, sobretudo a relação entre produção e consumo, por meio do *Just-In-Time*. A gestão vertical do tempo fordista cede lugar à gestão horizontal. Neste sentido, através de sistemas horizontais de gestão, a subcontratação de trabalho e serviço colmata o existente problema relativo às necessidades altíssimas de investimentos em novas tecnologias. Este cenário provoca a internacionalização e algumas empresas e a criação de outras para dar resposta à procura de componentes e produtos semiacabados, o que origina a criação de novos mercados e novas economias, dando lugar, desta forma, à era da globalização (Castells, 2007).

A Terceira Revolução Industrial é a mais recente dinâmica de transformação dos sistemas produtivos, podemos, no entanto, dizer que nos dias de hoje estamos à beira do seu culminar, como veremos no ponto seguinte, ou seja estamos no período de transição, para uma nova era, a Quarta Revolução Industrial.

3.6 Quarta Revolução Industrial

No início do século XXI, com o desenvolvimento da internet, sensores cada vez mais pequenos e potentes, com preços cada vez mais acessíveis, software e hardware cada vez mais sofisticado, a capacidade das máquinas aprenderem e colaborarem criando gigantescas redes de “coisas”, inicia-se uma transformação na indústria. O impacto na competitividade, na sociedade e na economia é de tal forma que vai transformar o mundo tal como o conhecemos. As tecnologias digitais fundamentadas no computador, software e redes, não são novas, mas estão a causar ruturas na Terceira Revolução Industrial, tornando-se tecnologias mais sofisticadas e integradas e, conseqüentemente, capazes de transformar a sociedade e a economia global. Por esse motivo, os professores Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee do Massachusetts Institute of Technology (MIT) afirmam que este período é “a segunda era da máquina” no título do livro publicado por eles em 2014 “The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies” (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Os autores afirmam que o mundo está num ponto de inflexão em que o efeito dessas tecnologias digitais irá manifestar-se com “força total” por meio da automação e de “coisas sem precedentes” (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

O termo Indústria 4.0 é usado para definir a Quarta Revolução Industrial que se refere a uma variedade de mudanças e inovações tecnológicas que ocorrerem já desde o início do século XXI com efeitos potencialmente profundos e transformadores sobre economia e sociedade (Hermann, Pentek, & Otto, 2015). Não é um conceito futurista, é já hoje uma realidade que começa a ter efeitos nos indicadores operacionais das empresas.

A origem do termo quarta revolução industrial pode ser atribuída à ideia de Indústria 4.0, usada pela primeira vez na Feira de Hannover de 2011 e, posteriormente, apresentou-se como um dos dez projetos futuros identificados pelo governo alemão como parte de seu plano de ação da estratégia 2020 “The new High Tech Strategy Innovations for Germany”, publicado em março de 2012 (Germany Federal Ministry of Education and Research, 2014). Mais recentemente, o termo passou a ser associado ao trabalho do engenheiro, economista e fundador alemão do World Economic Forum (WEF), Klaus Schwab, no seu livro “The Fourth Industrial Revolution”.

Hoje, estamos no início de uma Quarta Revolução Industrial (World Economic Forum, 2016a), Para Klaus Schwab e segundo o World Economic Forum (Schwab, 2016a) (World Economic Forum, 2016b), estamos à beira de uma revolução tecnológica que alterará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. Na sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente do que a humanidade já viveu antes. Ainda não sabemos como isso se vai desenrolar, mas uma coisa é clara: a resposta a ela deve ser integrada e abrangente, envolvendo todas as partes interessadas da política global, dos setores público e privado ao meio académico e à sociedade civil.

A Indústria 4.0 facilita a visão e a implementação de "fábricas inteligentes" (smart factories) com as suas estruturas modulares, os sistemas ciber-físicos (Cyber Physical Systems - CPS) que monitorizam e controlam processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. Com a internet das coisas, os sistemas ciber-físicos comunicam e cooperam entre si e com os humanos em tempo real, e através da computação em nuvem. Desta forma, contribui-se para que os serviços internos e intra-organizacionais sejam disponibilizados e utilizados por participantes ao longo da cadeia de valor (Hermann et al., 2015).

Neste contexto, a indústria 4.0 é formalmente conhecida como a quarta revolução industrial, uma revolução baseada no uso de sistemas ciberfísicos (Henning, Wolfgang, & Johannes, 2013). Neste contexto, são esperadas várias mudanças para o mundo industrial, de forma a dar significado aos conceitos "smart manufacturing" e " smart industry ", com processos de produção baseados na integração da produção física com tecnologias digitais, recolhendo e analisando dados sobre operações e cadeia de abastecimento, e contribuir em tempo real para melhorias na produção, aquisição e gestão da cadeia de abastecimento (Schwab, 2016a).

No futuro, as empresas estabelecerão redes globais que incorporam equipamentos produtivos, sistemas de armazenagem e instalações de produção sob a forma de sistemas ciberfísicos, capazes de trocar informações de forma autónoma, desencadear ações e controlar-se independentemente. São incorporadas melhorias fundamentais para os processos industriais envolvidos na produção, engenharia, uso de materiais e cadeia de

abastecimento e gestão do ciclo de vida. As fábricas inteligentes que já começaram a aparecer empregam uma abordagem completamente nova à produção. Os produtos inteligentes são identificáveis de forma única, podem estar localizados em todos os momentos e conhecer sua própria história, status atual e rotas alternativas para atingir seu estado final. A visão partilhada sobre a estrutura da Indústria 4.0, considera o uso maciço de sistemas inteligentes em rede e internet das coisas (Internet of Things - IoT). Desta forma, o foco da Indústria 4.0 é criar produtos, procedimentos e processos inteligentes. Assim, as fábricas inteligentes constituem a característica-chave desta estrutura. Em particular, estas são capazes de gerir a complexidade, são menos propensas a interrupções e são capazes de produzir produtos de forma mais eficiente (European Commission, 2016) (Henning et al., 2013). Na fábrica inteligente, seres humanos, máquinas e recursos comunicam-se entre si tão naturalmente como em uma rede social. Os produtos inteligentes conhecem os detalhes de como foram fabricados e como se destinam a ser usados, pois ativamente apoiam o processo de produção. Segundo Henning et al., (2013) no relatório elaborado pela acatech – *National Academy of Science and Engineering*, a convergência atual entre o mundo físico (cinético) e o mundo digital ou virtual (também designado de “ciberespaço”) torna possível a criação de ecossistemas fabris nos quais os processos industriais decorrem da interação em rede de objetos, informação e pessoas. Resulta de tudo isto a criação de sistemas ciberfísicos que interoperam máquinas, armazéns e linhas de produção, num contexto em que todas estas entidades fabris são dotadas de inteligência (artificial). A permanente ligação à internet das coisas e dos serviços destes sistemas ciberfísicos, permite que a produção, a logística e o marketing estejam permanentemente ao serviço das necessidades específicas de fornecimento, qualquer que seja o cliente ou o parceiro existente no mercado global.

A formação, e o desenvolvimento profissional contínuo, representam fatores fundamentais para alcançar os objetivos da Indústria 4.0, na medida em que transformarão significativamente os perfis de trabalho e competências dos trabalhadores. Como consequência, as parcerias entre empresas / fábricas e instituições de ensino superior serão ainda mais importantes no futuro. Será importante abrir o acesso a estudos de ciência e engenharia e colocar maior ênfase nas competências transversais e na avaliação das competências técnicas. Já existem várias iniciativas para colmatar essa lacuna de novos conhecimentos e competências entre os mundos acadêmico e industrial.

No estudo "Future of Jobs", do World Economic Forum (World Economic Forum, 2016a) (Hermann et al., 2015), conclui-se que um terço do "skillset" nuclear da maioria das profissões em 2020 será composto por competências pouco relevantes no contexto atual. No sector industrial, as tarefas de âmbito mais técnico serão progressivamente transformadas em outras que exijam, por exemplo, capacidade cognitiva ou conhecimento de funcionamento de sistemas. Neste sentido, o crescimento económico será influenciado pela capacidade de desenvolvimento de trabalhadores com as competências exigíveis às novas circunstâncias do mercado. As tecnologias digitais cada vez mais poderosas tem evoluído muito rapidamente e afetam as competências, empregos e procura de mão de obra humana, invadindo áreas que costumavam ser apenas do domínio das pessoas, como comunicação complexa e reconhecimento avançado de padrões (Brynjolfsson & McAfee, 2011).

Esta situação coloca um conjunto de desafios aos sistemas educativo e laboral dos países, que têm respondido com investimento reforçado em educação. Contudo, este não tem evitado um desalinhamento entre as competências dos candidatos e aquelas que o mercado cada vez mais necessita, assinalado como uma das razões para o desemprego jovem. O estudo da relação entre mercado de trabalho e universidades foi reforçado em agendas internacionais, justificadas por práticas globalizadas e estratégias para abordar o problema da crise económica global (Roland Berguer, 2015). Desta forma, é necessário analisar quais os desafios emergentes que a Indústria 4.0 enfrenta e de que forma esses desafios influenciam as profissões e as relações laborais e quais as competências necessárias. O futuro do emprego será feito por vagas que não existem, em indústrias que usam tecnologias novas, em condições planetárias que nenhum ser humano já experimentou (Schwab, 2016a).

3.6.1 Transformação do mercado de trabalho

Um estudo realizado em 2013 por Frey C. B e Osborne M. A. (Benedikt Frey & Osborne, 2013), mostra que 47% dos empregos das economias mais desenvolvidas apresentavam alto risco de serem automatizados nas próximas décadas. As novas tendências tecnológicas, como big data analysis, digitalização e robotização, são responsáveis pela automação de um número crescente de empregos, substituindo a força de trabalho humana em muitas áreas. A

informatização dos mercados de trabalho causará um declínio do emprego em tarefas rotineiras e intensivas.

No passado, a informatização suportava apenas tarefas rotineiras envolvendo atividades explícitas baseadas em regras, no entanto, novos algoritmos estão entrando rapidamente em domínios dependentes do reconhecimento de padrões, e substituirão o trabalho humano por uma grande variedade de tarefas não rotineiras. A robótica avançada, pode executar um mais amplo integrado e autónomo conjunto de tarefas, que levam a mudanças radicais nos empregos em diversos setores e áreas funcionais. Neste sentido, algumas profissões estão em risco e existe uma probabilidade elevada de serem automatizadas dentro de uma ou duas décadas, sobretudo nas áreas dos transportes, produção, sector administrativo e logística (Benedikt Frey & Osborne, 2013).

Controversamente, prevê-se que as operações comerciais e financeiras apoiadas por funções computacionais e matemáticas aumentem (Dunne, 2016).

De acordo com o WEF, o nível mais alto de estabilidade de competências entre 2015-2020 é encontrado no setor dos média, entretenimento e informação, enquanto uma grande quantidade de convulsões ao nível de competências deve acontecer no setor bancário, indústria, infraestrutura e mobilidade (World Economic Forum, 2016a). Com base nisso, supõe-se que os trabalhadores de baixa qualificação necessitem de formação adequada e dotar-se de competências para tarefas que não são suscetíveis à informatização. Argumenta-se que com o declínio dos preços na computação, as competências em resolução de problemas estão-se tornando mais importantes. Isso é indicativo de que a força de trabalho futura, deve se mais capaz de lidar com tarefas cognitivas (Benedikt Frey & Osborne, 2013).

O WEF apontou que 65% dos alunos que entram nas escolas primárias hoje, vão trabalhar em ocupações que ainda não existem. Além disso, devido à conectividade e convergência, os futuros locais de trabalho estão previstos para não ser apenas em escritórios reais, ou seja, serão estabelecidos locais de trabalho interconectados envolvendo conferência virtual, conexão completa e constante e portabilidade. Uma pesquisa conduzida pelo WEF mostra que

as novas tecnologias que possibilitam o trabalho remoto, o espaço de trabalho conjunto e a teleconferência são os principais impulsionadores de futuros locais de trabalho (Dunne, 2016).

Benedikt Frey & Osborne, (2013), investigaram 702 ocupações detalhadas e sua probabilidade de serem substituídas pela informatização. Com base neste estudo e em outras descobertas, estes elaboraram uma lista que destaca as principais profissões que apresentam alto risco de substituição, bem como as profissões futuras que oferecem grandes oportunidades em diversos setores.

Job at high risk	Future jobs
Cargo and Freight Agents Bookkeeping, Accounting, Auditing Clerks Administrative occupations (e.g. Order and Procurement Clerks) Office Clerks (e.g. Telephone Operators, Postal Service) Paralegals and Legal Assistants	Human Resource Managers Marketing and International Sales Managers Database Administrators Computer Information Systems Manager / Administrators International Consultants Training and Development Managers Computer System Analysis Industrial-Organizational Psychologists Data Scientists / Analysis Social Media Managers Network Computer Systems Administrators

Tabela 7 – Profissões em risco VS Futuras profissões: Fonte (Benedikt Frey & Osborne, 2013).

Sem uma atuação urgente e focada a partir de agora para gerir esta transição a médio prazo e criar uma mão-de-obra com competências para o futuro, os governos vão enfrentar um desemprego crescente constante e desigualdades, alerta o presidente e fundador do WEF, Klaus Schwab (Schwab, 2016a).

Segundo estudo do WEF, o peso da perda de empregos, como consequência da automatização e da desintermediação da quarta revolução industrial, vai ter um impacto relativamente equitativo entre homens e mulheres, já que 52% dos 5,1 milhões de empregos perdidos nos próximos cinco anos afetarão os homens e 48% as mulheres. Mas como as mulheres constituem uma parte menos importante atualmente que os homens no mercado de trabalho, isso significa que o fosso entre homens e mulheres poderia tornar-se maior (World Economic Forum, 2016a).

Devido à informatização e outras tendências, o mercado de trabalho está enfrentando mudanças drásticas, neste sentido algumas profissões tornar-se-ão obsoletas e novos locais de trabalho que exigem novos conjuntos de competências serão estabelecidos.

3.6.2 Transformação do sistema de ensino

Instituições do ensino superior devem adaptar os seus currículos e métodos de ensino para reagir particularmente às mudanças demográficas, sociais e tecnológicas apresentadas que se perspetivam. Algumas profissões tornar-se-ão obsoletas, assim como novas profissões, exigirão novo portfólio de competências.

A educação e o conhecimento é vital para as empresas de forma a manter o crescimento económico e a sua sustentabilidade. Hoje, para muitas universidades, é um enorme desafio não apenas oferecer um nível qualitativamente alto de educação, mas até mesmo aumentá-la constantemente, já que, na última década, os desenvolvimentos tornaram-se mais dinâmicos e numerosos.

Para emergir, as instituições de ensino superior devem proporcionar uma aprendizagem interativa, o que significa que os conteúdos didáticos devem ser apoiados por meio de bases de dados e outras ferramentas de informação e comunicação online. A integração de novas tecnologias e pedagogias necessita de ser colocada no centro das estratégias do ensino e aprendizagem das instituições, e estas devem tornar-se uma componente integral dos métodos institucionais quotidianos. As instituições precisam de comunicar consistentemente a expectativa de que todo o quadro docente deve tornar-se mais ativo, qualificado e experiente no uso de novas e inovadoras ferramentas pedagógicas e fornecer o apoio necessário para considerar essa expectativa. As estratégias institucionais devem estabelecer um quadro coerente para o desenvolvimento de novas modalidades de ofertas de ensino e formação, como parte da oferta de uma instituição, a incorporação de tecnologias e pedagogias inovadoras nos currículos e a disponibilização de formação adequada para docentes e estudantes (European Commission, 2014a).

O crescimento económico é fortemente afetado pelas competências dos trabalhadores. Para garantir que a futura força de trabalho seja bem formada, é essencial que as universidades

considerem as tendências emergentes relacionadas aos pilares tecnológicos inerentes à quarta revolução industrial, quando atualizam seus métodos e conteúdos de ensino (Daggett, 2014).

A educação é uma prioridade fundamental da estratégia europeia neste sentido, o Horizon 2020 Programme, formado em 2010, que compreende um orçamento de 3% do PIB da EU. Todos os estados membros da UE devem assegurar a quantidade e qualidade da língua estrangeira como um instrumento vital para os futuros mercados de trabalho, já que o domínio de diferentes línguas pode garantir a competitividade. Além disso, os estudantes têm que ser instruídos no uso de diferentes tecnologias de informação e comunicação (European Commission, 2014b).

Neste sentido, são criados programas que devem apoiar universidades e estudantes a adquirir as competências que os mercados de trabalho dinâmicos do futuro exigem (Eurostat, 2017). Programas como o Erasmus +, o EuroSkills, o INTERREG EUROPE, o SaveComp, o GLOBE Cosme e o FFG na Áustria são financiados no âmbito da estratégia Horizon 2020 Programme (Eberhard et al., 2017).

3.7 Os Pilares Tecnológicos e a Indústria

Consequentemente, o conceito de Indústria 4.0 deve ser implementado de forma interdisciplinar e em estreita cooperação com as outras áreas-chave e usando pilares ou condutores de diferentes tecnologias.

Estes são conhecidos como os nove pilares do avanço tecnológico, e compreendem as seguintes tecnologias: Big Data and analytics; Autonomous Robot; Simulation; Horizontal and Vertical System Integration; The Industrial Internet of Things; Cibersecurity; The cloud; Additive Manufacturing e Augmented Reality.

- *Big Data and analytics* (análise de grande quantidade de dados) - Permite otimizar a qualidade da produção, economizar energia e melhorar a eficiência dos equipamentos. Na I4.0, a obtenção e avaliação exaustiva dos dados de muitas fontes diferentes (equipamentos e sistemas de produção, sistemas de gestão de clientes ...)

torna-se um padrão para suportar a tomada de decisão em tempo real. O conceito atua como um grande banco de dados e aparece no mundo industrial devido ao aumento da quantidade de dados a serem analisados de diferentes fontes, tais como, equipamentos e sistemas.

- *Autonomous Robot* (robôs autônomos) – O conceito prevê maior utilidade da automação, tornando-se flexível e colaborativa na medida em que interagem com outros robôs e trabalham lado a lado com os seres humanos, com segurança, aprendendo com eles.
- *Simulation* (simulação) - Na fase de engenharia, já são utilizadas simulações 3-D de produtos, materiais e processos de produção, mas no futuro, as simulações serão usadas mais intensamente nas operações industriais. Essas simulações alavancarão dados em tempo real para espelhar o mundo físico num modelo virtual, que pode incluir máquinas, produtos e seres humanos.
- *Horizontal and Vertical System Integration* (integração vertical e horizontal de sistemas) - A maioria dos sistemas de tecnologia da informação não estão totalmente integrados. Empresas, distribuidores e clientes muitas vezes não estão ligados, bem como departamentos como engenharia, produção ou serviço. Mesmo o próprio (produto-planta-automatização), o departamento de engenharia carece de integração plena. No entanto, com a I 4.0 empresas, departamentos, funções e capacidades, serão muito mais coesa, através das redes de integração de dados universais, permitirão que as cadeias de valor sejam verdadeiramente automatizadas.
- *The Industrial Internet of Things* (internet das coisas) - Com a internet industrial das coisas, um maior número de dispositivos e equipamento serão integrados e conectados através de padrões tecnológicos. Isso permitirá que os dispositivos comuniquem e interajam uns com os outros.
- *Cybersecurity* (cibersegurança) – A indústria geral ainda depende de sistemas de gestão e de produção desconectado ou fechado. Mas com o aumento da conectividade e uso de protocolos de comunicação padrão envolvidos na I4.0, a necessidade de proteger os sistemas críticos e linhas de produção industrial de ameaças cibernéticas aumentarão dramaticamente.
- *The cloud* (armazenamento em nuvem) – Já se utilizam algumas aplicações de softwares e análises baseadas em nuvem, mas com a I4.0 um maior número de tarefas

relacionadas à produção requer um maior intercâmbio de dados entre os locais e empresas. Ao mesmo tempo, os desempenhos das tecnologias nas nuvens melhorarão, atingindo tempos de reação de alguns milissegundos. Como resultado, os dados e funcionalidade das máquinas será gradualmente cada vez mais utilizado fazendo uso da computação em nuvem, permitindo mais serviços de sistemas de produção baseados em dados.

- *Additive Manufacturing* (produção aditiva) – Atualmente a impressão 3D, é usada principalmente para a criação de protótipos e produção de componentes individuais. Com a I 4.0, esta tecnologia será amplamente utilizada para produzir pequenos lotes de produtos personalizados. Teremos sistemas de produção aditiva descentralizados, de alto desempenho, reduzindo as distâncias de transporte e armazenamento.
- *Augmented Reality* (realidade aumentada) - Sistemas de realidade aumentada com base em suportar uma variedade de serviços, tais como seleção de peças num armazém e de operações de manutenção através de dispositivos móveis. Esta tecnologia ao serviço da gestão da produção ainda está numa fase inicial, mas no futuro as empresas vão dar à realidade aumentada uma importância mais ampla, para fornecer aos trabalhadores informações em tempo real, a fim de melhorar a tomada de decisões e os procedimentos de trabalho.

(Rüßmann et al., 2015)

A maioria destes nove pilares ou avanços tecnológicos encontram atualmente instalados, mas isolados, ou seja, não integrados, no entanto, é na I4.0 onde estas tecnologias vão transformar a produção através da integração. Células isoladas e otimizadas ligam-se para formar fluxos de produção totalmente integrados, automatizados e otimizados, proporcionando uma maior eficiência e uma mudança nas relações tradicionais entre distribuidores, produtores e clientes, e entre máquinas e os seres humanos.

3.8 “The Smart Manufacturing”

Esta quarta fase de industrialização baseia-se numa crescente integração de software e de “embedded intelligence” nos produtos e sistemas industriais globais (Lee, Bagheri, & Kao, 2015) e apoia-se em cyber-physical systems (CPS) e na inovação de serviços. Os CPS são

unidades de controlo, que controlam os sensores e acionadores necessários à interação com as estruturas físicas, com capacidade para processarem os dados obtidos. Estes sistemas incorporados necessitam de uma interface comunicacional para troca de dados com outros sistemas incorporados ou com uma “cloud”. No fundo, são sistemas integrados dotados de uma capacidade para troca de dados e informação através de uma rede virtual (Jazdi, 2014).

Com a incorporação deste tipo de tecnologias, os produtos têm vindo a tornarem-se complexos e integrados, tornando-se, deste modo, sistemas que combinam hardware, sensores, armazenamento de dados, microprocessadores, software e conectividade. Os smart connected products (SCP) desencadearam uma nova era na competição entre empresas, através de melhorias de processamento, miniaturização dos dispositivos e benefícios de rede de conectividade “wireless”. Abrem um leque de oportunidades de novas funcionalidades, de maior fiabilidade, de maior utilidade e capacidade, atravessando as barreiras do conceito anterior de produto. Os SCP são compostos por três elementos base: uma componente física (inclui os elementos mecânicos e elétricos), uma componente inteligente (compreende elementos como sensores, microprocessadores, armazenamento de dados, software, e tipicamente, um sistema operativo) e uma componente de conectividade. As componentes inteligentes ampliam as capacidades e o valor das componentes físicas, sendo que a conectividade amplifica as capacidades e valor dessas componentes inteligentes e permite que algumas existam para além do produto em si. O resultado é um ciclo virtuoso de incremento de valor (Porter & Heppelmann, 2014)

Estas inovações que se verificam ao nível do produto têm de ser acompanhadas por alterações significativas das infraestruturas das empresas industriais. As denominadas fábricas inteligentes (smart factories) consistem em unidades económicas, simultaneamente de produção e de distribuição, cujo núcleo central é a troca de informação e de dados entre as diferentes partes envolvidas no processo de fabrico, sendo que estes dados podem representar informação do ponto de situação da produção, do comportamento de consumo de energia, ou até pedidos/feedback por parte dos clientes ou fornecedores.

Deste modo, a próxima geração de fábricas inteligentes poderá ter uma maior capacidade de adaptação, quase em tempo real, às exigências em constante mudança dos mercados, opções

tecnológicas e regulamentos. No fundo, as smart factories estarão aptas para oferecer “smart connected products and services”, que uma vez conectados à internet, capacitarão a estrutura para a recolha e posterior análise dos dados recebidos provenientes da utilização desses produtos. Isto permite às empresas a definição mais eficaz do comportamento e das necessidades dos seus clientes, podendo incorporar essa informação no desenvolvimento de novos produtos e serviços (Shrouf, Ordieres, & Miragliotta, 2014).

Com os desenvolvimentos e transformações, físicas e conceptuais dos produtos e serviços, verifica-se uma necessidade de reestruturação, não só das infraestruturas como foi mencionado anteriormente, mas também de toda a cadeia de valor e respetivos procedimentos e processos. Estratégias como desenvolvimento do produto, marketing e vendas, produção e serviço pós-venda terão de ser repensados de forma a adaptarem-se a esta nova realidade (Porter & Heppelmann, 2015)

4. AS COMPETÊNCIAS

Em 1973, McClelland publicou o paper “Testing for Competence rather than Intelligence”, que, de certa forma, iniciou o debate sobre o conceito de competência entre os psicólogos e os administradores nos Estados Unidos. A competência, segundo o autor, é uma característica subjacente a uma pessoa que é casualmente relacionada com desempenho superior na realização de uma tarefa ou em determinada situação.

A abordagem em torno do conceito das competências desenvolveu-se em meados dos anos 80, e está essencialmente orientada para a definição de um nível mínimo e aceitável de padrões de desempenho, numa tarefa ou posição específica, e para a identificação dos tipos de competências necessárias para desempenhar a função e ir ao encontro dos padrões de desempenho previamente definidos (Pedro, 2014). Porém ainda existe pouca investigação empírica que suporte a assunção teórica da correlação, de que o sujeito que tem as competências necessárias irá produzir um melhor trabalho do que aquele que não as possui (Iversen, 2000 citado por Pedro, 2014).

Na elaboração de uma revisão bibliográfica ao conceito de competência revela não existir um único conceito, sendo que a visão sobre o tema também não é consensual. Embora haja uma elevada produção científica acerca das competências essenciais às organizações, torna-se fundamental salientar que a maioria destas contribuições teóricas sobre gestão e organização se pautam por paradigmas mecanicistas baseados nos princípios da administração científica de Taylor.

Para Pedro (2014) devemos reconhecer que alguns autores, como Boyatzis (1982), Schroder (1989), Spencer e Spencer (1993), Thompson, Lindsay e Stuart (1996), Cheetham e Chivers, (1998, 2000) e Dulewicz (2000) têm construído uma base teórica inovadora sobre competências, assentes numa diversidade de abordagens: comportamentais, funcionais e situacionais, ficando visível, que as alterações sucessivas ocorridas no contexto social e económico e a maior pressão para a competitividade organizacional, têm conduzido, nestes últimos anos, à centralidade deste tema, em vários contextos sociais, culturais e económicos, enquanto modelo emergente da gestão de recursos humanos como preditor do sucesso do desempenho organizacional.

Para Boyatzis, (1982) o conceito de competência é a característica subjacente a um indivíduo e que tem uma relação de causa e efeito com o desempenho médio ou superior de uma função. A “performance eficaz” traduz-se no alcance dos resultados específicos inerentes a uma determinada atividade, através da manifestação de ações específicas, consistentes com as políticas, procedimentos e condições do ambiente organizacional. As competências são relativas a pôr em prática atitudes integradas, traços de personalidade e os conhecimentos adquiridos pelo indivíduo, no quadro das organizações e dentro do espírito das suas estratégias e da sua cultura. Esta característica integra o indivíduo na situação de trabalho, e pode ser traduzida numa habilidade, num motivo, num traço, num conjunto de conhecimentos que a pessoa utiliza ou em aspetos de autoimagem, e que resultam numa “performance eficaz”. A “performance eficaz” tem como base atingir os resultados específicos de uma dada atividade, através de ações específicas, consistentes com as políticas, procedimentos e condições concretas do ambiente organizacional.

Para Spencer & Spencer, (2008), competência é uma característica intrínseca de um indivíduo que apresenta uma relação de causalidade com critérios de referência de efetiva performance, numa dada situação. As competências resultam da combinação de motivações, traços, autoconceitos, atitudes ou valores, conhecimentos de conteúdo ou competências cognitivas de comportamento; qualquer característica individual que possa ser avaliada com confiança ou medida e que pode ser utilizada para diferenciar um desempenho superior de um desempenho mediano.

Para Green (1999; citado por Shippmann et al., 2000) as competências consistem em descrições escritas de hábitos de trabalho mensuráveis ou competências pessoais, utilizadas para alcançar os objetivos de trabalho.

São inúmeros o tipo de abordagens e os contributos para a definição do conceito, porém dada a abrangência do seu significado, apenas faz sentido abordar duas das suas dimensões que parecem serem reveladoras dos pontos essenciais que envolvem este conceito: a sua articulação com a noção de qualificação profissional e a sua articulação com a noção de saber ser. O conceito de qualificação não é um conceito estático, tem evoluído no decorrer da história, e assenta no paradigma da identificação da qualificação com a atividade de trabalho e a sua complexidade: há uma correspondência entre o grau de complexidade das tarefas e as competências mobilizadas pelos trabalhadores na realização do seu trabalho. Mais recentemente, o conceito de qualificação tem estado relacionado com o potencial cognitivo (teórico e prático) que dota o indivíduo das condições necessárias ao desempenho das suas funções, estando ligado ao sistema de formação-ensino e aos sistemas de formação para qualificação profissional. Nesta articulação de conceitos, percebe-se que não há uma oposição entre a noção de competência e qualificação profissional: competência traduz-se na capacidade de o indivíduo mobilizar saberes adquiridos (qualificação), nas experiências profissionais, nas diferentes trajetórias profissionais e em práticas de socialização adquiridas durante o percurso da vida, a fim de resolver problemas que emergem da prática do trabalho (Pedro, 2014).

As competências são relativas a pôr em prática atitudes integradas, os traços de personalidade e também os conhecimentos adquiridos, pelo indivíduo, no quadro das organizações e dentro do espírito das suas estratégias e da sua cultura (Besson, 1999).

A diversidade de sentidos, inerentes às diferentes concepções sobre o que são e não são as competências, conduzem a que existam intervenções e sistemas muito diferenciados, suportados por metodologias e instrumentos igualmente diferentes e, portanto, com consequências e resultados distintos. Neste contexto, é possível identificarem-se quatro perspetivas principais: as competências como atribuições, as competências como qualificações, as competências como traços ou características pessoais e, as competências como comportamentos e ações (Ceitil, 2007). Segundo Ceitil na perspetiva das competências enquanto atribuições, as competências são consideradas como atribuições que determinadas pessoas podem (ou devem) usar e que são inerentes ao exercício de determinados cargos, funções ou responsabilidades sendo, por isso, não contingenciais às características pessoais, nem aos desempenhos específicos dos seus detentores. A perspetiva das competências enquanto qualificações enfatiza-as como um conjunto de saberes ou domínios de execução técnica que as pessoas poderão adquirir ao longo da vida. Assim, dir-se-á que uma pessoa está qualificada para o desempenho de determinado cargo ou função se tiver, no seu currículo, um conjunto de formações que possam garantir a qualidade do seu desempenho no exercício desse cargo ou função (Ceitil, 2007).

McClelland , (citado por Ceitil, 2007, p. 29), defende a perspetiva das competências enquanto características pessoais, referindo que “o melhor preditor para aquilo que uma pessoa é capaz de fazer e irá fazer no futuro, é aquilo que ela espontaneamente pensa e faz numa situação não estruturada – ou então aquilo que ela já fez em situações semelhantes no passado”. Para se obter esta informação, torna-se necessário observar as pessoas em contexto real, observando como estas lidam e se comportam, de facto, nas situações e contextos com que se deparam. Neste sentido, conclui que, aquilo que diferencia uma pessoa com elevada performance de outra que é apenas suficientemente boa para não ser despedida não é tanto o seu perfil de capacidades, mas antes os resultados concretos do seu desempenho.

A perspectiva que defende as competências enquanto comportamentos ou ações tem como base as linhas de investigação referidas no parágrafo anterior e enfatiza o conceito de competências enquanto comportamentos ou ações, defendendo nesse sentido que não é relevante que uma pessoa possua determinados traços ou características pessoais que podem ser preditores de um bom desempenho, se esse desempenho não ocorrer (Ceitil, 2007).

Segundo Zarifian, (citado por Mesquita, 2015), por competência entende-se a capacidade de mobilizar recursos (conhecimentos prévios, experiências, representações, valores, etc.) numa determinada situação problema que se encontra circunscrita a um determinado contexto, podendo ser educativo, profissional ou social.

Assim, para adquirir e desenvolver uma competência são necessárias três condições: possuí-la, aplicá-la e obter os resultados desejados. A aplicação das competências aos contextos, situações e atividades específicas, designa-se por atualização, pelo que dir-se-á que uma competência está atualizada quando a sua manifestação nos comportamentos das pessoas é evidente, e suscetível de ser medida, através de indicadores observáveis: os indicadores comportamentais. Os indicadores comportamentais correspondem, assim, a comportamentos concretos, observáveis na prática profissional das pessoas, que permitem ter referenciais mais objetivos, para assegurar a existência de determinada competência na ação dos colaboradores no desempenho das suas atividades (Ceitil, 2007).

No âmbito desta investigação são utilizadas duas categorias de competências. A primeira categoria de competências técnicas está fortemente ligada às áreas de conhecimento da Engenharia e Gestão Industrial. A segunda categoria de competências transversais está associada a dimensões consideradas como relevantes para qualquer área, atividade ou contexto, seja profissional ou pessoal (Mesquita, Lima, Flores, Araujo, & Rabelo, 2015). Neste contexto, a formação é marcada pelo desenvolvimento de competências técnicas e transversais e pela preocupação em criar oportunidades de aproximação à realidade profissional.

Neste enquadramento, é exigido ao indivíduo mais do que dominar e executar determinadas tarefas, ele deverá dominar o saber (conhecimento), saber fazer e saber ser em situações e

contextos diversificados. O contexto industrial atual tem sido igualmente um grande fator impulsionador de uma maior valorização do capital humano nas organizações, cada vez mais as competências são percebidas pelas empresas como um fator diferenciador e que poderá garantir o sucesso perante a competitividade (Ceitil, 2007).

4.1 Desafios para o desenvolvimento de competências

No estudo "Future of Jobs", do WEF conclui-se que um terço do "skillset" nuclear da maioria das profissões em 2020 será composto por competências pouco relevantes no contexto atual. No sector industrial, as tarefas de âmbito mais técnico serão progressivamente eliminadas ou substituídas por outras que exijam, por exemplo, capacidade cognitiva ou conhecimento de funcionamento de sistemas. Neste sentido, o crescimento económico será influenciado pela capacidade de desenvolvimento de trabalhadores com as competências exigíveis às novas circunstâncias do mercado (World Economic Forum, 2016a).

Um estudo internacional da Roland Berguer (2015), identificou três eixos de trabalho essenciais para promover uma dinâmica positiva no desenvolvimento de competências na indústria:

1. Lançar um diagnóstico da procura futura de competências.
 - Avaliar a situação atual e a evolução esperada para a educação, formação profissional e desenvolvimento de competências num âmbito de adoção progressiva de tecnologia.
2. Melhorar a qualidade de educação e de formadores.
 - Envolver a indústria para rever matérias curriculares e alinhar a educação e formação profissional com base nas competências necessárias.
 - Desenvolver planos de formação e melhoria contínua para educadores e formadores.
3. Promover formação profissional e estender o seu alcance.
 - Introduzir bolsas e empréstimos para formação profissional.
 - Alocar fundos para expansão de infraestruturas de educação e formação profissional.

Tendo em vista o desenvolvimento em ambiente de negócios, que muitas vezes é propagado pelo conceito das megatendências, as empresas necessitam da capacidade de agir rapidamente para responder às exigências do mercado em constante mudança. Como já não é suficiente desenvolver apenas processos de produção, máquinas e equipamentos, as empresas devem investir cada vez mais na competência de seus recursos humanos. São necessários métodos e modelos que garantam uma formação contínua eficaz e baseada em objetivos e meta. Tendo em conta o aumento dos custos laborais na economia europeia, parece também útil desenvolver abordagens que permitam o desenvolvimento de competências próximas ou diretamente no processo de trabalho (Tisch & Metternich, 2014). Neste sentido, os autores defendem que, entre as formas mais recentes de formação baseada no trabalho, está a formação fora dos locais habituais, ou seja, a formação num ambiente de produção equipados com equipamento de videoconferência ou o uso de ambientes virtuais de aprendizagem. Aprender em estreita ligação com o processo de trabalho é possível através de postos de formação virtuais orientadas para o trabalho. O processo de agregação de valor real pode tornar-se mais eficiente através do uso adequado de ferramentas de formação, para que o funcionário não tenha que deixar seu ambiente de trabalho para adquirir novas competências. É necessário um foco eficaz na gestão de competências estratégicas no ambiente industrial, só desta forma se consegue obter recomendações sobre as competências que devem ser desenvolvidas por qual funcionário, quando e como.

4.2 Proposta do portfólio de competências

Tal como mencionado em capítulos anteriores, o passado foi palco de várias revoluções industriais que vieram alterar o quotidiano das pessoas e a forma como estas vivem, relacionam e trabalham. As máquinas ganharam protagonismo neste momento-chave e o nosso século não é exceção. Depois do fenómeno internet, a digitalização, apelidada e definida por muitos como a quarta revolução industrial volta a transformar a humanidade. Começa pelas nossas casas, o nosso dia a dia, a forma como nos relacionamos e inevitavelmente no mundo do trabalho, na forma de trabalhar e no emprego.

Começa a fazer pouco sentido as previsões a 10 anos, a 5 e apenas os mais ambiciosos olham para além dos 2 anos, porque o risco de transformação é demasiado grande. Mas de uma coisa temos a certeza, alguns empregos serão desnecessários e desaparecerão, porque as máquinas vão conseguir executar essas tarefas e por outro lado vão surgir novos trabalhos, que até então não existiam, e que se tornarão empregos comuns, sempre ligados a esta renovação tecnológica. O futuro vai ser assim, na verdade sempre foi, mas vai ser de forma acelerada e provavelmente a transformação das profissões não vai ser residual, será mesmo exponencial (Schwab, 2016b).

Torna-se por isso necessário que haja um novo realinhamento das competências para que todas as pessoas possam continuar a contribuir, em conjunto com as máquinas, para o melhor rendimento e produtividade possível nas empresas que compõem o mundo do trabalho. Pretende-se, pois, alcançar a melhor sinergia entre as duas partes envolventes para que haja um equilíbrio “tech and touch”, onde máquinas permitem conhecer o melhor das pessoas e onde ambos trabalham lado a lado com o mesmo objetivo (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Neste sentido, propõem-se neste Capítulo a criação de um portfólio de competências, composto por um conjunto de Competências Transversais e Competências Técnicas que serão consideradas à avaliação dos participantes da investigação. O portfólio, quer ao nível das Competências Transversais e Técnicas é fundamentado numa revisão biográfica que permite sustentar a decisão tomada na sua construção.

4.2.1 Competências Transversais

Niclas Schaper conclui no seu estudo sobre o sistema educacional alemão que o objetivo do ensino superior é proporcionar aos alunos uma “capacidade de atuar na educação profissional”. Todos os processos de aprendizagem devem ser direcionados para fases típicas de ações como informar, planear, tomar decisões, controlar, avaliar e refletir. O próprio processo de Bolonha definiu quatro diferentes tipos de competências que os estudantes devem obter durante a sua educação (Schaper et al., 2012):

- Competência profissional: inclui capacidades e competências específicas que são necessárias para realizar um determinado trabalho (procedimentos de compreensão, aplicação de conhecimentos, habilidades analíticas)
 - Competências linguísticas
 - Conhecimento em tecnologias de informação e comunicação
 - Conhecimento de novas tecnologias (por exemplo, eletrônica, tecnologias de informação)
 - Capacidade de administração, gestão de risco e detecção de inconformidades
 - Competências empreendedoras
 - Competências analíticas (por exemplo, estatísticas)
- Competência metodológica: compreende competências cognitivas e metacognitivas (resolução de problemas, tomada de decisão ou aprendizagem auto-organizada) que são necessárias para resolver problemas complexos.
 - Resolução de problemas complexos
 - Habilidades cognitivas
 - Conhecimentos em novas tecnologias
 - Criatividade
 - Habilidades interdisciplinares
 - Pensamento crítico: gestão de mudanças e capacidade de adaptação
- Competência social: envolve conhecimentos e habilidades para realizar objetivos e planos em interações sociais, caracterizadas por comportamentos comunicativos e cooperativos em relação a outras pessoas.
 - Competências interpessoais (empatia)
 - Capacidade de comunicação
 - Capacidades de relacionamento interculturais
 - Colaboração virtual
 - Coordenação com os outros
 - Mente aberta
 - Competências de negociação
 - Gestão de pessoas
 - Ética e responsabilidade social

- Orientação para o serviço
- Competência pessoal e auto-competência: inclui disposições pessoais como atitude, valores e motivos que influenciam o comportamento de trabalho, bem como habilidades de auto-percepção (reflexão das próprias competências) e auto-organização (gestão de tempo).
 - Gestão de tempo
 - Conhecimento em psicologia e linguagem corporal
 - Lidar com a persistência e pressão
 - Inteligência emocional
 - Julgamento e tomada de decisão
 - Capacidades intra-empresariais (melhoria contínua)

Neste sentido, para Niclas Schaper a formação acadêmica deve garantir que se adquiram essas quatro competências válidas para cada tipo de enquadramento. Conseqüentemente, o portfólio de competências transversais que é apresentado é baseado nessas áreas de competência que compreendem a procura do mercado de trabalho futuro, moldados por uma digitalização crescente.

O WEF criou um portfólio de competências mais amplo chamado “competências essenciais relacionadas ao trabalho” que é baseado no Content Model da O*NET Resource Center. O modelo criado pelo WEF diferencia entre habilidades, competências básicas e competências interfuncionais.

Com base nas competências mencionadas no portfólio de competências desenvolvido por Schaper et al., (2012) e nas competências essenciais relacionadas ao trabalho do WEF, podemos criar um novo portfólio de competências. O novo portfólio de competências é apresentado abaixo e centra-se nas competências que os diplomados de uma forma geral devem ter, a fim de satisfazer as exigências do mercado de trabalho em 2020.

Habilidades		Competências básicas	
Competências cognitivas Flexibilidade cognitiva Criatividade Raciocínio lógico Resolução de problemas complexos Raciocínio matemático Observação <i>Competências analíticas</i>		Competências de conteúdo Aprendizagem ativa Expressão oral Expressão escrita Compreensão escrita Literacia em TIC	
Habilidades pessoais e mentais <i>Conhecimentos em psicologia</i> <i>Linguagem corporal</i> <i>Resiliência</i> <i>competências intraempreendedor</i>		Competências de processo Escuta ativa Pensamento crítico Monitorização própria e dos outros <i>Competências interdisciplinares</i>	
Competências interfuncionais			
Competências sociais e interpessoais Coordenação com os outros Inteligência emocional Negociação Persuasão Orientação para o serviço Formar e ensinar os outros <i>Responsabilidade social e ética</i> <i>Colaboração virtual</i> <i>Competências de comunicação</i>		Competências em gestão de recursos Gestão de recursos financeiros Gestão de recursos materiais Gestão de tempo <i>Gestão de pessoas</i>	
Competências de sistema Julgamento e tomada de decisão Análise de sistemas <i>Gestão de mudança e adaptação</i> <i>Gestão de risco e governação</i> <i>Complacência</i> <i>Competências interpessoais</i>		Competências técnicas Manutenção e reparação de equipamentos Operação e controlo de equipamentos Programação Controlo de qualidade Experiência em design <i>Conhecimentos de novas tecnologias</i>	
		Competências intelectuais <i>Competências linguísticas</i> <i>Mente aberta</i>	

Tabela 8 – Combinação do portfólio de competências por Schaper et al., (2012) e das competências essenciais relacionadas ao trabalho do World Economic Forum, (2016a).

Habilidades são definidas como atributos duradouros dos indivíduos, que influenciam o desempenho.

- Competências cognitivas contempla flexibilidade cognitiva, criatividade, raciocínio lógico, resolução de problemas complexos, raciocínio matemático, visualização e

resolução de problemas complexos, bem como capacidades analíticas como a estatísticas (World Economic Forum, 2016a).

- Habilidades pessoais e mentais são um novo conjunto de competências que resulta das considerações das competências mencionadas no portfólio de competências desenvolvido por Schaper et al. e nas competências essenciais relacionadas ao trabalho do WEF. Um conhecimento básico em psicologia, o controlo da linguagem corporal, resiliência e competências empreendedoras são definidas como habilidades essenciais que os estudantes universitários devem adquirir durante a sua formação (Schaper et al., 2012).

As competências básicas permitem que sejam desenvolvidas capacidades que facilitam a aprendizagem ou a aquisição mais rápida de conhecimento:

- Competências de conteúdo como aprendizagem ativa, expressões orais, compreensão de leitura, expressão escrita, bem como conhecimentos em tecnologias de informação e comunicação. Conhecimentos em tecnologias de informação e comunicação significa que os estudantes devem ser treinados para usar e aplicar diferentes tecnologias de informação e comunicação. A literacia em tecnologias da informação e comunicação é também um dos principais objetivos do Horizon 2020 Programme da European Commission, (2014)
- Competências de processo, incluem a escuta ativa, o pensamento crítico, o autocontrolo, bem como as competências interdisciplinares, são competências básicas muito importantes que os alunos têm que aprender (World Economic Forum, 2016a).

As competências interfuncionais podem ser definidas como requisitos de entrada para o desenvolvimento de capacidades que facilitam o desempenho de atividades que ocorrem durante o percurso profissional. É por isso que as competências sociais, como a coordenação com os outros, a inteligência emocional, as competências de negociação e persuasão, a orientação para o serviço, a formação e a transmissão e conhecimento a outras pessoas pertencem às competências interfuncionais. As competências sociais podem ser também expandidas, adicionando a ética e responsabilidade social, colaboração virtual, bem como capacidades de comunicação. Competências de sistema como julgamento e tomada de decisão, análise do sistema, bem como gestão e adaptação às mudanças, administração,

gestão de risco, conformidade e habilidades empreendedoras são definidas como importantes competências interfuncionais. Além disso, a gestão de recursos financeiros e materiais e a gestão de tempo são resumidos sob o termo competências de gestão de recursos. Competências técnicas básicas são outras competências interfuncionais importantes que envolvem manutenção e reparação de equipamentos, operação e controle de equipamentos, programação, controle de qualidade, design técnico bem como o conhecimento de novas tecnologias (Gray, 2016).

Seguindo a tendência de conectividade e convergência, as interações de negócios globais aumentam. Neste sentido, as universidades devem potenciar os alunos a desenvolver competências interculturais básicas, como uma mente aberta, bem como línguas estrangeiras. Por exemplo, a UE disponibiliza vários programas, como o Erasmus +, para apoiar os estudantes europeus no desenvolvimento de competências interculturais (European Commission, 2017).

Com o intuito de analisar esta nova tendência, o WEF elaborou um relatório denominado “The Future of Jobs” onde perguntou a diretores de recursos humanos e a líderes de empresas globais qual a ordenação das dez competências que se preveem mais determinantes nos trabalhadores para 2020 e como essas competências mudaram em comparação com o ano de 2015. E o resultado listou as seguintes competências: (World Economic Forum, 2016a)

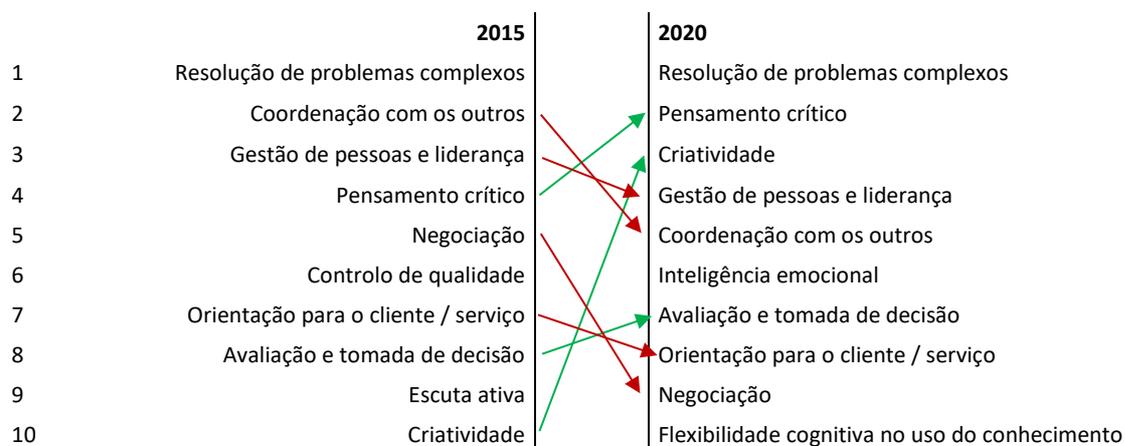


Figura 4 – Evolução das competências entre 2015 e 2020

A criatividade é assumida como uma das três principais competências. Os futuros trabalhadores precisam ser mais criativos para desenvolver novos produtos, serviços, tecnologias e novas formas de trabalho. A resolução de problemas complexos é vista como a competência mais importante que permite aos futuros trabalhadores lidar com questões complexas que o paradigma da evolução futura trará. O pensamento crítico, bem como a avaliação e tomada de decisões são consideradas competências muito mais importantes em 2020 do que em 2015. Além disso, a inteligência emocional e a flexibilidade cognitiva são avaliadas como estando entre as dez melhores competências em 2020, embora não pareça ser tão importante no passado (Gray, 2016). Neste sentido, as universidades devem adaptar os seus conteúdos e formas de ensino para integrar todas as competências mencionadas no portfólio geral de competências. No entanto, devem concentrar os seus esforços nas dez competências que se preveem mais determinantes nos trabalhadores para 2020, para preparar os alunos com a formação mais adequada ao mercado de trabalho no futuro (Eberhard et al., 2017).

Na XIV conferência da Human Resources Portugal com o tema “People 4.0” decorrida em novembro de 2017, um evento que reúne muitos especialistas na gestão de pessoas, aos quais foi pedido para avaliar o posicionamento das competências elencadas pelo World Economic Forum de acordo com o que consideram ser as mais importantes no futuro.

	2020 - World Economic Forum (2016)	2020 - XIV conferência da H R Portugal
1	Resolução de problemas complexos	Inteligência emocional
2	Pensamento crítico	Coordenação com os outros, trabalho em equipa
3	Criatividade	Gestão de pessoas e liderança
4	Gestão de pessoas e liderança	Criatividade
5	Coordenação com os outros, trabalho em equipa	Orientação para o cliente / serviço
6	Inteligência emocional	Pensamento crítico
7	Avaliação e tomada de decisão	Flexibilidade cognitiva no uso do conhecimento
8	Orientação para o cliente / serviço	Resolução de problemas complexos
9	Negociação	Avaliação e tomada de decisão
10	Flexibilidade cognitiva no uso do conhecimento	Negociação

Tabela 9 – Comparação e compactação das competências em 2020 pelo (Human Resources, 2017)

É interessante verificar que as primeiras três posições designadas no World Economic Forum não são iguais aos resultados que obteve na XIV conferência da Human Resources Portugal (Human Resources, 2017). A resolução de problemas complexos é até de certa forma desvalorizado para o oitavo lugar em detrimento da inteligência emocional que de sexto passa para primeiro. Possivelmente esta alteração se deva ao que hoje os líderes de pessoas vivem nas organizações. Talvez isso explique o foco também no trabalho de equipa, que de quinto lugar passa para segundo. Neste sentido, é extremamente importante que a análise das competências necessárias seja avaliada conjuntamente, ou seja, considerando aquilo que se prevê que o mercado de trabalho irá necessitar ao nível das organizações bem como, os conteúdos e formas de ensino ao nível académico e desta forma, estabelecer uma relação estreita de cooperação e troca de informação. Podemos ainda concluir que, se no topo da tabela são muitas as alterações, as diferenças são menores nos últimos lugares. Negociação, tomada de decisão e flexibilidade cognitiva estão nas quatro últimas posições.

As competências transversais são uma componente fundamental da formação. Embora a sua definição não seja estanque, elas estão basicamente associadas a competências socioemocionais e comportamentais, como por exemplo, gestão de tempo, assertividade, iniciativa, trabalho em equipa, planeamento ou tolerância ao stress. A designação “transversais” advém de serem competências necessárias ao bom desempenho profissional, independentemente da formação de base. São assim complementares à formação científica, necessária ao exercício de uma profissão.

Estas competências, por terem uma grande importância no modo como as pessoas abordam as situações, são extremamente valorizadas pelos empregadores. Por vezes, é utilizada a expressão “soft skills” como equivalente às competências transversais, sobretudo no contexto do mercado de trabalho. São estas competências transversais que, a par dos conhecimentos específicos de cada área científica, incrementam o acesso ao emprego, facilitam a integração no mundo do trabalho e promovem a cidadania responsável.

As competências transversais distinguem-se das técnicas, pela apresentação de duas características: a transversalidade e transferibilidade. Estas competências devem ser comuns e transversais a vários contextos, e por isso, isentas de especificidades profissionais e

situacionais. A transversalidade refere-se à não contextualização das competências, ou seja, ausência de especificidades e adaptação a contextos particulares. As competências transversais devem ser transferíveis porque são adquiridas no âmbito de uma atividade ou de uma disciplina, mas possíveis de serem exercidas espontaneamente num domínio diferente (Ceitil, 2007).

Hoje o trabalho exige iniciativa, criatividade e capacidade de agir em situações diversificadas. O que implica a necessidade de profissionais, que, independentemente da sua área de formação, sejam flexíveis e capazes de identificar problemas, procurando respostas de forma proactiva, criativa e autónoma. Os profissionais de hoje necessitam, ainda, de saber como lidar com interações pessoais complexas, comunicando com clareza e relacionando-se eficazmente com indivíduos e grupos.

Neste sentido, com base na revisão da literatura efetuada no Capítulo 4, onde se elabora uma concertação de um portfólio alargado das competências transversais essenciais tendo com referencia o trabalho de Schaper et al., (2012) e do relatório “The Future of Jobs” (World Economic Forum, 2016a), estas competências são igualmente reconhecidas no artigo produzido por Lima, Mesquita, & Rocha, (2013) e pelas universidades na sequência do Processo de Bolonha que reconhece a importância das competências transversais no projeto *Tuning Educational Structures in Europe* (European Commission, 2007).

Considerando estas abordagens é apresentada uma proposta com dezassete Competências Transversais (CTR), de forma a ser considerada à análise dos participantes da investigação

CTR_1 - Resolução de Problemas Complexos

CTR_2 - Pensamento Crítico

CTR_3 - Criatividade e inovação

CTR_4 - Gestão de pessoas e liderança

CTR_5 - Coordenação Interpessoal

CTR_6 - Inteligência Emocional

CTR_7 - Tomada de Decisão

CTR_8 - Orientação para o Serviço

CTR_9 - Negociação
CTR_10 - Flexibilidade Cognitiva
CTR_11 - Controlo de Qualidade
CTR_12 - Escuta Ativa
CTR_13 - Competências linguísticas
CTR_14 - Ética e responsabilidade social
CTR_15 - Planeamento/Organização e Gestão de tempo
CTR_16 - Capacidade de comunicação
CTR_17 - Competências de Empreendedorismo

4.2.2 Competências Técnicas

A identificação das áreas de conhecimento constitui um contributo importante para um entendimento mais alargado sobre a Engenharia e Gestão Industrial, bem como para identificar as competências que são requeridas para a prática profissional (Mesquita, 2015).

O processo de identificação das áreas de conhecimento da Engenharia e Gestão Industrial resultou da análise documental efetuada, proveniente da informação de várias associações profissionais e de um levantamento exaustivo de planos curriculares, nacionais e internacionais, da Engenharia e Gestão Industrial, bem como de uma revisão da literatura focalizada na Engenharia e Gestão Industrial e foi sistematizado num trabalho onde são definidas treze áreas de conhecimento.

- Gestão da Produção (incluindo Organização da Produção)
- Automação
- Qualidade
- Engenharia Económica
- Investigação Operacional e Otimização Industrial
- Computadores e Sistemas de Informação
- Ergonomia e Fatores Humanos
- Logística e gestão da cadeia de abastecimento
- Manutenção
- Gestão de Projetos

- Sustentabilidade
- Projeto do Produto
- Simulação

(Lima, Mesquita, Amorim, Jonker, & Flores, 2012)

Num outro estudo desenvolvido por Lima et al., (2017), numa aproximação da profissão ao mercado de trabalho, são referidas áreas de atuação profissional em 1.391 anúncios de emprego para a Engenharia e Gestão Industrial entre 2007 e 2013, e desta forma podemos concluir que além das áreas de conhecimento já mencionadas podemos incrementar ao portfólio existente, uma área de conhecimento considerada no estudo:

- Marketing

As competências técnicas estão estruturalmente ligadas às áreas de conhecimento e, nesse sentido, há uma ligação e progressão entre a análise, conceção, projeto, planeamento, implementação, controlo e melhoria, que também está presente na definição atual da Engenharia e Gestão Industrial. Neste sentido, de forma a contribuir para criação de um portfólio de competências técnicas além do recurso ao estudo das áreas de conhecimento, foram analisados os diversos conteúdos programáticos e objetivos do curso de Engenharia e Gestão Industrial de diversas universidades, disponibilizados nos canais oficiais de comunicação das Universidades.

Considerando estas abordagens é apresentada uma proposta com onze Competências Técnicas (CTE), de forma a ser considerada à análise dos participantes da investigação.

CTE_1 – Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos

Ser capaz de aplicar os métodos de engenharia e os princípios das ciências de gestão no projeto, organização e gestão de sistemas produtivos nas empresas de bens e de serviços e reconhecer e integrar a interdisciplinaridade das áreas, modelos e métodos estudados, sendo capaz de definir estratégias e desenvolver e elaborar programas em consonância, planeando os meios necessários para o eficaz funcionamento de toda a cadeia de abastecimento. Ser

capaz de integrar os meios de produção de forma a simplificar e melhorar o sistema operativo e saber como medir o desempenho desse mesmo sistema.

CTE_2 – Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir processos.

Ser capaz de analisar, planear, implementar, mapear e otimizar processos, ser capaz de identificar oportunidades de redução de custos e melhorias de nível de serviço, desenvolver estratégias para implementar alterações, conhecer e utilizar ferramentas práticas para melhorar o desempenho, ou seja, de desenvolver competências para a reorganização dos processos das empresas, no sentido de aumento de competitividade.

CTE_3 – Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial.

Ser capaz de traduzir situações problemáticas através de modelos matemáticos adequados e resolver problemas aplicando ferramentas de cálculo, interpretando e aplicando estes conceitos na resolução de problemas de engenharia.

CTE_4 – Analisar, planear e implementar sistemas de tecnologias de informação e comunicação, e planeamento e controlo da produção.

Ser capaz de analisar problemas e produzir a sua solução com linguagens/ferramentas de programação, identificar os componentes de um sistema de gestão de bases de dados; saber aplicar as competências adquiridas sobre planeamento e análise de sistemas de informação aos sistemas de planeamento e controlo da produção: na identificação e especificação dos seus requisitos, na seleção e avaliação de aplicações informáticas, na implementação de aplicações informáticas.

CTE_5 - Entender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

Ser capaz de aplicar teorias, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral de um sistema.

CTE_6 – Identificar, descrever e implementar métodos de gestão da qualidade.

Os métodos de gestão da qualidade e as ferramentas associadas são um conhecimento fundamental na atividade de um engenheiro industrial. Desde os problemas associados ao desenho de um novo produto até aos problemas relacionados com a gestão da produção e

aquisições, a gestão de qualidade está sempre presente. Um engenheiro industrial deve ser capaz de dominar os métodos de gestão da qualidade e as técnicas associadas, bem como ter a capacidade de desenvolver sistemas de gestão da qualidade e de desenvolver projetos de melhoria da qualidade.

CTE_7 - Conhecer e implementar teorias de marketing.

Ser capaz de compreender como os indivíduos visualizam produtos e serviços com o intuito de encontrar procedimentos capazes de representar a imagem que os consumidores formam, de modo a desenvolver modelos que auxiliem a gestão e a tomada de decisões. O correto posicionamento de produtos e serviços no mercado competitivo é fator fundamental para que as escolhas estratégicas sejam feitas a fim de proporcionar à empresa uma vantagem competitiva. A qualidade da decisão está intrinsecamente ligada à qualidade das informações que a suportam. Modelos de marketing melhoram a qualidade dessas e proporcionam rapidez na tomada de decisões.

CTE_8 – Conhecimentos em Gestão de projetos.

Ser capaz de aplicar conhecimentos, capacidades, instrumentos e técnicas às atividades do projeto de forma a satisfazer as necessidades e expectativas dos diversos intervenientes ou partes interessadas que são indivíduos ou organizações ativamente envolvidas no projeto ou cujo resultado do mesmo poderá afetá-los positiva ou negativamente.

CTE_9 - Conhecer e implementar conceitos da manutenção produtiva total.

Conhecer e ser capaz de implementar uma série de medidas com intuito de obter a maximização do rendimento operacional dos equipamentos, com um enfoque sistêmico globalizado, onde se considera o ciclo de vida do próprio equipamento. Deve ter em linha de orientação, uma manutenção que visa a utilização dos sistemas na sua plenitude e dentro de uma vida útil desejada, função esta relacionada com a amortização desses custos em relação a um tempo de vida previsto. Para a sua efetivação é necessário a capacidade de fomentar a participação e integração de todos os departamentos e setores desde o chão de fábrica até a administração.

CTE_10 - Aplicar os conhecimentos teóricos de forma viável e sustentável.

Ser capaz de conhecer, desenvolver e aplicar os conhecimentos teóricos, baseados no pensamento construtivo, de maneira a projetar, planejar, implementar e monitorizar sistemas produtivos, processos e produtos, técnica e economicamente viáveis e sustentáveis, numa atitude prospetiva e estratégica.

CTE_11 - Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas.

Ser capaz de reconhecer e integrar a interdisciplinaridade das áreas, modelos e métodos estudados e ser capaz de definir estratégias de produção e desenvolver e elaborar programas em consonância, planeando os meios necessários para o eficaz funcionamento de toda a cadeia de abastecimento.

Uma competência isoladamente não contempla a diversidade, flexibilidade e interdisciplinaridade da Engenharia e Gestão Industrial. Numa determinada situação-problema é necessário conjugar mais do que uma competência técnica e até mesmo competências transversais. Por exemplo a Maria é portuguesa e trabalha numa empresa no Brasil como *controller* financeira. Na próxima semana, tem uma reunião com o CEO da empresa e os diretores de todos departamentos. A Maria tem apenas 10 minutos para apresentar os resultados do último trimestre e ainda a análise financeira do novo investimento que a empresa quer fazer, mais concretamente a compra de novas máquinas. Esta situação provoca alguma tensão sobre a Maria. Para encontrar a melhor solução precisa de mobilizar os seus conhecimentos técnicos na área da gestão e economia, e, simultaneamente, precisa de ser capaz de aplicar às suas competências transversais ao nível da capacidade de resolver problemas, criatividade e gestão de tempo.

5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Este Capítulo é dedicado à apresentação dos resultados alcançados no âmbito do trabalho desenvolvido com esta investigação. Os resultados serão apresentados de forma gráfica e descritiva, acompanhados por comentários de análise individual. Neste sentido, a apresentação dos resultados é efetuada de acordo com os grupos de participantes na investigação. Primeiramente apresenta-se os resultados do inquérito por questionário aplicado aos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI, seguidamente os resultados inquérito por

questionário aplicado aos participantes do COMPETind4.0 e por último os resultados das entrevistas aplicadas aos profissionais da I4.0.

5.1 Inquérito por questionários aos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI

Numa fase de transição para o mercado de trabalho, as perspetivas dos alunos do 3º e 4º ano do MIEGI tornaram-se fundamentais para a discussão da problemática de investigação. A formação académica permite aos alunos desenvolverem um conjunto de competências essenciais para a prática profissional em Engenharia e Gestão Industrial. Neste sentido, pretendeu-se conhecer e explorar as suas perspetivas sobre as áreas de conhecimento em Engenharia e Gestão Industrial, uma vez que estão estritamente ligadas às competências técnicas.

Através de um inquérito por questionário, solicitou-se aos participantes que priorizassem as cinco áreas do conhecimento que, na sua perspetiva, são as mais relevantes para a prática profissional em Engenharia e Gestão Industrial. Os dados recolhidos foram analisados com base numa análise de frequências e estão expressos na Figura 5, onde se verifica que as cinco áreas do conhecimento mais selecionadas são: Gestão da Produção (incluindo Organização da Produção) (AC_1), Gestão de Projetos (AC_10), Computadores e Sistemas de Informação (AC_6), Investigação Operacional e Otimização Industrial (AC_5) e Simulação (AC_13).

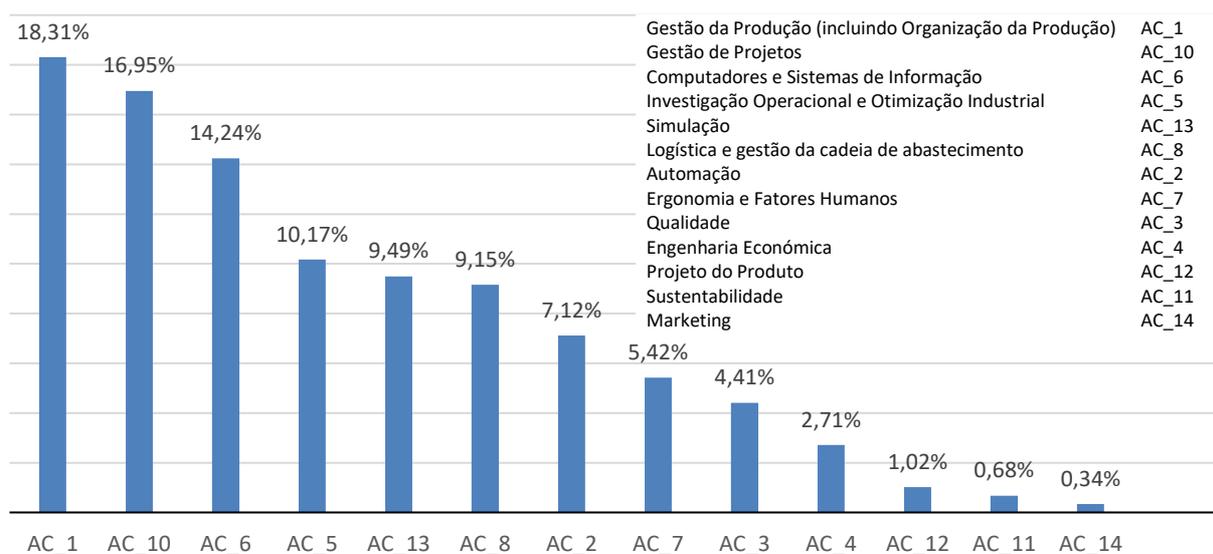


Figura 5 – Importância das áreas do conhecimento no perfil profissional em Engenharia e Gestão Industrial selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI

Relativamente às características da prática profissional em Engenharia e Gestão Industrial, dimensão que permite uma relação com as competências transversais, foi solicitado aos inquiridos as cinco características que, na sua perspetiva, são importantes para o profissional em Engenharia e Gestão Industrial, particularmente para enfrentar e lidar com o avanço tecnológico inerente à quarta revolução industrial. Neste sentido, verifica-se que as consideradas mais importantes são como podemos verificar no gráfico da Figura 6: Competências analíticas; Capacidade de formação ensino e desenvolvimento de outros; Capacidade e flexibilidade para gerir a incerteza e ambiguidade; Capacidades de comunicação; e Competências interpessoais.

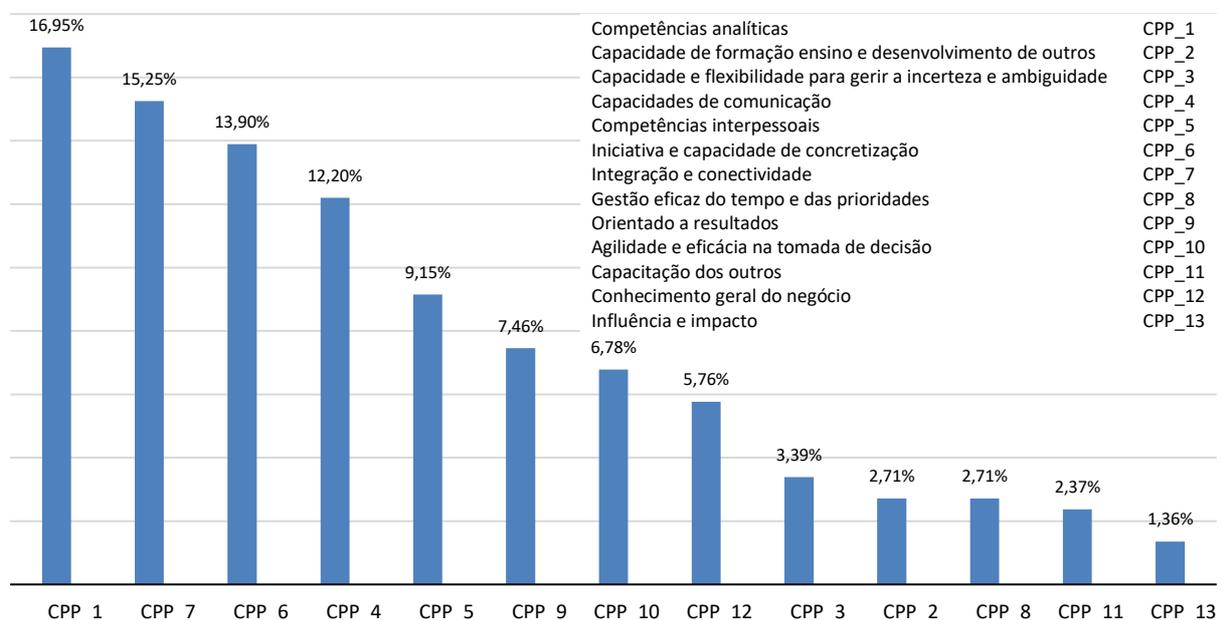


Figura 6 – Características da prática de um profissional em Engenharia e Gestão Industrial selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI

Relativamente à questão sobre a importância atribuída às Tecnologias do conceito Indústria 4.0 mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, uma das dimensões de análise, subentendia uma classificação de um conjunto de opções de acordo com uma classificação Likert. Neste sentido, chegamos às seguintes observações conforme gráfico da Figura 7. As cinco tecnologias consideradas mais importantes ao conceito da Indústria 4.0 são: Internet das coisas; Análise de grande quantidade de dados, Simulação, Cibersegurança e

Robótica autónoma e flexível. As tecnologias mais importantes podemos verificar que estão ligadas essencialmente à conectividade, integração e automação, bem como à análise de dados e segurança digital, passando também pela elevada importância atribuída à simulação industrial.

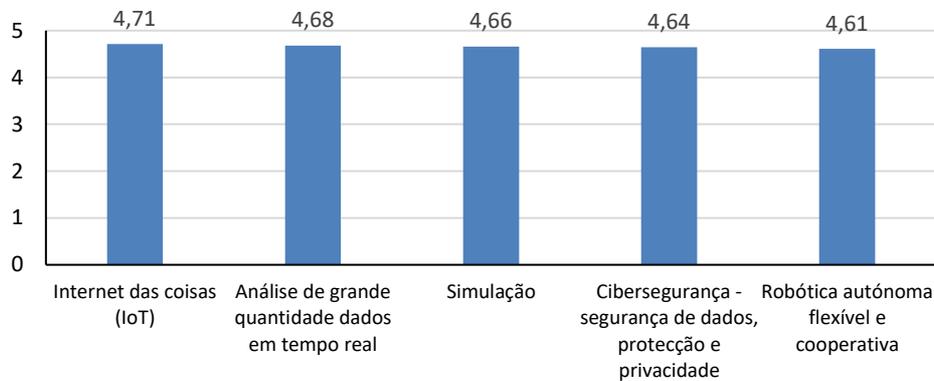


Figura 7 – Tecnologias do conceito Indústria 4.0 mais importantes selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ao do MIEGI

De acordo com a dimensão de análise da investigação, relativas às Competências Transversais mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, pretende-se que os inquiridos seleccionassem um conjunto cinco competências transversais considerando a lista proposta no Capítulo 4 (proposta de portfólio da Competências Transversais). Assim, a sequência das cinco competências transversais mais eleitas é com 20,34% dos participantes: Resolução de Problemas Complexos - Pensamento Crítico - Criatividade e inovação - Gestão de Pessoas e liderança - Inteligência Emocional.

No entanto, para melhor interpretação dos resultados, apresenta-se na Figura 8 uma análise de frequências relativas, onde se verifica que as cinco competências transversais mais seleccionadas são com os devidos pesos: Resolução de Problemas Complexos (CTR_1) - Pensamento Crítico (CTR_2) - Criatividade e inovação (CTR_3) - Gestão de Pessoas e liderança (CTR_4) - Inteligência Emocional (CTR_6). Em termos comparativos, a sequência das 5 mais elegíveis e as 5 com maior frequência correspondem ao mesmo conjunto de competências transversais.

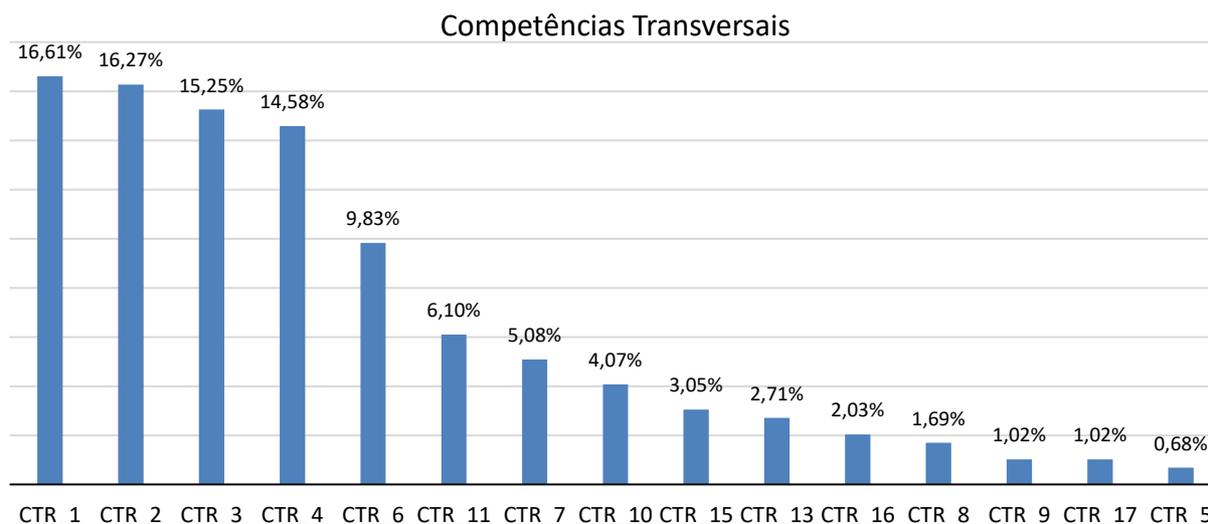


Figura 8 – Gráfico das frequências relativa das Competências Transversais selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano do MIEGI

Relativamente à dimensão de análise Competências Técnicas mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, pretende-se que os inquiridos seleccionassem um conjunto cinco competências transversais considerando a lista proposta no Capítulo 4 (proposta de portfólio da Competências Técnicas). A sequência das cinco competências técnicas mais selecionadas pelos participantes são: Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos; Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir processos; Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial; Conhecimentos em Gestão de projetos; Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas.

Para melhor interpretação dos resultados, apresenta-se na Figura 9 uma análise de frequências relativas, onde se verifica que as cinco competências técnicas mais selecionadas são com os devidos pesos: Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos (CTE_1); Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial (CTE_3); Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas (CTE_11); Conhecimentos em Gestão de projetos (CTE_8); Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir processos (CTE_2).

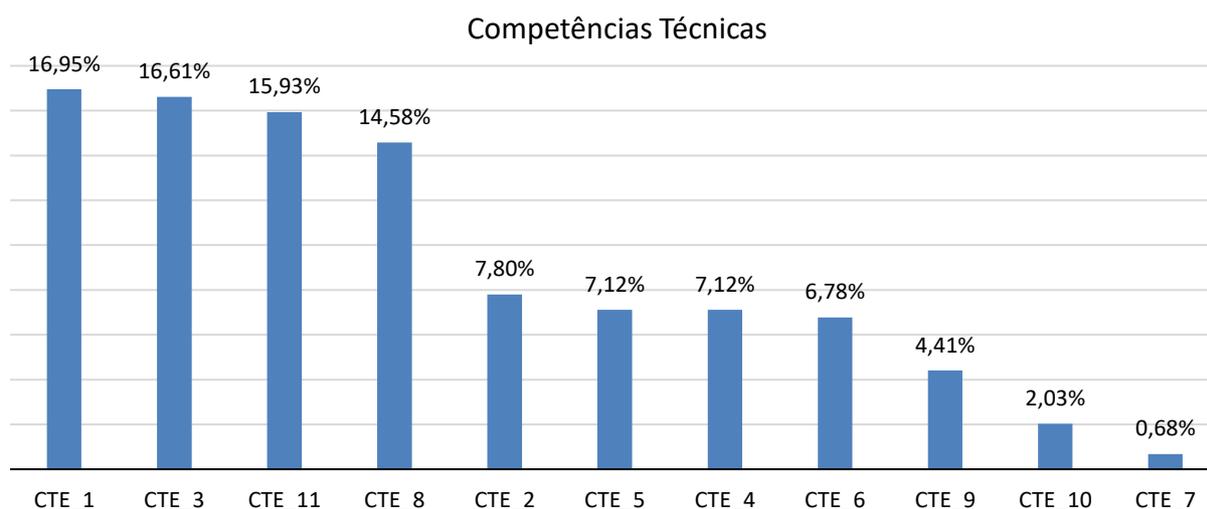


Figura 9 – Gráfico das frequências relativa das Competências Técnicas selecionadas pelos alunos do 3º e 4º ano do MIEGI

5.2 Inquérito por questionário participantes COMPETInd 4.0

Devido à experiência dos participantes no evento COMPETInd 4.0, pretendeu-se conhecer quais as tecnologias que consideram mais importantes no contexto Indústria 4.0. Neste sentido, a questão colocada, subentendia a escolha de um conjunto de opções de acordo com uma classificação Likert. Neste sentido, chegamos às seguintes conclusões conforme gráfico da Figura 10, onde se verifica uma importância atribuída que as cinco tecnologias consideradas mais importantes ao conceito da Indústria 4.0 são: Internet das coisas; Análise de grande quantidade de dados, Simulação, Robótica autónoma e flexível e Cibersegurança.

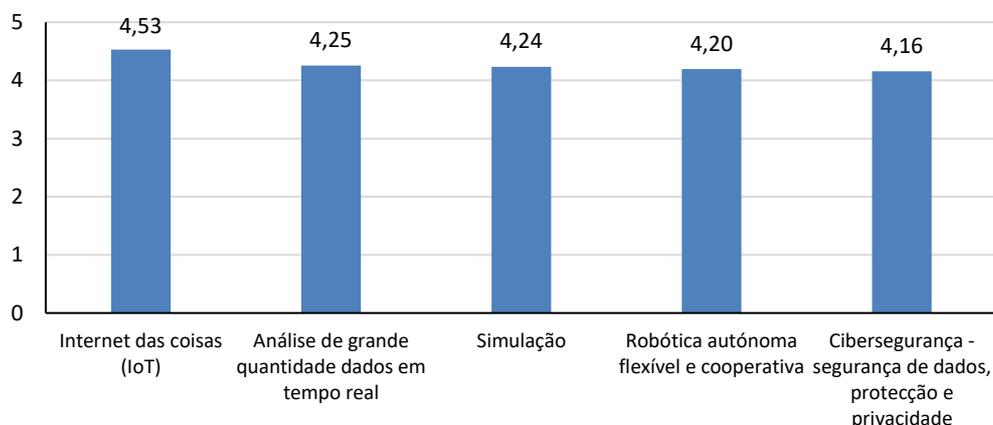


Figura 10 – Tecnologias do conceito Indústria 4.0 mais importantes para os participantes da II Edição COMPETInd 4.0

Podemos concluir que, as cinco tecnologias inerentes ao conceito da Indústria 4.0 com maior Ranking Médio, na perspetiva dos participantes, estão essencialmente ligadas à digitalização dos sistemas e dos processos produtivos, conectividade e integração, com as primeiras quatro tecnologias eleitas a refletirem essa orientação.

Relativamente às competências transversais, a questão colocada está direcionada à escolha de entre um conjunto fundamentado de competências transversais propostas no Capítulo 4, as cinco consideradas mais importantes. Pretende-se desta forma, encontrar a sequência das cinco competências transversais mais selecionada pelos participantes e por outro lado, numa análise mais pormenorizada as frequências relativas das competências transversais propostas. De acordo com os dados recolhidos e analisados, a sequência das cinco competências transversais mais eleitas é com 19,61% dos participantes: Resolução de Problemas Complexos - Pensamento Crítico - Criatividade e inovação - Gestão de Pessoas e liderança - Flexibilidade Cognitiva.

No entanto, para melhor interpretação dos resultados, apresenta-se gráfico na Figura 11, uma análise de frequências relativas, onde se verifica que as cinco competências transversais mais selecionadas são com os devidos pesos: Resolução de Problemas Complexos (CTR_1) - Pensamento Crítico (CTR_2) - Criatividade e inovação (CTR_3) - Gestão de Pessoas e liderança (CTR_4) - Flexibilidade Cognitiva (CTR_10).

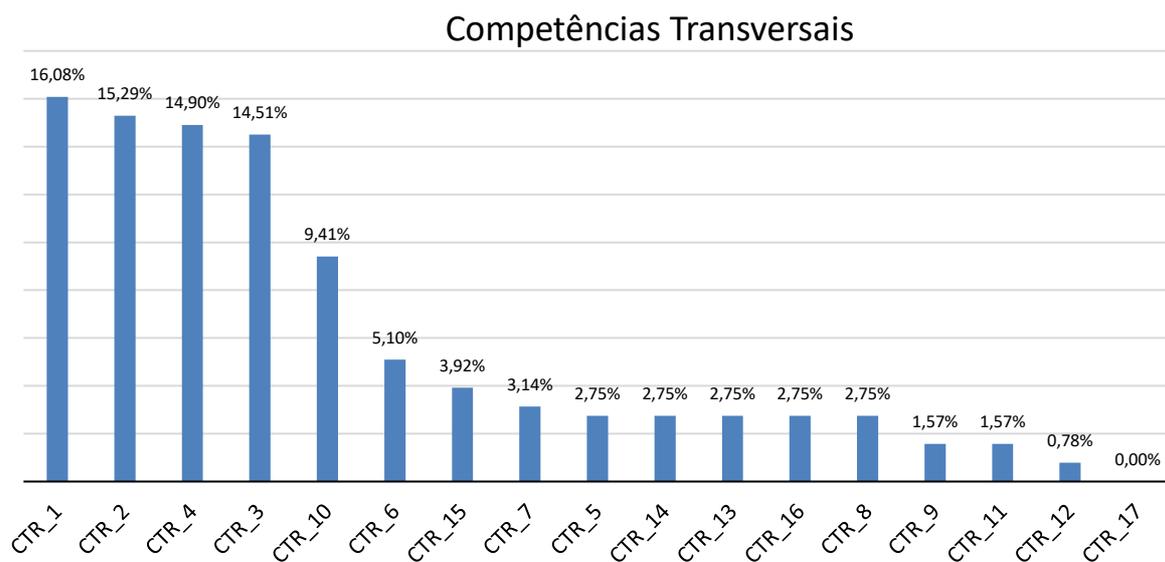


Figura 11 – Gráfico das frequências relativa das Competências Transversais dos participantes

Ainda, relativamente a este conjunto de participantes, foi colocada a seguinte questão relativamente ao evento II Edição COMPETInd 4.0 “Como classifica o evento no seu contributo para a reflexão sobre as competências a desenvolver para a Indústria 4.0”. A questão embora não seja uma dimensão de análise da investigação, mostra se este tipo de evento é valorizado do ponto de vista da definição das competências para a Indústria 4.0. Considerando a dinâmica industrial, teremos que acompanhar com a mesma dinâmica a definição de competências, para que os futuros profissionais desenvolvam as competências necessárias com vista a lidar com os desafios que a Indústria 4.0 coloca no mercado de trabalho. A questão, foi baseada numa escala de 1 a 5, com 1 - Nada adequado - 2 - Pouco adequado - 3 - Adequado - 4 - Bastante adequado - 5 – Muito adequado. Segundo os dados a classificação foi de 4,43, o que demonstra realmente a adequabilidade atribuída a este tipo de evento.

5.3 As entrevistas

As entrevistas realizadas aos profissionais da Indústria 4.0 foram desenvolvidas com base num guião previamente definido, com o intuito de analisar e as dimensões definidas no Capítulo 2.6.3, de forma a permitir um cruzamento de informação com as outras técnicas de recolha de dados aplicadas na investigação. Nesta investigação, a análise de conteúdo revela-se uma técnica de análise de dados com particular destaque, na medida com os dados recolhidos qualitativamente pretende-se uma sistematização com base nesta técnica, de forma a poderem ser comparados com outras técnicas, cruzar os pontos de aproximação e de afastamento entre alunos, profissionais de engenharia e profissionais da I4.0.

A definição da I4.0, sendo um conceito recente, emergente e com dinâmica complexa, devido à diversidade de produtos, de sistemas produtivos, dos avanços tecnológicos, das dinâmicas de consumo e da própria evolução cultural e social, faz com que ainda não seja um conceito claro e consensual. Podemos encontrar conceitos e definições que embora partilhem princípios idênticos assumem definições diferentes baseadas nas diversas dinâmicas.

A visão do I4.0 de uma forma geral para os entrevistados assume alguns princípios similares, centrados na visão da automação, digitalização e integração.

“A ideia base do I4.0 é a visão de integração de sistemas e da descentralização de sistemas de tomada de decisão ou sistemas de produção (...) digamos assim, primeiro tivemos a mecanização, depois tivemos a eletrificação, mais tarde tivemos a automação e agora temos a integração que é o conceito da quarta revolução industrial, neste cenário o passo é digamos assim, integrar para melhorar processos, a questão aqui não é só dotar de mais capacidade de automação e robótica, é integrar subsistemas em que por exemplo uma informação proveniente do ponto A, com uma informação do ponto B, cria uma ideia C e com isso nós somos mais inovadores. (...) por exemplo no caso da logística a supply chain tem cada vez mais tendência a ficar descentralizada (...) gestão de stocks hoje é um desafio e que é que o I4.0 vem melhorar? vem dotar sistemas que muitos deles já estão digitalizados e monitorizados, mas estão a ser monitorizados num modelo disperso, e a ideia aqui é centralizar modelos de sistemas de informação, para se poder evitar problemas e com isso otimizar processos de melhoria (...) no caso da logística a integração é a chave” (Entrevistado 2)

“(...) a visão I4.0 é a automação e integração de todo os sistema e processos produtivos de uma indústria, com redução da interação humana para evitar o erro (...)” (Entrevistado 3)

“Do ponto de vista da produção a visão de ID4.0 é a seguinte: Primeiro, obter o mais possível de dados das máquinas. É fundamental poder comunicar com as máquinas e recolher máximo de dados dos sensores das máquinas. (...) temos o PLC, este comunica com o PC industrial que está acoplado na máquina de acordo com os protocolos OPC que se está a tornar o protocolo de comunicação standard, este protocolo permite mapear as diversas variáveis da máquina (...) é feito um mapeamento de todos os sensores para o mundo IT, saímos do mundo automação para o mundo IT. A partir do momento que a estrutura de dados é a mesma depois é muito fácil através de determinados métodos receber a informação, aqui na empresa temos o conceito de data integration layer, essa informação vem até às

bases de dados centrais e podemos a partir daí desenvolver app's (...); Segundo, é fundamental que as matérias comuniquem com as máquinas, ou seja termos validação de materiais, utilizando RFID ou QR codes ou bar codes, é fundamental que material seja identificado no processo seguinte (...) é implementar aquilo que se chama de material validation wall to wall, de uma ponta à outra da fábrica, desde a matéria prima até ao produto acabado tem de haver uma validação de materiais entre processos (...); Terceiro, é fundamental que as máquinas comuniquem entre si, ou seja é necessário que cada máquina saiba a capacidade que tem instalada e o que vai receber para processar, de forma a gerar ordem de receção ou se é encaminhada para outra. (Entrevistado 1)

No mercado global temos economias a velocidades diferentes com paradigmas e sistemas políticos diferentes, neste sentido a economia da Europa ocidental assenta em conceitos diferentes dos do Ásia. Do ponto de vista da globalização o I4.0 na Europa pode fazer toda a diferença na sustentabilidade do mercado de trabalho face às ameaças das economias dos mercados asiáticos.

(...) I4.0 é um movimento que articula este know-how produzido pelas universidades, pelas empresas numa criação de maior valor, e com a mesma capacidade produtiva criar mais, criar mais, não na capacidade de criar produtos melhores, mas sim criar mais coisas de forma mais barata e em mais quantidade, e com isso conseguir contrabalançar o peso, digamos assim dessas eventuais ameaças ou seja o que os outros (mercado asiático) conseguem fazer com excedente de mão de obra barata nós conseguimos fazer em excedente de know-how técnico e com isso equilibrar os pratos da balança, ou seja tornar-nos competitivos senão, a Europa vai perder cada vez mais valor, porque nós não somos claramente competitivos, e no mercado global o cenário é este.” (Entrevistado 2)

A análise das entrevistas possibilita afirmar, verifica-se que o nível estratégico de implementação do conceito I4.0 nas empresas segue a velocidades diferentes. Algumas empresas começaram mais cedo e, por isso, neste momento estão com conceitos mais

maduros e com projetos em curso nesse sentido; outras apresentam claramente uma dependência do centro estratégico de decisões, pelo facto de serem empresas multinacionais e, neste caso, apenas transitam projetos já desenvolvidos e testados.

(...) existem projetos em curso desenvolvidos na "casa-mãe", onde existe um departamento de automação responsável por essa área, mais tarde serão adaptados à nossa unidade de produção." (Entrevistado 3)

(...) quando há 7 anos onde tínhamos 7 pontos de controle hoje se calhar tem 20 e como é que nós começamos isso, utilizando tecnologias como RFID, ou localização indoor por wifi ou outras tecnologias existentes no mercado (...) A sinergia tem vindo a aumentar desde à 4 anos que começamos com este pensamento e as áreas mais envolvidas são definitivamente os processos logísticos internos e externos, planeamento e gestão da produção ao nível da rastreabilidade desde a matéria prima ainda no fornecedor até ao produto acabado. De uma forma geral é necessária a automação e as tecnologias de informação ao nível da capacidade de gerir e analisar dados." (Entrevistado 2)

(...) Existem designadamente projetos a decorrer e entramos no mundo I4.0 há sensivelmente 3 anos e estamos a reformular todos os nossos sistemas de manufacturing, ou seja, sistemas de produção, de forma a caminhar nessa direção. (...) foram investidas sinergias, na implementação de conceitos I4.0, diria que 3 grandes áreas. IT, a Engenharia por causa da automação e a produção com é evidente. (...) Na prática só para resumir, o sistema de manufacturing comunica com o SAP e este faz o warehouse management à medida da disponibilidade da capacidade de processamento das máquinas, isto na prática está a funcionar, com um envolvimento muito grande do IT, da automação e como é evidente da produção." (Entrevistado 1)

A Indústria 4.0 envolve o uso de avanços na tecnologia de comunicação e informação para aumentar o grau de automação e digitalização da produção e dos processos industriais. O objetivo final é gerir todo o processo da cadeia de valor, melhorando a eficiência no processo

de produção e obtendo produtos e serviços de qualidade superior. A aplicação de novas tecnologias criará equipamentos totalmente automatizados e conectados entre si. Neste contexto, a apresentasse a opinião dos entrevistados acerca dos mais importantes pilares tecnológicos ou tecnologias inerentes aos conceitos da I4.0.

“(…) considero fundamental e necessária uma integração de sistemas sendo um dos pontos mais importantes do conceito I4.0, ou seja, uma integração horizontal que permita a conexão entre a fábrica e toda cadeia de valor externa e uma integração vertical que permita que todos os níveis da fábrica estejam conectados, do chão de fábrica até os executivos. (...) A única coisa que cria valor numa sociedade e utiliza o know-how de cada pessoa sem investimento grande em termos de hardware ou infraestrutura é big data and analytics e simulação. Big data and analytics permite usar os dados e aquilo que já existe para criar valor nas entrelinhas, interpretam e criam modelos, por outro lado a simulação permite prever e antecipar cenários, todo o resto é importante, mas é uma consequência disto. Se calhar é tempo de a engenharia de gestão industrial voltar às origens do ponto de vista dos sistemas, os sistemas são a chave (...)” (Entrevistado 2).

Neste caso, o entrevistado 2 apenas referiu três tecnologias associadas ao conceito I4.0, no entanto, para efeitos da investigação, consideramos no contexto da sua exposição no decorrer das entrevistas, que podemos verificar pela transcrição no Anexo III, que se identificam duas tecnologias na linha do seu pensamento sobre o conceito I4.0, são elas: à internet das coisas que permite a conectividade e integração e o recuso a um sistema produtivo baseados em robôs autónomos flexíveis e colaborativos.

(...) as tecnologias emergentes na área da gestão da produção devem permitir uma redução da interação humana através do recurso de mais automação baseada na conectividade através da internet of things, (...) evita erros e problemas de qualidade dos produtos (...) permitindo uma recolha e processamento informação, ou seja dos dados (...) a informação dever ser armazenada e analisada de forma a permitir as tomadas de decisões autónomas pelo sistema de gestão da produção (...) simulação (...) lidar com a gestão da produção de forma muito mais eficiente,

simulando e otimizando cenários (...) a cybersecurity é uma tecnologia também importante quando temos informação importante a circular entre pontos (...) (Entrevistado 3)

(...) cybersecurity é um especto fundamentalíssimo quando estamos a falar de condução autónomas de veículo logísticos na unidade de produção (...) simulação é muito importante, nós termos a capacidade de simular as necessidades (...) planejar as necessidades e as capacidades (...) definir os investimentos necessários em capacidades produtivas, meios humanos e matérias primas. (...) Internet das coisas conforme fui defendendo ao longo da entrevista, ou seja, a conetividade total é fundamental. (...) robôs autónomos e inteligência artificial, é muito importante, os AGV's são fundamentais na logística da gestão da produção, as máquinas estarem interligadas e serem geridas por uma unidade de inteligência é fundamental para a eficiência da gestão da produção (...) Considero fundamental como já fui referindo em exemplos a análise e armazenamento de dados tecnologias imprescindíveis aos conceitos I4.0. (...) A realidade aumentada é importante neste momento ao nível da inspeção de produto acabado, ou seja, na deteção de defeitos de fabrico, em auxílio das capacidades humanas.” (Entrevistado 1)

De acordo com o realce emocional, expressivo e verbal dado às diversas tecnologias inerentes ao conceito I4.0 durante as entrevistas, para efeitos comparativos na presente investigação classificou-se a relevância atribuída a cada uma delas de acordo com uma escala de 1 a 5, em que 1 é menos importante e 5 mais importante. Este procedimento foi devidamente validado posteriormente pelos entrevistados. Neste sentido, na Tabela 10 podemos verificar o resultado dos dados das classificações atribuída e deste modo, verifica-se na análise total, uma linha orientadora ligada à automação, conetividade, integração e segurança de dados a marcar posição como importantes tecnologias ligadas ao conceito I4.0. A simulação obtém uma relevância de destaque, classificada como fundamental para a prospeção e previsão de cenários importantes para a tomada de decisões estratégicas.

Tecnologias do conceito I4.0	Cod	Entre. 1	Entre. 2	Entre. 3	Total	%
Análise de grande quantidade de dados	PT_1	2	4	3	9	20,00%
Simulação	PT_3	4	3	2	9	20,00%
Internet das coisas	PT_5	3	2	4	9	20,00%
Robótica autónoma flexível e cooperativa	PT_2	1	1	5	7	15,56%
Cibersegurança	PT_6	5		1	6	13,33%
Integração horizontal e vertical	PT_4		5		5	11,11%
Armazenamento em nuvem	PT_7					
Manufatura aditiva	PT_8					
Realidade aumentada	PT_9					

Tabela 10 – Tecnologias da Indústria 4.0 mais importantes para os entrevistados

O conceito de perfil de competências é no mundo industrial um conceito recente, como pudemos analisar no Capítulo 4, e desta forma, o mundo laboral valorizava quase única e exclusivamente as competências técnicas dos profissionais. Com a envolvente da especialização do mercado de trabalho começou-se a valorizar as competências transversais, sendo o seu domínio um fator de sucesso para os profissionais de engenharia. O mercado de trabalho procura profissionais dotados de competências sociais e comportamentais, relacionadas ao nível de equilíbrio e adequação com que cada indivíduo interage com o meio no qual está inserido, que aliadas às competências técnicas se tornam fundamentais para o desempenho profissional. Neste sentido, os entrevistados, no que se refere às principais competências transversais inerentes à prática profissional de Engenharia e Gestão Industrial, partilham de uma forma geral as mesmas ideias conforme podemos ver.

“Das competências apresentadas acho que orientação para o cliente é pouco valorizada, cada vez mais é importante produzir aquilo que o cliente precisa, caso contrário estamos a investir em produtos que o cliente não consome e isso implica investir em espaço, grandes armazéns, implica um esforço logístico e mais em produtos com prazo de validade é problemático (...) a resolução e problemas complexo é fundamental, pensamento critico também, aqui sim a orientação para o serviço, seguidamente a criatividade e depois a gestão de pessoas e liderança devido à importância que damos à gestão de projetos.” (Entrevistado 1)

“A minha experiência é que cada vez mais está a haver aqui uma questão fraturante, nós temos as pessoas que percebem da tecnologia e que são digamos assim as pessoas mais bem pagas nomeadamente os software developers (...) o que faz falta ao mundo e é a minha visão para um engenheiro de gestão industrial em 2020, não é uma pessoa que perceba da tecnologia é uma pessoa que consiga ligar estes dois mundos, nós temos um cluster de pessoas muito cultas que falam entre eles mas não conseguem exprimir-se. (...) e eu digo qual é a minha função, a minha função é falar sobre coisas difíceis de uma maneira fácil, eu tenho que explicar às pessoas que não tem um background técnico qual é o impacto na vida deles de determinado processo (...) função em 2020 do engenheiro de gestão industrial, é conseguir interpretar o que os técnicos fazem e estabelecer a ponte para o mundo comum, quem pensa na tecnologia tem que ter alguém que faça a ligação entre a tecnologia e o mundo físico para que esse processo chegue à linha de produção (...) é necessário é cada vez mais soft skills em gestão de projetos (...) Olhando para as necessidades futuras considero valências, ou seja, soft skills fundamentais para o engenheiro de gestão industrial o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas complexo, a gestão de pessoas e liderança ligada à gestão de projetos e gestão de conflitos e cada vez mais a inteligência emocional, para ligar todas as outras competências e permitir uma adaptação ao ambiente em mudança.” (Entrevistado 2)

“(...) a resolução de problemas complexos é muito importante para dar respostas às necessidades do planeamento e gestão da produção, ou seja, é fundamental ter competências para lidar com problemas novos, com configurações complexas num cenário real, e ter uma multiplicidade de conhecimento em diversas áreas e ser capaz de as articular (...) o pensamento crítico deve aparecer aliado à resolução de problemas complexo, ou seja, a resolução de problemas complexos subentende usar a lógica e análise para identificar os pontos fortes e fracos em diferentes abordagens é um fator diferenciador para o engenheiro de gestão industrial (...) considero fundamental gestão de pessoas e liderança, já expressei a minha opinião sobre a grande importância da gestão de projetos, e desta forma, esta só funciona com inteligência e gestão emocional, esta duas competências são

fundamentais para o sucesso de um líder de uma equipa de trabalho e para lidar de forma eficaz e eficiente com as tarefas diárias (...) existe uma dinâmica na evolução das competências com o tempo, no entanto a orientação para o serviço deve assumir um ponto mais importante do que é considerado pelo WEF e em vez de estar numa vertente descendente, deve estar numa ascendente, nós só produzimos porque existe clientes, e os requisitos de entrada devem ser pensados para dar resposta aos requisitos da procura (...)” (Entrevistado 3)

De acordo com o realce emocional, expressivo e verbal dado às diversas Competências Transversais no decorrer das entrevistas, para efeitos comparativos na presente investigação classificou-se a relevância atribuída a cada uma delas de acordo com uma escala de 1 a 5, em que 1 é menos importante e 5 mais importante. Este procedimento foi devidamente validado posteriormente pelos entrevistados.

Competências Transversais	Cod	Entre. 1	Entre. 2	Entre. 3	Total	%
Resolução de problemas complexos	CTR_1	5	4	5	14	31,11%
Pensamento crítico	CTR_2	4	5	4	13	28,89%
Gestão de pessoas e liderança	CTR_4	1	3	2	6	13,33%
Inteligência emocional	CTR_6		2	3	5	11,11%
Orientação para o Serviço	CTR_8	3		1	4	8,89%
Criatividade e inovação	CTR_3	2			2	4,44%
Flexibilidade cognitiva	CTR_10		1		1	2,22%
Coordenação Interpessoal	CTR_5					
Tomada de Decisão	CTR_7					
Negociação	CTR_9					
Controlo de Qualidade	CTR_11					
Escuta Ativa	CTR_12					
Competências linguísticas	CTR_13					
Ética e responsabilidade social	CTR_14					
Planeamento/Organização e Gestão de tempo	CTR_15					
Capacidade de comunicação	CTR_16					
Competências de Empreendedorismo	CTR_17					

Tabela 11 – Quadro resumo das principais Competências Transversais nas entrevistas

Neste sentido, na Tabela 11 resume a relevância atribuída às principais Competências Transversais. Pelo discurso dos participantes, verifica-se um alinhamento com duas principais competências, são elas a Resolução de problemas complexo e o Pensamento Crítico, consideradas fundamentais para lidar com problemas novos com configurações complexas. Uma competência referida de uma forma geral por todos os participantes é a Gestão de pessoas e liderança, muito ligada à Gestão de projetos, que têm uma enfase

muito profunda para os participantes como poderemos verificar mais adiante e a toda a envolvente necessária para a gestão de equipas. As outras competências referidas pelos participantes já não seguem uma orientação tão comum entre eles como as anteriores, e neste sentido vemos ainda referidas como importantes a Inteligência Emocional, a Orientação para o Serviço, a Criatividade e inovação e a Flexibilidade cognitiva.

As competências técnicas, são habilidades e conhecimentos necessários para executar tarefas específicas. São de natureza prática e muitas vezes relacionam-se com tarefas mecânicas, tecnológicas, matemáticas ou científicas. Neste sentido, a visão prática das competências técnicas são suscetíveis de poderem variar, mais do que as competências transversais com as áreas de atividade. No que se refere às competências técnicas ou específicas, os entrevistados apresentam pontos em comum, nomeadamente os que estão relacionados com os pilares ideológicos da área de Engenharia e Gestão Industrial. No entanto nota-se alguma divergência em competências técnicas mais específicas à área de atividade que a empresa desempenha.

“(...) implementar, gerir e melhorar sistemas produtivos e processos é a essência da definição do curso faz parte da sua definição (...) gestão de projetos é algo que deve estar muito presente na mente do engenheiro de gestão industrial e muito bem desenvolvido, deve haver uma aposta maior no ensinamento em técnicas de gestão de projetos porque as metodologias de gestão de projetos vão mais além e aplicam-se em muitas outras áreas e ações (...) fundamental para o engenheiro de gestão industrial o conhecimento em diversas áreas e ter a competência de articular o conhecimento é umas das mais valias para o seu sucesso (...) acho que a gestão da qualidade é um fator também fundamental, mas considero os conhecimentos de simulação e de otimização industrial mais importante ao engenheiro de gestão industrial, o facto de desenvolver competências em simulação e otimização permite lidar com a gestão da produção de forma muito mais eficiente, simulando e otimizando cenários permite proporcionar improvements nos processos e nos sistemas, muitas vezes sem ser necessário recursos financeiros apenas com organização (...)” (Entrevistado 3)

“Desenhar e implementar e gerir sistemas produtivos é fundamental, é um grande pilar do curso de engenharia e gestão industrial. Está na origem dos conhecimentos primários da disciplina de gestão industrial (...) Os sistemas aparecem associada à necessidade de automação (...) Computadores e sistemas de informação, nós caminhamos para um futuro em que uma máquina é cada vez mais um centro de informática (...) o operador deixa de ser um operador tradicional (...) Manutenção preventiva é a base de bom funcionamento dos equipamentos, sem equipamento não temos capacidade produtiva, neste sentido é extremamente importante manter um elevado OEE (...) para encarar a I4.0, deve ter fundamentos e conhecimento dos conceitos inerentes à total productive maintenance (...) Gestão de projetos, nós aqui somos fundamentalistas da utilização de metodologias de gestão de projetos, e isto de facto funciona (...) se não usarmos uma metodologia de projeto a tendência é para as line tasks se perderem por desleixo (...) a gente define um goal, ou seja iniciamos na data X e vamos terminar na data Y, define-se a equipa de projetos e as suas necessidades (...) na nossa casa é a engenharia industrial que faz a compilação de todos os projetos a decorrer, para ver a dimensão destas filosofias posso dizer-lhe que neste momento temos mais de 80 projetos a decorrer (...) Os conhecimentos de simulação e otimização são muito importantes, considero uma competência específica necessária, de forma a prever as necessidades e as capacidades de produção e a definir os investimentos necessários em capacidades produtivas, meios humanos e matérias primas, bem como otimizar processos e sistemas já em utilização ma base da melhoria continua. (...) Ergonomia e fatores humanos, mas este é muito específico para a nossa área, nós produzimos produtos cada vez mais pesados (...) neste momento um projeto definido e em curso que é o ERGUS, que passa pelos nossos operadores fazerem regularmente exercício físico (...)” (Entrevistado 1)

“(...) analisar, mapear, implementar, melhorar e gerir sistemas e processos é definitivamente a vertente técnica mais fundamental na atividade profissional do engenheiro de gestão industrial (...) os grandes pilares do profissional de engenharia e gestão industrial (...) considero o conhecimento em gestão de

projetos fundamental e é uma área pouco explorada nos planos curriculares de engenharia e gestão industrial. Hoje quase tudo se rege por projetos e cada vez mais consideramos importante a formação em fundamentos técnicos e práticos de gestão de projetos. (...) articulação da diversidade de conhecimentos em diversas áreas, ou seja, a capacidade de integrar know-how e criar valor a partir daí é fundamental. Como já disse, um dos papéis fundamentais do engenheiro de gestão industrial é ter a capacidade de lidar com equipas multifuncionais e transforma os conceitos tecnológicos aplicáveis na prática (...) importante aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial, como também já falei um dos focos fundamentais para a gestão da produção o facto de poder simular cenários de forma a ganhar competitividade pelo facto de não consumir recurso físicos e permitir um melhor planeamento de investimentos ou de tomadas de decisões fundamentais (...)” (Entrevistado 2)

De acordo com o realce emocional, expressivo e verbal dado às diversas Competências Técnicas no decorrer das entrevistas, para efeitos comparativos na presente investigação classificou-se a relevância atribuída a cada uma delas de acordo com uma escala de 1 a 5, em que 1 é menos importante e 5 mais importante. Este procedimento foi devidamente validado posteriormente pelos entrevistados.

Competências Técnicas	Cod	Entre. 1	Entre. 2	Entre. 3	Total	%
Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos	CTE_1	5	5	5	15	33,33%
Conhecimentos em Gestão de projetos	CTE_8	3	3	2	8	17,78%
Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir processos	CTE_2		4	3	7	15,56%
Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas	CTE_11		2	4	6	13,33%
Analisar, planear e implementar sistemas de tecnologias de informação e comunicação, e planeamento e controlo da produção	CTE_4	4			4	8,89%
Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial	CTE_3	2	1	1	4	8,89%
Conhecer e implementar conceitos da manutenção produtiva total	CTE_9	1			1	2,22%
Entender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema	CTE_5					
Conhecer e implementar métodos de gestão da qualidade	CTE_6					
Conhecer e implementar teorias de marketing	CTE_7					
Aplicar os conhecimentos teóricos de forma viável e sustentável	CTE_10					

Tabela 12 – Quadro resumo das principais Competências Técnicas nas entrevistas

Neste sentido, na Tabela 12 resume a relevância atribuída às principais Competências Técnicas. Pelo discurso dos participantes, verifica-se um alinhamento com três principais competências, são elas: Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos; Conhecimentos em Gestão de projetos; e Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial, que embora com relevância diferentes, são identificadas por todos os participantes como importantes. Compartilhada por dois participantes temos duas competências: Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir processos; e Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas, que são designadas competências que fazem parte dos pilares fundamentais da Engenharia e Gestão Industrial.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresenta-se a discussão dos resultados, essencialmente considerando três grandes dimensões a analisar conforme descrição no Capítulo 2. As restantes dimensões serão usadas para completar e cruzar informação e consolidar conceitos inerentes à problemática da investigação. Neste sentido as grandes dimensões da investigação a analisar são: Competências Transversais; Competências Técnicas; Tecnologias do conceito ou pilares tecnológicos I4.0.

6.1 Competências Transversais

Pretende nesta fase fazer uma relação entre todos os participantes do estudo, de forma a elaborar uma tabela final correspondente às cinco Competências Transversais consideradas mais importantes, relacionadas com a I4.0.

A Tabela 13 foi elaborada a partir dos resultados obtidos, e apresentados no Capítulo 5 fazendo corresponde um índice de importância de 1 a 5, onde 1 é menos importante e 5 mais importante, conforme os resultados obtidos nos inquéritos por questionários e da relevância atribuída pelos participantes das entrevistas, às Competências Transversais do portfólio proposto.

Pela análise dos dados dos inquéritos por questionários e das entrevistas podemos verificar que a opinião sobre as cinco Competências Transversais mais importantes, seguem uma orientação comum em três Competências Transversais e divergem um pouco nas últimas duas. Na Tabela 13 podemos ver as comparações dos participantes do estudo.

Competências Transversais	Cod.	Alunos 3º e 4º ano MIEGI	Participantes II Edição COMPETind 4.0	Profissionais da I4.0
Resolução de Problemas Complexos	CTR_1	5	5	5
Pensamento Crítico	CTR_2	4	4	4
Gestão de Pessoas e liderança	CTR_4	2	3	3
Criatividade e inovação	CTR_3	3	2	
Inteligência Emocional	CTR_6	1		2
Flexibilidade Cognitiva	CTR_10		1	
Orientação para o Serviço	CTR_8			1

Tabela 13 – Resumo das Competências Transversais, comparações dos participantes do estudo

A Tabela 13 permite visualizar as cinco Competências Transversais que os participantes consideram mais importantes para os desafios inerentes à I4.0. Pode-se observar uma ênfase nas competências de Resolução de Problemas Complexos e Pensamento Crítico. Com o mesmo grau de importância para todos os participantes, de seguida, surge a Gestão de Pessoas e Liderança e a Criatividade e Inovação e, por último, a Inteligência Emocional.

De facto, o que a Tabela 13 expressa, é uma ênfase previsível às Competências Transversais designadas Resolução de Problemas Complexos e Pensamento Crítico. Do ponto de vista dos estudos do WEF (World Economic Forum, 2016a), podemos verificar na Figura 12, que na mesma linha orientadora, é também dada importância a estas duas competências, de notar que o Pensamento Crítico tem uma subida na dinâmica das competências entre 2015 e o que se perspetiva para 2020.

	2015		2020	
1	Resolução de problemas complexos		Resolução de problemas complexos	1
2	Coordenação com os outros		Pensamento crítico	2
3	Gestão de pessoas e liderança		Criatividade	3
4	Pensamento crítico		Gestão de pessoas e liderança	4
5	Negociação		Coordenação com os outros	5
6	Controlo de qualidade		Inteligência emocional	6
7	Orientação para o cliente / serviço		Avaliação e tomada de decisão	7
8	Avaliação e tomada de decisão		Orientação para o cliente / serviço	8
9	Escuta ativa		Negociação	9
10	Criatividade		Flexibilidade cognitiva no uso do conhecimento	10

Figura 12 – Evolução das competências entre 2015 e 2020: Fonte (World Economic Forum, 2016a)

Niclas Schaper no seu estudo sobre o sistema educacional alemão definiu quatro diferentes tipos de competências que os estudantes devem obter durante a sua educação (Schaper et al., 2012), e umas das principais considera a competência metodológica: compreende competências cognitivas e metacognitivas (resolução de problemas, tomada de decisão ou aprendizagem auto-organizada) que são necessárias para resolver problemas complexos.

No “Maynard’s Industrial Engineering Handbook” editado por (Zandin, 2004), verifica-se a definição de um conjunto de características referentes ao profissional da Engenharia e Gestão Industrial, onde uma das fundamentais considera ser a competências de analisar os problemas de forma sistemática, usando julgamentos sólidos, lógicos e processos de valor agregado.

A competência transversal designada de Gestão de Pessoas e Liderança, mostra-se segundo a informação recolhida na investigação a terceira mais importante na perspetiva dos participantes. Através dos inquéritos por questionário, verifica-se claramente essa direção na apresentação de resultados. Os dados das entrevistas apontam também para a importância que a gestão de projetos assume atualmente no mundo industrial. Neste sentido, esta competência assume esta importância nos resultados da investigação, devido à sua relação com as Competências Técnicas, como poderemos verificar mais adiante.

A Criatividade e Inovação é considerada uma das competências também fundamentais para os participantes da investigação, assume aqui a quarta posição. De facto, a esta competência o WEF no seu estudo atribuiu o décimo lugar em 2015 e é sem dúvida a competência que tem uma subida mais considerável para o que se prevê que seja uma necessidade em 2020, passa assim para a terceira mais importante a ser considerada. A criatividade é o primeiro passo para a inovação, que se traduz pela implementação bem-sucedida de novas e adequadas ideias. Só recentemente, as organizações começaram a valorizar a criatividade e a inovação, e o seu potencial total ainda está longe de ser alcançado. Embora a maioria dos líderes acreditem na importância da criatividade para o sucesso organizacional a verdade é que muitas práticas organizacionais são assassinas do potencial criativo dos indivíduos. A criatividade é minada sem querer todos os dias em ambientes de trabalho que foram estabelecidos – por razões inteiramente boas – para maximizar os imperativos de negócios, como coordenação, produtividade e controle. Hoje em dia, muitas empresas tentam seriamente promover a inovação devido à sua crença na importância da criatividade individual e organizacional (Sohn & Jung, 2010). Niclas Schaper, considera a Criatividade e Inovação uma competência cognitivas fundamental para a Resolução de Problemas Complexos (Schaper et al., 2012).

A Inteligência Emocional apresenta-se como a quarta mais importante para os entrevistados e a quinta para os alunos. Os entrevistados consideram a Inteligência Emocional uma competência essencial para ligar todas as outras Competências, não só Transversais, mas também Técnicas.

Daniel Goleman definiu inteligência emocional como a capacidade de identificar os nossos próprios sentimentos e os dos outros, de nos motivarmos e de gerir bem as emoções dentro de nós e nos nossos relacionamentos (Goleman, 2005). Para o autor, a inteligência emocional é a maior responsável pelo sucesso ou insucesso dos indivíduos. Como exemplo, recorda que a maioria das situações de trabalho é envolvida por relacionamentos entre as pessoas. De acordo com o autor, a inteligência emocional passa pela capacidade de: reconhecer as próprias emoções e sentimentos quando ocorrem; lidar com os próprios sentimentos, adequando-os a cada situação vivida; gerir as emoções ao serviço de um objetivo ou realização pessoal; reconhecer emoções no outro e empatia de sentimentos; e interação com outros

indivíduos utilizando competências sociais. Esta competência, como podemos verificar, assume um papel crucial na ligação e no relacionamento de todas as outras competências e reforçando esta posição podemos verificar no portfólio de competências do WEF, onde em 2015 esta competência não fazia parte deste e no que se prevê para 2020, entra diretamente para a quinta posição e assume assim um papel fundamental nas primeiras cinco Competências Transversais mais relevantes no contexto da Indústria 4.0.

Podemos observar uma perspetiva contraditória ao nível de duas competências, ou seja, os participantes das entrevistas dão menos importância à Criatividade e mais importância à Inteligência Emocional e com tendência contrária os participantes do inquérito por questionário dão mais importância à Criatividade. Durante as entrevistas, foi muito focada a importância da Gestão de Projetos e toda a sua envolvente. Para os participantes, a Gestão de Projeto tem vindo a assumir um papel importante nas organizações, pois o aumento da competitividade, acrescido de clientes cada vez mais exigentes e do avanço da tecnologia, criou um cenário onde é fundamental uma gestão eficaz dos projetos, cujos prazos são cada vez menores e os recursos cada vez mais escassos. A rapidez com que as mudanças acontecem no ambiente empresarial tem conduzido um número cada vez maior de organizações a adotarem as metodologias de Gestão de Projetos em atividades que outrora não adotavam. Neste sentido, consideram a Inteligência Emocional uma das competências fundamentais para a eficiência da Gestão de Projetos.

6.2 Competências Técnicas

Pela análise dos dados dos inquéritos por questionários e das entrevistas, podemos verificar que a posição dos participantes sobre as cinco Competências Técnicas mais importantes seguem uma opinião equivalente mas com ordem de importância diferente, com a exceção da competência - Analisar, planear e implementar sistemas de tecnologias de informação e comunicação, e planeamento e controlo da produção - que embora partilhe a quinta posição das Competência Técnica mais importante para os participantes Profissionais I4.0, não assumem o mesmo grau de importância para os participantes Alunos 3º e 4º ano MIEGI do inquérito por questionário e acaba por sair do ranking da cinco Competências Técnicas mais importantes.

A Tabela 14 foi elaborada a partir dos resultados obtidos, e apresentados no Capítulo 5 fazendo corresponde um índice de importância de 1 a 5, onde 1 é menos importante e 5 mais importante, conforme os resultados obtidos nos inquéritos por questionários e da relevância atribuída pelos participantes das entrevistas, às Competências Técnicas do portfólio proposto.

Competências Técnicas	Cod.	Alunos 3º e 4º ano MIEGI	Profissionais da I4.0
Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos	CTE_1	5	5
Conhecimentos em Gestão de projetos	CTE_8	2	4
Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas	CTE_11	3	2
Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial	CTE_3	4	0,5
Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir processos	CTE_2	1	3
Analisar, planejar e implementar sistemas de tecnologias de informação e comunicação, e planeamento e controlo da produção	CTE_4		0,5

Tabela 14 – Resumo das Competências Técnicas, comparações entre participantes do estudo

As Competências Técnicas divergem mais de opinião entre participantes da investigação, porque estão muito ligadas à especificidade das empresas, ou seja, do ramo de atividade onde esta opera, do tipo de produtos e serviços que produz, do tipo de tecnologias que utiliza, do mercado que se quer posicionar entre outras que influenciam as necessidades técnicas da atividade.

A competência considerada mais importante para os dois grupos de participantes da investigação é: Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos. Esta competência está enraizada nos pilares da essência da Engenharia e Gestão Industrial, ou seja, nas origens da sua definição. O reconhecimento do papel e da amplitude refletiram-se na definição de Engenharia Industrial que foi adotada pelo *American Institute of Industrial Engineers* no início dos anos 60, apresentada no enquadramento conceptual deste trabalho.

Neste sentido, na definição do autor, não só é defendida a importância dos sistemas, mas também a multiplicidade da aplicação do conhecimento de diversas áreas. Com naturalidade,

esta competência assume, desta forma, a importância máxima ao desempenho técnico dos profissionais de Engenharia e Gestão Industrial.

Conhecimentos em Gestão de Projetos assume a segunda posição a nível geral da análise, bem como para os participantes das entrevistas, no entanto para os participantes do inquérito por questionário não assume a mesma importância e ocupa a quarta posição. Durante as entrevistas esta competência foi bastantes vezes referenciada e em diversos contextos, daí podermos dizer que a gestão de projetos é muito mais do que uma ferramenta técnica, é mais abrangente, mais complexa e mais transversal. O Project Management Institute (PMI), uma das instituições mais reconhecidas do mundo na área da gestão de projetos, através do seu (PMI PMBOK® Guide, 2017) define projeto como, uma atividade temporária empreendida para criar um produto, serviço ou resultado único e exclusivo. A natureza temporária aplica-se ao projeto, e não ao seu resultado, possuindo necessariamente limites temporais. A gestão de um projeto é a aplicação de conhecimento, capacidades, ferramentas, e técnicas nas atividades do projeto para se atingir o objetivo (PMI PMBOK® Guide, 2017). Podemos concluir que o mundo industrial a partir da voz dos participantes das entrevistas dá mais importância à necessidade de conhecimento em Gestão de Projetos do que os futuros profissionais e considera que os seus conceitos, metodologias e ferramentas são transversais, podendo ser aplicadas não só em gestão de projetos, mas também transportas para situações do quotidiano.

A - Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas - é uma competência que assume sensivelmente o mesmo grau de importância para ambos os grupos de participantes, assume a terceira posição para os participantes Alunos 3º e 4º ano MIEGI e quarta posição para os participantes Profissionais I4.0. Ao nível geral encontra-se na terceira posição mais importante. Foi defendida pelos participantes das entrevistas, como fundamental uma boa base de conhecimentos diversificados em diversas áreas e a importância de os articular e aplicar.

A definição de Engenharia Industrial que foi adotada pelo American Institute of Industrial Engineers no início dos anos 60, conforme pudemos ver acima, também refere a importância da multiplicidade e articulação de conhecimento de diversas áreas como

fator fundamental ao desempenho da prática profissional do Engenheiro de Gestão Industrial.

Neste sentido, Billings, Junguzza, Poirier, & Saeed, (2001) identificaram oito fatores de sucesso para o papel do profissional de Engenharia e Gestão Industrial, onde considera um dos fatores fundamentais a capacidade aplicar os conceitos de Engenharia e Gestão Industrial para os problemas do mundo real, o que implica compreender a teoria e saber como aplicá-la nas situações do quotidiano das organizações. Muitas vezes os problemas apresentam variáveis que obrigam a pensar de outras formas. Outro desafio é poder explicar como conceitos teóricos se traduzem em valor para a organização. A maioria dos conceitos académicos depende de dados sólidos, que se não forem cuidadosamente pesquisados invalidarão análises caras (por exemplo, modelagem de simulação). Modelos complexos podem ser construídos, mas não significarão nada se não forem usados dados válidos (Billings, Junguzza, Poirier, & Saeed, 2001).

A competência técnica designada, - Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial - assume na geral a quarta posição, pelo facto de os participantes Alunos 3º e 4º ano MIEGI, considerarem a esta competência muito importância, assumindo assim para estes a segunda posição. A perspectiva expressiva deste grupo de participantes poder-se-á dever ao facto de esta disciplina ser a que mais aproxima casos teóricos aos problemas reais da Engenharia e Gestão Industrial e, deste modo, é vista por estes como importância extrema. No entanto, já no caso dos participantes Profissionais I4.0 esta competência assume a quinta posição, uma posição mais moderada, sendo também importantes porque faz parte das primeiras cinco, mas dando mais importância em detrimento desta competência técnica por exemplo à necessidade de conhecimentos em gestão de projetos.

Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir processos, é uma competência técnica que do ponto de vista geral da análise assume a quinta posição, bem como ao nível dos participantes Alunos 3º e 4º ano MIEGI, no entanto assume a terceira posição para os participantes Profissionais I4.0. Esta competência é bastante valorizada pelos profissionais da I4.0, no decorrer das entrevistas, nota-se claramente a importância dada a esta competência, considerando que o profissional de Engenharia e Gestão Industrial deve ser capaz de

identificar oportunidades de redução de custos e melhorias de nível de serviços e produtos, desenvolver estratégias para implementar alterações, conhecer e utilizar ferramentas práticas para melhorar o desempenho dos processos das empresas. Esta decisão por parte dos participantes Profissionais I4.0, prende-se pelo facto de estarem mais familiarizados com as reais necessidades da gestão da produção, isto é, valorizam muito os pilares da disciplina de gestão da produção nomeadamente os sistemas, os processos e a articulação do conhecimento de diversas áreas.

6.3 Tecnologias do conceito ou Pilares Tecnológicos I4.0

Os Pilares Tecnológicos I4.0, definidos para análise nesta investigação, são baseados no estudo de Rüßmann et al., (2015), que define nove tecnologias essenciais aos conceitos inerentes da I4.0. Estas tecnologias estão diretamente ligadas às competências técnicas mais orientadas às disciplinas de Engenharia. Contudo, importa que estejam presentes na abordagem destes conceitos, devido ao seu considerado nível de importância. Os profissionais de Engenharia e Gestão Industrial, não necessitaram de conhecimentos profundos nestas tecnologias específicas, mas sim de ter um conhecimento capaz de conseguir perceber as funcionalidade e potencialidades, de forma a articular esses conhecimentos adquiridos.

A Tabela 15 foi elaborada a partir dos resultados obtidos, e apresentados no Capítulo 5 fazendo corresponde um índice de importância de 1 a 5, onde 1 é menos importante e 5 mais importante, conforme os resultados obtidos nos inquéritos por questionários e da relevância atribuída pelos participantes das entrevistas, às Tecnologias do conceito ou Pilares Tecnológicos I4.0.

Pilares Tecnológicos I4.0	Cod.	Alunos 3º e 4º ano MIEGI	Participantes II Edição COMPETind 4.0	Profissionais da I4.0
Internet das coisas	PT_5	5	5	4
Análise de grande quantidade de dados	PT_1	4	4	4
Simulação	PT_3	3	3	4
Robótica autónoma flexível e cooperativa	PT_2	1	2	2
Cibersegurança	PT_6	2	1	1

Tabela 15 – Análise geral dos Pilares Tecnológicos mais importantes à I4.0

Relativamente à análise conjunta dos Pilares Tecnológico ou tecnologias do conceito I4.0, podemos verificar que existe uma concordância dos participantes, quanto aos cinco Pilares Tecnológicos mais importantes, conforme podemos verificar na Tabela 15 e na Figura 13.

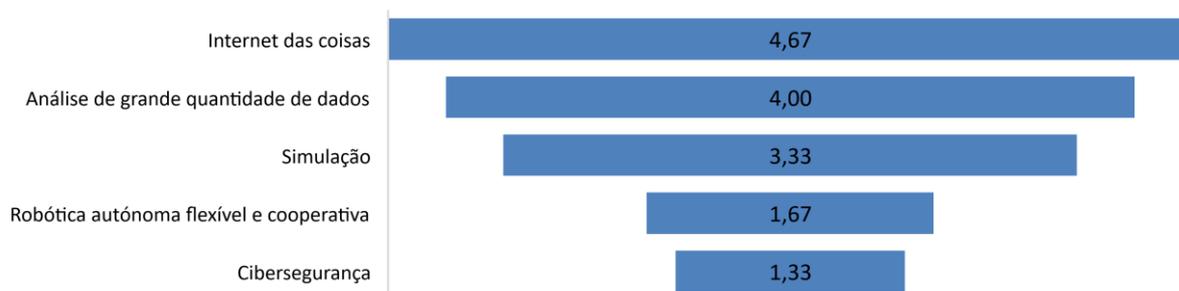


Figura 13 – Classificação Média Ponderada dos cinco Pilares Tecnológicos mais importantes à I4.0

As tecnologias, Internet das coisas e Análise de grande quantidade de dados assume aqui uma posição de destaque e de importância máxima para os participantes, ou seja, várias vezes foi referido nas entrevistas e como podemos verificar na análise bibliográfica, o conceito I4.0 subentende uma digitalização, uma conectividade e uma integração total da informação de forma a ser analisada e utilizada na gestão e definição estratégica. A análise de grande quantidade de dados é um trabalho analítico e inteligente de grandes volumes de dados, estruturados ou não-estruturados, que são recolhidos, armazenados e interpretados por softwares de alto desempenho. Trata-se do cruzamento de uma infinidade de dados do ambiente interno e externo, num tempo de processamento extremamente reduzido.

A simulação assumiu-se sempre como uma tecnologia de grande importância, foram muitas as vezes referidas pelos entrevistados a importância desta ferramenta e o desenvolvimento de competências técnicas nesta área. A simulação permite que antes de uma aplicação prática se valide o processo, se simule vários cenários antes da tomada de decisão, nessa condição poder fazer-se uma previsão de curto, médio e longo prazo, podendo avaliar: recursos (pessoas, equipamentos, máquinas, etc), validar fluxos de processo, analisar o fluxo dos produtos, analisar volumes de produção, rotação das existências, disponibilidades dos

equipamentos, analisar métodos e tempos, estudar a produtividade e rentabilidade entre outras análise fundamentais às decisões sobre a viabilidade de uma aplicação prática.

Os padrões de consumo têm mudado, passando de produção em massa para customizada. Soma-se a isto a pressão das sociedades ocidentais para o consumo de produtos do respetivo espaço económico pela sua expectável maior qualidade e pelo facto de a sua produção criar emprego e consequentemente bem-estar social. Neste sentido, a robótica autónoma e flexível, pode transformar a competitividade das empresas, e tornar a indústria mais atrativa e eficiente. É defendido pelos entrevistados que a indústria tem que abandonar os robôs convencionais que repetem a mesma tarefa de forma contínua, com elevados tempos de preparação, difíceis de integrar com diversos sensores e atuadores, e trabalham dentro de barreiras sem poderem contactar diretamente com os humanos e desta forma caminhar no sentido de conseguir uma combinação do trabalho produzido por humanos e robôs, combinando o melhor de cada elemento, isto é, a capacidade cognitiva e de coordenação dos humanos com a precisão e repetibilidade dos robôs. Numa dedução mais vanguardista, a visão desta tecnologia é dotar os robôs de capacidades cognitivas e “inteligência” para que possam compreender o mundo que os rodeia. Isto materializa-se através do reconhecimento de objetos, humanos, obstáculos, gestos, voz, etc.

A Cibersegurança não deixa de ser uma das tecnologias mais importantes, assume aqui a quinta posição, foi várias vezes referida a sua importância no decorrer das entrevistas, no entanto, verifica-se que a tecnologia existente, ainda não é suficientemente capaz de permitir um fluxo de informação grande e fluente necessário do Armazenamento em Nuvem para os locais necessários (unidades de processamento), e desta forma, a Cibersegurança para os participantes em geral, embora assumindo uma posição importante, assume no conjunto das cinco mais importantes a última posição.

7. CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES

As competências técnicas exigidas continuam a ser específicas consoante o sector de atividade, experiência e especificidades das funções, contudo, muitas delas tornar-se-ão transversais às diversas áreas de formação e acompanharão a exigência já sentida nas

competências transversais. A evolução tecnológica vertiginosa dos dias de hoje traz consigo a necessidade de desenvolver competências técnicas ou específicas mais ligadas às áreas das novas tecnologias, assim como, do lado das competências transversais a capacidade de adaptação, criatividade, resolução de problemas, inteligência emocional e pensamento crítico.

A visão abrangente e integradora, do ponto de vista da gestão e do lado mais técnico da engenharia, é fundamental na identificação e resolução de qualquer desafio numa empresa. Um profissional de Engenharia e Gestão Industrial tem que se dotar de competências para interligar diferentes áreas, tem flexibilidade e conhecimento para falar com profissionais de diferentes formações e ser um elo de ligação entre eles. Tudo isto tendo por base a tecnologia e a sua melhor utilização em prol do sucesso da organização.

A investigação permite concluir que ao nível das Competências Transversais a Resolução de problemas Complexo e o Pensamento Crítico, assume uma importância partilhada pelas diversas fontes de análise utilizadas na investigação. A Gestão de Pessoas e Liderança, assume um papel de destaque ligado à cada vez mais utilizadas técnicas e metodologias de gestão de projetos, a Criatividade e Inovação também assume um papel de destaque para os participantes com a exceção do grupo de participantes das entrevistas, que por sua vez consideram o Pensamento Crítico uma abordagem mais ampla e defendem o Pensamento Crítico para uma abordagem de resolução criativa de problemas, de forma a abordar um problema ou um desafio de uma forma imaginativa e inovadora. A Inteligência Emocional fecha o portfólio das principais cinco Competências Transversais, sendo esta competência essencial como elo de ligação com todas as outras, a Inteligência Emocional permite um relacionamento global com todos os elementos do sistema, ou seja, permite reconhecer sentimentos ou emoções em si e nos outros, saber geri-los, utilizá-los para no processo de auto motivação e aplicá-los nas diversas relações que desenvolve, são características necessárias para que todas as restantes competências se relacionem de forma eficiente.

Ao nível das da Competências Técnicas, estas estão profundamente ligadas ao conhecimento adquirido pela formação académica e profissional e pela experiência profissional, sendo estas dinâmicas do ponto de vistas da evolução tecnológica global e do ambiente industrial onde se

inserir. Do ponto de vista de análise dos dados, como conclusão verificamos que no portfólio das principais cinco Competências Técnicas necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, verificamos três competências técnicas que estão ligadas à origem e desenvolvimento da disciplina de Gestão da Produção, são elas: Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos; Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir processos; e Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas. Como definição, a Engenharia industrial ocupa-se do projeto, melhoria e instalação de sistemas integrados de pessoas, materiais, informação, equipamentos e energia. Baseia-se em conhecimentos e técnicas especializadas das ciências matemáticas, físicas e sociais, juntamente com os princípios e métodos de análise e projeto de engenharia, para especificar, prever e avaliar os resultados a serem obtidos por esses sistemas. De acordo com a definição de Engenharia Industrial (Capítulo 3) pelo Institute Of Industrial & Systems Engineers (2018), podemos desta forma a partir da definição, perceber a importância dada às três competências técnicas por parte dos participantes.

As competências técnicas Conhecimentos em Gestão de Projetos e Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial, fazem parte também do portfólio das cinco principais competências técnicas, no entanto tem níveis de importância diferentes para os grupos participantes na investigação. Deste modo, de realçar a importância da competência técnica Conhecimentos em Gestão de Projetos por parte do grupo dos entrevistados Profissionais I4.0, bem como as motivações desta decisão descritas no Capítulo 6.

A Indústria 4.0 envolve o uso de diversos avanços tecnológicos, baseados numa integração para aumentar o grau de automação e digitalização da produção e processos industriais. O objetivo final é gerir todo o processo da cadeia de valor, melhorando a eficiência no processo de produção e obtendo produtos e serviços de qualidade superior. Uma dimensão de análise da investigação é a definição de um portfólio de avanços tecnológicos fundamentais do conceito Indústria 4.0, neste sentido, de acordo com os dados da investigação o portfólio dos cinco avanços tecnológicos mais fundamentais ao exercício da profissão do Engenheiro de Gestão Industrial são: Internet das coisas; Análise de grande quantidade de dados; Simulação; Robótica autónoma e flexível; e Cibersegurança. A definição deste portfólio de cinco Pilares

Tecnológicos mais essenciais do conceito Indústria 4.0, é um objetivo desta investigação, devido à importante relação que estas tem com a prática profissional mais concretamente com as Competências Técnicas, não significa isto que, na formação académica estes conceitos tenham que fazer parte integrante do plano curricular do curso de MIEGI, ou que o profissional de Engenharia de Gestão Industrial procure formação específica e avançada nestas áreas, mas significa que devem estar preparados e familiarizados com os conceitos destes avanços tecnológicos de forma a compreender como estes podem contribuir para a melhoria sua prática profissional e na adaptação aos conceitos inerentes da Indústria 4.0. Podem existir tecnologias que, devido à sua importância e relacionamento com a Gestão Industrial, tenham de fazer parte da formação profissional em Engenharia e Gestão Industrial, como por exemplo o caso da Simulação industrial. No entanto, ao longo do desenvolvimento global da humanidade, podem existir outras que tenham que fazer parte integrante do plano de formação inicial.

A investigação, apresenta algumas limitações, nomeadamente ao nível da análise não englobar alunos de outras instituições de ensino a frequentarem o mesmo curso. A segunda limitação tem que ver com a dificuldade em obter uma amostra mais significativa para análise qualitativa, ou seja, número de entrevistas realizadas a Profissionais I4.0. Esta técnica de recolha de dados revelou-se muito importante devido à riqueza das explicações, deduções, opiniões usadas pelos participantes nas respostas às questões colocadas, permitindo uma compreensão mais aprofundada sobre a problemática em estudo.

Em estudos futuros, seria interessante verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos de estudantes universitários de diferentes licenciaturas ao nível das Competências Transversais. Do ponto de vista da análise das Competências Técnicas seria oportuno explorar a opinião dos estudantes universitários de outras instituições de ensino superior a frequentarem os mesmos anos do curso de Engenharia e Gestão Industrial. Uma das recomendações que emerge dos dados obtidos e do enquadramento concetual da problemática de estudo, assenta na necessidade de se investir na procura constante das competências adequadas às necessidades do mercado de trabalho. É unânime o pressuposto da necessidade de um acompanhamento da evolução dinâmica das competências, uma vez que é um fator de competitividade para as empresas. Neste sentido, considerando esta

volatilidade, este tipo de investigação deve ser tida em conta como base de futuras investigações.

“Devemos aceitar a responsabilidade a todos os níveis sociais, desde individual e pessoal, a institucional e global, de nos adaptarmos a estes desafios e mudanças tecnológicas que estão a redefinir o que significa ser humano, trabalhar e estar totalmente integrado no mundo.”

Jon Kabat-Zinn, University of Massachusetts

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AD&C. (2008). *A Recolha de Dados: Estudos de Caso. A Avaliação do Desenvolvimento Socioeconómico*.
- Afonso, N. (2014). *Investigação Naturalista em Educação: Um guia prático e crítico*. (F. M. Leão, Ed.). Vila Nova de Gaia.
- Almeida, J. F., & Pinto, J. M. (1990). *A investigação nas ciências sociais*. Lisboa: Presença.
- Arias, F. G. (1999). *El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración* (3ra. Edici). Caracas: Editorial Episteme, C.A.
- Bardin, L. (2013). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Benedikt Frey, C., & Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?, 1–72.
- Besson, D. (1999). *Développer ou recruter les Compétences? Les stratégies américaines de gestion des compétences*. (L'Harmattan, Ed.). Paris: L'Harmattan.
- Billings, C., Junguzza, J. J., Poirier, D. F., & Saeed, S. (2001). The Role and Career of the Industrial Engineer in the Modern Organization. In McGraw Hill (Ed.), *Maynard's Industrial Engineering Handbook* (5th ed.). New York.
- Bowling, A., & Ebrahim, S. (2005). *Handbook of Health Research Methods*. Open University Press.
- Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager : a model for effective performance*. Wiley.
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* (4th ed). Oxford: Oxford University Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2011). *Race Against the Machine*. Digital Frontier Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age*. (W. W. N. & Company, Ed.). New York.
- Bubé, L., & Paré, G. (2003). Rigor in Information System Positivist Case Research. *MIS Quarterly*, 27(4), 597–635.
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologias de Investigação: Metodologia da Investigação*. (Universidade Aberta, Ed.) (2ª Edição). Lisboa.
- Carvalho, D. (2003). História da Engenharia e Gestão Industrial, 1–24.
- Castells, M. (2007). *A sociedade em rede*. Paz e Terra.
- Ceitel, M. (2007). *Gestão e desenvolvimento de Competências*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Coutinho, C. M. P. (2011). *Metodologia de investigação em ciencias sociais e humanas : teoria e prática*. Edições Almedina.
- Daggett, B. (2014). Addressing Current and Future Challenges in Education.
- Denzin, N. K. (1978). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. (McGraw-Hill, Ed.) (Second Edi). New York.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1998). *The Landscape of Qualitative Research: Theories and Issues*. Sage Publications, Inc.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (5rd ed). SAGE Publications, Inc.
- Dunne, N. (2016). How technology will change the future of work. Retrieved July 3, 2018, from <https://www.weforum.org/agenda/2016/02/the-future-of-work/>
- Eberhard, B., Podio, M., Pérez, A., Radovica, E., Avotina, L., Peiseniece, L., ... Solé-Pla, J. (2017). Smart work: The transformation of the labour market due to the fourth industrial revolution (I4.0). *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*, 10(3), 47–66.
- Encyclopedia Britannica. (2010). *Britannica Student Encyclopedia*. Encyclopædia Britannica, Inc.
- EURASHE. (2010). Commitments for EHEA in 2020, 1–6.
- European Commission. (2007). *Tuning Educational Structures in Europe*.
- European Commission. (2008). New skills for new jobs: better matching and anticipating labour market needs. Retrieved March 24, 2018, from http://europa.eu/rapid/press-release_IP-08-1984_en.htm
- European Commission. (2014a). *High Level Group on the Modernisation of Higher Education New modes of learning and teaching in higher education*. <https://doi.org/10.2766/81897>
- European Commission. (2014b). Horizon 2020 Programme. Retrieved May 13, 2018, from <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>
- European Commission. (2016). The Fourth Industrial Revolution | Digital Single Market. Retrieved January 2, 2018, from https://ec.europa.eu/digital-single-market/fourth-industrial-revolution?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_content=DigitizingIndustr...
- European Commission. (2017). Erasmus+ Programme Guide 2017, 1–133.
- Eurostat. (2017). Europe 2020 indicators - education - Statistics Explained. Retrieved July 6, 2018, from

- http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_education
- Flick, U. (2009). *An Introduction to Qualitative Research* (5rd Ed). City Road, London: SAGE Publications, Inc.
- Fontana, A., & Frey, J. H. (2005). Interviewing: the art of science. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (3rd Ed, pp. 361–376). Newsbury Park: SAGE Publications, Inc.
- Germany Federal Ministry of Education and Research. (2014). *The new High-Tech Strategy Innovations for Germany. Federal Ministry of Education and Research (BMBf)*.
- Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa - Tipos Fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 20–29.
- Goleman, D. (2005). *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. New York: Batam Books.
- Gray, A. (2016). The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum*. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Operations Management* (Tenth Edit). New Jersey: Education Person, Inc.
- Henning, K., Wolfgang, W., & Johannes, H. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. acatech*.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios*.
- Human Resources. (2017). *XIV Conferência | Human Resources*.
- Igea, D., Agustin, J., Beltrán, A., & Martin, A. (1995). *Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Dykinson.
- Institute of Industrial & Systems Engineers. (2018). Industrial and systems engineering. Retrieved July 25, 2018, from <http://www.iise.org/details.aspx?id=716>
- Intitute Of Industrial & Systems Engineers. (2018). Bylaws. Retrieved October 20, 2018, from <http://www.iise.org/Details.aspx?id=283>
- Jazdi, N. (2014). Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. *IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics*, 2–4.
- Jiri Klemes, Friedler, F., Bulatov, I., & Varbanov, P. (2010). *Sustainability in the Process Industry: Integration and Optimization*. McGraw-Hill.
- Juskalian, R. (2014). Audi drives innovation on the shop floor. *MIT Technology Review*.
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa* (3rd ed). Graó.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- Lima, R. M., Mesquita, D., Amorim, M., Jonker, G., & Flores, M. A. (2012). An Analysis of Knowledge Areas in Industrial Engineering and Management Curriculum, 3(2), 75–82.
- Lima, R. M., Mesquita, D., & Rocha, C. (2013). Professionals' Demands for Production Engineering: Analysing Areas of Professional Practice and Transversal Competences. In *International Conference on Production Research (ICPR 22)* (p. [1-7]352a).
- Lima, R. M., Mesquita, D., Rocha, C., & Rabelo, M. (2017). Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements. *Production*, 27(spe).
- Mertens, D. M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (3rd ed). California: SAGE Publications, Inc.
- Mesquita, D. (2015). *O Currículo da Formação em Engenharia no Âmbito do Processo de Bolonha: Desenvolvimento de Competências e Perfil Profissional na Perspetiva dos Docentes, dos Estudantes e dos Profissionais*. Universidade do Minho.
- Mesquita, D., Lima, R., Flores, M., Araujo, C., & Rabelo, M. (2015). Industrial Engineering and Management Curriculum Profile: Developing a Framework of Competences. *International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)*, Vol. 6 No 3, 2015, Pp. 121-131, 6(January), 121–131.
- Pedro, M. L. (2014). Os modelos de competência e o seu contributo para a gestão de carreiras. *ECOS - Estudos Contemporâneos Da Subjetividade*, 4(1), 110–122.
- PMI PMBOK® Guide. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. (PMI, Ed.) (Sixth Edit).
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 92.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2015). How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. *Harvard Business Review*, 94.
- Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H., & Krcmar, H. (2017). A Competency Model for “Industrie 4.0” Employees. *13th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, 46–60.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (1995). *Manual de investigação em ciências sociais*. (G. Valente, Ed.). Lisboa: Gradiva Publicações, Lda.
- Rifkin, J. (2011). *The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the*

- world* (First edit). New York: Palgrave Macmillan.
- Rodríguez, G., Flores, J. G., & Jiménez, E. G. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Malaga: Ediciones Aljibe.
- Roland Berguer. (2015). Digital Transformation of industry.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing. The Boston Consulting Group*.
- Salvendy, G. (2001). *Handbook of Industrial Engineering. New York* (Third Edit). John Wiley & Sons, Inc.
- Schaper, N., Reis, O., Wildt, J., & Horvath, E. (2012). Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre, (August), 1–149.
- Schwab, K. (2016a). The Fourth Industrial Revolution: What it means and how to respond. Retrieved July 2, 2018, from <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Schwab, K. (2016b). *The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum*. Geneva: World Economic Forum.
- Shaffer, D. W., & Serlin, R. C. (2015). What Good are Statistics that Don ' t Generalize?
- Shippmann, J. S., Ash, R. A., Batjtsta, M., Carr, L., Eyde, L. D., Hedketh, B., ... Sanchez, J. I. (2000). The Practice of Competency Modeling. *Personnel Psychology*. Florida.
- Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014). 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 International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, (January), 697–701.
- Sin, C., Veiga, A., & Amaral, A. (2016). *European Policy Implementation and Higher Education. Analysing the Bologna Process*.
- Slake, R. E. (2005). Qualitative Case Studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (3rd Ed, pp. 443–467). Newsbury Park: SAGE Publications, Inc.
- Sohn, S. Y., & Jung, C. S. (2010). Effect of creativity on innovation: Do creativity initiatives have significant impact on innovative performance in Korean firms? *Creativity Research Journal*, 22(3), 320–328.
- Spencer, L. M., & Spencer, P. S. M. (2008). *Competence at Work Models for Superior Performance*. Wiley India Pvt. Limited. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=2Y8QB-6aIJMC>
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos* (2nd ed). Morata.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2009). Integrating Qualitative and Quantitative Approaches to Research. In L. Bickman & D. J. Rog (Eds.), *The SAGE Handbook of Applied Social Research Methods* (2nd Ed, pp. 283–318). Los Angeles: SAGE Publications, Inc.
- Tisch, M., & Metternich, J. (2014). Challenges and approaches to competency development for future production, (September).
- Vieira, C. M. C. (1999). A credibilidade da investigação científica de natureza qualitativa : questões relativas à sua fidelidade e validade. *Revista Portuguesa de Pedagogia, Ano XXXIII, n.º 2*, 89–111.
- World Economic Forum. (2016a). The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. *Growth Strategies*, (January), 2–3.
- World Economic Forum. (2016b). World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution. *Global Agenda*.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5rd ed). California.
- Zandin, K. B. (Ed.). (2004). *Maynard's Industrial Engineering Handbook* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.

ANEXO I – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO ALUNOS DO 3º E 4º ANO DE MIEGI

26/09/2018

Competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a 4ª Revolução Industrial

Competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a 4ª Revolução Industrial

Este inquérito por questionário, insere-se no âmbito da dissertação de Mestrado com o tema "Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0", pretende-se realizar uma recolha das opiniões dos participantes no curso de MIEGI sobre as competências técnicas e transversais e tecnologias consideradas mais importantes ao profissional de MIEGI para enfrentar os desafios da Indústria na 4ª Revolução Industrial, bem como o nível de preparação que consideram ter neste sentido.

Hoje, estamos no início de uma 4ª Revolução Industrial, para Klaus Schwab, presidente executivo do World Economic Forum, estamos à beira de uma revolução tecnológica que alterará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. Na sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente do que a humanidade já viveu antes.

O termo Indústria 4.0 é usado para definir a 4ª Revolução Industrial que se refere a uma variedade de mudanças e inovações tecnológicas que ocorrerem já desde o início do século XXI, com efeitos potencialmente profundos e transformadores sobre economia e sociedade (Hermann, Pentek, & Otto, 2015), não é um conceito futurista, é já hoje uma realidade que começa a ter efeitos nos indicadores operacionais das empresas.

Este questionário é anónimo e poderá ser utilizado para efeitos de investigação. O tempo médio de resposta a este questionário é de 7 minutos.

No final do questionário, poderá fazer o download das apresentações disponibilizadas pelos oradores na 2ª edição do evento COMPETind 4.0 realizada a 1 de junho de 2018.

*Obrigatório

MIEGI 4.0



1. Idade *

Insira a sua idade.

2. Género *

Qual o seu género.

Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

3. Ano de MIEGI *

Indique o ano em que se encontra.

Marcar apenas uma oval.

1º Ano

2º Ano

3º Ano

4º Ano

5º Ano

4. Ano de ingresso *

Qual o ano de ingresso em MIEGI.

Áreas do conhecimento

A identificação das áreas de conhecimento constitui um contributo importante para um entendimento mais alargado sobre a Engenharia e Gestão Industrial, bem como para identificar as competências que são requeridas para a prática profissional (Mesquita, 2015). O processo de identificação das áreas de conhecimento da Engenharia e Gestão Industrial resultou da análise documental efectuada, proveniente da informação de várias associações profissionais e de um levantamento exaustivo de planos curriculares, nacionais e internacionais, da Engenharia e Gestão Industrial, bem como de uma revisão da literatura focalizada na Engenharia e Gestão Industrial e foi sistematizado num trabalho onde são definidas as áreas de conhecimento (Lima, Mesquita, Amorim, Jonker, & Flores, 2012).

5. Importância das áreas do conhecimento no perfil profissional em Engenharia e Gestão Industrial. *

Indique as 5 mais importantes áreas do conhecimento no perfil profissional em Engenharia e Gestão Industrial, para enfrentar e lidar com o avanço tecnológico inerente à 4ª Revolução Industrial.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Gestão da Produção (incluindo Organização da Produção)
- Automação
- Qualidade
- Engenharia Económica
- Investigação Operacional
- Computadores e Sistemas de Informação
- Ergonomia e Fatores Humanos
- Logística
- Manutenção
- Gestão de Projetos
- Sustentabilidade
- Projeto do Produto
- Simulação
- Marketing
- Outra: _____

Características da prática Profissional

De acordo com o Maynard's Industrial Engineering Handbook editado por (Zandin, 2004), podemos reconhecer uma conceptualização técnica das dimensões associadas à Engenharia e Gestão Industrial, particularmente no que diz respeito às características das funções que os profissionais de Engenharia e Gestão Industrial exercem. Neste sentido, as características da prática profissional da Engenharia e Gestão Industrial funcionam como um desdobramento das características mais gerais. Trata-se de especificar como se pode materializar a diversidade, flexibilidade, abrangência e interdisciplinaridade associada à prática profissional.

6. Características da prática de um profissional de Engenharia e Gestão Industrial. *

Indique as 5 características da prática profissional que considera mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, para enfrentar e lidar com o avanço tecnológico inerente à 4ª Revolução Industrial.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Competências analíticas: analisa os problemas de forma sistemática, usando julgamentos sólidos, lógicos e processos de valor agregado.
- Capacidade de formação, ensino e desenvolvimento de outros: promove um ambiente desafiador que motiva e incentiva os outros a realizar ações ao mais alto nível possível.
- Capacidade e flexibilidade para gerir a incerteza e ambiguidade: lida eficazmente com incerteza, ambiguidade e falta de direção.
- Capacidades de comunicação: habilidades de comunicação abertas e eficazes com todos os elementos da organização. Ouve os outros, respeita as suas diferenças e opiniões.
- Competências interpessoais: trabalha e demonstra boa capacidade de formação de equipa e habilidades interativas com todos os elementos da organização.
- Iniciativa e capacidade de concretização: trabalha para a melhoria contínua, procurando de forma responsável, ética e ativa, novas e inovadoras soluções. Incorporar, desenvolver e aplicar novos paradigmas da Engenharia e Gestão Industrial.
- Integração e conectividade: capaz de compreender complexidades e perceber relações entre problemas ou preocupações. Capaz de considerar uma ampla gama de fatores internos e externos, aplicando conhecimentos da Engenharia e Gestão Industrial, bem como considerando o impacto técnico, ambiental, social e económico.
- Gestão eficaz do tempo e das prioridades: capaz de lidar com grandes volumes de trabalho com qualidade e ser cada vez mais ágil na realização do trabalho, gerindo o tempo e as prioridades de forma eficaz e eficiente.
- Orientado a resultados: persistentemente trabalha com o intuito de atingir metas e objetivos e obtém resultados.
- Agilidade e eficácia na tomada de decisão: capaz de tomar decisões rápidas e apropriadas quando confrontado com tempo e informações limitadas.
- Capacitação dos outros: ajuda os outros elementos a um melhor desempenho e de uma forma mais autónoma, ajuda-os a sentir um maior sentido de controlo sobre o seu trabalho, decisões e envolvimento.
- Conhecimento geral do negócio: compreende como a organização opera e seu lugar dentro do contexto mais amplo da indústria, do mercado e da concorrência, e conhece o papel das diferentes funções necessárias para o sucesso da organização.
- Influência e impacto: sabe como obter cooperação, apoio e compromisso de outras pessoas dentro e fora da organização.
- Outra: _____

Tecnologias do conceito Indústria 4.0

Consequentemente, o conceito de Indústria 4.0 deve ser implementado de forma interdisciplinar e em estreita cooperação com as outras áreas-chave e usando pilares ou condutores de diferentes tecnologias. Estes são conhecidos como os nove pilares do avanço tecnológico, e compreendem as seguintes tecnologias:

- Big Data and analytics
- Autonomous Robot (Artificial Intelligence)
- Simulation
- Horizontal and Vertical System Integration
- The Industrial Internet of Things
- Cibersecurity
- The cloud
- Additive Manufacturing (3D Printing)
- Augmented Reality

(Rüßmann et al., 2015).

7. Tecnologias do conceito Indústria 4.0 mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial. *

Indique o grau de importância das tecnologias que considera mais necessárias à Engenharia e Gestão Industrial para encarar o paradigma da 4ª Revolução Industrial, considerando a seguinte escala de referência:

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nada importante	Pouco importante	Importante	Bastante importante	Muito importante
Análise de grande quantidade dados em tempo real	<input type="radio"/>				
Robótica autónoma flexível e cooperativa	<input type="radio"/>				
Simulação	<input type="radio"/>				
Sistemas de integração tecnológica (horizontal e vertical)	<input type="radio"/>				
Internet das coisas (IoT)	<input type="radio"/>				
Cibersegurança - segurança de dados, protecção e privacidade	<input type="radio"/>				
Tecnologias de armazenamento de dados em nuvem	<input type="radio"/>				
Produção aditiva - impressão 3D	<input type="radio"/>				
Realidade aumentada	<input type="radio"/>				
Inteligência artificial	<input type="radio"/>				
Localização e monitorização em tempo real	<input type="radio"/>				
Realidade virtual	<input type="radio"/>				
Plataformas de gestão de projectos / actividades	<input type="radio"/>				
Plataformas de trabalho colaborativo	<input type="radio"/>				
Plataforma de e-commerce	<input type="radio"/>				
Plataforma de e-learning	<input type="radio"/>				
Sistema integrado de gestão - ERP	<input type="radio"/>				
Sistema dedicado à Gestão da Produção	<input type="radio"/>				
Logística flexível e autónoma	<input type="radio"/>				

8. Como classifica a adequação dos conteúdos programáticos do curso de Engenharia e Gestão Industrial, de forma a lidar com as tecnologias mais importantes do conceito Indústria 4.0. *

1 - Nada adequado | 2 - Pouco adequado | 3 - Adequado | 4 - Bastante adequado | 5 - Muito adequado

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5
Nada adequado	<input type="radio"/>				
Muito adequado	<input type="radio"/>				

Competências Transversais

As competências transversais, são competências necessárias ao bom desempenho profissional, independentemente da formação de base. São assim complementares à formação científica,

necessária ao exercício de uma profissão.

O conceito de competências transversais distingue-se de competências específicas (associadas a uma determinada função, profissão, emprego), pela sua transversalidade (não contextualização) e transferibilidade (adquiridas num contexto e passíveis de seres exercidas em contextos diferentes) (Ceitil, 2010).

O portefólio de competências apresentado, foi elaborado com base no portefólio de competências desenvolvido por Schaper et al., (2012) e no portefólio de competências essenciais relacionadas ao trabalho do World Economic Forum (2016) apresentadas no relatório "The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution"

9. Competências Transversais mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial. *

Indique as 5 competências transversais que considera mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, para enfrentar e lidar com o avanço tecnológico inerente à 4ª Revolução Industrial.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Resolução de Problemas Complexos (Complex Problem Solving)
- Pensamento Crítico (Critical Thinking)
- Criatividade e inovação (Creativity)
- Gestão de pessoas e liderança (People Management)
- Coordenação Interpessoal (Coordinating with Others)
- Inteligência Emocional (Emotional Intelligence)
- Tomada de Decisão (Judgement and Decision Making)
- Orientação para o Serviço (Service Orientation)
- Negociação (Negotiation)
- Flexibilidade Cognitiva (Cognitive Flexibility)
- Controlo de Qualidade (Quality Control)
- Escuta Activa (Active Listening)
- Competências linguísticas (Language Skills)
- Ética e responsabilidade social (Ethics and social responsibility)
- Planeamento/Organização e Gestão de tempo (Time Management)
- Capacidade de comunicação (Communications Skills)
- Competências de Empreendedorismo (Entrepreneurship Skills)
- Outra: _____

10. Como classifica a adequação dos conteúdos programáticos do curso de Engenharia e Gestão Industrial no desenvolvimento das Competências Transversais consideradas mais importantes. *

1 - Nada adequado | 2 - Pouco adequado | 3 - Adequado | 4 - Bastante adequado | 5 - Muito adequado

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada adequado	<input type="radio"/>	Muito adequado				

Competências Específicas / Técnicas

O processo de identificação das áreas de conhecimento da Engenharia e Gestão Industrial resultou da análise documental efectuada, proveniente da informação de várias associações profissionais e de um levantamento exaustivo de planos curriculares, nacionais e internacionais, da Engenharia e Gestão Industrial, bem como de uma revisão da literatura focalizada na Engenharia e Gestão

Industrial e foi sistematizado num trabalho onde são definidas treze áreas de conhecimento.

Gestão da Produção (incluindo Organização da Produção)

Automação

Qualidade

Engenharia Económica

Investigação Operacional e Otimização Industrial

Computadores e Sistemas de Informação

Ergonomia e Fatores Humanos

Logística e gestão da cadeia de abastecimento

Manutenção

Gestão de Projetos

Sustentabilidade

Projeto do Produto

Simulação

(Lima, Mesquita, Amorim, Jonker, & Flores, 2012)

O mesmo autor Lima et al., (2017), noutro artigo "Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements" numa aproximação da profissão ao mercado de trabalho, faz um estudo às áreas de atuação profissional em 1.391 anúncios de emprego entre 2007 e 2013, e desta forma podemos concluir que além das áreas de conhecimento já mencionadas podemos incrementar ao portfólio existente, uma área de conhecimento considerada no estudo:

Marketing

As competências técnicas estão profundamente estruturalmente ligadas às áreas de conhecimento e, nesse sentido, há uma ligação e progressão entre a análise, concepção, projecto, planeamento, implementação, controlo e melhoria, que também está presente na definição actual da Engenharia e Gestão Industrial.

11. Competências Técnicas mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial. *

Indique as 5 competências técnicas que considera mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial, para enfrentar e lidar com o avanço tecnológico inerente à 4ª Revolução Industrial.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos
- Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir processos
- Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial
- Analisar, planear e implementar sistemas de informação e de novas tecnologias
- Entender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema
- Conhecer e implementar métodos de gestão da qualidade
- Conhecer e implementar teorias de marketing
- Conhecimentos em Gestão de Projetos
- Conhecer e implementar conceitos da manutenção produtiva total
- Aplicar os conhecimentos teóricos de forma viável e sustentável
- Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas
- Outra: _____

12. Como classifica a adequação dos conteúdos programáticos do curso de Engenharia e Gestão Industrial no desenvolvimento das Competências Técnicas consideradas mais importantes. *

1 - Nada adequado | 2 - Pouco adequado | 3 - Adequado | 4 - Bastante adequado | 5 - Muito adequado

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada adequado	<input type="radio"/>	Muito adequado				

Nível de Preparação do Engenheiro de Gestão Industrial

Apresentação do Francisco Almada Lobo

<https://drive.google.com/open?id=1PctFJmLNPSO-9gYKWwsBwQmg6SPEWnXq>

Apresentação do Jorge Lopes

<https://drive.google.com/open?id=1Co-4EWBkAG1GQIJpOnUB5U7Xk0nDtkiQ>

Apresentação do Pedro Vaz Silva

<https://drive.google.com/open?id=1Wylhn6ykxpWus02q59oP9hSCzn5BJR5f>

Apresentação do Miguel Portela

https://drive.google.com/open?id=1EpLkYpJREVNgCtzWxbMknp6GyOwq_3jp

13. No fim do curso, como classifica que será a preparação ao nível das Competências Transversais e Competências Técnicas que considerou mais importantes, de forma a encarar o mercado de trabalho e os desafios da Indústria 4.0. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Muito Preparado	Bastante Preparado	Preparado	Pouco Preparado	Nada Preparado
Competências Transversais	<input type="radio"/>				
Competências Técnicas	<input type="radio"/>				

Com tecnologia



ANEXO II – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO PARTICIPANTES II EDIÇÃO COMPETIND 4.0

26/09/2018

Competências necessárias ao profissional de Engenharia para enfrentar a 4ª Revolução Industrial.

Competências necessárias ao profissional de Engenharia para enfrentar a 4ª Revolução Industrial.

No âmbito da 2ª Edição do COMPETIND4.0, pretende-se realizar uma recolha das opiniões dos participantes sobre as competências e as tecnologias consideradas mais importantes ao profissional de Engenharia para enfrentar os desafios da Indústria na 4ª Revolução Industrial.

Hoje, estamos no início de uma 4ª Revolução Industrial, para Klaus Schwab, presidente executivo do World Economic Forum, estamos à beira de uma revolução tecnológica que alterará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros. Na sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente do que a humanidade já viveu antes.

O termo Indústria 4.0 é usado para definir a 4ª Revolução Industrial que se refere a uma variedade de mudanças e inovações tecnológicas que ocorrerem já desde o início do século XXI, com efeitos potencialmente profundos e transformadores sobre economia e sociedade (Hermann, Pentek, & Otto, 2015), não é um conceito futurista, é já hoje uma realidade que começa a ter efeitos nos indicadores operacionais das empresas.

O objectivo principal deste evento é o de identificar e caracterizar as competências necessárias para os profissionais envolvidos com a Indústria 4.0, com base na perspectiva da indústria.

Este questionário é anónimo e poderá ser utilizado para efeitos de investigação. O tempo médio de resposta a este questionário é de 5 minutos.

No final do questionário, poderá fazer o download das apresentações disponibilizadas pelos oradores no evento.

*Obrigatório



1. Idade *

Insira a sua idade.

2. Género *

Qual o seu género.
Marcar apenas uma oval.

Masculino

Feminino

3. Habilitações literárias *

Indique suas habilitações literárias.

Marcar apenas uma oval.

- Estudante *Passe para a pergunta 8.*
- Bacharelato
- Licenciatura pré-Bolonha
- Licenciatura Bolonha
- Pós-graduação
- Mestrado
- Doutoramento
- Outra: _____

4. Ano de conclusão *

Qual o ano de conclusão da sua formação.

5. Situação Profissional *

Indique a sua situação profissional.

Marcar apenas uma oval.

- Independente
- Por conta de outrem
- Por conta própria
- Desempregado
- Outra: _____

Área funcional e de actividade profissional

6. Área de actividade profissional predominante **Marcar apenas uma oval.*

- Automação
- Electrónica
- Logística e transporte
- Recursos humanos
- Indústria têxtil
- Indústria de polímeros
- Indústria automóvel
- Indústria Petroquímica
- Construção
- Aeroespacial
- Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)
- Comércio e turismo
- Análise estatística ou matemáticas
- Economia
- Programação informática
- Consultoria
- Investigação tecnológica
- Agropecuária
- Indústria das madeiras
- Exploração de recursos naturais
- Ensino e formação
- Serviços especializados
- Outra: _____

7. Área funcional predominante, onde se insere na actividade profissional **Qual a área funcional predominante onde se insere na actividade profissional**Marcar apenas uma oval.*

- Gestão de empresas
- Gestão de projetos
- Gestão de operações
- Gestão de produção
- Gestão de serviços
- Gestão de recursos humanos
- Controlo de qualidade
- Ensino e formação
- Manutenção
- Outra: _____

Tecnologias do conceito Indústria 4.0

Consequentemente, o conceito de Indústria 4.0 deve ser implementado de forma interdisciplinar e em estreita cooperação com as outras áreas-chave e usando pilares ou condutores de diferentes tecnologias. Estes são conhecidos como os nove pilares do avanço tecnológico, e compreendem as seguintes tecnologias:

Big Data and analytics
 Autonomous Robot
 Simulation
 Horizontal and Vertical System Integration
 The Industrial Internet of Things
 Cibersecurity
 The cloud
 Additive Manufacturing
 Augmented Reality

(Rüßmann et al., 2015).

8. Tecnologias mais importantes à Engenharia para encarar o paradigma da 4ª Revolução Industrial *

Indique o grau de importância das tecnologias que considera mais necessárias à Engenharia, para encarar o paradigma da 4ª Revolução Industrial, considerando a seguinte escala de referência:

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nada importante	Pouco importante	Importante	Bastante importante	Muito importante
Análise de grande quantidade dados em tempo real	<input type="radio"/>				
Robótica autónoma flexível e cooperativa	<input type="radio"/>				
Simulação	<input type="radio"/>				
Sistemas de integração tecnológica (horizontal e vertical)	<input type="radio"/>				
Internet das coisas (IoT)	<input type="radio"/>				
Cibersegurança - segurança de dados, protecção e privacidade	<input type="radio"/>				
Tecnologias de armazenamento de dados em nuvem	<input type="radio"/>				
Produção aditiva - impressão 3D	<input type="radio"/>				
Realidade aumentada	<input type="radio"/>				
Inteligência artificial	<input type="radio"/>				
Localização e monitorização em tempo real	<input type="radio"/>				
Realidade virtual	<input type="radio"/>				
Plataformas de gestão de projectos / actividades	<input type="radio"/>				
Plataformas de trabalho colaborativo	<input type="radio"/>				
Plataforma de e-commerce	<input type="radio"/>				
Plataforma de e-learning	<input type="radio"/>				
Sistema integrado de gestão - ERP	<input type="radio"/>				
Sistema dedicado à gestão da produção	<input type="radio"/>				
Logística flexível e autónoma	<input type="radio"/>				

Competências transversais

As competências transversais, são competências necessárias ao bom desempenho profissional, independentemente da formação de base. São assim complementares à formação científica, necessária ao exercício de uma profissão.

O portefólio de competências apresentado, foi elaborado com base no portefólio de competências desenvolvido por Schaper et al., (2012) e no portefólio de competências essenciais relacionadas ao trabalho do World Economic Forum (2016) apresentadas no relatório "The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution".

9. Competências mais importantes à Engenharia para encarar o paradigma da 4ª Revolução Industrial *

Indique as 5 competências transversais que considera mais importantes à Engenharia, para enfrentar e lidar com o avanço tecnológico inerente à 4ª Revolução Industrial.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Resolução de Problemas Complexos (Complex Problem Solving)
- Pensamento Crítico (Critical Thinking)
- Criatividade e inovação (Creativity)
- Gestão de Pessoas e liderança (People Management)
- Coordenação Interpessoal (Coordinating with Others)
- Inteligência Emocional (Emotional Intelligence)
- Tomada de Decisão (Judgement and Decision Making)
- Orientação para o Serviço (Service Orientation)
- Negociação (Negotiation)
- Flexibilidade Cognitiva (Cognitive Flexibility)
- Controlo de Qualidade (Quality Control)
- Escuta Activa (Active Listening)
- Competências linguísticas (Language Skills)
- Ética e responsabilidade social (Ethics and social responsibility)
- Planeamento/Organização e Gestão de tempo (Time Management)
- Capacidade de comunicação (Communications Skills)
- Competências de Empreendedorismo (Entrepreneurship Skills)
- Outra: _____

Classificação do evento

10. Como classifica o evento no seu contributo para a reflexão sobre as competências a desenvolver para a Indústria 4.0. *

1 - Nada adequado | 2 - Pouco adequado | 3 - Adequado | 4 - Bastante adequado | 5 - Muito adequado

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Nada adequado	<input type="radio"/>	Muito adequado				

ANEXO III – GUIÃO DA ENTREVISTA

GUIÃO DE ENTREVISTA - COMPETÊNCIAS

OBJETIVOS GERAIS:

1. Identificar e caracterizar as competências transversais e técnicas necessárias ao perfil do profissional em Engenharia e Gestão Industrial, considerando os contextos, as funções e as práticas em ambiente industrial, tendo em conta os conceitos inerentes à Indústria 4.0.
2. Identificar as tecnologias emergentes onde o profissional de Engenharia e Gestão Industrial mais necessita de desenvolver competência, considerando os contextos, as funções e as práticas em ambiente industrial, tendo em conta os conceitos inerentes à Indústria 4.0.
3. Definição e visão do conceito.
4. Identificar os critérios e procedimentos utilizados para garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0.
5. Identificar as áreas funcionais mais importantes, a colaboração e parcerias existem no desenvolvimento e implementação dos conceitos inerentes à Indústria 4.0.

Para efeitos de contextualização do tema, segue um pequeno resumo de alguns conceitos estudados no âmbito Indústria 4.0.

1. THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

Today we are at the beginning of a fourth industrial revolution. It began at the turn of this century and builds on the digital revolution. It is characterized by a much more ubiquitous and mobile internet, by smaller and more powerful sensors that have become cheaper, and by artificial intelligence and machine learning. Digital technologies that have computer hardware, software and networks at their core are not new, but in a break with the third industrial revolution, they are becoming more sophisticated and integrated and are, as a result, transforming societies and the global economy. The fourth industrial revolution, however, is not only about smart and connected machines and systems. Its scope is much wider. Occurring simultaneously are waves of further breakthroughs in areas ranging from gene sequencing to nanotechnology, from renewables to quantum computing. It is the fusion of these technologies and their interaction across the physical, digital and biological domains that make the fourth industrial revolution fundamentally different from previous revolutions (Schwab, K 2016).

Professors Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, from the Massachusetts Institute of Technology (MIT), have famously referred to this period as “the second machine age”, stating that the world is at an inflection point where the effect of these digital technologies will manifest with “full force” through automation and the making of “unprecedented things” (Brynjolfsson, E., & McAfee, A. 2011).

2. EMERGING TECHNOLOGIES, INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGY PILLARS

Nine pillars are helping to transform the operational potential of the manufacturing sector. Many of the nine advances in technology that form the foundation for Industry 4.0 are already being used in manufacturing. With Industry 4.0, they will transform production, potentially transforming isolated optimized cells to a fully integrated, automated, and optimized production flow, leading to greater efficiencies and changing traditional production relationships among suppliers, producers, and customers—as well as between human and machine.

- Big data and analytics
- Autonomous robots and artificial intelligence
- Simulation
- Horizontal and vertical system integration
- The industrial internet of things
- Cybersecurity
- The cloud
- Additive manufacturing
- Augmented reality

3. EMPLOYEE - TRANSVERSAL AND TECHNICAL SKILLS

Employees help companies realize their digital transformation and are the ones most affected by the changes of the digital workplace. Their direct working environment is altered, requiring them to acquire new skills and qualifications. This makes it more and more critical that companies prepare their employees for these changes through appropriate training and continuing education.

3.1. Transversal Skills

Transversal skills are those typically considered as not specifically related to a particular job, task, academic discipline or area of knowledge but as skills that can be used in a wide variety of situations and work settings. These skills are increasingly in high demand for learners to successfully adapt to changes and to lead meaningful and productive lives.

3.2. Technical Skills

Technical Skills are deeply structurally linked to the areas of knowledge and, in this sense, there is a connection and progression between analysis, design, planning, implementation, management, control and improvement, which is also present in the current definition of Industrial Engineering and Management.

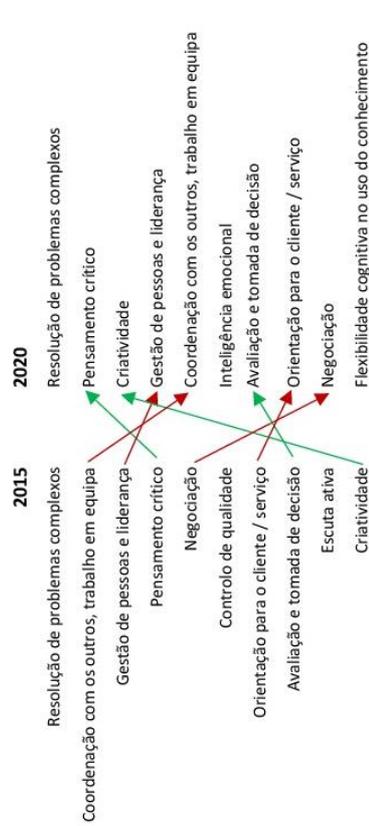
DIMENSÕES	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	FORMULÁRIO DE PERGUNTAS
I. Legitimação da entrevista e motivação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informar, de forma breve e sucinta, o enquadramento do estudo, objetivos e procedimentos. ▪ Enfatizar o contributo do/a entrevistado/a para o resultado do estudo. ▪ Informar o/a entrevistado/a sobre o procedimento ético: gravação, transcrição, validação e apresentação do resultado final. ▪ Agradecer a disponibilidade. 	
II. Caracterização do perfil de formação e da situação profissional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conhecer o perfil de formação do/a entrevistado/a. ▪ Contextualizar o percurso de formação do/a entrevistado/a no tempo. ▪ Conhecer a sua posição profissional atual. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. De uma forma breve, pode descrever o seu percurso académico e a sua transição para o mercado de trabalho? 2. Em que ano terminou a licenciatura/mestrado integrado? 3. Que funções desempenha, atualmente, na empresa?
III. Definição e visão	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição do conceito quarta revolução industrial ▪ Visão da Indústria 4.0 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Como define o conceito emergente designado de quarta revolução industrial? 2. Qual a visão prática ou funcional da implementação dos conceitos da Indústria 4.0 numa empresa?
IV. Nível estratégico da empresa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar a maturidade dos conceitos da Indústria 4.0. ▪ Identificar a estratégia e organização relativamente ao nível de implementação dos conceitos da Indústria 4.0. ▪ Identificar a estratégia para melhorar os modelos de negócios, produtos e serviços. ▪ Conhecer as parcerias estabelecidas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Como descreve o nível implementação estratégica da empresa em relação aos conceitos da Indústria 4.0, existe indicadores, programas ou projetos nessa vertente? 2. Em que áreas funcionais da empresa foram investidas sinergias, na implementação de conceitos da Indústria 4.0 nos últimos 2 anos? 3. Considera a contribuição da Indústria 4.0 necessária para aumentar a competitividade e a criação de valor aos produtos e serviços? 4. Existe estreita colaboração com parceiros estratégicos, universidades, fornecedores e clientes para o desenvolvimento de conceitos inerentes à Indústria 4.0, bem como de produtos e serviços?
V. Visão das competências necessárias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliar as competências necessárias para encarar os conceitos inerentes à quarta revolução industrial ▪ Avaliar as competências dos profissionais de Engenharia e Gestão Industrial existentes. ▪ Identificar os esforços na reconversão de profissionais e na contratação de novos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considera importante e adequado, os debates sobre as competências necessárias para enfrentar a quarta revolução industrial? 2. Qual o caminho mais adequado para o desenvolvimento das competências necessárias de forma a encarar este novo paradigma? 3. O World Economic Forum relativamente às 10 competências transversais mais importantes prevê uma evolução dinâmica destas entre 2015 e 2020. Considera as competências um fator de competitividade e em constante dinâmica e evolução? 4. Quais as 5 competências transversais que considera mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar os desafios da Indústria 4.0? 5. As tecnologias emergentes são os pilares tecnológicos inerentes ao desenvolvimento de novas abordagens de gestão da produção presentes na Indústria 4.0. Quais as que considera mais importantes? e onde considera ser necessário um maior desenvolvimento de competências. 6. Tendo na base a definição da Engenharia e Gestão Industrial, ligada às diversas áreas de conhecimento, indique as 5 competências técnicas que considera mais fundamentais ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar os desafios da Indústria 4.0? 7. Como avalia portfolio de <u>competências atuais</u> dos profissionais de Engenharia e Gestão Industrial na empresa, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0? 8. Estão ou vão proceder a ações de formação para <u>reconverter os profissionais</u> atualmente na empresa e garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0? 9. Existe procedimentos ou critério no <u>recrutamento de novos quadros</u> para garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

Competências transversais

Abilities	Basic skills	Cross-functional skills
Cognitive skills Cognitive flexibility Creativity Logical reasoning Complex problem solving Mathematical reasoning Visualization Troubleshooting Analytical Skills (statistics,...)	Content skills Active learning Oral expression Reading comprehension Written expression ICT literacy Process Skills Active listening Critical thinking Monitoring self and others Interdisciplinary skills	Social/interpersonal skills Coordinating with others Emotional Intelligence Negotiation Persuasion Service orientation Training and teaching others Ethics and social responsibility Mutual collaboration Communication skills Technical skills Equipment maintenance and repair Equipment operation and control Programming Quality control Techn. and user experience design New technologies (ICT, etc.) Intercultural skills* Language skills Open mind-set
Personal/mental abilities* Knowledge in psychology Body language Resilience Intrapreneurial skills	System skills Judgement and decision making System analysis Change management and adaptation Governance, risk management Compliance Entrepreneurial skills	

Legend
 Adired skills
 *added skill sets

World Economic Forum, (2016) based in Content Model O*NET Resource Center and Schaper et al., (2012)



The 10 skills needed in the Fourth Industrial Revolution by World Economic Forum, (2016) in Forum report, The Future of Jobs

Competências técnicas

Numa revisão bibliográfica deparamos com as seguintes competências técnicas referente ao desempenho da atividade profissional de um Engenheiro de Gestão Industrial.

- Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos
- Analisar, mapear, planejar, implementar, otimizar e gerir processos.
- Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial.
- Analisar, planejar e implementar sistemas de tecnologias de informação e comunicação, e planeamento e controlo da produção.
- Entender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.
- Conhecer e implementar métodos de gestão da qualidade.
- Conhecer e implementar teorias de marketing.
- Conhecimentos em Gestão de projetos.
- Conhecer e implementar conceitos da manutenção produtiva total.
- Aplicar os conhecimentos teóricos de forma viável e sustentável.
- Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas.

Áreas técnicas do conhecimento em Engenharia e Gestão Industrial

- Gestão da Produção (incluindo Organização da Produção)
- Automação
- Qualidade
- Engenharia Económica
- Investigação Operacional e Otimização Industrial
- Computadores e Sistemas de Informação
- Ergonomia e Fatores Humanos
- Logística e gestão da cadeia de abastecimento
- Manutenção
- Gestão de Projetos
- Sustentabilidade
- Projeto do Produto
- Simulação
- Marketing

ANEXO III.I – CONSENTIMENTO INFORMADO DA ENTREVISTA

Dissertação de mestrado com tema: Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0

Docente: Rui M. Lima e Diana Mesquita

Discente: Filipe Manuel Pires da Costa

CONSENTIMENTO INFORMADO

Venho pelo presente solicitar a sua valiosa colaboração num estudo que estamos a desenvolver, no âmbito da dissertação de mestrado com o tema “Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0”.

A presente dissertação de Mestrado, faz parte de uma tarefa de um projeto internacional Sob coordenação do Asian Institute of Technology (AIT), o MSIE4.0 – Curriculum Development of Master's Degree Program in Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry, que envolve um consórcio composto por 9 parceiros, dos quais 6 são da Tailândia e 3 das universidades parceiras da UE. O objetivo do projeto é melhorar capacidades e competências nas universidades tailandesas participantes. O projeto conta ainda com 3 parceiros industriais - Bosch, Continental e Leoni, empresas que têm colaborado diretamente com o DPS, com o intuito de auxiliar a equipa de investigação na recolha de dados pertinentes para a construção da matriz de competências.

Para este efeito, solicito a sua participação numa entrevista que visa recolher informação acerca da sua experiência no que refere a esta temática. A sua participação neste estudo é voluntária, pelo que, a qualquer momento, poderá interrompê-la.

Para garantir o total rigor da análise dos dados recolhidos, iremos proceder à gravação áudio desta entrevista. Asseguramos que a sua participação nesta entrevista não lhe originará qualquer risco ou despesa, e tudo o que disser terá caráter confidencial.

Caso concorde, agradecia que manifestasse o seu consentimento, através da assinatura do presente documento, para participar e autorizar a gravação desta entrevista, nas condições acima citadas.

Data: ___ / ___ / _____

(Assinatura do entrevistador)

(Assinatura do(a) entrevistado(a))

ANEXO III.II – TRANSCRIÇÃO DE ENTREVISTA

Entrevistado 1 - Gravação de áudio 2018-08-24 09-26-35

I. Legitimação da entrevista e motivação

II. Caracterização do perfil de formação e da situação profissional

1. De uma forma breve, pode descrever o seu percurso académico e a sua transição para o mercado de trabalho?

Percurso académico curto, foi sendo feito ao longo do tempo conciliando com a componente prática... envolvido em vários projetos relacionados à digitalização de sistemas... projetos ligados às áreas das tecnologias da comunicação... e conhecimento em várias linguagens de programação... presto serviços e sou especialista em serviços ligados ao mundo digital.

2. Em que ano terminou a licenciatura/mestrado integrado?

Não terminei, é um percurso que se mantém sempre em aberto...

3. Que funções desempenha, atualmente, na empresa?

Neste momento desempenho funções ligadas à área dos sistemas de informação, sou diretor de sistemas de informação do grupo das empresas em Portugal (4 empresas), com ligação a todos os projetos em curso relativos ao I4.0, tais tecnologias de digitalização de informação, armazenamento e análise de dados e implementação de automação dos processos produtivos.

III. Definição e visão

1. Como define o conceito emergente designado de quarta revolução industrial.

O conceito de I4.0, está ligado à integração de todos os dados da produção, ou seja, das máquinas e dos materiais e do produto acabado.

2. Qual a visão prática ou funcional da implementação dos conceitos da Indústria 4.0 numa empresa?

Do ponto de vista da produção a visão de ID4.0 é a seguinte:

Primeiro, obter o mais possível de dados das máquinas. É fundamental poder comunicar com as máquinas e recolher máximo de dados dos sensores das máquinas. Todos os equipamentos da unidade são dotados de PLC's ou suportes de processamento e de armazenamento de dados, onde é possível recolher dados, esta informação é fundamental. A grande maioria da indústria apenas faz manuseamento de dados e preparam receitas à mão, ou seja, configuram as máquinas manualmente e a recolha de dados também de forma manual, depois vão ao ERP

e fazem um “manual posting” da combinação da informação, e basicamente isso com este conceito I4.0 tem que acabar. Basicamente o que temos que fazer é, ok, temos o PLC, este comunica com o PC industrial que está acoplado na máquina de acordo com os protocolos OPC que se está a tornar o protocolo de comunicação standard, este protocolo permite mapear as diversas variáveis da máquina. Ou seja, é feito um mapeamento de todos os sensores para o mundo IT, saímos do mundo automação para o mundo IT. A partir do momento que a estrutura de dados é a mesma depois é muito fácil através de determinados métodos receber a informação, aqui na empresa temos o conceito de data integration layer, essa informação vem até às bases de dados centrais e podemos desenvolver apps para mostrar dados de receita financeira, de qualidade entre outros, esta é a visão na área do setor produtivo é fundamental a recolha de dados

Segundo, é fundamental que as matérias comuniquem com as máquinas, ou seja termos validação de materiais, utilizando RFID ou QR Codes ou bar codes, é fundamental que material seja identificado no processo seguinte, isto é quando produzo uma peças essa peça está identificada, quando chegar ao próximo passo do processo de produção á máquina vai ler esse material, o material via comunicar com a máquina e temos que garantir que esse seja o material correto, senão o for o material correto vai gerar scrap. A forma de contornarmos isso é implementar aquilo que se chama de material validation wall to wall, de uma ponta à outra da fábrica, desde a matéria prima até ao produto acabado haver uma validação de matérias entre processos.

Terceiro, é fundamental que as máquinas comuniquem entre si, ou seja é necessário que cada máquina saiba a capacidade que tem instalada e o que vai receber para processar, de forma a gerar ordem de receção ou se é encaminhada para outra.

Do ponto de vista do produto acabado a visão de ID4.0 é a seguinte:

Estamos a trabalhar na colocação de uma tag RFID que comunica com a centralina do veículo, neste momento já existe produtos que informam a situação de anomalias e comunicam com centralina do veículo onde este dá aconselhamento sobre como proceder e fornece local de reparação da situação.

IV. Nível estratégico da empresa

1. Como descreve o nível implementação estratégica da empresa em relação aos conceitos da Indústria 4.0, existe indicadores, programas ou projetos nessa vertente?

Existem designadamente projetos a decorrer e entramos no mundo I4.0 há sensivelmente 3 anos e estamos a reformular todos os nossos sistemas de manufacturing, ou seja, sistemas de produção, de forma a caminhar nessa direção.

2. Em que áreas funcionais da empresa foram investidas sinergias, na implementação de conceitos da Indústria 4.0 nos últimos 2 anos?

Foram investidas sinergias, na implementação de conceitos I4.0, diria que 3 grandes áreas. IT, a Engenharia por causa da automação e a produção com é evidente.

Estamos a usar à muito o AGV (automatic guided vehicle), por exemplo numa unidade produtos acabados pesados, transportar um produto não é fácil, logística de processamento nos diversos locais de processamento é feito com AGV que tem a informação das ordens de transportes para as máquinas onde vão ser processados. Digamos que esta ordem de transporte e dada pelo SAP, programa de gestão integrado. Na prática só para resumir, o sistema de manufacturing comunica com o SAP e este faz o warehouse management à medida da disponibilidade da capacidade de processamento das máquinas, isto na prática está a funcionar, com um envolvimento muito grande do IT, da automação e como é evidente da produção.

3. Considera a contribuição da Indústria 4.0 necessária para aumentar a competitividade e a criação de valor aos produtos e serviços?

Sim, sem dúvida é o caminho que temos que seguir.

4. Existe estreita colaboração com parceiros estratégicos, universidades, fornecedores e clientes para o desenvolvimento de conceitos inerentes à Indústria 4.0, bem como de produtos e serviços?

Temos colaboração com os fornecedores, desenvolvemos o que chamamos o CSMI, Conti Standard Machine Interface, e incluímos este CSMI no MES, aqui que chama o MES da máquina, ou seja, no Machine Specification, portanto, quando vou encomendar uma máquina á um capitulo que é o CSMI, e isto permite-nos que a recolha dos dados seja mais fácil porque digamos que as bibliotecas são standards, isto é uma envolvimento muito grande com os fornecedores, só assim conseguimos mapear a máquina, no passado quando não existia o CSMI teríamos que chamar o fornecedor com custos elevados associados para fazer alterações de forma a estas comunicarem. O apertar de mão entre os dois mundos físico a máquina com o mundo IT, precisa de um protocolo de comunicação e quanto mais standard melhor e atualmente destaca-se a OPC.

V. Visão das competências necessárias

1. Considera importante e adequado, os debates sobre as competências necessárias para enfrentar a quarta revolução industrial?

Acho que é fundamental, tenho experiências interessantes e tenho sido convidado para participar em várias palestras.

2. Qual o caminho mais adequado para o desenvolvimento das competências necessárias de forma a encarar este novo paradigma?

O primeiro desafio que tive foi do meu plant manager me disse, nós temos uma associação que é a associação portuguesa de industrial da borracha, que reúne uma vez por ano, reúne vários empresários com alguma idade e desenquadrados com o paradigma atual, e foi-me lançado o desafio de falar sobre I4.0 a esta plateia de colegas. Curiosamente fiz uma apresentação sem falar em byts e bits e que não foi fácil e posso-lhe dizer que a partir daí praticamente se não todos os diretores de informática que fazem parte da associação vieram falar comigo porque os chefes deles tinham estado nesta palestra e acharam tão interessante que queriam perceber o que é isto de I4.0. Estou-me a recordar de um senhor que tem uma fábrica que faz solas para sapatilhas, é umas das grandes empresas exportadoras do país nesta área e tinha as máquinas perfeitamente isoladas, não comunicavam com nada, naturalmente tinha os sistemas de informação dele, mas não havia interligação nem integração, o sistema produtivo era baseado na ordem de serviço “papel”. Bom quando viu a apresentação a primeira abordagem foi se o responsável da informática dele podia vir falar comigo porque ele queria investir na interligação das máquinas com o sistema integrado de gestão SAP. Portanto isto é apenas um exemplo daquilo que temos estado a fazer. No ano seguinte, fiz o seguinte convidei um dos nossos fornecedores para falar da IOT ao mesmo universo de audiência, as pessoas ficaram tão entusiasmadas que pediram para dar continuidade ao tópico e posso dizer que mais uma vez foi uma excelente opção porque passou-se mais informação às pessoas e este exemplo é o que eu queria referir que é importante partilhar estas visões e experiências para o desenvolvimento das competências necessárias de forma a encarar este novo paradigma.

3. O World Economic Forum relativamente às 10 competências transversais mais importantes prevê uma evolução dinâmica destas entre 2015 e 2020. Considera as competências um fator de competitividade e em constante dinâmica e evolução?

As organizações são dinâmicas e, portanto, é um facto a necessidade de estas se adaptarem às necessidades do mercado. Não faz sentido produzir para stock, portanto digamos que esta volatilidade do mercado está a chegar cada vez mais rápido ao planeamento da produção, digamos que estamos a produzir cada vez mais para o cliente, as necessidades estão-nos a chegar cada vez mais próximo, mais rápido, e portanto, isto faz com que as competências sejam dinâmicas. As organizações têm que se adaptar tal como o mercado de trabalho e as competências dos profissionais. É fundamental considerar as competências um fator de competitividade, quanto mais eficiente, e quer queiramos quer não eficiência significa dinheiro, custos de produção, quanto mais eficientes formos do ponto de vista produtivo mais estamos a assegurar o futuro da fábrica. É fundamental sermos eficientes e para sermos eficientes temos que valorizar uma sequência de competências fundamentais.

4. Quais as 5 competências transversais que considera mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar os desafios da indústria 4.0?

Das competências apresentadas acho que orientação para o cliente é pouco valorizada, cada vez mais é importante produzir aquilo que o cliente precisa, caso contrário estamos a investir em produtos que o cliente não consome e isso implica investir em espaço, grandes armazéns, implica um esforço logístico e mais em produtos com prazo de validade é problemático.

Assim sendo, a resolução e problemas complexo é fundamental, pensamento critico também, aqui sim a orientação para o serviço, seguidamente a criatividade e depois a gestão de pessoas e liderança devido à importância que damos à gestão de projetos.

5. As tecnologias emergentes são os pilares tecnológicos inerentes ao desenvolvimento de novas abordagens de gestão da produção presentes na indústria 4.0. Quais as que considera mais importantes? e onde considera ser necessário um maior desenvolvimento de competências.

A cybersecurity é um especto fundamentalíssimo quando estamos a falar de condução autónomas de veículo logísticos na unidade de produção onde circulam juntamente com humanos e outros elementos do sistema produtivo. Um dos focos mais importantes do mundo IT da fábrica é a segurança o nosso shop floor está perfeitamente isolado, comunicar para o exterior só debaixo de um controlo muito forte.

A simulação é muito importante, nós termos a capacidade de simular as necessidades, isto é, recebendo uma encomenda poder simular as necessidades para me adaptar à produção. Acho um caminho muito importante a explorar, de forma a planear as necessidades e as

capacidades de produção e a definir os investimentos necessários em capacidades produtivas, meios humanos e matérias primas.

Internet das coisas conforme fui defendendo ao longo da entrevista, ou seja, a conectividade total é fundamental.

Robos autonomos e inteligência artificial, é muito importante, os AGV's são fundamentais na logística da gestão da produção, as máquinas estarem interligadas e serem geridas por uma unidade de inteligência é fundamental para a eficiência da gestão da produção, melhorando desta forma a competitividade da empresa podem contribuir para a redução dos custos de produção. O conceito de armazém em altura é também um conceito fundamental.

Considero fundamental como já fui referindo em exemplos a análise e armazenamento de dados tecnologias imprescindíveis aos conceitos I4.0. No entanto ao nível de cloud sou defensor de dois mundos, ou seja, neste momento não temos tecnologia em web cloud a acompanhar a velocidade de transferência de informação para as máquinas. Sou defensor que mundo manufacturing deve ser em private cloud e o mundo office deve ser em hybrid cloud ou web cloud. No futuro isto pode alterar.

A realidade aumentada é importante neste momento ao nível da inspeção de produto acabado, ou seja, na deteção de defeitos de fabrico, em auxílio das capacidades humanas. Quando o produto chega aos olhos humanos para inspeção estes podem ser auxiliados por sistemas de realidade aumentada de forma a identificar mais facilmente defeito de fabrico e até mesmo a identificar defeitos não visíveis ao olho humano e tomar decisões sobre o destino do produto, se vai para reconversão ou se vai para a reciclagem. Não sai um produto da empresa sem teste de funcionamento e teste visual devido à especificidade do produto.

6. Tendo na base a definição da Engenharia e Gestão Industrial, ligada às diversas áreas de conhecimento, indique as 5 competências técnicas que considera mais fundamentais ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar os desafios da indústria 4.0?

Desenhar e implementar e gerir sistemas produtivos é fundamental, é um grande pilar do curso de engenharia e gestão industrial. Está na origem dos conhecimentos primários da disciplina de gestão industrial, desta forma é extremamente importante que os sistemas produtivos estejam sempre ligados aos conteúdos programáticos da gestão industrial. Os sistemas aparecem associada à necessidade de automação e neste sentido cada vez mais a automação é fundamental para lidar com as necessidades das filosofias da I4.0.

Computadores e sistemas de informação, nós caminhamos para um futuro em que uma máquina é cada vez mais um centro de informática. Nós caminhamos para um futuro em que a nossa visão de uma máquina industrial é cada vez mais um centro de informática, isto é o operador deixa de ser um operador tradicional e passa a ser uma pessoa que se tiver que abrir a máquina se tiver que ir ao PLC verificar o que se está a passar, tem que ter essa apetência cada vez mais caminhamos nesse sentido e como temos os dois números automação e computadores estas duas competências para mim são fundamentais.

Manutenção preventiva é a base de bom funcionamento dos equipamentos, sem equipamento não temos capacidade produtiva, neste sentido é extremamente importante manter um elevado OEE de forma a tirar o máximo de aproveitamento do equipamento. O engenheiro de gestão industrial tem que ver na manutenção um complemento da produção e não como no passado em que a manutenção é um fardo para a produção. No entanto a manutenção deve ser gerida e desenvolver novos conceitos, o engenheiro de gestão industrial para encarar a I4.0, deve ter fundamentos e conhecimento dos conceitos inerentes à total productive maintenance.

Gestão de projetos, nós aqui somos fundamentalistas da utilização de metodologias de gestão de projetos, e isto de facto funciona, porque nas reuniões de gestão locais ou centrais a gente consegue facilmente dizer onde é que investimos dinheiro, o que estamos a fazer e conseguimos fazer com que as coisas funcionem. Se não usarmos uma metodologia de projeto a tendência é para as line tasks se perderem por desleixo, se utilizarmos metodologias de projetos, a gente define um goal, ou seja iniciamos na data X e vamos terminar na data Y, define-se a equipa de projetos e as suas necessidades, por exemplo composta por pessoal da engenharia, pessoal do IT, pessoal da engenharia industrial, pessoal da qualidade e desta forma fica montada a equipa, está definido o objetivo, temos as datas e estamos pronto para encarar o projeto e conseguimos monitorizar o seu desempenho fazendo revisões se necessário. Na nossa casa é a engenharia industrial que faz a compilação de todos os projetos a decorrer, para ver a dimensão destas filosofias posso dizer-lhe que neste momento temos mais de 80 projetos a decorrer, desde grandes, tipo a expansão da fábrica a projetos mais simples como relocalizar uma máquina do ponto A para o ponto B. Todos os projetos têm um project leader, tem uma equipa, tem os timings definidos e a engenharia industrial é a entidade que faz a coordenação e organização de tudo isto, nas reuniões de gestão onde são

apresentados os projetos é a engenharia industrial que faz a apresentação do dashboard de todos os projetos em curso.

Os Conhecimentos de simulação e otimização são muito importantes, considero uma competência específica necessária, de forma a prever as necessidades e as capacidades de produção e a definir os investimentos necessários em capacidades produtivas, meios humanos e matérias primas, bem como otimizar processos e sistemas já em utilização na base da melhoria contínua.

Ergonomia e fatores humanos, mas este é muito específico para a nossa área, nós produzimos produtos cada vez mais pesados, ou seja, são produtos a pesar 20 kg, e como alguns processos ainda são manuais, neste sentido é necessário ter atenção que apenas usando a força física dos funcionários para manipular estes pesos, num turno de 8 horas é prejudicial à saúde dos funcionários causando absentismo, doenças musculares e na estrutura óssea. Temos neste momento um projeto definido e em curso que é o ERGUS, que passa pelos nossos operadores fazerem regularmente exercício físico, inclusivamente está nos nossos planos a construção de um ginásio em conjunto com o nosso posto médico. Em indústrias com produtos mais pequenos e menos pesados se calhar não é tão necessário dar tanta importância a esta competência.

7. Como avalia portfólio de competências atuais dos profissionais de Engenharia e Gestão Industrial na empresa, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

Ainda não estamos completamente preenchidos com o portfólio necessário, até porque surgem novos projetos todos os dias e desta forma surgem novos perfis todos os dias, como confirmei à pouco existe grande dinâmica neste contexto.

8. Estão ou vão proceder a ações de formação para reconverter os profissionais atualmente na empresa e garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

Nós temos um programa de reconversão em curso, fornecemos formação adequada às necessidades dos projetos em curso. Temos também uma dinâmica do departamento de recursos humanos juntamente com os responsáveis líderes de projetos, ou secções ou departamentos em fazer uma avaliação de necessidades com uma periodicidade, onde tratamos da adequabilidade das suas competências às necessidades das funções que desempenha ou vais necessitar de desempenhar.

9. Existe procedimentos ou critério no recrutamento de novos quadros para garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

A nova geração de operadores, ou seja, a população mais jovem está mais enquadrada com algumas tecnologias que chegaram ao mundo doméstico, e desta forma torna-se mais fácil fornecer formação tecnológica específica porque algumas bases essenciais estão presentes, isto não acontece com a geração mais antiga de operadores, neste existe critérios de seleção predefinida.

Ao nível mais técnico, a prioridade é reconversão, no entanto para a contratação de novos quadros técnicos é estritamente necessário definir um perfil de competências para a descrição de função que vai desempenhar e desta forma encontrar o candidato mais adequado.

Entrevistado 2 - Gravação de áudio 2018-08-24 09-26-35

I. Legitimação da entrevista e motivação

II. Caracterização do perfil de formação e da situação profissional

1. De uma forma breve, pode descrever o seu percurso académico e a sua transição para o mercado de trabalho?

Eu comecei por tirar o curso de engenharia gestão industrial na Feup depois fui para Universidade do Minho na altura de bolonha e tirei mestrado integrado engenharia de gestão industrial com mestrado em logística, basicamente depois disso Tirei uma pós-graduação um MBA no Porto Business school E atualmente estou a fazer a dissertação de doutoramento Na Universidade do Minho.

2. Em que ano terminou a licenciatura/mestrado integrado?

Terminei a licenciatura em 2008.

3. Que funções desempenha, atualmente, na empresa?

Sou coordenador da equipa de Inovação e Desenvolvimento da logística corporativa do grupo car multimédia do grupo Bosch.

III. Definição e visão

1. Como define o conceito emergente designado de quarta revolução industrial

Nós temos claramente aqui uma visão, primeiro uma revolução assenta num contexto económico e social, a questão é que nos últimos anos a Europa principalmente os países do ocidente tem perdido competitividade, isto tem impactos na nossa supply chain porque eu não me posso dissociar da logística, que cada vez mais os países emergentes principalmente os países do sudoeste asiático estou a falar da China e da Tailândia da Malásia Singapura Taiwan ainda outros como Indonésia tem digamos assim governos que tenha apostado não só na quantidade da capacidade instalada para a produção mas também na diversidade de produtos que produzem e na automação e robótica. Ou seja, além de eles terem uma mão de obra extremamente barata que lhes faz com que o valor acrescentado ao produto seja baixo a mão de obra trabalhada é baixa. Eles têm uma vantagem, ou seja, muitos deles têm governos totalitários que lhes permite por regras internas dispor de capital, que permitem fazer alterações no plano das capacidades instaladas. Temos como exemplo a China que tem dois tipo de indústria, uma indústria claramente associada ao secundário uma indústria de transformação tal como o têxtil com baixo valor acrescentado, mas também já apresenta um tecido industrial com elevado potência de implementação de automação e robótica, ou seja

que trabalham numa franja de mercado a produzir produtos caros de alto valor acrescentado, e porquê isto? porque o estado chinês tem digamos assim utilizado muitas das verbas que está a auferir pelo primeiro setor para digamos assim que reconverter a massa produtiva do sudoeste asiático. O que é que acontece a Europa e nos Estados Unidos ou seja no Mundo Ocidental, está a sofrer porque nós não conseguimos ter capacidade digamos assim de desalavancar o nosso estilo de vida com a concorrência destes mercados Isto é nós por melhor que façamos por melhores ideias que tenhamos por mais diversidade dos produtos que criamos, desenhamos ou projetamos, não somos suficientemente competitivos para fazer face a isto o que eu quero dizer é a um défice entre o nosso estilo de vida e as expectativas das pessoas de auferir rendimentos e um estilo de vida face à nossa capacidade de criar valor dentro da europa. E agora vou falar da Europa e quando estou a falar da Europa estou a falar do mundo global e com isso surge a necessidade de dotar o processo produtivo de duas coisas digamos assim, reduzir custos de desenvolvimento e de produção, e aumentar a capacidade instalada, isto é, fazer mais com menos.

A ideia base do I4.0 é a visão de integração de sistemas e da descentralização de sistemas de tomada de decisão ou sistemas de produção.

Quero com isto dizer, devemos utilizar o know-how, se de facto nós olharmos para a Europa eu vou falar da Europa, mas o cenário do mundo ocidental é este, ou seja, o nosso índice de capacidade de desenvolvimento intelectual e quando falo disto não falo das pessoas, mas sim dos conhecimentos técnicos que uma sociedade possui é em média superior na Europa face ao sudoeste asiático.

Como tal isto é um movimento que articula este know-out produzido pelas universidades, pelas empresas numa criação de maior valor, e com a mesma capacidade produtiva criar mais, criar mais, não na capacidade de criar produtos melhores, mas sim criar mais coisas de forma mais barata e em mais quantidade, e com isso conseguir contrabalançar o peso, digamos assim dessas eventuais ameaças ou seja o que os outros conseguem fazer com excedente de mão de obra barata nós conseguimos fazer em excedente de know-how técnico e com isso equilibrar os pratos da balança, ou seja tornar-nos competitivos senão isso Europa vai perder cada vez mais valor, porque nós não somos claramente competitivos e no mercado global o cenário é este.

2. Qual a visão prática ou funcional da implementação dos conceitos da Indústria 4.0 numa empresa?

O I4.0 sabemos que está relacionada com a quarta revolução industrial, sabemos que desde o aparecimento da informática ou do conceito de informática durante a segunda guerra, e desde a década de 70 nós tivemos o surgimento da automação. Digamos assim, primeiro tivemos a mecanização, depois tivemos a eletrificação, tivemos a automação e agora temos a integração que é o conceito da quarta revolução industrial. A questão é, o passo é digamos assim, integrar para melhorar processos, a questão aqui não é só dotar de mais capacidade de automação e robótica, é integrar subsistemas em que por exemplo uma informação proveniente do ponto A, com uma informação do ponto B, cria uma ideia C e com isso nós somos mais inovadores. Eu digo isso por exemplo no caso da logística a supply chain tem cada vez mais tendência a ficar descentralizada, isto é, é preferível muitos armazéns pequenos do que um armazém grande, porque os custos logísticos operacionais são elevados para este último. Mas para descentralizar uma operação precisamos de sistemas integrados que comuniquem entre si, que consigam antecipar problemas, eu digo-lhe isto, porque gestão de stocks hoje é um desafio e que é que o I4.0 vem melhorar, vem dotar sistemas que muitos deles já estão digitalizados e monitorizados, mas estão a ser monitorizados num modelo disperso, e a ideia aqui é centralizar modelos de sistemas de informação para se poder evitar problemas e com isso otimizar processos de melhoria, por exemplo se eu tenho stock no ponto A mas não tenho no ponto B, se o ponto A estiver ligado ao ponto B eu não preciso de comprar mais, limito-me a relocalizar stock do ponto A para o ponto B, se o ponto A não estiver ligado ao ponto B e o ponto B estiver a zero, o ponto A até pode estar cheio mas como não comunica com o ponto B este vai comprar mais produto e aumentar o stock, com isto além de perder competitividade perdemos divisa se for comprado no exterior, somos duplamente penalizados, no caso da logística a integração é a chave.

IV. Nível estratégico da empresa

1. Como descreve o nível implementação estratégica da empresa em relação aos conceitos da Indústria 4.0, existe indicadores, programas ou projetos nessa vertente?

Temos por exemplo, processos de logística interna que é uma área em que temos que fazer movimentos constantes da secção A para a secção B e os produtos vão tendo vários valores acrescentados ao longo da cadeia. quando há 7 anos onde tínhamos 7 pontos de controle hoje se calhar tem 20 e como é que nós começamos isso, utilizando tecnologias como RFID, ou localização indoor por wifi ou outras tecnologias existentes no mercado que fomos implementando aos poucos que nos permite saber onde as peças estão, qual é o benefício,

primeiro controlamos os stocks sempre que houver desvios face às quantidades vamos atrás do problema e mais do que isso evitamos perdas de inventário, desvio do processo, etc estou-lhe a dar um exemplo factual. A mesma coisa se pode aplicar por exemplo a logística inbound neste momento utilizamos plataformas que nos permite em cada momento onde estão as matérias-primas, desde que saem do fornecedor até que chegam a nossa fábrica e com isso, começamos a gerir o estoque não quando este está dentro de portas mas quando este sai mesmo do fornecedor e trabalhamos com o stock in transit e com isso digamos assim deslocalizamos o stock e temos um stock menor em termos de ativo, podemos ter assim a mesma quantidade de stock mas menos no ativo a pesar-nos nos custos

Existe também sistema de rastreabilidade dos produtos no percurso da sua produção para garantir os padrões de qualidade e facilmente serem identificados desvios.

Existe também um leque de serviço propostos aos clientes, existe um conjunto de produtos com software embebido que comunica via cloud mas com a interface do vendedor do produto final, onde o nosso produto se insere nessa assemblagem.

2. Em que áreas funcionais da empresa foram investidas sinergias, na implementação de conceitos da Indústria 4.0 nos últimos 2 anos?

A sinergia tem vindo a aumentar desde à 4 anos que começamos com este pensamento e as áreas mais envolvidas são definitivamente os processos logísticos internos e externos, planeamento e gestão da produção ao nível da rastreabilidade desde a matéria prima ainda no fornecedor até ao produto acabado. De uma forma geral e necessária a automação e as tecnologias de informação ao nível da capacidade de gerir e analisar dados.

3. Considera a contribuição da Indústria 4.0 necessária para aumentar a competitividade e a criação de valor aos produtos e serviços?

É fundamental para o aumento da competitividade e para a criação de valor. Só com os quadros técnicos adequados às necessidades conseguimos ganhar competitividade e fluir neste mercado global.

4. Existe estreita colaboração com parceiros estratégicos, universidades, fornecedores e clientes para o desenvolvimento de conceitos inerentes à Indústria 4.0, bem como de produtos e serviços?

No desenvolvimento de conceitos I4.0 com parceiros, temos que diferenciar duas situações: a criação de produtos I4.0 e a criação de processos I4.0.

Em termos de processos temos algumas parcerias que produzem software em tecnologias específicas com alguma exclusividade para o nosso grupo que desenvolvem soluções especificamente para o nosso produto. A Universidade Minho também é um parceiro nosso e de nossos fornecedores para a criação de valor ao nível do software ao até mesmo no suporte de melhoria do processo.

Em termos do produto como normalmente o cliente digamos assim promove muitas parcerias entre a criação do próprio software como o próprio desenvolvimento do hardware, nós muitas vezes desenvolvemos apenas o hardware e temos que ter um parceiro que desenvolva o software, além disso temos que ter também muitas parcerias com outros sistemas alternativos. Neste momento é impossível fazer tecnologia num mundo fechado.

V. Visão das competências necessárias

1. Considera importante e adequado, os debates sobre as competências necessárias para enfrentar a quarta revolução industrial?

A questão é mais profunda daquilo que possamos pensar, o I4.0 é um chavão como foi aqui à uns anos o lean manufacturing, e a questão que é preciso fazer é desconstruir o conceito, eu acho que o exercício que as universidades podem fazer e falando agora da questão do conhecimento é desconstruir o conceito I4.0. O I4.0 por si só não traz nada de novo é uma corrente é uma necessidade implícita que é a necessidade de integração se eu não lhe chamar I4.0 chamava-lhe outra coisa qualquer, como a questão do lean manufacturing não é nada mais que uma questão de melhoria contínua e alguns dos princípios óbvios. O I4.0 é um conceito que digamos assim deve criar um cluster com um conjunto de medidas.

Eu acho que estamos a abordar mal o problema, aqui temos dois tipos de pessoas as pessoas que são convidadas a falar sobre uma coisa com exemplos daquilo que eles acham que é o I4.0 e temos as pessoas à procura daquilo que é o I4.0 na prática. Eu acho que o que é interessante que eu nunca assisti em Portugal, mas já assisti fora do país é o facto de desconstruir o conceito, e desconstruir o conceito é, qual é a visão I4.0? eu lembro-me de ler no lean manufacturing por exemplo um conjunto de conceitos uma cartilha, um cardápio que tinha como princípio a melhoria contínua que pressupõem um conjunto de pré-requisitos e nunca vi isso feito por ninguém para o I4.0.

2. Qual o caminho mais adequado para o desenvolvimento das competências necessárias de forma a encarar este novo paradigma?

Quero com isto dizer por exemplo para abraçar a I4.0 é preciso um conjunto de requisitos, por exemplo, a questão da digitalização, o que é a digitalização é ter x quantidades de temas digamos assim em real time data, e o que é o real time data, é dados em tempo real, e isso eu acho que é a questão mais importante porque nós temos que criar clusters à dias estive na Universidade do Minho e várias pessoas estiveram a apresentar, e no fundo o que fomos lá fazer foi apresentar um conjunto de projetos que nós achamos que estão embebidos nesta teoria e uma questão é a seguinte, o que é que é isto na prática? acho que é um exercício que não foi feito e que as universidades podem fazer, que é qual é a cartilha do I4.0 e com isso chegar aos requisitos básicos, em que podemos dizer que o I4.0 pressupõe que haja digitalização, integração, conexão em tempo real, descentralização e com isto na prática poder ser mais por concreto, por exemplo a integração leva-nos aos sistemas informáticos distribuídos que é um sistema onde temos vários sistemas em funcionamento em diferentes ambientes a trabalhar numa cloud, e com isto como sabemos que afeta a área da informática então no futuro é preciso haver profissionais que trabalhem nesta área dos micro-serviços. Desta forma por exemplo na caso da área da Gestão Industrial o I4.0 é a integração de conceitos de valências de processos industriais ágeis, neste sentido é necessário conhecimentos de metodologias de gestão de projetos ágeis, desta forma se calhar temos que abandonar os sistemas waterfall que ensina as universidades para sistemas scrum mais ágeis, se calhar com o I4.0 usa uma base tecnológica muito grande é preciso aos gestores de processos perceberem não como se faz o código mas como se tira requisitos e conseguir interpretar alguma informação tecnológica, o que eu quero dizer em síntese é, o que deve ser o contributo das universidades mais do que rever os cursos é rever as unidades curriculares que já existem através de uma descaracterização do conceito I4.0 através da análise de valência necessárias para o futuro. Eu acho que isto não está a ser feito pelas universidades, não andam a fazer um apanhado do tipo de pessoas que andam a enviar para o mercado, senão vejamos o exemplo, temos 1 ou 2 docentes a lecionar logística quando 40 ou 50 % dos profissionais que saem em engenharia e gestão industrial vão trabalhar para a logística, a logística é sempre o segundo maior departamento de uma fábrica e isto é grave, não tem a ver com o I4.0 tem a ver com as ciências da engenharia e as universidades por terem limitações de professores ou outras, estão digamos assim a fechar os olhos e mais tarde ou mais cedo o que vai acontecer é que esta quarta revolução industrial em vez de ser uma questão de processo está a ser uma questão tecnológica e você sabe uma coisa que é uma

boa prática como eu digo muitas vezes, uma boa tecnologia num bom processo é uma mais valia, uma boa tecnologia num processo mau, é um nightmare é um pesadelo e o que pode acontecer é que muitas vezes em vez capacidade de resposta estamos é a trazer complexidade aos processos.

3. O World Economic Forum relativamente às 10 competências transversais mais importantes prevê uma evolução dinâmica destas entre 2015 e 2020. Considera as competências um fator de competitividade e em constante dinâmica e evolução?

Sim as competências são dinâmicas tal como os mercados.

4. Quais as 5 competências transversais que considera mais importantes ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar os desafios da indústria 4.0?

A minha experiência é que cada vez mais está a haver aqui uma questão fraturante, nós temos as pessoas que percebem da tecnologia e que são digamos assim as pessoas mais bem pagas nomeadamente os software developers e está-se a criar assim uma cluster de uma elite que digamos assim percebe de tecnologia, agora temos aqui um problema e eu vou dizer uma expressão que é o que eu faço eu tirei gestão industrial depois tirei um MBA, e depois frequentei alguns cursos de programação, hoje sou capaz de programar embora não sou um exímio programador mas eu percebi uma coisa, que é, o que faz falta ao mundo e é a minha visão para um engenheiro de gestão industrial em 2020, não é uma pessoa que perceba da tecnologia é uma pessoa que consiga ligar estes dois mundos, nós temos um cluster de pessoas muito cultas que falam entre eles mas não conseguem exprimir-se. Nós fazemos software e temos que apresentar nas reuniões de chefias e os meus colegas que fazem desenvolvimento de software não conseguem falar com as pessoas porque o nível técnico é tão alto e portanto estamos a criar cada vez mais um fosso, ou seja o I4.0 está-nos a levar a um limite em que o gap entre processo e daily para a tecnologia é muito grande, e eu digo qual é a minha função, a minha função é falar sobre coisas difíceis de uma maneira fácil, eu tenho que explicar às pessoas que não tem um background técnico qual é o impacto na vida deles de determinado processo, e o que eu quero dizer com isto é, isto é função em 2020 do engenheiro de gestão industrial, é conseguir interpretar o que os técnicos fazem e estabelecer a ponte para o mundo comum, quem pensa na tecnologia tem que ter alguém que faça a ligação entre a tecnologia e o mundo físico para que esse processo chegue à linha de produção. Para isso é preciso captar o que se está a perder, eu já disse isto muitas vezes e continuo a dizer, o que é necessário é cada vez mais soft skills em gestão de projetos. Há uma

decisão que temos que tomar ou nós vamos para as hard skills e temos que dotar os novos engenheiros de gestão industrial de conhecimentos técnico para conseguirem fazer a diferença, ou então temos que apostar nas soft skills e apostar de uma forma clara. Entre a ideia e o conceito é preciso implementá-la é a questão que hoje é fundamental, ou seja, a industrialização, nós temos muita tecnologia I4.0 em piloto, mas passar de uma fase piloto para produtiva é muito complexa. Olhando para as necessidades futuras considero valências, ou seja, soft skills fundamentais para o engenheiro de gestão industrial o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas complexo, a gestão de pessoas e liderança ligada à gestão de projetos e gestão de conflitos e cada vez mais a inteligência emocional para ligar todas as outras competências e permitir uma adaptação ao ambiente em mudança. A questão é o engenheiro de gestão industrial, um gestor operacional que é o que a maior parte desempenha, tem que pegar nas equipas de desenvolvimento e tem que lidar com as pessoas que todos os dias usam a tecnologia e colocar o pessoal a trabalhar sozinho.

5. As tecnologias emergentes são os pilares tecnológicos inerentes ao desenvolvimento de novas abordagens de gestão da produção presentes na indústria 4.0. Quais as que considera mais importantes? e onde considera ser necessário um maior desenvolvimento de competências.

Portugal e as empresas portuguesa não tem capital para investir em hardware e o nosso problema é estrutural e nós não temos condições para criar mais valor, porque é que nós não fazemos carros? para fazer carros é preciso uma marca, linhas de produção e é caro, por isso o nosso tecido empresarial é PME's caracterizadas com a ideia de com pouco fazer muito, não é com muito fazer muito. Considero fundamental e necessária uma integração de sistemas sendo um dos pontos mais importantes do conceito I4.0, ou seja, uma integração horizontal que permita a conexão entre a fábrica e toda cadeia de valor externa e uma integração vertical que permita que todos os níveis da fábrica estejam conectados, do chão de fábrica até os executivos. Em Portugal temos muito know-how técnico na cabeça das pessoas, as pessoas sabem fazer coisa. A única coisa que cria valor numa sociedade e utiliza o know-how de cada pessoa sem investimento grande em termos de hardware ou infraestrutura é big data and analytics e simulação. Big data and analytics permite usar os dados e aquilo que já existe para criar valor nas entrelinhas interpretam e criam modelos, a simulação permite prever cenários e antecipar todo o resto é importante, mas é uma consequência disto. Se calhar é tempo de a engenharia de gestão industrial voltar às origens do ponto de vista dos sistemas, os sistemas

são a chave, os dados já existem e são grátis, o know-how as universidades fornecem, logo não existe um investimento muito grande.

6. Tendo na base a definição da Engenharia e Gestão Industrial, ligada às diversas áreas de conhecimento, indique as 5 competências técnicas que considera mais fundamentais ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar os desafios da indústria 4.0?

Conhecimentos de sistemas e processos produtivos que são os alicerces do curso e os grande pilares do profissional de engenharia e gestão industrial. Ou seja, analisar, mapear, implementar, melhorar e gerir sistemas e processos é definitivamente a vertente técnica mais fundamental na atividade profissional do engenheiro de gestão industrial.

Considero o conhecimento em gestão de projetos fundamental e é uma área pouco explorada nos planos curriculares de engenharia e gestão industrial. Hoje quase tudo se rege por projetos e cada vez mais consideramos importante a formação em fundamentos técnicos e práticos de gestão de projetos, de gestão de equipas, de gestão de conflitos, de gestão de tempo, ou seja, de todas envolventes à gestão de projetos.

Articulação da diversidade de conhecimentos em diversas áreas, ou seja, a capacidade de integrar know-how e criar valor a partir daí é fundamental. Como já disse, um dos papéis fundamentais do engenheiro de gestão industrial é ter a capacidade de ligar com equipas multifuncionais e transforma os conceitos tecnológicos aplicáveis na prática. Quem pensa na tecnologia tem que ter alguém que faça a ligação entre a tecnologia e o mundo físico para que esse processo chegue à linha de produção.

Considero também muito importante aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial, com também já falei um dos focos fundamentais para a gestão da produção o facto de poder simular cenários de forma a ganhar competitividade pelo facto de não consumir recursos físicos e permitir um melhor planeamento de investimentos ou de tomadas de decisões fundamentais.

7. Como avalia portfólio de competências atuais dos profissionais de Engenharia e Gestão Industrial na empresa, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

Neste momento a aposta é na requalificação de quadros e na formação, estamos todos ao nível global a dar passos no sentido das filosofias inerentes ao conceito I4.0, é uma corrente necessária a qual já não conseguimos evitar. Neste sentido, o portfólio atual está em fase de adaptação às necessidades dos projetos I4.0 que temos em curso.

8. Estão ou vão proceder a ações de formação para reverter os profissionais atualmente na empresa e garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

Não temos opção a não ser a requalificar, e quando falo de I4.0 não posso falar só de I4.0, falamos de automação e da robótica e desta forma não há no mercado profissionais suficientes para fazer face às necessidades, nós contruímos um modelo de evolução ao nível mundial que é um conceito de perfil excelente, mas não temos pessoas suficientemente qualificadas para fazer face a esta mudança, como tal a única opção credível é requalificar.

9. Existe procedimentos ou critério no recrutamento de novos quadros para garantir as competências necessárias, relativamente aos conceitos inerentes à Indústria 4.0?

Sim, existe, tenho de desfragmentar o conceito I4.0 por áreas, depois das áreas chegar ao tipo de tecnologias ou de valências e identificar as valências mais primárias e tentar contratar esse perfil ou dar formação às pessoas.

ANEXO IV –E-MAIL DIVULGAÇÃO DE INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

1ª E-mail

Boa tarde XXX,

Como delegado de turma do 4º, o contacto foi sugerido pelo Professor XXX, uma vez que seria mais direcionado.

O meu contacto surge na sequência de um projeto do Departamento de Produção e Sistemas, e neste sentido pretendia-se fazer uma recolha de opiniões a partir de um questionário, aos alunos do 3º e 4º ano de MIEGI para fazer parte do projeto descrito abaixo, ou seja, o objetivo é fazer um levantamento das competências transversais e técnicas que consideram mais necessárias aos conceitos da Indústria 4.0.

Esta componente do projeto fará parte da dissertação de mestrado que tenho a decorrer com o tema “Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0”.

Neste sentido, pedia a tua opinião sobre a forma de abordar o máximo possível de alunos do Xº ano. Se tiverem algum grupo numa rede social podia-te passar o link do formulário para divulgação.

Aguardo uma apreciação da tua parte. Obrigado.

Descrição base do projeto:

Sob coordenação do Asian Institute of Technology (AIT), o projeto MSIE4.0 – Curriculum Development of Master's Degree Program in Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry envolve um consórcio de 9 parceiros e conta com um financiamento de cerca de 1 milhão de euros. O objetivo do projeto é melhorar capacidades e competências nas universidades tailandesas participantes, de tal forma que lhes permita oferecer um currículo formativo de alta qualidade no âmbito de um mestrado em engenharia industrial. Pretende-se que esta formação apoie o desenvolvimento sustentável da indústria inteligente (Indústria 4.0) neste país e que se aproxime do Quadro Europeu de Qualificações, sendo aplicável também às universidades europeias parceiras no projeto.

Atenciosamente,

Filipe Pires da Costa
Tlm: (00351) 968 429 126
E-mail: fmpirescosta@gmail.com
E-mail: pg31503@alunos.uminho.pt

2º E-mail

Boa tarde XXX

Segue link do questionário, tenta com que o máximo de alunos do 4º ano responda, estes resultados se satisfatórios.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdd4Fb57pEGPiPv0_rWs3UJmZI_OSlgToFdiYmvZA46N7quHA/viewform

Atenciosamente,

Filipe Pires da Costa

Tlm: (00351) 968 429 126

E-mail: fmpirescosta@gmail.com

E-mail: pg31503@alunos.uminho.pt

ANEXO V – E-MAIL MARCAÇÃO DE ENTREVISTA

Boa tarde Eng. XX

Considerando as funções que exerce atualmente na empresa XXX, e na sequência do contacto realizado durante a II Edição do evento COMPETind4.0, gostaria de saber se estaria disponível para uma entrevista, no âmbito da dissertação de Mestrado intitulada "Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0"

É uma entrevista estruturada com a duração estimada de meia hora.

Se o Engenheiro XX, tiver disponibilidade, poderíamos marcar uma data da sua preferência a partir de meados de agosto, para desenvolvermos a entrevista.

Aguardo o seu feedback.

Com os melhores cumprimentos,

A presente dissertação de Mestrado, faz parte de uma tarefa de um projeto internacional Sob coordenação do Asian Institute of Technology (AIT), o MSIE4.0 – Curriculum Development of Master's Degree Program in Industrial Engineering for Thailand Sustainable Smart Industry, que envolve um consórcio composto por 9 parceiros (P), dos quais 6 são da Tailândia (P1-P6) e 3 das universidades parceiras da UE (P7-P9). O objetivo do projeto é melhorar capacidades e competências nas universidades tailandesas participantes, de tal forma que lhes permita oferecer um currículo formativo de alta qualidade no âmbito de um mestrado em engenharia industrial. O objetivo do projeto é melhorar capacidades e competências nas universidades tailandesas participantes, de tal forma que lhes permita oferecer um currículo formativo de alta qualidade no âmbito de um mestrado em engenharia industrial. O projeto conta ainda com 3 parceiros industriais - Bosch, Continental e Leoni, empresas que têm colaborado diretamente com o DPS, com o intuito de auxiliar a equipa de investigação na recolha de dados pertinentes para a construção da matriz de competências.

Neste sentido segue anexo o guião da entrevista, onde para efeitos de contextualização do tema, segue um pequeno resumo de alguns conceitos no âmbito Indústria 4.0.

Filipe Pires da Costa
Tlm: (00351) 968 429 126
E-mail: fmpirescosta@gmail.com
E-mail: pg31503@alunos.uminho.pt

ANEXO VI – TABELAS DE CLASSIFICAÇÕES

Competências transversais	Código	
Resolução de Problemas Complexos	CTR_1	(Complex Problem Solving)
Pensamento Crítico	CTR_2	(Critical Thinking)
Criatividade e inovação	CTR_3	(Creativity)
Gestão de pessoas e liderança	CTR_4	(People Management)
Coordenação Interpessoal	CTR_5	(Coordinating with Others)
Inteligência Emocional	CTR_6	(Emotional Intelligence)
Tomada de Decisão	CTR_7	(Judgement and Decision Making)
Orientação para o Serviço	CTR_8	(Service Orientation)
Negociação	CTR_9	(Negotiation)
Flexibilidade Cognitiva	CTR_10	(Cognitive Flexibility)
Controlo de Qualidade	CTR_11	(Quality Control)
Escuta Ativa	CTR_12	(Active Listening)
Competências linguísticas	CTR_13	(Language Skills)
Ética e responsabilidade social	CTR_14	(Ethics and social responsibility)
Planeamento/Organização e Gestão de tempo	CTR_15	(Time Management)
Capacidade de comunicação	CTR_16	(Comunications Skills)
Competências de Empreendedorismo	CTR_17	(Entrepreneurship Skills)

Competências técnicas	Código	Áreas do conhecimento
Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir sistemas produtivos	CTE_1	Gestão da Produção - Automação
Analisar, mapear, planear, implementar, otimizar e gerir processos	CTE_2	Gestão da Produção - Logística e gestão da cadeia de abastecimento
Aplicar ferramentas e conhecimentos de simulação e de otimização industrial	CTE_3	Simulação - Investigação Operacional e Otimização Industrial
Analisar, planear e implementar sistemas de tecnologias de informação e comunicação, e planeamento e controlo da produção	CTE_4	Computadores e sistemas de informação - Gestão da Produção
Entender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema	CTE_5	Ergonomia e fatores humanos
Conhecer e implementar métodos de gestão da qualidade	CTE_6	Qualidade
Conhecer e implementar teorias de marketing	CTE_7	Marketing - Projeto do Produto
Conhecimentos em Gestão de projetos	CTE_8	Gestão de projetos
Conhecer e implementar conceitos da manutenção produtiva total	CTE_9	Manutenção
Aplicar os conhecimentos teóricos de forma viável e sustentável	CTE_10	Sustentabilidade
Articulação de objetos de conhecimento de diversas áreas	CTE_11	Ergonomia e Fatores Humanos - Engenharia Económica - Gestão da Produção

Áreas do conhecimento	Código
Gestão da Produção (incluindo Organização da Produção)	AC_1
Automação	AC_2
Qualidade	AC_3
Engenharia Económica	AC_4
Investigação Operacional e Otimização Industrial	AC_5
Computadores e Sistemas de Informação	AC_6
Ergonomia e Fatores Humanos	AC_7
Logística e gestão da cadeia de abastecimento	AC_8
Manutenção	AC_9
Gestão de Projetos	AC_10
Sustentabilidade	AC_11
Projeto do Produto	AC_12
Simulação	AC_13
Marketing	AC_14

Pilares tecnológicos	Código
Big data and analytics	PT_1
Autonomous robots and artificial intelligence	PT_2
Simulation	PT_3
Horizontal and vertical system integration	PT_4
The industrial internet of things	PT_5
Cybersecurity	PT_6
The cloud	PT_7
Additive manufacturing	PT_8
Augmented reality	PT_9

Características da prática de um profissional de Engenharia e Gestão Industrial	Código
Competências analíticas: analisa os problemas de forma sistemática, usando julgamentos sólidos, lógicos e processos de valor agregado.	CPP_1
Capacidade de formação, ensino e desenvolvimento de outros: promove um ambiente desafiador que motiva e incentiva os outros a realizar ações ao mais alto nível possível.	CPP_2
Capacidade e flexibilidade para gerir a incerteza e ambiguidade: lida eficazmente com incerteza, ambiguidade e falta de direção.	CPP_3
Capacidades de comunicação: habilidades de comunicação abertas e eficazes com todos os elementos da organização. Ouve os outros, respeita as suas diferenças e opiniões.	CPP_4
Competências interpessoais: trabalha e demonstra boa capacidade de formação de equipa e habilidades interativas com todos os elementos da organização.	CPP_5
Iniciativa e capacidade de concretização: trabalha para a melhoria contínua, procurando de forma responsável, ética e ativa, novas e inovadoras soluções. Incorporar, desenvolver e aplicar novos paradigmas da Engenharia e Gestão Industrial.	CPP_6
Integração e conectividade: capaz de compreender complexidades e perceber relações entre problemas ou preocupações. Capaz de considerar uma ampla gama de fatores internos e externos, aplicando conhecimentos da Engenharia e Gestão Industrial, bem como considerando o impacto técnico, ambiental, social e económico.	CPP_7

Gestão eficaz do tempo e das prioridades: capaz de lidar com grandes volumes de trabalho com qualidade e ser cada vez mais ágil na realização do trabalho, gerindo o tempo e as prioridades de forma eficaz e eficiente.	CPP_8
Orientado a resultados: persistentemente trabalha com o intuito de atingir metas e objetivos e obtém resultados.	CPP_9
Agilidade e eficácia na tomada de decisão: capaz de tomar decisões rápidas e apropriadas quando confrontado com tempo e informações limitadas.	CPP_10
Capacitação dos outros: ajuda os outros elementos a um melhor desempenho e de uma forma mais autónoma, ajuda-os a sentir um maior sentido de controlo sobre o seu trabalho, decisões e envolvimento.	CPP_11
Conhecimento geral do negócio: compreende como a organização opera e seu lugar dentro do contexto mais amplo da indústria, do mercado e da concorrência, e conhece o papel das diferentes funções necessárias para o sucesso da organização.	CPP_12
Influência e impacto: sabe como obter cooperação, apoio e compromisso de outras pessoas dentro e fora da organização.	CPP_13