



PLANO DE CAPACITAÇÃO E QUALIFICAÇÃO I4.0

FILEIRA DOS EQUIPAMENTOS, SERVIÇOS E INGREDIENTES PARA A INDÚSTRIA ALIMENTAR NAS REGIÕES CENTRO E NORTE DE PORTUGAL

2023.02.27

Cofinanciado por:



aea

4/0
4/0



Índice

1. Introdução	3
2. Determinações do plano	5
2.1 Objetivos.....	5
2.2 Estudo de Avaliação Maturidade i4.0	5
2.2.1 <i>Caraterização do estudo e modelo de maturidade i4.0</i>	5
2.2.2 <i>Caraterização da amostra das empresas participantes no estudo</i>	7
2.3 Conclusões do Estudo de Maturidade i4.0	7
2.3.1 <i>Conclusões genéricas</i>	8
2.3.2 <i>Conclusões referentes à análise dos componentes principais</i>	10
2.3.3 <i>Conclusões respeitantes às seis (6) dimensões do modelo de maturidade</i>	10
2.4 Competências e ações de melhoria para as empresas	17
3. Conceitos I4.0	21
3.1 Conceito relativo ao ecossistema da i4.0.....	21
3.2 Ferramentas i4.0	25
3.2.1 <i>Internet das Coisas (Internet of Things IoT)</i>	26
3.2.2 <i>Grandes Dados (Big Data)</i>	26
3.2.3 <i>Computação na Nuvem (Cloud Computing)</i>	28
3.2.4 <i>Inteligência Artificial (Artificial Intelligence IA)</i>	29
3.2.5 <i>Data Business Analytics (DBA)</i>	31
3.2.6 <i>Realidade Virtual (Virtual Reality VR) e Realidade Aumentada (Augmented Reality AR)</i> ..	31
3.2.7 <i>Robótica, Automação (Robotics and Automation)</i>	33
3.2.8 <i>Manufatura Aditiva e Impressão 3D (Additive Manufacturing, 3D Printing)</i>	37
3.2.9 <i>Simulação (Simulation)</i>	41
3.2.10 <i>Ciber Segurança, (Ciber Security)</i>	43
4. Boas práticas na implementação das ferramentas I4.0	45
4.1 Considerações de base.....	45
4.2 Boas práticas na implementação dos processos de “Big Data” e “Data Business Analytics”.	47
4.3 Boas práticas na implementação do processo de Manufatura Aditiva e “3D Printing” (impressão 3D)	54
4.4 Boas práticas na implementação de processos de Robótica e Automação	56
4.5 Boas práticas na implementação de processos de Simulação.....	68
4.6 Boas práticas na implementação de sistemas de “Cloud Computing”.....	69
4.7 Boas práticas na implementação de sistemas de Ciber Segurança.....	73

5. Layouts Fabris no contexto da I4.0	76
6. Consultoria e oferta de soluções tecnológicas I4.0	78
6.1 Serviços de Consultoria	78
6.2 Fornecedores de Soluções Tecnológicas i4.0.....	80
7. Conclusões	84
8. Equipa de consultores	85
8.1 Consultores de Coordenação na realização do Plano de Capacitação e Qualificação i4.0	85
8.2 Consultores Técnicos na realização do Plano de Capacitação e Qualificação i4.0	85
8.3 <i>Profile</i> dos Consultores de Coordenação, Consultores Técnicos e restantes membros das Equipas de Implementação das Ferramentas i4.0	86
9. Agradecimentos	91

1. INTRODUÇÃO

Cofinanciado por:



A Associação Empresarial do Concelho de Oliveira de Azeméis (AECOIA) e a Associação Empresarial de Águeda (AEA) são as instituições promotoras do projeto “Qualify.teca” com o nº46595 no âmbito do SIAC – Sistema de Apoio a Ações Coletivas – Qualificação, Aviso nº 02/SIAC/2019 para os setores da fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a Indústria Alimentar nas regiões do Centro e Norte de Portugal.

As Revoluções Industriais têm evidenciado mudanças de paradigma determinando inúmeros desafios de ordem tecnológica, científica, social, transformações setoriais, avanços tecnológicos, facilitadores de procedimentos e desenvolvimento dos processos produtivos.

Com a 4ª revolução industrial, desenvolvimento da Indústria 4.0, esta transformará no essencial o modo como se vive, em que o alinhamento da tecnologia digital física e biológica é uma realidade e uma constante em que robots integrados em sistemas ciberfísicos, um espaço de oportunidade para as empresas representarem a realidade do mundo físico em ambiente digital e só possível dada a “Internet das Coisas e Computação na Nuvem”, são os responsáveis por uma transformação radical (Gilchrist, 2016).

As transformações ocorridas a nível mundial por via do desenvolvimento tecnológico determinam que as empresas e as pessoas apostem no conhecimento e na capacitação em busca de competências indispensáveis que garantam a sua competitividade e sustentabilidade, a excelência no exercício das atividades profissionais e na busca de melhores serviços.

O presente Plano de Capacitação e Qualificação i4.0 tem como objetivo apontar e proporcionar contributos, por meio da *caracterização das ferramentas i4.0* e evidência das *boas práticas e metodologias na seleção e implementação de tecnologias i4.0* bem como na apresentação de *soluções ao nível da consultoria* e potenciais *fornecedores de tecnologia* e ferramentas, que possam colmatar as necessidades de melhoria, em sede das tecnologias

i4.0, decorrentes das conclusões do Estudo de Avaliação da Maturidade i4.0 da fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a Indústria Alimentar nas regiões do Centro e Norte de Portugal, realizado entre abril de 2020 e setembro de 2021 em pleno período da pandemia COVID-19.

2. DETERMINAÇÕES DO PLANO

As determinações deste Plano de Capacitação e Qualificação i4.0 compreendem um conjunto de objetivos, a demonstração e assunção das conclusões do Estudo de Avaliação Maturidade i4.0 e a metodologia para a capacitação e qualificação das empresas e colaboradores.

2.1 Objetivos

Promover o conhecimento sobre a realidade da Indústria 4.0 junto da fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a Indústria Alimentar nas regiões do Centro e Norte de Portugal, nomeadamente,

- A caracterização das ferramentas i4.0;
- As boas práticas e metodologias na seleção e implementação de tecnologias i4.0;
- Soluções de consultoria para desenho e implementação das ferramentas i4.0;
- Potenciais fornecedores de tecnologias e ferramentas i4.0;

2.2 Estudo de Avaliação Maturidade i4.0

2.2.1 Caracterização do estudo e modelo de maturidade i4.0

O Estudo de Avaliação de Maturidade i4.0 da fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a Indústria Alimentar nas regiões do Centro e Norte de Portugal compreendeu duas fases, diagnóstico presencial com questionário, ferramenta SHIFTo4.0, (www.shift2future.pt/diagnosticoi40), e avaliação por uma equipa de consultores.

O modelo de maturidade i4.0 utilizado teve por base o desenvolvido pelo “IW Consult da Cologne Institute for Economic Research” e pela “FIR da RWTH da Universidade de Aachen” (<https://www.industrie40-readiness.de/>) e também adotado no projeto piloto *SHIFTo4.0* (Gouveia, et al., 2019). O modelo baseia-se na “**análise de seis (6) dimensões da empresa**” cada uma com temas específicos sendo no final classificadas segundo o método abaixo descrito. As seis (6) dimensões do modelo e os dezoito (18) temas, **figuras 1 e 2** abaixo.

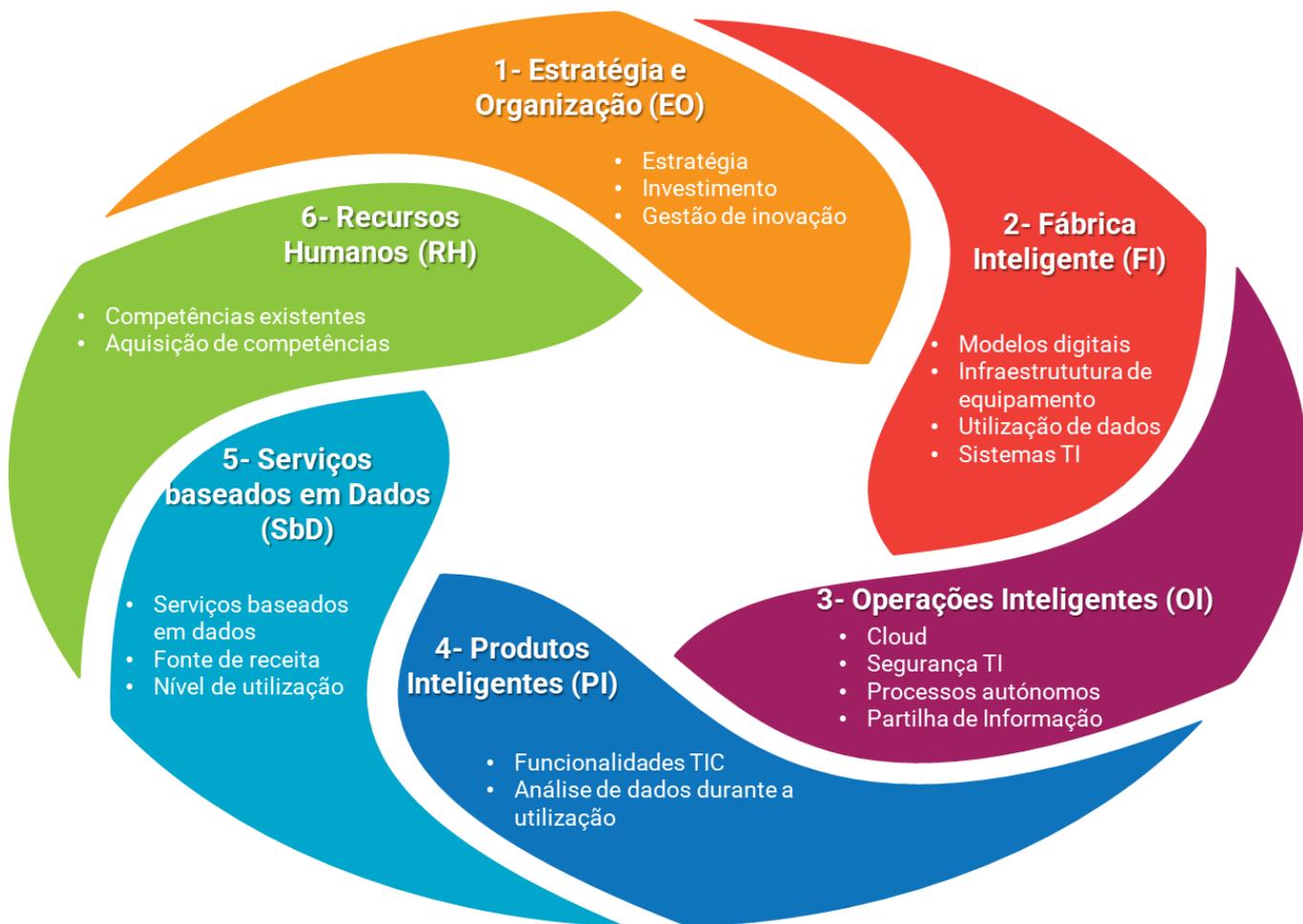


Figura 1: Dimensões e temas associados à maturidade digital i4.0.

A partir da avaliação que incide nas seis dimensões i4.0 é possível posicionar a empresa num de seis níveis de maturidade i4.0 (Figura 2). O nível de maturidade de cada uma das dimensões é determinado com base nos temas dentro da dimensão.

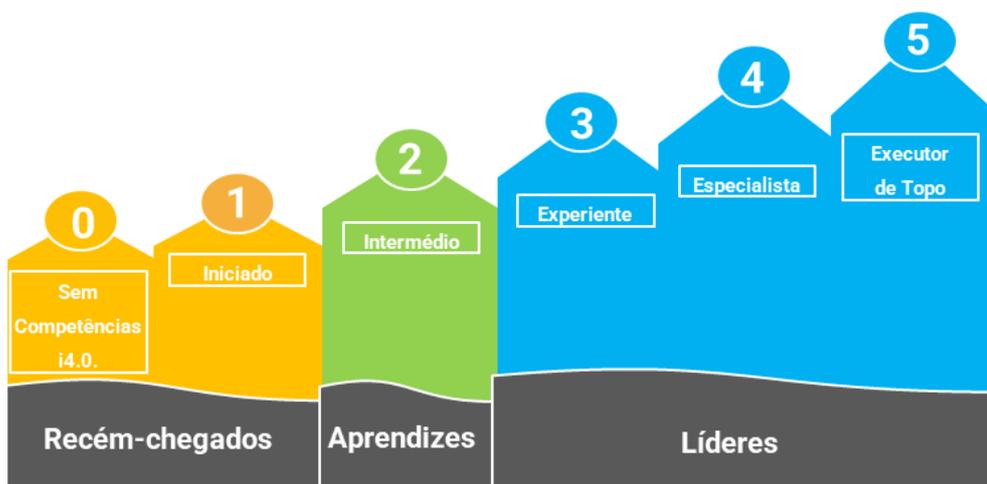


Figura 2: seis (6) níveis de maturidade da i4.0

2.2.2 Caracterização da amostra das empresas participantes no estudo

O estudo considerou um universo de 84 empresas das 172 empresas que representavam a população em estudo. O tamanho da amostra garantia no mínimo 80% de nível de confiança e uma margem de erro máximo de 10%.

52,4% das empresas eram Micro, 34,5% Pequenas, e 13,1% Médias Empresas.

Relativamente aos Setores de atividade das empresas participantes, com base na Classificação das Atividades Económicas (CAE) Portuguesa, destacou-se a atividade com o CAE 28930, Fabricação de máquinas para as indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco (29 empresas); de seguida a atividade com o CAE 74900, outras atividades de consultoria, científicas, técnicas e similares (23 empresas); a atividade com o CAE 25290, Fabricação de outros reservatórios e recipientes metálicos (18 empresas); e por fim a atividade com o CAE 10840, Fabricação de condimentos e temperos (14 empresas).

2.3 Conclusões do Estudo de Maturidade i4.0

As conclusões do estudo de maturidade i4.0 distribuem-se por conclusões base dos níveis de maturidade digital i4.0 e conclusões referentes à análise de componentes principais.

2.3.1 Conclusões genéricas

Apresentam-se as seguintes conclusões genéricas relativamente às 84 empresas inquiridas, 52,4% Micro, 34,5% Pequenas e 13,1% Médias:

- Evidenciaram um nível médio de maturidade i4.0 de 1,39 numa escala de 0 (sem competência i4.0) a 5 (executor de topo/líderes), isto é, um “*mind set*” e “*cultura digital*” muito aquém dos desígnios da Indústria 4.0;
- O “*valor médio global de maturidade i4.0*” está compreendido entre 1,47 e 1,67, aumentando o valor médio global em função do aumento da dimensão das empresas;
- Cerca de 95,2% das empresas registaram nível zero na dimensão Produtos Inteligentes, 86,9% na dimensão Fábrica Inteligente e 85,7% na dimensão Serviços Baseados em Dados;
- Na dimensão Operações Inteligentes, 51,2% das empresas foram avaliadas no nível 3;
- Na dimensão Recursos Humanos, 41,7% e 35,7% foram avaliadas no nível 2 e 5, respetivamente;
- As Micro, Pequenas e Médias Empresas, registaram valores mais elevados na dimensão de Recursos Humanos, valores médios de 3,1; 3,2; e 3,6, respetivamente), seguindo-se a dimensão de Operações Inteligentes, valores médios de 2,1; 2,8 e 2,5 respetivamente;
- A CAE 28930 (Fabricação de máquinas para as indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco) e CAE 74900 (Outras atividades de consultoria, científicas, técnicas e similares) denotaram nível de maturidade i4.0 superior, 1,48 e 1,49;
- A CAE 10840 (Fabricação de condimentos e temperos) e s CAE 25290 (Fabricação de outros reservatórios e recipientes metálicos) possuíam níveis de maturidade i4.0 mais baixos, 1,28 e 1,21;

Cofinanciado por:



- O nível de maturidade das empresas do estudo foi negativamente influenciado pelas dimensões Produtos Inteligentes, Serviços Baseados em Dados e em parte por Fábrica Inteligente (em particular, pelo tema Modelos digitais);
- 34,5% das empresas (29) “possuem conhecimento superficial sobre a Indústria 4.0 e pretendem saber mais para avaliar o seu potencial na empresa”; 27,4% das empresas, a maioria Micro (16), “têm um vago conhecimento do conceito i4.0”; 17,9% das empresas (15) “nunca ouviram falar sobre o conceito de i4.0”;
- As Médias Empresas apresentavam maior número de tecnologias i4.0 utilizadas e as Micro Empresas apresentavam menor incorporação de tecnologias;
- Num base mais empírica, a maioria das empresas das CAE 25290 (Fabricação de outros reservatórios e recipientes metálicos) e CAE 28930 (Fabricação de máquinas para as indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco) revelaram fortes reservas quanto à aplicabilidade das práticas de i4.0;
- 36,9% das empresas não evidenciavam planeamento quanto à “Digitalização de Processos com a Implementação de Sistemas de Informação”; 51,2% das empresas não evidenciavam planeamento quanto à “Implementação de Sistemas que Permitam o Controlo Eficiente dos Processos, Produtos e Serviços e a Análise do Desempenho em Tempo Real”; 53,6% e 63,1% não evidenciavam planeamento quanto à “Contratação de Técnicos essenciais para a Transformação Digital” e “Contratação de Consultores para a Transformação Digital”;
- Os respondentes revelaram intenção de aumentar o seu investimento em i4.0, nos próximos 5 anos;

Assim pode inferir-se relativamente às empresas desta fileira, que:

- Se encontram num estágio de maturidade digital significativamente aquém dos desígnios atuais; 18% desconhecem o conceito i4.0, o que para a realidade

atual e para os desafios que se colocam às organizações na próxima década, é preocupante;

- Os setores de maior relevância adotam ainda um *comportamento de forte ceticismo quanto à Indústria 4.0*;
- Estas não têm no horizonte de médio prazo alterações significativas ao seu paradigma i4.0 atual pois as “Atividades de Digitalização”, “Implementação de Sistemas para Controlo /../ Desempenho em Tempo Real”, “Contratação de Técnicos/Consultores”, não se encontravam planeadas;
- As Micro e Pequenas empresas revelam *fortes insuficiências quanto à realidade i4.0*.

2.3.2 Conclusões referentes à análise dos componentes principais

Relativamente a estas componentes, verificam-se as seguintes características:

- O tema “Modelos Digitais”, que também faz parte da dimensão Fábrica Inteligente, foi o tema da dimensão Fábrica Inteligente que apresentou pior maturidade nesta dimensão com cerca de 87% das empresas no nível 0;
- Gestão de Inovação, Processos Autónomos, nível de Utilização de Serviços Baseados em Dados e a Aquisição de Competências na dimensão Recursos Humanos, foram os 4 temas em que as empresas revelaram maior maturidade com valor médio superior a 3.95;
- Nos temas, “Funcionalidades e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)”, “Análise de Dados Durante a Utilização”, “Serviços Baseados em Dados e Fonte de Receita”, a maioria das empresas apresentaram não ter competências, 95%, 92%, 85% e 81% das empresas no nível 0;

2.3.3 Conclusões respeitantes às seis (6) dimensões do modelo de maturidade

O modelo de maturidade i4.0 utilizado, desenvolvido pelo “IW Consult da Cologne Institute for Economic Research” e pela “FIR da RWTH da Universidade

de Aachen" (<https://www.industrie40-readiness.de/>) e também adotado no projeto piloto *SHIFTo4.0* (Gouveia, et al., 2019), baseou-se na “**análise de seis (6) dimensões da empresa e dezoito (18) temas** ... apresentaremos as conclusões respeitantes às 6 (seis dimensões), Estratégia e Organização (IO), Fábrica Inteligente (FI), Operações Inteligentes (OI), Produtos Inteligentes (PI), Serviços Baseados em Dados SBD e Recursos Humanos (RH).

ESTRATÉGIA E ORGANIZAÇÃO (EO)

- 51,2% (27 Micro e 13 Pequenas Empresas) das empresas não tinham planeado o uso da “*Internet of Things (IoT)*” como facilitador na gestão de produtos e/ou serviços em tempo real;
- 51,2% das empresas (43, repartidas em 31 Micro e 12 Pequenas) não formulavam ainda uma estratégia i4.0;
- 79,8% das empresas num total de 67 (38 Micro, 21 Pequenas e 8 Médias) admitia não possuir uma abordagem claramente definida para a I4.0;
- As tecnologias mais complexas como “Grande Volume de Dados (*Big Data*) para Armazenar e Avaliar Dados em Tempo Real” e “*Comunicações Machine to Machine (M2M)*” registavam, todavia, reduzidíssima expressão;
- Considerando o “Investimento i4.0 Planeado a 5 anos”, 29,8%, 25 empresas não previam investir na área Investigação & Desenvolvimento; 88,1%, 74 empresas não previam investir na área Compras; 82,1%, 69 empresas não previam investir na área Vendas; 75%, 63 empresas não previam investir na área Serviços;
- Serviços é a área de menor propensão para uma “Gestão Sistemática da Tecnologia e Inovação” com apenas 20,2% das empresas a admitirem ações realizadas enquanto “Tecnologia e Inovação”.

Considerando a dimensão Estratégia e Organização inferem-se as seguintes conclusões:

Cofinanciado por:



- Uma fatia considerável das empresas não tinha planeado o uso da “*Internet of Things (IoT)*” como facilitador na “Gestão de Produtos e/ou Serviços em Tempo Real” nem tinha “Formulada uma Estratégia i4.0” e a grande maioria “Não Possui uma Abordagem Claramente Definida relativamente ao I4.0”;
- As tecnologias mais complexas da i4.0 como a “*Big Data Analytics*” e “Comunicações “*Machine to Machine (M2M)*” são de utilização diminuta;
- As empresas não têm perspetivados investimentos, no horizonte temporal de 5 anos em i4.0 nas áreas de Compras, Vendas e Serviços, apenas um terço prevê “Realizar Investimentos em i4.0 na área de Investigação & Desenvolvimento”.

FÁBRICA INTELIGENTE (FI)

- 62,2% das empresas (46 repartidas por 31 Micro, 12 Pequenas e 3 Médias) admitia que as suas “Máquinas e Sistemas não podem ser controlados através de Tecnologias de Informação (TI)”;
- 86,5% das empresas (64 repartidas por 34 Micro, 20 Pequenas e 10 Médias) não possuíam a funcionalidade “M2M: Comunicações Máquina para Máquina”;
- Nenhuma empresa referia como totalmente disponível a funcionalidade da “Infraestrutura de Equipamentos Interoperabilidade: possível a Integração e Colaboração com Outras Máquinas/Sistemas”; as funcionalidades, “M2M: Comunicações Máquina para Máquina” e “Interoperabilidade: Possível a Integração e Colaboração com Outras Máquinas/Sistemas”, são para a generalidade das empresas não passíveis de elevada atualização;
- 41,9% das empresas (40 repartidas por 16 Micro, 17 Pequenas e 7 Médias) não procedia à “Recolha Automática de Dados de Produção”; 51,4% das empresas (38 repartidas por 28 Micro, 9 Pequenas e 1 Média) admitiam que a “Recolha de Dados se Processa Principalmente em Modo Manual”;
- Apenas 15,5% das empresas (13), “Controlavam Automaticamente os Processos através da Utilização de Dados em Tempo Real”;

Cofinanciado por:

- Para 31% das empresas (26), a “Ferramenta *Computer-Aided Design (CAD)* era a mais dissociada com o Sistema Central de Armazenamento e Tratamento de Dados”.

- Quanto maior a dimensão das empresas maior a propensão para utilizar “Sistemas de Informação (SI) e ou Tecnologias de Informação (TI)”.

Considerando a dimensão Fábrica Inteligente, inferem-se as seguintes conclusões:

- A maioria das empresas admitia que as suas “Máquinas e Sistemas não podem ser controlados através de Tecnologias de Informação”, não possuem funcionalidades “*Machine to Machine (M2M)*” e a reduzida “Interoperabilidade das Máquinas de Sistemas” existente em algumas empresas não passíveis de elevada atualização;

- Cerca de metade das empresas não procedia à “Recolha Automática de Dados de Produção”, admitindo também que a “Recolha de Dados se Processa Principalmente em Modo Manual”; uma reduzida parte das empresas “Controla Automaticamente Processos através de Dados em Tempo Real”.

OPERAÇÕES INTELIGENTES (OI)

- A “Informação Interna relativamente às Tecnologias de Informação (TI)” era partilhada em apenas 13 empresas, sendo que as Pequenas Empresas eram as que “Promoviam mais a Partilha entre Departamentos”, 33 em 44 organizações;

- A “Informação Interna relativamente à Investigação & Desenvolvimento não era partilhada entre Departamentos” nas Médias Empresas;

- 72,6% das empresas, sessenta e uma (61), não tinham por hábito a “Partilha de Informação do Sistema Central com Clientes/e ou Fornecedores” detendo as empresas Médias um papel preponderante;

Cofinanciado por:

- 52 empresas representando 61,9% das inquiridas (36 Micro, 12 Pequenas e 4 Médias), não possuíam “Controlo Autónomo de Produtos ao Longo da Cadeia de Produção” (Tabela 19) nem “Processos de Produção com Resposta Autónoma em Tempo Real”;
- 73,8% das inquiridas num total de 62 empresas (37 Micro, 23 Pequenas e 2 Médias) responderam não existem “Recursos Internos de Tecnologias de Informação (TI)”;
- Em nenhuma das empresas inquiridas existiam “Departamentos Locais de Tecnologias de Informação (TI)” em cada área operacional (produção, desenvolvimento de produto, etc.)” ou “Especialistas em Tecnologias de Informação (TI) alocados a cada área operacional”;
- A “Segurança dos Dados através de Serviços em Nuvem como Solução Implementada” registava ainda valores aquém do desejado, presente em apenas 53,6% das inquiridas;
- Quanto à “Adoção das Soluções de Segurança das Tecnologias de Informação (TI)”, as Micro empresas eram as que possuíam menor propensão para “Soluções Implementadas”;
- 79,8% (67 empresas em 84) não recorriam à “Utilização de Serviços em Nuvem para Análise de Dados”;
- 69% (58 empresas em 84) não recorriam a “Software Baseado em Nuvem”;
- A larga maioria das empresas não tinha por hábito a “Partilha de Informação com Clientes/e ou Fornecedores” e as que partilhavam, com peso residual, respeitava à “Produção/Fabricação”.

Considerando a dimensão Operações Inteligentes, inferem-se as seguintes conclusões:

- Existe elevado défice de “Partilha de Informação relativa às Tecnologias de Informação (TI)”;
- A maior parte das empresas não possui “Controlo Autónomo de Produtos ao Longo da Cadeia de Produção” nem “Processos de Produção com Resposta Autónoma em Tempo Real”;
- A maioria das empresas não possuem “Recursos Internos para as Tecnologias de Informação (TI)” e na maioria não são detentoras de “Departamentos de Tecnologias de Informação (TI)” nas áreas operacionais” e não possuem “Especialistas em Tecnologias de Informação (TI)” adstritos às áreas operacionais;
- Uma fatia significativa das empresas não recorre aos “Serviços da Nuvem para Implementação de Ações de Segurança”, com especial ênfase para as Micro Empresas;
- A larga maioria das empresas não recorre à “Utilização de Serviços em Nuvem para Análise de Dados” e não “Usa Softwares Baseados em Nuvem”.

PRODUTOS INTELIGENTES (PI)

- Sete (7) empresas inquiridas incorporavam ou produziam “Produtos Equipados com Funcionalidades Baseadas em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)”;
- Sete (7) empresas, apenas três (3) 17,6% procediam à “Análise dos Dados Recolhidos” e três (3) 17,6% não “Analisa Dados”.

Considerando a dimensão Produtos Inteligentes, inferem-se as seguintes conclusões:

- A larga maioria das empresas desta fileira não contemplam na sua oferta, nesta fase do seu ciclo de vida, Produtos Inteligentes;
- Impera ainda uma cultura empírica no “Tratamento e Utilização da Informação” não sendo esta usada para a tomada de decisão quer de ordem mais operacional, tática ou estratégica.

SERVIÇOS BASEADOS EM DADOS (SBD)

- A grande maioria das empresas não “Integra Dados com Vista ao Desenvolvimento de Novos Serviços/Áreas de Negócio”;
- 78,6% das inquiridas, consideravam sem relevância a “Importância dos Serviços Baseados em Dados nas Receitas da Empresa”;
- 25% das inquiridas não fazia “Uso dos Dados Recolhidos”.

Considerando a dimensão Serviços Baseados em Dados, inferem-se as seguintes conclusões:

- A cultura de “Tratamento de Informação de Gestão” é ainda exígua e a maioria das empresas não “Recolhe e Trata Dados com Vista à Tomada de Decisões de Gestão”, em particular com o “Desenvolvimento de Novos Serviços/Áreas de Negócio”;
- A maioria das empresas não atribui importância dos “Serviços Baseados em Dados para as Receitas das Empresas”.

RECURSOS HUMANOS (RH)

- 41,7% das inquiridas consideravam que a competência “Automação” era “Não Relevante”;
- 27% das inquiridas admitia que as competências de “Automação” eram “Inexistentes ou Inadequadas”;
- 31% das inquiridas admitia que as “Competências para Utilização de Software Colaborativo” eram “Inexistentes ou Inadequadas”.

Considerando a dimensão Recursos Humanos, inferem-se as seguintes conclusões:

- As “Competências de Automação” não são ainda valorizadas por uma amostra significativa das empresas;
- Em cerca de um terço das empresas as “Práticas de Gestão” não recorrem à “Utilização de *Softwares* Colaborativos”.

2.4 Competências e ações de melhoria para as empresas

Após análise das conclusões genéricas, das conclusões referentes à análise dos componentes principais e das conclusões respeitantes às seis (6) dimensões do modelo de maturidade, constata-se uma perspetiva algo preocupante e que urge mudar em diversos quadrantes das empresas.

A análise aprofundada deste estudo, permite verificar que no conjunto das empresas estudadas, a implementação e, pior ainda, a eventual consideração de futuras implementações da Transformação Digital que possa levar essas empresas para o patamar da Indústria 4.0, é inexistente ou quase inexistente.

Urge para o universo das empresas do estudo compreender a realidade económica vigente nomeadamente a realidade da Indústria 4.0 com as grandes transformações tecnológicas em curso centradas na Transformação Digital, isto é, a assimilação dos conceitos referentes à integração das tecnologias digitais avançadas como a Internet das Coisas (*IoT*), Inteligência Artificial (*IA*), “*Data Business Analytics*”(DBA) e Robótica em todas as áreas da indústria com vista ao desenvolvimento da sua competitividade bem como à criação de novos processos de negócio.

A utilização de “**Cloud Computing**”, apesar de ser um dos pressupostos chave da Transformação Digital, é praticamente inexistente, quer na sua perspetiva de computação em ambiente remoto quer na sua perspetiva de armazenamento remoto de dados.

De igual modo, a consideração e utilização de técnicas de **“Data Business Analytics”** é praticamente nula. Apesar de a geração de dados por parte de empresas desta dimensão e tipo poder ser bastante menor do que empresas de outros tipos e principalmente de maiores dimensões, não significa necessariamente que esses dados não devam ser armazenados e considerados para o estabelecimento de técnicas, nem que sejam as mais básicas, de **“Data Analytics”**. As empresas têm sempre de considerar a análise de vendas e da produção passada que tiveram mas ao fazerem isso sem ser numa perspetiva de **“Data Analytics”**, limitam-se a análises empíricas e com horizontes de utilização temporal bastante curtos podendo desse modo não obter informação suficiente e necessária que lhes permita extrair conhecimento fiável e consistente de modo a permitir alavancar de um modo mais real e objetivo as suas perspetivas futuras de produção e da evolução dos mercados onde operam.

A **“Manufatura Aditiva” e “3D Printing” (Impressão 3D)”** é outra das tecnologias da i4.0 que se constitui como grande oportunidade para o desenvolvimento das organizações determinando *know-how* técnico e de engenharia com competências para a sua implementação, criatividade de soluções, definição e construção de ferramentas de *software* específicas, mecanismos de controlo e monitorização. A introdução de tecnologia e dispositivos inteligentes para realmente automatizar boa parte dos processos operacionais e mesmo estratégicos potenciarão a “produção inteligente” permitindo agilizar o nível e a qualidade produtiva de forma que a indústria se alinhe com a procura de um mundo cada vez mais global, populoso e exigente. A importância da manufatura/fabrico aditiva(o) e dos simuladores robóticos, permite o acompanhamento e aumento de tarefas de engenharia na instalação de equipamentos industriais e suas alterações. Por exemplo, a visão computacional é uma tecnologia altamente disruptiva e tem desempenhado um importante papel na Transformação Digital, sobretudo no que se refere à Indústria 4.0.

Analisando os resultados do estudo podemos afirmar que a aplicabilidade destas tecnologias e ferramentas de impressão 3D e simulação é residual ou praticamente nula nas empresas desta fileira.

As tecnologias e ferramentas i4.0 como a “**Robótica**”, “**Automação**” e “**Inteligência Artificial**”, constituem-se como atores de capital importância na revolução da produção industrial em marcha. Na prática, com a integração de diferentes tecnologias como a Inteligência Artificial, Robótica, Internet das Coisas e Computação em Nuvem, além de se promover a digitalização das atividades industriais, incrementamos a competitividade das empresas, reduzimos custos, potenciamos a produção de modo padronizado do chão de fábrica. A utilização de linhas de produção mais sofisticadas, a comunicação ativa e a possibilidade de gestão mais aprofundada, implicarão maior performance dos processos ao minimizar a ocorrência de erros, desperdício de consumíveis e principalmente do tempo ativo cada dia mais valioso para as empresas. Os resultados do estudo refletem nestes domínios a ausência nas empresas e nos seus processos produtivos do emprego de soluções robóticas em interação com o homem, visando o cumprimento de tarefas repetitivas pelos *robots* e a execução de tarefas cognitivas pelo homem, a utilização de modelos de Inteligência Artificial facilitadores na distribuição e racionalização das tarefas humanas.

Outro fator muito preocupante e que se infere da análise dos resultados do estudo é a quase inexistência de medidas, quer passivas quer ativas, de “**Ciber Segurança**”. Isto é muito grave pois esta ausência pode influenciar não só o futuro crescimento da empresa, mas ter um efeito “imediato” no seu funcionamento caso essa ausência de Ciber Proteção não seja rapidamente colmatada. A Ciber Segurança é não só um dos pilares chave de empresas na perspetiva da Indústria 4.0 mas para qualquer empresa mesmo que ainda não possa ser considerada como estando no patamar da Indústria 4.0 ou lá perto.

Consideramos que de entre as falhas detetadas no relatório, as referentes a falhas em Ciber Segurança são aquelas de correção mais premente e a ter de ser feita de imediato. As medidas perspetivadas são fundamentais para um futuro próximo da empresa, mas estas relacionadas com a Ciber Segurança, ou melhor com a realidade da sua quase ausência em muitas das empresas consideradas no estudo, é de influência imediata na empresa e nas suas capacidades produtivas atuais que podem ser fortemente afetadas num futuro muito próximo, independentemente de avançarem ou não para a sua Transformação Digital. Os peritos costumam referir que os ataques informáticos irão sempre decorrer só não se sabendo é quando é que irão decorrer. É, pois, somente uma questão de tempo que tal venha a acontecer e neste cenário de uma grande ausência de medidas de Ciber Proteção, isso é muito potenciado.

A realidade económica atual e a referente ao passado próximo em que a economia teve muitas flutuações negativas, pode levar a esta realidade denotada no estudo. No entanto, tem de se considerar e consciencializar as indústrias de que a Transformação Digital é uma estratégia que leva exatamente a ultrapassar essas eventuais problemáticas e permitir o crescimento e evolução das organizações num mundo cada vez mais competitivo e onde, na maior parte do mundo global e super concorrencial em que estamos inseridos, estão a ser implementadas por muitas outras indústrias, nomeadamente estrangeiras, levando com isso a que, caso não se faça nada, as indústrias alvo deste estudo, possam ser rapidamente ultrapassadas pela concorrência.

A abordagem a ter em conta na Transformação Digital preconizada, deve ter em conta não só o seu sucesso aquando da sua implementação, mas também deve ter-se desde logo em consideração como sustentar essa transformação a longo prazo.

Em resumo, entende-se que as empresas inquiridas no estudo de avaliação de maturidade i4.0 da fileira vocacionada para os "Equipamentos, Bens,

Ingredientes e Serviços" para a Indústria Alimentar, Bebidas e tabaco nas regiões do Centro e Norte de Portugal, evidenciam uma elevada necessidade em desenvolver o seu conhecimento quanto às tecnologias e ferramentas i4.0 nomeadamente nas seguintes competências:

- Conceito relativo ao Ecosistema da i4.0;
- “Big Data” e “Data Business Analytics”;
- Manufatura Aditiva e “3D Printing” (Impressão 3D);
- Robótica e Automação;
- “Cloud Computing” (Computação na Nuvem);
- “Ciber Security” (Ciber Segurança).

3. CONCEITOS I4.0

3.1 Conceito relativo ao ecossistema da i4.0

A indústria no seu todo e em particular considerando a perspetiva evolutiva designada por Indústria 4.0, atravessa um período de grande transformação que passa por novas visões e perspetivas de evolução, nos seus diversos quadrantes, económico, produtivo, de geração de valor e de relações com os seus clientes, que conduzirá num futuro muito próximo a novas realidades.

A base destas transformações centra-se na designada Transformação Digital. A Transformação Digital emprega uma combinação de tecnologias digitais avançadas e práticas com o objetivo de permitir grandes melhorias nos processos de negócios: melhores produtos e serviços, vantagens competitivas, melhores e mais próximas relações e experiências com os clientes, inovação do modelo de negócios e novos processos de negócios e de produção.

Devido a estas necessidades, a Transformação Digital tornou-se, pois, numa estratégia primordial e imperativa no funcionamento das organizações e a visão dos seus líderes, tendo-se por isso de a considerar e implementar obrigatoriamente.

Esta Transformação Digital não afeta apenas a oferta de produto e serviços da indústria, mas é mais profunda, envolvendo também a forma como funcionam e como as mesmas se posicionam no mercado. Isto obriga a que qualquer organização, como um todo, tenha um programa de transformação em toda a empresa e não tão somente numa parte da mesma.

Deste modo, a necessidade e obrigatoriedade da consideração e implementação deste conceito de Transformação Digital faz com que as indústrias tenham de se preocupar e transformar em duas áreas principais: **a primeira área principal** a considerar são os sistemas técnicos o que inclui a consideração e adoção de tecnologias digitais avançadas, “Cyber-Physical Systems” (CPS) (sistemas ciberfísicos), “Cloud Computing” (computação na nuvem), “IoT” (Internet das Coisas), “Data Business Analytics” (análise de dados), “Big Data” (grandes dados) e Robotização, sendo obrigatória que toda esta componente digital incorpore fortes medidas de Ciber Segurança de modo a garantir um correto e constante funcionamento desta componente digital da Transformação Digital; **a segunda componente principal**, que à priori poderia pensar-se não ser necessário ser considerada nesta Transformação Digital mas que é essencial de ser considerada e tida em conta, é o eco sistema constituído pelos sistemas sociais da organização: as pessoas, a cultura organizacional, os objetivos, os procedimentos e estruturas como um todo e perfeitamente sincronizadas e funcionando numa perspetiva holística, pois as organizações não são mais do que sistemas complexos que consistem em componentes interdependentes.

Nesta estratégia de Transformação Digital consideram-se como mais importantes, quatro dimensões para a sua implementação e sucesso:

- Utilizar as tecnologias digitais;
- Mudar as perspetivas da criação de valor;
- Promover mudanças estruturais na organização;
- Considerar os aspetos financeiros sob novos enquadramentos.

Considerando a quarta dimensão referida, os aspetos financeiros, a análise destes é de capital importância pois os custos poderão *à priori* criar obstáculos na implementação desta estratégia por aparentemente se revelarem elevados; na ótica dos benefícios financeiros e na estratégia da organização será também necessário considerar os proveitos futuros decorrentes da adoção da estratégia de Transformação Digital; no “*trade-off*” destes aspetos financeiros poderão naturalmente as organizações constatar benefícios sendo que deverão ter sempre presente que os custos da não adoção da Transformação Digital poderão materializar-se pela perda de competitividade e até término da sua existência.

A Transformação Digital é, pois, uma realidade a considerar, não só do ponto de vista teórico mas também profissional que está a revolucionar o modo como as organizações industriais operam através do emprego das tecnologias digitais levando essas organizações a uma nova era de industrialização, conhecida como Indústria 4.0. Para tal, as organizações poderão ter de alterar os seus processos internos de criação de valor em torno desta nova realidade da Indústria 4.0 e da incorporação das várias tecnologias digitais, determinando naturalmente a continuidade e até desenvolvimento da sua competitividade! No entanto o conceito de Transformação Digital é ainda muito confuso para muitas organizações industriais que não percebem não só o seu real significado, mas, e por causa disso, as eventuais vantagens decorrentes da sua utilização, o que muitas vezes conduz a trágicos erros de implementação. Desse modo convém desde já clarificar o seu real significado e para isso começar por desmistificar algumas perceções como a consideração de que a Transformação Digital significa simplesmente digitalizar os seus compromissos com os clientes e operações relacionadas com os negócios que a empresa desenvolve, isto é, é necessário deixar de se pensar que é tão somente substituir os processos analógicos humanos por dispositivos ou processos digitais de aplicação. A Transformação Digital pode também ser isso, mas não é de modo algum só isso! A Transformação Digital passa também por reinventar e inovar os

modelos de negócios e não apenas otimizar os processos de negócios existentes como criar e alavancar novos ativos digitais, tais como dados, análises e insights ou propensões sobre clientes, produtos e operações, que reinventando os modelos de negócios permitam considerar e criar uma diferenciação competitiva.

Numa primeira abordagem e de acordo com a dimensão das organizações industriais, a implementação destas tecnologias digitais pode passar pelo aumento da cooperação interorganizações industriais para minimizar e atenuar os custos de implementação e funcionamento, nomeadamente das estruturas de apoio ao funcionamento destas tecnologias digitais. Estes custos poderão ser não só financeiros, mas também organizacionais, nomeadamente nas suas estruturas funcionais e para a manutenção das quotas de produção dentro dos níveis habituais, isto é, minimizar eventuais quebras de produção que numa fase inicial de implementação das novas tecnologias e processos poderiam daí decorrer. Numa fase mais madura destes processos de Transformação Digital, seriam analisadas estas condições e as mesmas poderiam manter-se ou serem autonomizadas, situação em que, por exemplo, cada organização industrial poderia passar a dispor de estruturas próprias de base e de apoio à utilização das tecnologias digitais necessárias à implementação da Transformação Digital. Considerando estes vários aspetos, é muito importante não só avançar-se para a Transformação Digital nas empresas consideradas no estudo, mas também fazê-lo de uma forma correta de modo que se possam obter os três tipos de valor expectáveis de se obterem com a transformação digital: *produtividade e ganhos de eficiências, novos fluxos de receita e acréscimo de valor e de mais valias sociais*.

Por último, a consideração e implementação destas medidas de Transformação Digital não deve ser realizada através de um conjunto de medidas avulsas, não coordenadas e não integradas, ao invés considerarem sempre um plano de implementação integrado, tecnicamente correto, evolutivo e consistente.

Em resumo e segundo a “McKinsey & Company”, “a Indústria 4.0 – também chamada de Quarta Revolução Industrial ou 4IR – é a próxima fase na digitalização do setor industrial, impulsionada por tendências disruptivas, incluindo o surgir e aumento de dados e sua conectividade, a análise de dados, a interação homem-máquina e novos desenvolvimentos na robótica”.

3.2 Ferramentas i4.0

As tecnologias digitais estão a transformar os processos da produção industrial, desde a conceção, projeto e engenharia até à produção propriamente dita. O recurso à utilização das ferramentas do universo da i4.0 permitirá às empresas maior flexibilidade nos processos, maior produtividade, resultados e produção de maior qualidade.

A Terceira Revolução Industrial ou Revolução Digital ofereceu à humanidade os computadores, eletrónica diversa, a Internet e muito mais. A Indústria 4.0 acaba por dar uma nova vida à Revolução Digital transpondo as suas invenções para um patamar superior através de quatro tipos de tecnologias disruptivas:

- Conectividade, informação e o potencial computacional: Tecnologias na Nuvem, Internet, Blockchain, Sensores;
- Análise e a Inteligência: “Analytics Avançado”, “MachineLearning”, Inteligência Artificial;
- Interação Homem-Máquina: Realidade Virtual e Realidade Aumentada, Robótica e Automação, Veículos Autónomos;
- Engenharia Avançada: Manufatura Aditiva (como a impressão 3D), Energia Renovável, Nanopartículas.

Podemos afirmar hoje que existe um conjunto de pilares por trás da *Quarta Revolução Industrial* que passamos a explorar:

3.2.1 Internet das Coisas (*Internet of Things IoT*)

Interconexão entre objetos por meio da Internet. Estes objetos (sensores, *softwares* e outras tecnologias), são organizados em redes que comunicam e interagem, podendo ser remotamente monitorizados e/ou controlados, resultando em ganhos de eficiência. Com ela, um número cada vez maior de produtos incorpora inteligência e será conectado usando protocolos padrão. Isso descentraliza a análise e a tomada de decisões, permitindo respostas em tempo real.

3.2.2 Grandes Dados (*Big Data*)

O "*Big Data*" é hoje essencial. Grande parte do valor oferecido por algumas das grandes empresas da tecnologia é proveniente da análise constante de "dados" geradora de maior eficiência e novos produtos.

O conceito de "*Big Data*" são "dados", informação de maior diversidade e complexidade, que nos chegam em volume crescente e com maior velocidade. São utilizadas técnicas estatísticas e de inteligência artificial para extrair informações relevantes para os negócios, inferências e tendências.

Muitos investigadores sugerem que os "dados são a base da Indústria 4.0", entendendo-se com isso que para a Indústria 4.0 ter sucesso, os dados têm de ser considerados nos processos industriais do início ao fim do ciclo de um produto.

Não é pois de estranhar que os "dados" são atualmente considerados como o "*Ouro Branco*" da indústria tal como referenciados pela primeira vez num artigo de capa da prestigiada publicação "*The Economist*" em 6 de Maio de 2017, nomeadamente a citação de que "*The world's most valuable resource is no longer oil, but data*" "*O recurso de maior valia já não é o petróleo mas sim os dados*".

Com esta perspetiva, esta publicação recentralizou o valor dos "dados" e a sua utilização num mundo cada vez mais digital e colocou um termo, pelo menos

conceptual, ao modo como a maioria das organizações considerava a obtenção, armazenamento, as informações e a extração de conhecimento que poderia ser obtido dos dados resultantes da sua atividade, nomeadamente no caso das indústrias.

Anteriormente ao conceito da Indústria 4.0 e à sua contextualização neste conceito, os dados já eram ativos de negócios considerados como bens intangíveis essenciais, mas após esta recentralização, a sua importância e a forma de serem encarados aumentou e foi substancialmente valorizada! Nesta perspetiva, tal como se considera para qualquer outro ativo, faz todo o sentido a preocupação com a sua proteção, com o seu tratamento e com a sua valorização.

O “*Big Data*” refere-se a um conjunto de “dados” de maior dimensão e mais complexo, proveniente de novas fontes de informação. Este conjunto de “dados” é de tal modo volumoso que os *softwares* tradicionais de processamento de dados têm dificuldade em geri-los. Este conjunto significativo de “dados” pode ser usado na gestão e desenvolvimento dos negócios.

A quantidade de “dados” é importante e decisiva. Com o “*Big Data*” existe a necessidade de processar um volume significativo de “dados não estruturados e de baixa densidade”. Estes “dados”, podem ser de valor desconhecido como o “*feed de dados do Twitter*”, o fluxo de cliques de uma qualquer página *web*, de um aplicativo móvel ou de equipamentos habilitados para sensores. A utilização de “dados” por algumas organizações poderá ser da ordem de algumas dezenas de *Terabytes* (1TB=1 milhão de milhões de bytes) e para outras centenas de *Petabytes* (1000 TB).

O “*Big Data*” pode considerar-se como “dados estruturados, semiestruturados e não estruturados”. Uma quantidade significativa de “dados” considera-se não estruturada. Os “dados não estruturados e semiestruturados” do tipo texto,

áudio e vídeo, exigem pré-processamento adicional de modo a obterem significância e com tal dar suporte aos “metadados”.

Fruto dos recentes avanços tecnológicos o custo de armazenamento e computação de “dados” reduziu-se exponencialmente sendo por tal mais fácil e menos dispendioso “armazenar dados”. O exercício da decisão nos dias hoje reveste-se naturalmente de maior precisão, de menor risco, sendo as decisões facilitadas pela existência do “maior volume de dados” e por estes serem mais baratos e acessíveis.

Detetar valor no “*Big Data*” exige análise, análise esta realizada por analistas perspicazes, minuciosos e com poder crítico, capazes de reconhecer padrões, estabelecerem “raciocínios baseados em dados” e com capacidade de prever comportamentos.

3.2.3 Computação na Nuvem (*Cloud Computing*)

A Computação na Nuvem entrou em cena bem antes da pandemia global COVID - 19 em 2020, sendo que a Transformação Digital que se seguiu contribuiu para demonstrar o seu poder e a sua utilidade. Assistimos neste momento pós-pandémico ao emergir de novos comportamentos que ditarão com certeza o redesenhar e desenvolvimento de novas estratégias na condução das organizações.

A Computação na Nuvem consiste na distribuição de serviços de computação - servidores, armazenamento, bases de dados, redes, *software*, análises, inteligência - pela Internet com utilização de memória, capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores instalados em “*data centres*”, proporcionando recursos flexíveis e economias de escala às organizações para as suas operações de gestão, de inovação e prestação de serviços aos clientes. A Computação em Nuvem permite às empresas aceder a recursos computacionais abundantes como um serviço a partir de distintos

dispositivos remotos em detrimento de investimentos e detenção de aplicativos digitais em servidores próprios.

Com a Computação na Nuvem, as organizações poderão adquirir uma enorme diversidade de serviços oferecidos por fornecedores de serviços na nuvem (CSPs *cloud service providers*) em que os servidores destes poderão armazenar todos os aplicativos das organizações clientes. Com a aquisição destes serviços, ao invés de ferramentas e servidores próprios, as organizações podem incrementar a rapidez das suas ferramentas de computação bem como reduzir os custos das mesmas.

Os processos operacionais da era da Indústria 4.0 requerem maior partilha de dados entre sites e empresas. O desempenho das tecnologias de nuvem melhorará cada vez mais, alcançando tempos de resposta de meros milissegundos.

O modelo de Computação em Nuvem ajuda hoje as organizações a escalar novas soluções digitais de maior velocidade e agilidade bem como a criar valor de forma mais veloz. Os programadores recorrem aos serviços da nuvem para criar e executar aplicativos customizados de modo a manter as infraestruturas e redes das empresas seja qual for a sua dimensão, especialmente as empresas à escala global.

Os fornecedores de serviços na nuvem oferecem hoje serviços como análises para lidar e manipular grande quantidades de dados, potenciando estes serviços menor tempo de resposta das empresas ao mercado e aceleração dos seus tempos de inovação.

3.2.4 Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence IA*)

A Inteligência Artificial nasceu na década de 1950, quando o inglês *Alan Turing* criou um teste para determinar a capacidade de uma máquina imitar funções cognitivas humanas, incluindo a perceção, o raciocínio, a aprendizagem e a resolução de problemas. Consiste na “aplicação de análise avançada e

técnicas baseadas em lógica, incluindo aprendizagem de máquinas, para interpretar eventos, analisar tendências e comportamentos de sistemas, apoiar nas decisões”.

A Inteligência Artificial evoluiu com a capacidade de as máquinas aprenderem, “*Machine Learning (ML)*” – em que os sistemas incorporam e aprendem com os dados, usando esse conhecimento no estabelecer de previsões mais assertivas e decisões ao longo do tempo. O advento das redes neurais profundas em 2010 inaugurou a era da aprendizagem profunda, “*Deep Learning (DL)*”.

As soluções de “*Machine e Deep Learning*” requerem duas fases: treino e obtenção de conclusões através de evidências e justificação, fase de inferência. A título de exemplo, pensemos no *software* das viaturas autónomas criado pelos programadores para ajudar os sistemas na deteção de obstáculos como animais ou pessoas na via pública, em que imagens destes são apresentadas à rede neuronal para testes de reconhecimento. Os parâmetros da rede neuronal são então afinados até que a rede neuronal assuma elevada precisão na deteção visual. Após a rede visualizar milhões de imagens e estar totalmente treinada, esta permitirá o reconhecimento de cães e pessoas durante a fase de obtenção de conclusões, inferência.

O treino representa ainda cerca de 95% do volume de trabalho relacionado com a Inteligência Artificial na nuvem pública pois a maior parte dos aplicativos de “Inteligência Artificial” são ainda relativamente imaturos, requerendo grande quantidade de dados para elevar a sua precisão. Com o amadurecer dos modelos de “Inteligência Artificial”, a fase de obtenção de resultados através de evidências e justificação, fase de inferência, ganhará maior quota na nuvem. Na verdade, a fase de inferência do “*Deep Learning*” poderá ser responsável por 30 a 40% do volume de trabalho na nuvem pública nos próximos três a cinco anos, admitindo-se que com treino poderá cair em torno dos 60 a 70%. A fase de inferência ganhará também quota com o surgir do “*Edge Computing*” (computação de periferia, ocorre dentro de dispositivos), dado

que a inovação permitirá o desenvolvimento de chips de inferência de baixo consumo e elevado desempenho.

3.2.5 *Data Business Analytics (DBA)*

Contextualizando os conceitos ligados à chamada “*Data/Business Analytics (DBA)*”, e ao seu interesse e utilização pelas empresas, sistematiza-se esse conceito e enquadram-se os mesmos no interesse da sua utilização pelas empresas abrangidas pelo estudo.

É vulgar considerar-se que para a correta utilização de “*Data Business Analytics (DBA)*”, que basicamente consiste na “análise dos dados próprios de uma organização, em particular uma organização industrial, resultante da sua atividade e que podem servir para perspetivar a evolução dessa organização” nomeadamente no que a futuras vendas de cada um dos produtos que produz, a evolução temporal das vendas de cada um deles, a necessidade de resposta à diversidade de procuras de mercado, evidenciadas pela análise dos dados da procura, de esses produtos evoluírem ou mesmo deixarem de ser fabricados e substituídos por outros e fazer essa substituição atempadamente, existe a necessidade de se dispor de uma grande quantidade de dados. Tal poderá não ser de todo correto dependendo do enquadramento e do tipo das organizações industriais pois a “*Data Business Analytics (DBA)*” pode decompor-se em várias partes tendo em conta a abordagem que se faz dos dados e o modo de os tratar ou considerar.

3.2.6 *Realidade Virtual (Virtual Reality VR)* e *Realidade Aumentada (Augmented Reality AR)*

As tecnologias imersivas, especialmente a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada, estão a alterar profundamente o modo como interagimos com os conteúdos. Os investimentos substanciais em tecnologias imersivas, realizados pelos gigantes da tecnologia como a Sony Google e Facebook, sugerem que estas tecnologias estarão cada vez mais integradas com as plataformas em que mais consumimos conteúdo. Uma grande fatia da procura por estas tecnologias

advém ainda hoje das indústrias da dita economia criativa, nomeadamente a do “*Gaming, dos Eventos, do Vídeo e Retalho*”, afiguram-se, no entanto, indústrias alternativas quanto à sua aplicação como as da “*Educação, Saúde, Militar, Indústria em geral e Imobiliária*”.

A Realidade Virtual e Realidade Aumentada transformam o modo como visualizamos e utilizamos os dados, desenvolvemos inovação, geramos eficiência e vantagem competitiva. Com as tecnologias da Realidade Virtual e Realidade Aumentada, oferece-se aos retalhistas a possibilidade de satisfazer pedidos com maior rapidez e precisão, aos cirurgiões a possibilidade de realizarem operações com maior precisão. Estas poderão aplicar-se como modelos no trabalho e assistência remotos – mais importantes do que nunca dadas as constantes alterações do mundo em que vivemos, constituindo-se como mais ajustadas e efetivas. As vantagens da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada e sua interligação por vida de uma realidade mista – evoluem em significativo crescimento.

Segundo um artigo da *McKinsey & Company*, “*Augmented and Virtual Reality*” de 2017 Outubro 03, “*Drue Kataoka*” defende que a “*Realidade Virtual e a Realidade Aumentada*” oferecerão um meio criativo completamente novo – o sonho de um artista em construir mundos, pixel por pixel. Ainda segundo o mesmo artigo, “*Eugene Chung*”, fundador e CEO da “*Penrose Studios*”, defende que a utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada proporcionará uma sensação de presença e imersão sendo uma nova forma de arte e um novo modo de experimentar.

Hoje as tecnologias Realidade Virtual e a Realidade Aumentada são multifacetadas e customizadas, quando necessário, para o mundo empresarial.

A Realidade Aumentada mantém-nos no mundo físico sobrepondo o nosso campo de visão com informações digitais através do manuseamento e ou uso de sistemas como por exemplo a disponibilização em écran da leitura de dados

de sensores e instruções de manutenção aquando da realização de reparações.

A Realidade Virtual, tecnologia totalmente imersiva, recorre a um *display* montado na cabeça colocando o utilizador num ambiente gerado por um computador onde este poderá visualizar e manipular objetos virtuais. A “Realidade Virtual” bloqueia completamente o mundo físico não se podendo interagir com objetos no mundo real, funcionando, no entanto, muito bem para determinados casos como o treino de militares ou trabalhadores da indústria petrolífera e gás em ambientes isentos de risco.

A “Realidade Mista, combinação da Realidade Aumentada com a Realidade Virtual”, oferece a possibilidade de interagirmos com objetos digitais no nosso ambiente físico. Um neurocirurgião pode por exemplo manipular uma ressonância magnética 3D projetada por cima de um paciente. Os sistemas de “Realidade Mista” usam imagens sofisticadas, incorporadas em óculos inteligentes ou monitores montados na cabeça, para sobrepor elementos virtuais no nosso campo de visão. Evitam o isolamento de sistemas de Realidade Virtual enquanto fornecem maior aumento digital do que a Realidade Aumentada.

A aplicabilidade destas tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada nas empresas, entre outras, fornecerá aos operadores informações em tempo real de que precisam para tomar decisões mais rápidas e para melhorar processos de trabalho.

3.2.7 Robótica, Automação (*Robotics and Automation*)

Na generalidade do mundo industrial, as empresas encontram-se apostadas na implementação de Sistemas Robóticos e de Automação.

Os robôs fornecem uma gama cada vez maior de serviços estando a tornar-se mais autónomos, flexíveis, cooperativos e colaborativos. Estes irão interagir uns

com os outros, bem como trabalhar com humanos ou no mesmo espaço num ambiente de absoluta segurança.

Atualmente, devido ao avanço tecnológico, existe uma ampla variedade de sistemas automatizados aplicados na indústria e nas suas áreas envolventes, contribuindo para a realização de tarefas repetitivas. A utilização destas tecnologias permite quer o aumento da produção quer a redução de custos bem como permite melhorar a qualidade do serviço e do produto, contribuindo para o aumento da competitividade via:

- Redução de Recursos Humanos, alocando estes para tarefas de maior valor acrescentado;
- Aumento dos Custos de Implementação das Soluções sendo necessário uma maior qualificação humana para a operação dos equipamentos;
- Permitirem o Aumento da Qualidade dos Produtos, oferecendo maior confiabilidade no cumprimento dos requisitos bem como apresentam melhores características de repetibilidade, de resolução, de precisão permitindo assim uma garantia de qualidade;
- Permitirem a Redução de *Stocks* bem como a redução de produtos perdidos/desperdícios;
- Redução do Tempo de Projeto, fabrico de novos produtos, permitindo modificações mais rápidas, respondendo assim às solicitações dos mercados;

No que respeita às “desvantagens desta tecnologia”, a mais frequente reflete-se na alteração das tarefas do trabalhador apesar dos benefícios sociais que poderão resultar da reconversão dos mesmos. “Outra desvantagem” advém do elevado investimento de capital inicial para ter um sistema automatizado totalmente ou parcialmente integrado.

Segundo um artigo da “McKinsey & Company de Janeiro de 2023”, “*unlocking the potential of robotics and automation*”, “(...) para muitas empresas os “Sistemas de Automação” serão responsáveis por 25% dos investimentos de capital nos próximos cinco anos, resultados de uma pesquisa da “McKinsey Global Industrial Robotics Survey de 2022, ressaltando no entanto que para inúmeras empresas as principais preocupações residem no desafio que a Robotização e Automação incorporam, nos custos inerentes ao *hardware* e na falta de experiência das próprias”.

De acordo com o mesmo estudo da *McKinsey & Company*, “entre os setores industriais, **o maior investimento em Automação nos próximos cinco anos será afeto ao retalho e bens de consumo (...), seguido da indústria alimentar, bebidas e automóvel**. Para os operadores e serviços de logística a Automação representará no mínimo 30% dos seus investimentos de capital nos próximos cinco anos - a maior parcela entre os segmentos industriais pesquisados”.

A utilização de Manipuladores Industriais para agarrar e manusear cargas pesadas, permite aos operadores movimentar objetos de forma rápida, prática e segura, reduzindo o seu esforço. Assim sendo, contribuem para diminuição do número de acidentes de trabalho no setor industrial, bem como a ocorrência de lesões músculo-esqueléticas, aumentando a produtividade, prevenindo acidentes de trabalho e facilitando a realização de tarefas pesadas ou mais perigosas.

Uma solução eficiente em termos de produção industrial flexível não é apenas ter um robô industrial, na realidade a solução perfeita é “combinar numa linha de produção os trabalhadores e os sistemas robóticos”, permitindo assim aproveitar as qualidades de cada um como por exemplo a capacidade cognitiva e coordenação dos humanos e a precisão e repetibilidade dos robôs. Deste modo, os Robôs Colaborativos, permitem a interação com os humanos de um modo seguro no mesmo espaço de trabalho e ou na colaboração de tarefas. Os Robôs Colaborativos têm vindo a aparecer cada vez mais na

indústria e podem trazer vantagens bastantes promissoras, garantem segurança graças aos seus sistemas de segurança, são bastantes flexíveis devido à estrutura leve e ao espaço que ocupam tornando-se úteis em diversas aplicações, de fácil configuração e possuindo uma programação mais simples e intuitiva. Apesar das vantagens descritas também “apresentam diversas desvantagens, ainda são muito dispendiosos comparando com os Robôs Industriais, possuem baixa capacidade de carga, dimensões limitadas e uma velocidade de trabalho bastante inferior”.

A utilização de sistemas com Inteligência Artificial pode ajudar em diversas tarefas tornando-as automáticas permitindo assim que os trabalhadores lidem com outro tipo de tarefas, levando a uma melhor gestão de recursos humanos. Podemos afirmar que existem “três (3) tipos de Inteligência Artificial”, a Inteligência Artificial Focada, denominada de Inteligência Artificial Fraca, é criada com o objetivo de resolver problemas numa área ou num problema específico, possuem uma capacidade enorme para guardar informação conseguindo os algoritmos efetuar tarefas complexas, mas sempre focadas no objetivo para o qual foi criada. A Inteligência Artificial Generalizada ou Inteligência Artificial Forte, foram desenvolvidas para ter as mesmas capacidades dos humanos em várias tarefas, como por exemplo os sistemas de visão computacional ou interpretação de dados. A Inteligência Artificial Superinteligente, refere-se a uma Inteligência Artificial que seja capaz de ultrapassar as capacidades dos humanos em qualquer tipo de tarefas, mas atualmente ainda está em processo de desenvolvimento e de investigação.

Embora os Robôs Manipuladores sejam uma grande ajuda na área industrial, ainda possuem uma limitação que se trata da falta de mobilidade. Através dos robôs móveis é possível criar uma autonomia permitindo uma adaptação ao ambiente e conseqüentemente abrir novos caminhos para diferentes aplicações. Os “*Autonomous Guided Vehicle (AGV)*” e os “*Autonomous Mobile Robots (AMR)*” também são um exemplo da robótica móvel, permitem o

transporte de matérias-primas ou produtos finais. O primeiro “*Autonomous Guided Vehicle (AGV)*” guiava-se por um fio de cobre no chão, este criava um campo magnético que era detetado pelo “*Autonomous Guided Vehicle (AGV)*” indicando-lhe o caminho a tomar. Atualmente os “*Autonomous Mobile Robots (AMR)*” já usam sensores, GPS e sistemas de visão e inteligência artificial para se poderem localizar e navegar no ambiente de trabalho.

Por outro lado, a utilização de simuladores na criação de réplicas digitais é de extrema importância, porque permitem melhorar os processos das empresas, por exemplo na integração de sistemas robotizados nas linhas de fabrico é possível desenvolver todo o programa dos robôs industriais sem existir a necessidade de haver deslocação para o chão de fábrica. Permite que se efetue o projeto, ensaiar e estruturar sem a necessidade de montar e desmontar máquinas, transportadores, e restantes elementos fabris, possibilitando uma escolha mais adequada para a realização das tarefas pretendidas otimizando os diversos processos de fabrico sem redução dos tempos de fabrico.

3.2.8 Manufatura Aditiva e Impressão 3D (*Aditive Manufacturing, 3D Printing*)

Manufatura Aditiva é um método revolucionário de produção, que permite desenvolver produtos num curto espaço de tempo, produzir artigos de forma imediata sem depender de moldes. O conceito está muito associado à impressão 3D, indo, no entanto, muito além. Por isso, cada vez mais a indústria está apostada e interessada na Manufatura Aditiva, aplicada na revolução da Indústria 4.0. Esta nova tecnologia está a revolucionar a fabricação de produtos bem como diversos segmentos. À medida que avançamos e nos desenvolvemos tecnologicamente, a exploração desta ferramenta é uma realidade em crescendo.

O termo Manufatura Aditiva representa um conjunto de tecnologias que são empregues no fabrico de objetos físicos diretamente a partir de fontes de dados. Estas fontes de dados são normalmente obtidas com recurso à tecnologia “*Computer Aided Design (CAD)*”. As geometrias podem ser obtidas utilizando

um programa de modelação “3D (CAD)”, ou pela conversão de arquivos obtidos em *scanners 3D*, tomografia computadorizada ou ressonância magnética. É um processo de fabrico com recurso à produção do componente camada a camada. Oferece diversas vantagens em muitas aplicações quando comparadas aos processos de fabrico clássicos baseados na remoção de material, tais como a fresagem ou torneamento.

A Manufatura Aditiva funciona por meio da adição de material camada por camada, com base num modelo digital. O processo inicia-se com o uso de um computador que controla uma máquina de Manufatura Aditiva. Essa máquina lê um arquivo de projeto 3D e adiciona material de forma aditiva para criar o componente tridimensional desejado. A adição de materiais ocorre por camada, com quantidades mínimas que formam uma película ultrafina. Cada camada sucessiva liga-se à camada anterior de material fundido ou parcialmente fundido. O processo aditivo pode ser usado para criar objetos de uma diversidade de materiais, como metais, plásticos e cerâmicos. Assim, é possível criar objetos com base num modelo digital.

No mercado, podem encontrar-se alguns tipos de Manufatura Aditiva:

- “*Fused Deposition Modeling*” ou *Modelagem de Deposição Fundida (FDM)*: utiliza filamentos de polímeros para produzir os objetos;
- “*Stereolithography*” ou *Estereolitografia (SLA)*: modelo que solidifica resinas líquidas com luz ultravioleta;
- “*Selective Laser Sintering*” ou *Sinterização Seletiva a Laser (SLS ou SLM)*: faz a produção a partir de materiais granulados de cerâmicas, plásticos e metais;
- “*Binder Jetting*” ou *Jateamento de Aglutinantes*: funciona com a pulverização de um aglutinante líquido sobre um pouco de pó, que se solidifica;
- “*Material Jetting*” ou “*PolyJet*”: utiliza um laser direcionado a uma poça de pó metálico, que o solidifica.

Esta tecnologia tem sido aplicada no fabrico de automóveis e aviões, e no setor da saúde é utilizada na produção de implantes odontológicos e próteses. As suas características abrem portas a um grande potencial na inovação, principalmente da indústria. O processo aditivo pode ser implementado no desenvolvimento de objetos de uma larga diversidade de materiais, como anteriormente mencionado: metais, plásticos e cerâmicas. À primeira vista, o metal pode parecer um material avesso a este conceito de Manufatura Avançada, porém, existem vários tipos que possibilitam o uso de processos aditivos nomeadamente o aço inoxidável e o titânio.

O processo de fusão de pós metálicos, engloba vários processos que utilizam um feixe laser como fonte de energia, dos quais se destaca a Fusão Seletiva a Laser, que deriva do inglês "*Selective Laser Melting*" (SLM). O processo aplicado a estes metais usados na fileira industrial em análise, recorre à modelação 3D como fonte de informação para a criação da geometria. Como referido atrás, a criação da geometria é realizada por adição de camada a camada, com total liberdade quanto à forma permitindo a criação de peças de metal, recorrendo a pós metálicos como material de base. Nesta linha, depois de criada a geometria recorrendo ao *software* "CAD", é necessário exportar o ficheiro, normalmente para um "ficheiro STL", que é importante que seja analisado, requerendo em alguns casos, a sua reparação devido à descontinuidade na geometria. Posto isto, os componentes são orientados segundo um eixo de construção, normalmente num *software* reconhecido pela máquina que vai produzir o mesmo, que é também responsável pela criação dos suportes. Finalmente, é feito o "setup" da máquina, onde são definidos os parâmetros relativos ao processo. O processo produtivo propriamente dito, inicia-se com a adição de material por parte da câmara de fornecimento de pós e do rolo, e em seguida, o material é fundido com recurso ao feixe laser em ambiente inerte. Posteriormente, a câmara de produção baixa sendo adicionada uma nova camada de material (pó), repetindo-se as etapas do processo até à conclusão da peça. Para finalizar o processo, falta apenas remover o componente

produzido, separar os pós metálicos não utilizados do mesmo, sendo que este pode requer tratamentos posteriores.

A Manufatura Aditiva pode proporcionar diversas vantagens para as empresas que decidem adotá-la:

- Protótipos Detalhados, com o uso desta tecnologia é possível fabricar protótipos minimamente detalhados que permitem testes numa versão mais realista dos produtos. Assim, as versões finais são mais eficientes correspondendo melhor às necessidades dos consumidores;
- Agilidade de Produção: outra grande vantagem no uso deste modelo de fabrico é a velocidade com que os bens são produzidos. A produção é rápida e segue o modelo digital do objeto, sendo por isso muito precisa. Esta agilidade permite fabricar um número maior de produtos, correspondendo em automático à procura do mercado;
- Redução de Custos: se a produção é mais rápida, também se economiza nos custos de produção. Além disso, a matéria-prima dessa produção é mais acessível do que as tradicionais gerando produtos menos onerosos e por tal vendida a mais clientes;
- Versatilidade: as máquinas tradicionais, na maioria dos casos, só operam utilizando um tipo de material. Com a Manufatura Aditiva, é possível fabricar artigos utilizando materiais diferentes num único processo. No caso das impressoras 3D, a expectativa é de que no futuro seja possível obter maior diversidade de materiais para produção;
- Personalização: além de se produzir com maior velocidade, a Manufatura Aditiva tem ainda a vantagem de oferecer personalização nos produtos. A procura por produtos customizados tem crescido e por tal, a adoção desta tecnologia pode ser vantajosa para as organizações;
- Sustentabilidade: por utilizar menor quantidade de materiais na produção, esta torna-se mais sustentável dado gerar menor desperdício de materiais e

economizar mais energia do que os processos de fabrico tradicionais. A Manufatura Aditiva é diferente dos processos de manufatura tradicionais, como a fabricação subtrativa, em que o material é removido de um objeto para criar a forma desejada. Uma das suas principais vantagens, como mencionado, é a versatilidade na criação de peças de modo mais rápido constatando-se também esta realidade nos modelos mais complexos. No entanto, existem “desvantagens associadas a este tipo de processo nomeadamente o facto de poder ser mais lenta e mais cara do que os processos tradicionais bem como pela possibilidade de se obterem produtos de qualidade inferior quando comparados aos artigos produzidos via métodos tradicionais”.

As Tecnologias de impressão 3D são adotadas devido ao seu elevado desempenho na produção de pequenos lotes dos produtos customizados.

3.2.9 Simulação (*Simulation*)

As Simulações com computadores foram inicialmente utilizadas na análise de problemas das missões militares na década de 1950. Mais tarde, inúmeras organizações recorreram às Técnicas de Simulação para a resolução de problemas em operações complexas. No curso da Terceira Revolução Industrial, as Técnicas de Simulação foram amplamente disseminadas e empregues nas ações de planeamento de recursos para a elaboração dos planos de produção, para as ações de compras e gestão das atividades das empresas. No final da década de 1980 as Técnicas de Simulação por computação gráfica foram empregues em processos de planeamento e decisão das organizações, tornando-se num processo disseminado e comum.

Ao longo da última década registaram-se novamente avanços significativos nas Técnicas de Simulação através da maior interação entre “*hardware e software*”.

No presente os modelos de simulação ao terem a capacidade de disponibilizar elevados volumes de dados em tempo real ou praticamente real, constituem-se novamente um auxiliar precioso na caracterização da maioria das ações

operacionais das organizações e como tal uma ferramenta que permite a estas, melhor compreensão do comportamento e dinâmica dos seus sistemas. Fruto do seu potencial de aplicação, as Técnicas de Simulação são hoje elemento integrante da Indústria 4.0 funcionando como interface entre o armazenamento de dados, os sistemas de gestão de produção, sistemas de planeamento de recursos, sistemas de automação e outros sistemas de gestão, permitindo às organizações a consecução de objetivos comuns, como por exemplo a análise preditiva das ações de melhoria e de performance no longo e médio prazo de um determinado sistema. A utilização de Simuladores na criação de réplicas digitais é de extrema importância, porque permitem desenvolver o programa dos robôs industriais sem a necessidade de haver deslocação para o chão de fábrica. Permite que se efetue o projeto, ensaiar e estruturar sem a necessidade de montar e desmontar máquinas, transportadores, e restantes elementos fabris, possibilitando uma escolha mais adequada para a realização das tarefas pretendidas.

Estes novos desenvolvimentos, através da incorporação das Técnicas de Simulação, predição e otimização em conjunto com a análise de dados, conferem hoje às empresas maior facilidade e flexibilidade nos processos de tomada de decisão, independentemente do *timing* e localização de um determinado negócio.

Tecnologias como Simulação, a Robótica Colaborativa, Sistemas de Visão, Inteligência Artificial, são baseadas em conhecimento e dados de todo o processo, por exemplo através da inclusão de um sistema virtual como a “*Digital Twin*” em que é possível representar todo o processo da fábrica de forma virtual, possibilitando assim verificar o potencial da Simulação das alterações do ambiente industrial no sistema virtual.

Esta ferramenta Simulação é de capital importância, sendo por tal incluída no âmbito das boas práticas na implementação das ferramentas i4.0 deste plano.

3.2.10 Ciber Segurança, (*Ciber Security*)

Ciber Segurança consiste num conjunto de infraestruturas de *hardware* e *software* voltado para a proteção dos ativos de informação, por meio do tratamento de ameaças que põem em risco a informação que é processada, armazenada e transportada pelos sistemas de informação que estão interligados.

Independentemente da evolução das organizações industriais para a Indústria 4.0, a consideração da importância da utilização, como um todo, de Ciber Segurança é atualmente um aspeto inegável e de utilização obrigatória em qualquer organização, seja empresarial, industrial, de serviços, pública ou privada, dado os perigos para a sua atividade normal que podem decorrer de ataques à sua estrutura informática e os fortes impactos nomeadamente financeiros que podem impactar negativamente a organização.

Recentemente e devido a alguns aspetos, quer técnicos quer organizacionais, o número de ataques informáticos às mais diversas organizações, aumentaram significativamente com forte impacto nos processos de negócios das organizações, da sua imagem corporativa e em particular dos custos económicos que provocaram.

Como atrás referido, os especialistas consideram que nenhuma organização, de qualquer tipo e dimensão está imune a ataques informáticos e defendem que a questão a ter em conta não é “se” serão alvo de um ataque informático, mas sim “quando” é que serão alvo desse ataque informático.

Analisando nesta perspetiva de Ciber Segurança os dados obtidos no estudo, verifica-se que a grande parte das empresas analisadas tem de muito urgentemente alterar profundamente as suas políticas respeitantes à Ciber Proteção do seu ambiente informático, pois o existente aparenta não existir, e/ou não ser efetivo ou encarado sem a necessária preocupação o que torna tais empresas muito expostas e sujeitas a ataques informáticos com os

consequentes danos nos vários níveis atrás referidos. Esta alteração tem de ser realizada numa perspetiva holística da organização e considerar que todos os recursos da organização, quer materiais, equipamentos informáticos, quer humanos têm de ser tidos em consideração e abrangidos num plano sistémico de proteção informática da organização.

A consideração neste plano da “componente humana” destas organizações não pode ser de modo algum ignorada e a qualquer nível na estrutura de recursos humanos da organização! É totalmente errado confiar na proteção informática a nível de equipamentos físicos pois num grande número de casos já ocorridos, as falhas que permitiram os ataques informáticos teve como origem principal alguma falha não de um equipamento mas de um utilizador, direto ou indireto, desses equipamentos; também a perspetiva de que esta preocupação deve ser tida em conta só pelos recursos humanos afetos à área informática da organização, vulgo Departamento de Informática, é totalmente errada e a consciencialização, formação e obrigatoriedade de utilização de medidas passivas e ativas de Ciber Proteção tem de ser sistémica a todos os colaboradores da organização, desde os relacionados com a gestão de topo até ao colaborador situado em níveis muito baixos organizacionais e hierárquicos da empresa. Sem entrar em devaneios desnecessários e com as devidas ressalvas, todo o colaborador tem de ser encarado como um “Cavalo de Troia” para qualquer vetor de Ciber Ataque. Esta preocupação também tem de ser estendida a qualquer “device” que seja usado dentro da organização e que possa aceder à sua rede e estrutura informática, incluindo ostensivamente por exemplo *smartphones*, *pad's* e outros equipamentos similares quer pertencentes à organização quer de pertença individual e particular a qualquer um dos seus colaboradores, em particular os que transitam e são utilizados no exterior e também no interior das organizações pois podem constituir um meio de transportar para dentro da organização e fora do “controlo” de “firewalls” e

de outros equipamentos de proteção de “*threats*” relacionadas com os mais diversos vetores de Ciber Ataque.

É preciso consciencializar as organizações, em particular a sua gestão de topo, de que por muito que se faça do ponto de vista da proteção Ciber Informática, nunca se está totalmente protegido nem imune a tais ataques e o exemplo disso são mais uma vez os ataques que publicamente se conhecem a grandes organizações com grandes e competentes estruturas e departamentos informáticos e que apesar disso sofreram significativos Ciber Ataques! No entanto tal consideração e conhecimento nunca deve significar uma despreocupação com as políticas de Ciber Segurança pois podendo as mesmas não serem cem por cento eficazes, de certeza que poderão adiar e minimizar os Ciber Ataques e mitigar os eventuais danos e prejuízos aos vários níveis que poderiam ocorrer na ausência total dessas políticas de Ciber Proteção.

4. BOAS PRÁTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS I4.0

4.1 Considerações de base

Decorrente do Estudo de Avaliação da Maturidade i4.0 das empresas da fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a Indústria Alimentar e por objeto do presente Plano de Capacitação e Qualificação i4.0, identificaram-se para abordagem de boas práticas, as seguintes áreas de desenvolvimento tecnológico da Indústria 4.0 (incluída a área Simulação):

- “*Big Data*” e “*Data Business Analytics*”;
- Manufatura Aditiva e “*3D Printing*” (Impressão 3D);
- Robótica e Automação;
- Simulação;
- “*Cloud Computing*” (Computação na Nuvem);
- “*Ciber Security*” (Ciber Segurança).

Na sequência da explanação dos conceitos referentes às tecnologias inerentes à Indústria 4.0, capítulo 3 do presente Plano, e de acordo com o objeto deste Plano de Capacitação e Qualificação i4.0, propõe-se um conjunto de medidas para a adoção da Transformação Digital por parte das empresas da fileira num futuro próximo, evoluindo assim estas para o patamar da Indústria 4.0.

A implementação de medidas de melhoria de acordo com o detetado no Estudo da Avaliação da Maturidade i4.0 e tendo em vista a evolução para a Indústria 4.0, deverá ser realizada através de uma abordagem holística dos vários aspetos considerados atrás se bem que, dentro de certas condicionantes, possa haver uma implementação dos mesmos por fases.

Para o sucesso desta Transformação Digital, podem considerar-se como fundamentais para a sua prossecução, os seguintes aspetos chave:

- Definir com rigor os objetivos a alcançar;
- Calendarizar e implementar provas de conceito em etapas chave;
- Obter suporte e recursos organizacionais nomeadamente o apoio e participação da gestão de topo;
- Consciencializar toda a organização da necessidade desta Transformação;
- Criar equipas adequadas às várias fases do projeto;
- Alterar e adequar, se necessário, a cultura empresarial ao novo paradigma em implementação e criar as dinâmicas e habilidades necessárias;
- Considerar e aplicar métricas para os progressos a obter e prever medidas corretivas se necessário;
- Escalar com cuidado as várias fases e não deixar que a ambição de obtenção de resultados e a necessidade de se ver resultados conduza a falhas.

Em complemento destes pontos, é primordial ter presente que previamente ao início da Transformação Digital deve ter-se um entendimento claro dos objetivos da Transformação e não confundir nem misturar duas perspetivas diferentes que se “traduzem em dois objetivos diferentes, ambos necessários mas diferentes, e que são a perspetiva do produto ou produtos a obter e que podem ser críticos para o sucesso da sua organização e a perspetiva referente à necessária Transformação de toda a organização tendo em vista a obtenção desses produtos”. São duas perspetivas diferentes, mas que muitas vezes são confundidas, confusão essa que pode baralhar uma correta implementação.

4.2 Boas práticas na implementação dos processos de “Big Data” e “Data Business Analytics”

O “Big Data” consiste numa muito grande e variada quantidade de dados das mais diversas origens em constante produção e em ritmo cada vez mais alucinante. As três principais características do “Big Data” são a diversidade, a elevada velocidade com que surgem e o grande volume de informação e extração de conhecimento que dos mesmos se podem obter. A evolução temporal dos dados utilizados no “Big Data”, tem levado à consideração e utilização de dados cada vez mais complexos e também provenientes de fontes não estruturadas e padronizadas. Este conjunto de dados é tão incomensuravelmente grande que os programas de processamento e gestão de informação tradicionais se tornam limitados para lidar com estes havendo, pois, a necessidade de utilização de ferramentas informáticas específicas para tal e, atualmente, com a consideração e incorporação de técnicas de Inteligência Artificial nas mesmas.

Tudo isto é necessário e imprescindível, dado que este elevado volume de informação é hoje um contributo fundamental para perspetivar e auxiliar na condução dos processos de negócios e produtivos.

Com vista à implementação de um ecossistema de “Big Data” estruturado e eficaz, as organizações deverão ter então em mente e considerar as seguintes etapas:

- **Alinhar o “Big Data” com os objetivos específicos da organização**

Esta grande variedade das fontes de dados atualmente utilizadas, aliada à sua cada vez também maior complexidade potencia diariamente novas descobertas e abertura de perspectivas na gestão dos negócios. Por forma a obtermos inputs preciosos é determinante basear os novos investimentos das organizações em *know-how*, organização ou infraestruturas com um forte contexto do negócio alavancando assim futuros investimentos e financiamento dos projetos. Almejando a condução dos negócios com o menor risco possível, as empresas deverão em permanência monitorizar e perceber se a utilização do “Big Data” oferece o necessário suporte e capacita as organizações para a melhor performance e otimização de processos e resultados. Dever-se-á também considerar as necessidades de recursos, materiais e humanos, com vista à implementação destas técnicas e a sua consideração aquando da definição de aquisições prioritárias relacionadas com as Tecnologias de Informação da organização. Aponte-se como exemplo a compreensão de como filtrar os registos da web para melhor perceção do comportamento do *e-commerce*, a interpretação dos conteúdos e comportamentos dos utilizadores das redes sociais e sua interação com as tecnologias de suporte ao cliente, a compreensão dos métodos estatísticos de correlação e a sua relevância para a gestão de dados, dos clientes, dos produtos, da produção, do desenvolvimento de produtos, etc.

- **Reduzir limitações de *know-how* com gestão e padronização de processos**

Um dos maiores obstáculos ao potenciar do investimento em “Big Data” reside na escassez de competências dentro das organizações. Estas limitações podem ser atenuadas assegurando que as tecnologias, as considerações e as decisões no que ao “Big Data” diz respeito sejam incorporadas nos processos de gestão

e aquisição das Tecnologias de Informação da organização adotando para isso uma perspectiva holística desta área das Tecnologias de Informação. A padronização na sua abordagem permitirá gerir custos e alavancar recursos. As organizações ao implementarem soluções e estratégias de “*Big Data*” deverão de um modo proativo e prospetivo, avaliar com frequência a sua necessidade de competências, não perdendo de vista que as deficiências e limitações de competências são normalmente solucionadas através da formação especializada dos seus recursos humanos. Tais necessidades podem ser e normalmente são, cumulativamente obtidas através da contratação de novos recursos específicos e especializados, e com a incorporação de *know-how* externo, nomeadamente recorrendo-se a consultoria especializada.

• **Otimizar transferência de conhecimento com centros de excelência**

Admite-se como boa prática a abordagem segundo a lógica de centros de excelência para partilha de conhecimento, controlo de supervisão e gestão de comunicação do(s) projeto(s). Um novo investimento ou investimento de upgrade em “*Big Data*” deve considerar o princípio da partilha de custos através das funções organizacionais da empresa potenciando de modo estruturado e sistemático os recursos de “*Big Data*” e da maturidade geral da arquitetura de informação da organização.

• **Alinhar dados estruturados com não estruturados, uma boa prática**

A análise de “*Big Data*” *de per si* é determinante para a condução das organizações, no entanto, é também importante relacionar e integrar a análise com a consideração também de outros dados de baixa densidade, estruturados ou não, com os dados estruturados que as organizações já detêm e utilizam numa perspetiva sistémica dessa análise.

O processamento e análise da grande quantidade de dados através das ferramentas de “*Analytics*” contribui decisivamente para gerar *outputs* de qualidade, independentemente das áreas que versem ou se destinem, à angariação de clientes, ao desenvolvimento e manufatura de produtos, a gerar

opções para a gestão de *layouts* fabris e seus equipamentos e máquinas, não menosprezando e esquecendo as considerações e temáticas ambientais. Referimos como exemplo a diferença entre as organizações perceberem as necessidades da generalidade dos clientes do mercado e concretamente as necessidades específicas dos seus clientes atuais. Esta entre outras razões, justifica a opção via “*Big Data*” como municidor, mas também como integrador dos recursos existentes de “*Business Intelligence*”, plataformas de armazenamento de dados, “*Data Storage*”, e arquitetura do sistema de informação.

Os processos e modelos analíticos de “*Big Data*” podem e devem basear-se na interação entre homem e máquinas, incluindo estatísticas, análise de contexto, identificação interativa e visualização. O uso destes modelos analíticos, oferece às empresas a possibilidade de correlacionar diferentes tipos e fontes de dados potenciando associações entre eles e gerar outputs substanciais e relevantes.

• **Planear a obtenção de dados para elevar desempenho**

Interpretar dados nem sempre é simples e não raras vezes, as organizações revelam dificuldade em definir o que necessitam ou o que pretendem alcançar. Este aspeto deverá ser pois uma prioridade da gestão de topo das organizações em parceria com o seu departamento de Tecnologias de Informação, limitando assim eventuais “faltas de direção” ou “dificuldade na definição de requisitos” aquando da implementação destas estratégias.

Cumulativamente é necessário que os analistas e “*Data Scientists*” das organizações percecionem verdadeiramente as necessidades das organizações, o *know-how* do negócio e as suas lacunas.

As eventuais contribuições para uma efetiva e eficaz utilização que possam ser obtidos da exploração de dados com origem na utilização de “*Big Data*”, e a necessária utilização de algoritmos estatísticos adequados, implica naturalmente a mobilização de recursos e estruturas competentes e de elevado

desempenho, cada vez mais imbuídos de um clima de defesa e tendo em consideração a necessária e obrigatória proteção de dados, a informação que se possa deles extrair e a consequente obtenção de conhecimento que permita, se for caso disso, a reorientação dos processos de negócio bem como as interações com o cliente, este o fim último da necessidade e consideração da utilização de “*Big Data*”.

• **Alinhar e recorrer à computação na nuvem**

Os processos necessários à utilização recorrente de “*Big Data*”, implicam uma diversidade de recursos em particular os referentes à gestão da cadeia de produção. Uma solução de “*Big Data*” inclui os mais diversos tipos e domínios de dados, incluindo transações, dados principais, dados de referência e dados síntese. Na medida das suas necessidades de “*Business Analytics*”, as organizações devem perspetivar e criar áreas de tratamento de dados específicas, sendo a gestão dos recursos necessários para tal essencial como garante do controlo do fluxo de dados, incluindo o seu pré e pós-processamento, a sua integração no processo de decisão, bem como a necessária infraestrutura de base para o armazenamento desses dados e posterior modelagem analítica. A estratégia de segurança e utilização da nuvem pública e ou privada obrigam a um correto planeamento como forma de fazer face à dinâmica evolutiva destas tecnologias.

Atendendo a que o “*Data Business Analytics*” evoluiu de uma simples análise dos dados históricos empresariais para um processo mais complexo que produz “*insights*” sobre o desenvolvimentos dos negócios atuais e futuros, tornou-se um processo imprescindível para as organizações, em particular industriais, permitindo-lhes usar dados para perceção de tendências, desenvolvimentos e fatores que possam afetar o modo como as unidades de negócios e diferentes fluxos de trabalho e processos, estão a funcionar.

Sendo uma ferramenta de elevado e eficaz potencial, a mesma é capaz de providenciar informação efetiva e muito relevante para a condução da gestão

da organização, nomeadamente ao gerar outputs que permitam oferecer uma maior e melhor leitura da sua situação real num determinado momento. A interpretação da informação obtida da análise destes dados, e a extração de conhecimento a partir desta informação, permite o ajustamento e reorientação das decisões de gestão com vista à otimização de resultados!

Deste modo, a consideração e adoção destas técnicas por parte das empresas estudadas, e em particular na fileira produtiva onde se inserem a qual é muito exigente em termos de padrões de qualidade, de produtos inovadores e com elevada rotação em termos de alterações aos modelos a produzir, da forte concorrência limitadora muitas vezes das margens de comercialização e de lucro e que possam não ser sempre as mais adequadas e desejadas, torna ainda mais interessante e necessária a adoção de tais técnicas.

Como anteriormente mencionado, é vulgarmente referido que para uma correta aplicação das técnicas de *"Data Business Analytics"* são necessárias "grandes" quantidades de dados, no entanto tal é relativo devido a ter que se ter em conta a realidade das empresas, segmentos e fileira em que se inserem bem como a existência de eventuais técnicas alternativas. As empresas devem considerar sempre os seus dados históricos de produção, da área de marketing, da área comercial, dos mercados, quer usem técnicas de *"Data Base Analytics"* baseadas no digital ou continuarem a funcionar de modo tradicional onde analisam os históricos numa perspetiva não digital ou quando muito, com uma análise digital no entanto não integrada e evolutiva e baseada num histórico de dados muito curto, muitas vezes tão somente o histórico de dados de um ano ou de pouco mais que um ano.

Neste contexto e numa perspetiva de acumulação dos dados históricos, a adoção das técnicas de *"Data Business Analytics"* é mais do que recomendada, pois mesmo que numa fase inicial a quantidade de dados existentes não seja significativa, estes dados seriam os mesmos a utilizar nas técnicas tradicionais "habituais", dado que as perspetivas analíticas são mais

coerentes, mais diversificadas e também mais integradas no todo da organização. De referir que segundo a perspetiva da quantidade e diversidade de dados que se podem obter e considerar, estes são naturalmente mais abrangentes e diversificados e, como referido, cumulativos ao longo do tempo, sendo que o horizonte de curto prazo já incorpora uma quantidade de dados cada vez mais significativa e passível de ser integrada e considerada de uma maneira mais “rica” em termos de análise e seus *outputs*.

A não adoção destas técnicas isto é, a continuidade no emprego de soluções e “*modus operandi*” tradicionais limitadoras quanto a análises de gestão mais diversificadas, consistentes e objetivas e implicitamente de maior prospetiva, limitará cada vez mais as organizações industriais, ao invés, “a opção via incorporação das técnicas de “*Data Business Analytics*” comporta a existência de análises mais integradas dado basearem-se em quantidade de dados cada vez maiores, potenciadoras de informação mais consistente e precisa, com *insights* mais valiosos, geradoras de conhecimento e conduzindo naturalmente as organizações segundo uma lógica de mercado cada vez mais dinâmico, agressivo e mais segmentado”.

Considerando a perspetiva das componentes estruturais e mais técnicas necessárias à Transformação Digital referidas anteriormente, e que consistem na criação da infraestrutura de suporte aos equipamentos digitais, a utilização de técnicas de “*Data Business Analytics*” não teria um custo significativo pois basicamente significaria tão somente a aquisição de *software* específico necessário para se implementar tais técnicas, pois tudo o resto de um modo geral já existiria. Este facto aliado aos grandes proveitos que se poderiam obter num curto prazo da utilização de tais técnicas reforça substancialmente a implementação e utilização pelos vários níveis de decisão política empresarial nas empresas consideradas no estudo, quer na perspetiva da gestão de topo, da gestão intermédia relacionada com o “*procurement*”, com a logística da cadeia de produção, quer da gestão da inovação no e dos produtos, quer dos

respetivos processos e técnicas de fabrico. A própria planificação da produção por parte da direção de fábrica poderia basear-se também nos *insights* obtidos de forma a otimizar a linha de produção e obter melhores cadências de produção e escalonamento da mesma.

Recomendamos, pois, que as empresas alvo do estudo adotem também e com urgência a utilização de técnicas de “*Data – Business Analytics*” no seu todo como parte da tão grande Transformação Digital que é necessário que implementem.

4.3 Boas práticas na implementação do processo de Manufatura Aditiva e “*3D Printing*” (impressão 3D)

A boa prática para a implementação genérica de um sistema de Manufatura Aditiva pode incluir os seguintes passos:

- Identificar necessidades e objetivos: definir o que se pretende alcançar através da introdução da Manufatura Aditiva, nomeadamente os objetivos específicos que se deseja obter com a sua implementação, incluindo prazos e métricas de desempenho;
- Análise de viabilidade: depois de identificar as necessidades e objetivos, é importante realizar uma análise de viabilidade para determinar se a implementação do sistema de Manufatura Aditiva é economicamente e tecnicamente viável. Para tal, devem também ser avaliados os sistemas, processos e tecnologias atuais da organização de modo a aferir o que é necessário alterar por forma a conferir suporte à Manufatura Aditiva;
- Desenvolver uma equipa de planeamento: criar uma equipa multifuncional que inclua representantes do projeto, engenharia, produção e aprovisionamento, garantindo assim o desenvolvimento de um plano abrangente com todas as etapas para implementação da Manufatura Aditiva, incluindo a sua aquisição, formação e implementação;

- Seleção da tecnologia e equipamentos: avaliar as diferentes tecnologias e equipamentos de Manufatura Aditiva para determinar o que melhor se ajusta à organização nomeadamente as suas necessidades e objetivos específicos;
- Estabelecimento de processos: desenvolver os procedimentos operacionais padrão para a utilização do equipamento e incorporação da Manufatura Aditiva nos processos existentes. Implementar preferencialmente a Manufatura Aditiva em projetos de pequena escala para poder testar e otimizar o processo;
- Teste e otimização do processo: Depois de instalar e configurar o sistema, é necessário testar os processos de Manufatura Aditiva e realizar ajustes conforme necessário de modo a otimizar o seu desempenho. Adicionalmente e à medida que a organização se sentir mais confortável com a Manufatura Aditiva, poderá aumentar gradualmente a sua utilização e integrá-la em outras variáveis das suas operações;
- Formação de recursos humanos: em simultâneo formar tecnicamente a equipa de trabalho de acordo com os conceitos básicos da Manufatura Aditiva, nomeadamente as práticas referentes às novas tecnologias e processos, incluindo operação e manutenção de equipamentos;
- Manutenção do sistema: depois de implementar o sistema de Manufatura Aditiva e como garante do seu correto funcionamento, é importante realizar manutenções regulares;
- Avaliação de resultados: avaliar regularmente os resultados da implementação da Manufatura Aditiva no sistema produtivo, incluindo economia de custos, melhorias de eficiência e de qualidade;
- Melhoria contínua: com a permanente avaliação dos resultados, é determinante assegurar a melhoria contínua dos processos e da tecnologia, assegurando assim a competitividade da organização e a obtenção dos benefícios da Manufatura Aditiva.

O que uma empresa deve ter para fabricar por adição? Como atrás referido, as tecnologias para incorporação da Manufatura Aditiva não são inacessíveis, bastando ter o *software* de modelação em 3D, o equipamento aditivo e o material para o abastecer. Muitas vezes, inclusive, não é necessário ter conhecimento do *software* em si, já que muitos modelos de peças são gratuitamente disponibilizados na Internet. Porém, antes de investir na tecnologia, é necessário entender o seu fluxo produtivo de modo a perceber se a inovação tem sentido na cadeia de valor da organização, isto é, aferir se o método da Manufatura Aditiva reduzirá custos ou tempos de produção? Manterá ou aumentará a qualidade? Será financeiramente viável?

4.4 Boas práticas na implementação de processos de Robótica e Automação

Os Sistemas Robóticos avançados estão prontos para transformar as operações industriais. Em comparação com os Robôs Convencionais, os Sistemas Robóticos mais avançados incluem já a perceção, integrabilidade, adaptabilidade e mobilidade superiores. Estas melhorias permitem configuração, comissionamento e reconfiguração mais rápidas, bem como operações mais eficientes e estáveis. O custo deste equipamento sofisticado diminui à medida que os preços dos sensores e da capacidade da computação diminuam e de o *software* substituir progressivamente o *hardware* como principal impulsionador da sua funcionalidade. Estas melhorias significam que os robôs serão capazes de realizar muitas tarefas de modo mais económico do que os sistemas anteriores de Sistemas Automatizados.

Os parâmetros na escolha de um Robô Manipulador para a realização de uma tarefa podem resumir-se à carga a suportar, alcance da área de trabalho e grau de liberdade, enquanto que na escolha do atuador final, ou mão, existem inúmeros parâmetros, como a resistência física do objeto, a sua forma, máximo de deformação ao qual pode ser sujeito, a rugosidade da superfície, entre muitos outros.

As tarefas simples de manipulação podem ser bastante desafiadoras nomeadamente o modo de segurar um objeto, não bastando estabelecer o contacto com o mesmo, sendo também necessário evitar o seu deslize aquando do movimento de manipulação. O desenvolvimento de garras universais permite manipular objetos desconhecidos de diferentes formas ou diferentes propriedades, requerendo por norma *software* e *hardware* complexos, sistemas de deteção e controlo da força exercida no objeto para o não deformar.

Apesar de existirem garras universais e estas serem bastante flexíveis, estes sistemas ainda apresentam dificuldades consideráveis no manuseio de objetos de grandes dimensões e peso.

As tarefas em que tanto um trabalhador como um Sistema Robótico possam operar em conjunto ou no mesmo espaço de trabalho, ou seja, o trabalhador é visto como um colega e vice-versa, a tarefa deste Robô Colaborativo será ajudar na concretização de um certo objetivo podendo inclusivamente ser percecionado como uma ferramenta inteligente.

Este tipo de conceitos do desenvolvimento da interação humana com o robô encontra-se presente na Indústria 4.0 em que o objetivo é tornar o robô uma ferramenta auxiliar para os humanos enquanto este está a produzir, levando à compreensão do conceito de "*Smart production*".

Existem razões diversas para a utilização da robótica nas empresas, nomeadamente, para reinventar os seus modelos de negócios e desenvolver diferenciação competitiva. Alguns exemplos incluem:

- Oferecer produtos ou serviços personalizados: a robótica pode ser usada para produzir produtos ou fornecer serviços de forma mais personalizada, podendo ajudar as empresas a se destacarem num mercado altamente competitivo;

- Aumentar a eficiência e reduzir custos: a robótica pode ser empregue na automatização de tarefas repetitivas e na redução de mão de obra, podendo assim aumentar a eficiência e a redução de custos;
- Oferecer novos serviços: a robótica pode ser usada na oferta de novos serviços que antes eram impossíveis ou inviáveis, nomeadamente, a entrega de produtos em casa ou atendimento ao cliente 24 horas por dia;
- Aumentar a qualidade dos produtos ou serviços: a robótica pode ser empregue no aumento da qualidade dos produtos ou serviços, processos de produção ou na garantia da segurança dos alimentos.

A Transformação Digital é um processo pelo qual as empresas utilizam Tecnologias Digitais para transformar os seus negócios e processos de trabalho. A robótica é uma componente importante da transformação digital, em que os robôs podem ser usados para automatizar tarefas e processos, aumentando eficiência e reduzindo erros. Alguns exemplos de como a robótica pode ser usada na transformação digital, incluem:

- Automatização de tarefas: os robôs podem ser usados para automatizar tarefas repetitivas, como a embalagem, etiquetagem, corte e fatiamento, o que pode aumentar eficiência e reduzir erros;
- Processamento de dados: os robôs podem ser usados para processar grandes quantidades de dados, ajudando assim as empresas na tomada de decisões mais consistentes ou de menor risco;
- A supervisão e o controlo: os robôs podem ser empregues na monitorização e controlo em tempo real dos processos de produção, ajudando as organizações na tomada de decisões mais rápidas e na reação mais rápida aos problemas.

No entanto, é importante lembrar que a Transformação Digital e a Robótica podem também ter impactos sociais e no trabalho, nomeadamente, a

substituição dos trabalhadores por robôs. Por tal deve existir uma avaliação cuidada caso a caso.

A implementação de Sistemas de Automação pode ser um processo complexo que envolve muitos aspetos diferentes. Alguns dos principais elementos a serem considerados na implementação de um sistema de automação, incluem:

- Identificação das necessidades de automação: é vital ter presente o que o sistema de automação realizará e como será este usado antes de se iniciar a sua implementação;
- Seleção de equipamentos e componentes: após compreensão do que o Sistema de Automação realizará, será necessário selecionar os equipamentos e componentes apropriados para a sua implementação, podendo incluir-se os sensores, atuadores, controladores, etc;
- Projeto do sistema: com a seleção dos equipamentos e componentes, é necessário projetar a sua interligação e o modo como o sistema será controlado, podendo incluir a criação de diagramas de blocos, esquemas elétricos, etc;
- Instalação e configuração dos equipamentos: após delinear o projeto do sistema, é necessário instalar e configurar os equipamentos e componentes no local, podendo incluir a instalação de sensores, atuadores, controladores, etc;
- Teste e validação do sistema: após a instalação e configuração do sistema, será necessário testá-lo para aferir do seu correto funcionamento bem como garantir o respeito pelas suas especificidades;
- Manutenção do sistema: depois de implementar o Sistema de Automação, é importante realizar regularmente a manutenção como garantia do correto funcionamento do sistema, podendo incluir a verificação de componentes, substituição de peças, etc.

A implementação deste tipo de sistemas na *indústria alimentar* pode ter vários objetivos, como o aumento da eficiência da produção, redução de erros, garantia da qualidade e segurança dos alimentos e diminuição de custos. Alguns exemplos de Sistemas de Automação que podem ser usados em indústrias alimentares, incluem:

- Sistemas de controlo de temperatura: usados para controlar a temperatura de processos como a cozedura, arrefecimento e congelação, garantindo a qualidade dos alimentos;
- Sistemas de embalagem e etiquetagem: usados para embalar e rotular os alimentos de forma rápida e precisa, garantindo que os produtos estejam prontos para expedição;
- Sistemas de monitorização da qualidade: usados para monitorizar continuamente a qualidade dos alimentos durante o processo de produção, garantindo os padrões de qualidade exigidos;
- Sistemas de rastreamento e rastreabilidade: usados para rastrear os alimentos através do processo de produção, garantindo o rastreio de volta ao seu ponto de origem em caso de problemas de qualidade;
- Sistemas de higienização e limpeza: usados para garantir que as instalações de produção de alimentos estejam limpas e higienizadas, evitando a contaminação cruzada entre produtos.

A implementação de Sistemas Robotizados na *indústria alimentar* pode ter vários objetivos, como aumentar a eficiência da produção, reduzir erros, garantir a qualidade e a segurança alimentar potenciando a diminuição de custos. Alguns exemplos das tarefas que podem ser realizadas por robôs na *indústria alimentar*, incluem:

- Embalagem e etiquetagem de produtos alimentares: os robôs podem ser usados para embalar e rotular rapidamente os produtos alimentares, o que pode aumentar a velocidade e precisão dessas tarefas;
- Corte e fatiamento: os robôs podem ser usados para cortar e fatiar alimentos de forma precisa, garantindo a qualidade e a uniformidade dos produtos;
- Montagem de sanduíches: os robôs podem ser programados para montar sanduíches de forma rápida e precisa, podendo aumentar a eficiência da produção;
- Manipulação de produtos: os robôs podem ser usados para manipular produtos alimentares com segurança, sem a necessidade de contacto direto com os alimentos, minimizando o risco de contaminação cruzada;
- Limpeza e higienização: os robôs também podem ser usados para limpar e higienizar as instalações de produção de alimentos, ajudando na garantia da segurança dos alimentos.

É no entanto importante recordar que a implementação de Sistemas Robotizados na *indústria alimentar* pode ser um processo complexo e requer um planeamento cuidadoso para garantir o sucesso.

A implementação bem-sucedida de Sistemas de Automação e Robotização depende de diversos fatores.

Algumas boas práticas a serem consideradas, incluem:

- Definição clara dos objetivos e necessidades do sistema: é importante que haja uma compreensão clara dos motivos pelos quais o Sistema de Automação ou Robotização é implementado, bem como das expectativas quanto aos resultados esperados;

- Escolha cuidadosa do fornecedor de tecnologia: é importante avaliar os vários fornecedores e selecionar aqueles que oferecem soluções de qualidade e que correspondem às necessidades específicas do projeto;
- Treino adequado da equipa: é importante que a equipa envolvida na implementação do sistema receba treino adequado para garantir a sua aptidão na operação e manutenção eficiente do sistema;
- Testes e validação rigorosos: antes de colocar o sistema em operação, é importante realizar testes e validações rigorosas para garantir o correto funcionamento e a conformidade com as necessidades do projeto;
- Manutenção e suporte: é importante deter um plano de manutenção e suporte para garantir o pleno funcionamento do sistema e a resolução rápida de eventuais problemas;
- Flexibilidade: é importante que o sistema seja suficientemente flexível de modo a respeitar alterações futuras nas necessidades do projeto;
- Segurança: é importante garantir a proteção do sistema contra ameaças externas e que os seus componentes estejam seguros contra falhas ou erros de operação.

Considerando os aspetos financeiros a serem considerados na implementação de Sistemas de Robotização, destacam-se os seguintes:

- Custo de aquisição de robôs e equipamentos de automação: os robôs e outros equipamentos de automação podem configurar investimentos significativos, sendo de capital importância a consideração do seu custo de aquisição;
- Custo de instalação e configuração: além do custo de aquisição dos equipamentos, é necessário considerar o custo de instalação e configuração do Sistema de Robotização, podendo incluir o custo de mão de obra especializada, materiais, etc;

- Custos operacionais: após instalação de um Sistema de Robotização, é necessário considerar os custos operacionais, como energia, manutenção e reparação de equipamentos;
- Retorno do investimento: é importante avaliar o tempo necessário para retorno do investimento inicial na robotização, levando em conta os benefícios financeiros estimados, como aumento da eficiência, a redução de erros, etc;
- Financiamento: dependendo da dimensão do projeto de robotização, poderá ser necessário recorrer a financiamento para cobertura dos custos. Existem diversos mecanismos de financiamento disponíveis, como empréstimos bancários, financiamento por meio de fornecedores, etc.

É também importante de referir que a robotização poderá naturalmente constituir-se como geradora de benefícios financeiros a longo prazo, sendo necessário avaliar cuidadosamente o “*trade-off*”, análise dos custos e benefícios, e por via deste o garante da viabilidade dos projetos.

A importância da criação de um “*road map*” para a implementação genérica de um Sistema de Automação e ou Robotização, pode incluir os seguintes passos:

- Identificação das necessidades e objetivos: é importante compreender o que o Sistema de Automação/Robotização precisa de realizar e como será usado bem como os objetivos específicos que se deseja alcançar com a sua implementação, ou seja, elaborar um caderno de encargos com toda a informação;
- Análise de viabilidade: depois de identificar as necessidades e objetivos, é importante realizar uma análise de viabilidade para determinar se a implementação de o Sistema de Automação/Robotização é viável economicamente e tecnicamente;

- Seleção de equipamentos e componentes: Depois de determinar que a implementação é viável, é necessário escolher os equipamentos e componentes apropriados para implementar todo o sistema, podendo incluir sensores, atuadores, controladores, robôs, etc;
- Projeto do sistema: depois de selecionar os equipamentos e componentes, é necessário projetar o seu modo de interligação e o modo como o sistema será controlado, podendo incluir a criação de diagramas de blocos, esquemas elétricos, etc;
- Instalação e configuração dos equipamentos: depois de projetar o sistema, é preciso instalar e configurar os equipamentos e componentes no local, podendo incluir-se a instalação de sensores, atuadores, controladores, robôs, etc;
- Teste e validação do sistema: depois de instalar e configurar o sistema, será necessário testá-lo de modo a garantir o seu correto funcionamento e cumprimento das especificações do caderno de encargos;
- Efetuar a formação dos técnicos: depois de implementar o Sistema de Automação/Robotização, é importante formar os colaboradores para garantir que eles saibam como usar o sistema corretamente;
- Manutenção do sistema: depois de implementar o Sistema de Automação/Robotização, é importante realizar regularmente a sua manutenção com vista a assegurar o seu correto funcionamento. Tal poderá incluir a verificação de componentes, substituição de peças, etc.

O início de um novo processo de Automação consiste na Automatização e na Informatização do processo que se pretende modernizar, sendo necessário começar por:

- Definir integralmente as especificações dos processos que se pretendem automatizar ou robotizar;

- Implementar o “Plano Estratégico de Automação e ou de Robotização” como um processo de contínua integração;
- Identificar detalhadamente todas as tarefas rotineiras que realmente possam ser automatizadas ou robotizadas, tendo em conta que por determinadas especificidades, nem sempre tudo se poderá automatizar;
- Efetuar avaliação rigorosa e definir uma ordem de prioridades, sendo aconselhável saber identificar no processo todas as funcionalidades das tarefas rotineiras que vão ser automatizadas. Será sempre necessário considerar que algumas das tarefas não poderão mesmo ser automatizadas ou robotizadas, quer por questões de tecnologia quer por questões financeiras, não significando que num futuro próximo estas não possam ser automatizadas, daí a necessidade em elaborar o “Plano Estratégico” como processo de integração contínua;
- Na definição das tarefas será premente verificar quais delas são repetitivas e que realmente são possíveis de automatizar ou robotizar, além desta verificação será também necessário realizar uma análise rigorosa sobre o custo benefício de cada tarefa para início do processo de integração;
- Após a análise financeira de todas as tarefas, será necessário criar uma lista de prioridades, residindo o modo mais eficaz em iniciar-se pelas tarefas mais importantes até às tarefas de menor importância, assegurando-se assim a implementação do “Plano Estratégico” com sucesso;
- Além da necessidade em identificar quais as tarefas a serem automatizadas, será necessário aferir da responsabilidade na implementação deste processo. A seleção de quem vai implementar este processo é determinante, além disso, será também necessário efetuar o acompanhamento desde o início de modo a garantir que todos os requisitos do caderno de encargos sejam cumpridos, bem como poderem realizar inúmeros testes do sistema que pretendem implementar;

- Nesta fase é necessário o envolvimento dos profissionais da empresa, de modo a garantir o acompanhamento na implementação do novo processo do “Plano Estratégico”, garantir a colaboração na implementação das novas ideias (não contempladas no projeto inicial), poderem contribuir para a melhoria das funcionalidades da aplicação e ao mesmo tempo poderem detetar erros possíveis ainda no processo de implementação e instalação, poderem realizar testes de stress ao sistema e reduzindo possíveis erros, efetuarem a requalificação dos recursos humanos envolvidos no processo, preparando ao mesmo tempo toda a equipa que no futuro garantirá o bom funcionamento do novo processo instalado.

Também a dinâmica de mudança proporcionada pela crescente inovação exigirá um capital humano mais qualificado, mais apto a lidar com a Automação e preparado para agir de modo mais estratégico e menos operacional.

A importância da formação de técnicos de Automação para a *indústria alimentar* pode variar de acordo com o país ou região em que a formação será realizada. Deveremos considerar aspetos como:

- De educação: os técnicos de automação para a *indústria alimentar* podem precisar de ter pelo menos um diploma de ensino médio ou equivalente. Alguns programas de formação podem também determinar que os candidatos tenham experiência prévia em automação ou na *indústria alimentar*;
- Cursos de formação: os técnicos de automação para a *indústria alimentar* poderão necessitar de formação específica, como cursos de automação básica, sistemas de automação avançados, etc. Alguns programas de formação podem incluir estágios ou trabalhos práticos de modo a proporcionar experiência de campo;

- Certificações: os programas de formação oferecem normalmente certificações aos formandos constituindo-se estas como evidências úteis e necessárias;

- Normas de segurança e higiene: na *indústria alimentar*, é importante garantir que os técnicos de automação estejam cientes das normas de segurança e higiene para garantir a segurança dos alimentos.

A formação dos recursos humanos é fundamental, sendo necessário que num futuro próximo estes tenham um conjunto de competências genéricas e competências específicas.

Apresentam-se algumas competências genéricas,

- Saber desenvolver uma cooperação eficaz com os especialistas e integradores de automação;

- Saber explicar os sistemas básicos dos sistemas automatizados;

- Saber identificar sensores bem com as suas componentes e utilização;

- Conseguir organizar todas as variáveis e unidades de controlo;

- Operar um sistema básico (trabalhar com o interface homem-máquina, saber utilizar *softwares* diferentes, como rastreabilidade e a "*Internet of Things*");

- Aplicar *softwares* de "*Manufacturing Enterprise System*" para documentação;

- Saber identificar vários tipos de robôs bem como realizar diagnósticos de falhas dos robôs;

- Identificar como utilizar os robôs ou onde a robótica possa ser utilizada;

- Reconhecer uma estrutura, propriedades, coordenações de robôs, bem como os dispositivos adicionais usados nos sistemas robóticos;

- Operar e configurar os robôs industriais usando métodos de programação *online* e *offline*;
- Saber seleccionar dispositivos para o manuseio automático dos produtos;
- Integrar dispositivos para o manuseio automático de produtos;
- Categorizar tecnologias de Manufatura Aditiva (por exemplo, impressão 3D para o processamento de alimentos).

Apresentam-se algumas competências específicas,

- Saber realizar a perceção e conceção para processos específicos de alimentos;
- Identificar a necessidade de perceção *on-line* e *off-line*;
- Organizar o controlo, alterações e propriedades das matérias-primas de origem natural;
- Identificar os métodos corretos de controlo de qualidade, sistema automatizado, por ex. sistemas de visão de máquina, Inteligência Artificial e aprendizagem de máquina (*Machine Learning*);
- Analisar o significado do controlo de processamento térmico.

4.5 Boas práticas na implementação de processos de Simulação

Na construção de um processo para implementação de Processos de Simulação deveremos ter em conta:

- A definição clara dos objetivos da Simulação: é muito importante ter claro o que se pretende simular e os resultados esperados antes de se iniciar a implementação;

- A definição do modelo do sistema: é importante conhecer o modelo do sistema de forma precisa e detalhada, levando em conta todas as variáveis e interações relevantes;
- Verificação e validação do modelo: é importante verificar se o modelo corresponde ao sistema real, sendo necessário validá-lo com dados reais ou com outras fontes credíveis;
- A escolha apropriada de algoritmos e técnicas de simulação adequados às necessidades da Simulação e ao tipo de sistema a ser simulado;
- A documentação detalhada do processo de Simulação, incluindo as etapas de modelagem, verificação, validação e análise de resultados;
- A análise cuidada dos resultados considerando as incertezas e limitações do modelo e avaliando a credibilidade dos resultados obtidos;
- A revisão regular e atualização do modelo: é importante rever e atualizar regularmente o modelo de Simulação para garantir a sua precisão e validade.

4.6 Boas práticas na implementação de sistemas de “*Cloud Computing*”

Considerando por um lado os indicadores referidos no estudo sobre a utilização de “*Cloud Computing*” nas empresas consideradas no estudo e as boas práticas e recomendações existentes sobre a necessidade de um bom suporte em infraestruturas de apoio ao funcionamento do parque de equipamentos informáticos da empresa, quer os referentes às atividades de gestão, de contabilidade, de *design* de produto, etc., bem como os ligados à produção tais como robôs, sensores e etc., é muito importante dispor de uma infraestrutura de suporte a estas atividades. Nessa infraestrutura devem considerar-se não somente os recursos materiais, vulgarmente designados por *hardware* e respetivo *software*, mas também, e muito importante, os necessários recursos humanos especializados para a sua implementação, manutenção e operação.

Esta implementação tradicionalmente consistia, no que ao *hardware* e ao *software* necessário ao apoio aos Sistemas Informáticos ligados à gestão e à produção diz respeito, pela implementação local de uma infraestrutura informática vulgarmente designada por “*Data Centre*”.

Sem perder o conceito de “*Data Centre*” tradicional, a sua implementação prática, mercê da evolução das tecnologias associadas, nomeadamente da Internet com grande largura de banda e grande disponibilidade a custos razoáveis, permite a consideração de outras concretizações práticas de tais equipamentos centrais.

Atualmente o mercado oferece soluções remotas que permitem o aluguer de equipamentos remotos, instalados no Ciber Espaço e vulgarmente designados como estando na *Cloud*, quer para a parte do processamento remoto quer para o armazenamento remoto de dados. Os custos inerentes a este tipo de soluções e diferindo de acordo com a tipologia necessária são custos já considerados suportáveis e eventualmente menores do que a construção, manutenção e operação de uma estrutura similar própria.

Também se podem considerar soluções híbridas e que passariam pela construção de soluções locais complementadas pelo recurso a equipamentos disponíveis na *Cloud* para a implementação de *backups* quer de dados quer de processamento se e em caso de falha da solução principal local; paralelamente a solução local poderia ser pontualmente complementada recorrendo-se a equipamento remoto de processamento alugado na *Cloud* se e quando fosse necessário ter mais poder computacional do que o instalado na solução local. Esta última perspetiva pode ser interessante para suprir necessidades temporárias de grande poder computacional, como o que poderia ocorrer no caso de desenvolvimento de um novo produto, sem a necessidade de avultados investimentos em equipamentos que só seriam usados em fases iniciais do desenvolvimento não sendo por isso fácil e corretamente amortizados. É de realçar que em qualquer altura seria fácil

“migrar” toda a estrutura para uma solução local, ou vice-versa. Esta perspetiva pode ser interessante e oferece uma grande flexibilidade no investimento necessário para a sua implementação.

Por vezes algumas organizações têm receio de deslocalizar os seus equipamentos colocando-os na *Cloud* e desse modo eventualmente não os controlando tão bem. Ora a já referida evolução da Internet, permite a utilização destes equipamentos no ciberespaço mas trazendo-os para mais “perto” da organização e desse modo poder obter-se o melhor dos dois mundos, isto é criar uma infraestrutura informática com partilha de custos mas sem os eventuais problemas que poderiam decorrer da localização “desconhecida” dos equipamentos e concomitantemente dos dados neles contidos.

A solução preconizada no parágrafo anterior seria uma solução que, caso as empresas ou agrupamentos de empresas consideradas no estudo não quisessem logo numa primeira fase da implementação da sua Transformação Digital criar infraestruturas informáticas próprias com os devidos custos, poderiam seguir. Preconiza-se, pois, para uma implementação mais rápida e com custos eventualmente mais baixos, que, pelo menos numa fase inicial, as Empresas PME consideradas pudessem constituir estruturas informáticas comuns localizadas numa *Cloud* comum no que poderíamos designar por um cluster informático comum e partilhado por esses agrupamentos de empresas.

Complementarmente a este cluster principal, deveria ser também constituído um cluster secundário, eventualmente de menor performance e localizado num outro local geograficamente diferente do local onde se situa o cluster principal, tendo por finalidade servir de *backup* quer de dados quer de processamento ao cluster principal e de modo a suprir eventuais falhas desse cluster principal naquilo que tecnicamente se designa por “*Disaster Recovery*”.

Em caso de alguma falha do cluster principal, quer devido a Ciber Ataques quer a outras falhas de operação do mesmo, a produção e os dados não seriam, teoricamente, tão afetados e rapidamente a situação poderia ser normalizada e a produção não ser afetada recorrendo-se se preciso temporariamente a este “*Disaster Recovery*” para suprir as necessidades de processamento informático remoto e de armazenamento e consulta de dados.

Esta abordagem poderia permitir a instalação, manutenção e operação de tais estruturas mais rapidamente e com custos de operação e de necessidade de recursos, quer físicos quer principalmente humanos, mais baixos não perdendo por um lado o controlo da privacidade dos seus “dados” e por outro lado não perdendo a possibilidade, caso isso futuramente se justificasse, de virem a constituir a sua própria estrutura informática própria.

Em termos práticos, nesta solução seriam utilizados servidores virtuais, cada um ou mais do que um para cada uma das diferentes empresas que constituíssem o agrupamento, o que na prática corresponderia a cada uma das empresas terem como que uma instalação própria. Ainda em termos práticos esta abordagem consiste pois no estabelecimento de uma *Cloud Privada* propriedade das empresas que constituíssem esse agrupamento, mas tendo um modo de operação similar a um cluster que se poderia constituir por aluguer de equipamentos numa *Cloud* qualquer localizada no ciberespaço podendo ter em simultâneas vantagens acrescidas.

Esta solução também ofereceria uma flexibilidade e interoperação fácil entre os equipamentos centrais localizados remotamente no cluster e os equipamentos locais localizados na própria organização bastando para isso existir uma boa estrutura de rede informática entre a estrutura central e os equipamentos locais existentes em cada uma das empresas associadas no cluster informático comum. Esta flexibilidade também permitiria, caso alguma empresa entendesse por bem tal consideração, que determinados equipamentos tais como servidores onde se armazenassem dados mais sensíveis

como os de faturação, gestão e etc., ficassem instalados na própria empresa e não no cluster central.

4.7 Boas práticas na implementação de sistemas de Ciber Segurança

Numa perspetiva de evolução das organizações consideradas no estudo para a Indústria 4.0 e com as necessárias e correspondentes medidas de Transformação Digital das mesmas, ainda mais premente se torna a adoção de políticas de Ciber Proteção tendo em vista o aumento nestas organizações da sua Ciber Segurança aos mais diversos vetores e tipos de ataque informáticos.

A consideração referida anteriormente de clusters informáticos para estas organizações estudadas, quer sejam proprietárias da organização quer exploradas em conjunto com outras organizações, poderão permitir a adoção de medidas de Ciber Segurança pois podem reduzir-se os eventuais pontos de entrada na organização de vetores de ataques dado que esta centralização de equipamentos também resulta numa centralização de pontos de entrada informáticos a partir do exterior na organização e sobre a tutela de pessoas mais habilitadas para lidar com a segurança informática da organização e uma respetiva proatividade contra ataques informáticos à organização industrial. A relativamente fácil redundância de equipamentos que se poderia obter considerando a instalação e operação de um outro cluster para *backup*, quer de dados quer de processamento, que funcionaria como um “Disaster Recovery” em caso de ataque e paralisação do cluster principal, garantiria à ou às organizações a continuidade da operação num prazo relativamente curto bem como a preservação dos seus dados com a conseqüente não afetação ou uma reduzida afetação da atividade normal da empresa.

Deste modo e ao que concerne à Ciber Segurança e à Ciber Proteção dos equipamentos informáticos, ou de outros equipamentos a eles ligados e dependentes, “recomendamos e preconizamos que para as empresas consideradas no estudo e tendo por base os dados obtidos nesse estudo que

sejam adotadas, com a máxima urgência e independentemente ou não de avançarem para processos de Transformação Digital” no contexto da sua evolução para a Indústria 4.0, o “Estabelecimento de uma Política Ativa de Ciber Segurança”, a aplicar a todos os colaboradores e tendo em vista todo o tipo de equipamentos informáticos ou que simplesmente acedam e usem a estrutura informática da organização e quer sejam ou não pertença da mesma, baseada nos seguintes pontos:

- Empenhar a Gestão no cumprimento dessa política;
- Aplicar a toda a empresa e por e a todos os colaboradores;
- Evitar vazamento de dados;
- Proteger contra “Ransomware”;
- Sensibilizar sobre comportamentos que possam tirar partido da Engenharia Social;
- Dotar a estrutura informática com equipamentos de proteção e de contenção de Ciber Ataques;
- Estabelecer uma “Política de Passwords” e cumpri-la e fazê-la cumprir;
- Rever sistemática e periodicamente a “Política Ativa de Ciber Segurança”;

Concomitantemente, para o estabelecimento desta “Política Ativa de Ciber Segurança”, tem de se ter em conta as seguintes premissas para essa “Política Activa de Ciber Segurança”:

- A Ciber Segurança tem a ver com todos e tem de envolver todos;
- Como preparação para a grande diversidade de ameaças deverá ter-se, preferencialmente, uma centralização de gestão da segurança e tecnologias para prevenção, deteção e resposta aos incidentes de Ciber Segurança pelo

que poderá ser preferível a escolha de plataformas integradas passíveis de usar métricas unificadas e segmentadas por processos, ativos e risco para o negócio;

- Não utilizar ferramentas desconexas, sem integração e comunicação entre si pois podem não responder, face à realidade atual e dada a evolução do tipo de ameaças e do seu número, adequada e atempadamente a essas situações;

Desse modo, os principais pontos a considerar no estabelecimento dessa “Política Ativa de Ciber Segurança”, serão:

- Formação constante e periódica de todos os colaboradores e não só dos ligados à área informática da empresa e de qualquer nível hierárquico na organização;

- Cobertura dos principais vetores de ameaças como email e segurança de redes;

- Centralização de todos os produtos e serviços;

- Prevenção, deteção e resposta;

- Cobertura de “endpoints”, redes, servidores e Cloud;

- Compartimentação da rede em sub-redes com diferentes níveis de autorização e de acesso;

- Plano de atualização do *hardware* e do *software*;

- Plano e estrutura de *backup* de dados consistente, descentralizada, fiável, segura e síncrona com os equipamentos principais;

- Considerar *backups* no fornecimento de energia elétrica como *UPS* e geradores autónomos de energia;

- Redundância dos principais servidores e equipamentos de proteção que permita a sua imediata substituição em caso de avaria.

5. LAYOUTS FABRIS NO CONTEXTO DA I4.0

Como corolário de tudo o que foi atrás referido, é muito importante considerar o onde e o como tudo isto vai funcionar e as condições dos *layouts* das instalações de modo a aproveitar ao máximo e otimizar toda a estratégia decorrente da implementação dos processos I4.0 referidos.

Apesar de aparentemente poder não parecer, esta questão dos *layouts* fabris e as opções que lhes correspondam são um dos aspetos chave a considerar no Indústria 4.0 bem como no sucesso do que foi considerado e implementado. Isto é assim de tal modo, que é mesmo uma das áreas de maior estudo e investigação aquando da consideração da introdução deste conceito da Indústria 4.0 nas organizações industriais.

O *layout* de *design* das instalações industriais e o fluxo de trabalho dele decorrente, tem um grande impacto no sucesso fabril. Um mau desenho de uma instalação industrial pode causar dificuldades de desempenho dessa instalação devido à dificuldade que pode aparecer por causa de uma má coordenação entre as operações dele decorrente que pode levar mesmo ao mau funcionamento da empresa. Como consequência, podem ocorrer atrasos recorrentes em algumas secções dessa empresa bem com ocorrerem atividades improdutivas devido aos atrasos referidos.

Desse modo e para corresponder às necessidades e responder globalmente às suas exigências, no contexto da Indústria 4.0, pode ser necessário propor novos *layouts* de produção que permitam a gestão do fluxo de trabalho de acordo com esses novos *designs* da instalação.

É vulgar que associado ao conceito de Indústria 4.0 se considerem os chamados Sistemas Ciber-Físicos Orientados à Produção. Este conceito relaciona a Integração de Instalações de Produção com os Sistemas de Armazenamento e com a Logística. A sua abrangência é muito grande e pode mesmo ter em conta aspetos aparentemente desconexos e afastados tais como, por exemplo,

a avaliação de requisitos sociais necessários ao estabelecimento de redes globais de criação de valor. A consideração deste conceito também pode facilitar o *design* das instalações bem como permitir uma operação e produção inteligente, mais flexível, modular e adaptável que permita e tenha em consideração mudanças constantes que possibilitam responder às necessidades finais do consumidor de um modo mais rápido e consistente. Os Sistemas Ciber-Físicos de Produção, “*Cyber-Physical Production System (CPPS)*”, têm-se, pois, tornado populares nas empresas modernas no contexto da Indústria 4.0. Os *CPPS* estão relacionados com a interligação das entidades do sistema de produção, por exemplo, máquinas, bem como com a descentralização do controlo da produção. Estes sistemas já provaram a sua eficiência mesmo em situações mais difíceis de controlar como situações muito variáveis e inconstantes de pedidos de produção de artigos.

O *design* da instalação é, pois, fundamental para otimizar a organização dos locais de trabalho, determinando a melhor colocação de máquinas ou outros suportes da cadeia de produção e facilitando o movimento de materiais, matérias-primas, material acabado, embalagem, expedição, etc. O objetivo destes *designs* é obter a melhor qualidade, e tornar seguros e confortáveis os processos de produção bem como melhorar as condições de trabalho e facilitar a implementação de novos modelos de negócios.

Permitem assim a obtenção de melhores inter-relações económicas e mais eficiente dos trabalhadores, dos equipamentos bem como o manuseio de materiais nas diferentes fases de produção: recepção dos pedidos, processo de fabricação e entrega dos produtos acabados. Deste modo e no contexto da Indústria 4.0, para construir um melhor *design* de instalações, que leva em consideração todos os estágios de produção, o *CPPS* é um dos componentes chave desse processo.

Os *CPPS* também permitem a integração da *Cloud Computing* com os processos físicos e permitem a interligação destes processos com a componente

computacional de modo a que se consiga estabelecer uma monitorização permanente em rede para controlar os processos físicos.

Em resumo e do que foi referido, pode-se considerar que para se tornarem e permanecerem competitivas no mercado, as indústrias devem projetar novas instalações e sistemas de produção, além de criar indicadores importantes de desempenho. Por outro lado, o conceito de *design* ou *redesign* de instalações na Indústria 4.0 não menospreza a consideração do *design* tradicional mas antes pelo contrário tem-no em consideração como projeto base a ser melhorado, tendo em conta as novas necessidades.

Do mesmo modo a implementação de soluções de novo *design* da instalação deve ter em consideração a modularidade e flexibilidade das mesmas e assim as configurações a ter em conta devem permitir mudanças em tempo real, sem incorrer em custos, atrasos na produção e atividades não agregadas nas áreas ligadas à produção.

6. CONSULTORIA E OFERTA DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS I4.0

6.1 Serviços de Consultoria

O presente projeto nas suas especificidades, nomeadamente a Implementação das Ferramentas i4.0, capítulo 4, disponibiliza em cada domínio os contactos de equipas de Consultores Especializados para eventual acompanhamento técnico nas implementações, que passamos a apresentar:

- “*Big Data*”, “*Data Business Analytics*”, “*Cloud Computing*” (computação na nuvem), “*Ciber Security*” (Ciber Segurança), Simulação,

Jorge Barbosa, Eng.º Informático, Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, jorge.barbosa@isec.pt, Coordenador do C3A/I2A;

António Carvalho, Eng.º Informático, Doutor em Tecnologias e Sistemas de Informação, membro do C3A/I2A;

António Godinho, Eng.º Informático, Mestre em Comércio Eletrónico, membro do C3A/I2A;

Tiago Figueira, Eng.º Informático, Mestre em Comércio Eletrónico, membro do C3A/I2A;

- Manufatura Aditiva e “3D Printing” (impressão 3D),

Luís Filipe Borrego, Eng.º. Mecânico, Professor Doutor em Eng.º. Mecânica no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra, nomeadamente o, Prof. Coordenador do Departamento de Engenharia Mecânica. borrego@isec.pt;

Pedro Moreira, Eng.º. Mecânico, Doutor em Eng.º. Mecânica, INEGI, Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial, da Faculdade de Engenharia do Porto, Diretor da Unidade de Integridade Estrutural e Monitorização Avançada; pmoreira@inegi.up.pt;

Nuno Miguel Fonseca Ferreira, Eng.º. Eletrotécnico, Professor Doutor em Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC), Centro de Competências em “Ciber Atividades” do “Instituto de Investigação Aplicada do Instituto Politécnico de Coimbra”, C3A/I2A; nunomig@isec.pt;

- Robótica e Automação,

Nuno Miguel Fonseca Ferreira, Eng.º. Eletrotécnico, Professor Doutor em Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC), Centro de Competências em “Ciber Atividades” do “Instituto de Investigação Aplicada do Instituto Politécnico de Coimbra”, C3A/I2A; nunomig@isec.pt;

6.2 Fornecedores de Soluções Tecnológicas i4.0

A oferta de soluções para a seleção e implementação das ferramentas i4.0 apresentadas no capítulo 4, deve respeitar as seguintes premissas:

- Especificidades de projeto;
- *Trade-off* das soluções preconizadas;
- Concomitância de interfaces identificados;
- Diversidade do Portefólio de soluções dos fornecedores;
- Política de assistência técnica.

Considerando a Implementação das Ferramentas i4.0 no capítulo 4, apresentam-se algumas soluções quanto a,

- “*Big Data*”, “*Data Business Analytics*”, “*Cloud Computing*” (computação na nuvem), “*Ciber Security*” (Ciber Segurança), Simulação

CyberS3c, <https://www.cybers3c.pt/>.

- Manufatura Aditiva e “*3D Printing*” (impressão 3D),

Das tecnologias de Manufatura Aditiva expostas no capítulo 3, as que apresentam mais vantagens de aplicação nesta fileira são:

“**Selective Laser Sintering**” (SLS) ou Sinterização Seletiva a Laser (SLM);

Algumas das principais empresas fornecedoras são respetivamente:

- Renishaw - <https://.renishaw.com>;
- Concept Laser - <https://www.ge.com/additive/>;
- Trumpf - https://www.trumpf.com/pt_PT/produtos/maquinas-sistemas/sistemas-de-manufatura-aditiva/;
- EOS - <https://www.eos.info/en/industrial-3d-printing>;

Cofinanciado por:

- SLM Solutions - <https://www.slm-solutions.com/additive-manufacturing/>;

Estas empresas oferecem uma variedade de máquinas SLM para resposta às necessidades das diferentes indústrias, incluindo aeroespacial, automóvel e médica. Cada empresa tem as suas próprias tecnologias e recursos, sendo por isso importante pesquisar cuidadosamente as opções disponíveis de modo a encontrar a melhor máquina para corresponder às suas necessidades específicas;

“Fused Deposition Modeling (FDM)” ou Modelagem de Deposição Fundida. Existem várias empresas que produzem máquinas para “*Fused Deposition Modeling (FDM)*” ou “*Fused Filament Fabrication (FFF)*”, são técnicas de impressão 3D que utilizam filamentos de plástico derretido para criar objetos camada por camada. Algumas das principais empresas fornecedoras são respetivamente:

- Stratasys - <https://www.stratasys.com/>;
- Ultimaker - <https://ultimaker.com/>;
- MakerBot - <https://www.makerbot.com/>;
- Prusa Research - <https://www.prusa3d.com/>;
- Formlabs - <https://formlabs.com/>;

Cada uma das empresas referidas acima oferece uma diversidade de modelos de máquinas “*Fused Deposition Modeling (FDM)*” com recursos e preços diferentes de modo a poder responder às necessidades das diferentes indústrias e utilizadores, desde a prototipagem rápida até à produção em massa. Alguns dos recursos que poderão variar, incluem o tamanho da plataforma de impressão, a precisão, a velocidade de impressão, os materiais suportados e a facilidade de utilização.

Novamente a pesquisa cuidada das opções disponíveis é imperiosa;

“**Material Jetting**” ou “**PolyJet**” (de menor probabilidade de utilização), a tecnologia de impressão “PolyJet” é uma técnica de impressão 3D que utiliza jatos de tinta para imprimir camadas de material fotopolimérico líquido numa plataforma de construção.

As empresas fornecedoras de produtos e serviços são respetivamente:

- Stratasys - é uma das principais empresas de impressão 3D do mundo e oferece a tecnologia “PolyJet” nas suas impressoras <https://www.stratasys.com/>;
- Materialise - oferece serviços de impressão 3D “PolyJet”, bem como outras tecnologias de impressão 3D, <https://www.materialise.com/en>;
- 3D Systems - oferece tecnologia de impressão 3D “PolyJet” nas suas impressoras, <https://br.3dsystems.com/>;
- Shapeways - oferece serviços de impressão 3D “PolyJet” e outras tecnologias de impressão 3D, <https://www.shapeways.com>;
- Sculpteo - oferece serviços de impressão 3D “PolyJet” e outras tecnologias de impressão 3D, <https://www.sculpteo.com/en>;

Estas são algumas das muitas empresas que oferecem produtos e serviços relacionados com a “PolyJet”. Cada empresa apresenta a suas variações e tecnologias dentro da tecnologia “PolyJet”, sendo por tal determinante avaliar as opções disponíveis, comparando as características e benefícios.

Novamente a pesquisa cuidada das opções disponíveis é imperiosa.

- Robótica e Automação,

Existem muitos fornecedores de tecnologia que oferecem soluções de automação para a *indústria alimentar*, incluindo equipamentos, componentes e serviços de implementação. Alguns exemplos de fornecedores de tecnologia que podem ser considerados para a implementação de sistemas de automação na *indústria alimentar* incluem:

Fabricantes de Equipamentos de automação: estes fornecedores produzem equipamentos como sensores, atuadores, controladores, robôs, etc., que são usados em sistemas de automação;

Distribuidores de Equipamentos de automação: estes fornecedores vendem equipamentos de automação produzidos por fabricantes, geralmente para uma região ou país específico;

Empresas de Integração de sistemas: estes fornecedores oferecem serviços de projeto, instalação e configuração de sistemas de automação, usando equipamentos de vários fabricantes;

Empresas de Manutenção de sistemas: estes fornecedores oferecem serviços de manutenção e suporte técnico para sistemas de automação já implementados;

Empresas de Consultoria em automação: estes fornecedores oferecem serviços de consultoria para ajudar as empresas a entender as opções de automação disponíveis e a tomar decisões sobre a implementação de sistemas.

É importante lembrar que cada fornecedor pode ter diferentes níveis de experiência e expertise em diferentes áreas de Automação/Robotização, sendo por tal importante pesquisar e comparar os diferentes fornecedores antes da tomada de decisão.

Para construir uma réplica digital do espaço fabril para a implementação de manipuladores robóticos, podemos recorrer aos *softwares* das empresas como:

ABB (RobotStudio);

Yaskawa (Motosim);

Kuka (Kuka Sim);

Visual Components - 3D manufacturing simulation software entre muitas outras.

Podemos destacar as seguintes Empresas de Consultoria em automação:

Ingeniarius, empresa focada na Investigação, Doutor Micael Couceiro, <https://ingeniarius.pt>;

Indusstock, empresa focada na automação da *indústria alimentar*, Engº. João Ferreira, <https://indusstock.com>;

Europneumaq, empresa fornecedora e instaladora de Sistemas Robóticos Engº. Miguel Costa, <https://europneumaq.com/pt>;

RRS, empresa integradora de sistemas de automação e robótica, Engº. Luis Nolasco, <https://ipn.pt/incubadora/empresa/363>

7. CONCLUSÕES

A realização do presente Plano de Capacitação e Qualificação i4.0 visa a promoção do conhecimento relativo à realidade da Indústria 4.0 para a fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a *indústria alimentar* nas regiões do Centro e Norte de Portugal.

A promoção deste *know-how* compreende neste Plano de Capacitação e Qualificação i4.0, a caracterização das ferramentas i4.0, as boas práticas para a implementação das tecnologias i4.0, as soluções ao nível da consultoria para desenho e implementação das ferramentas i4.0, e os potenciais fornecedores de tecnologias e ferramentas i4.0.

A identificação das áreas de desenvolvimento tecnológico em sede da Indústria 4.0, respeitou a caracterização das necessidades das empresas a quando da elaboração do Estudo de Avaliação de Maturidade i4.0 para a fileira vocacionada para os “Equipamentos, Serviços e Ingredientes” para a *Indústria Alimentar* nas regiões do Centro e Norte de Portugal.

A caracterização das ferramentas i4.0 apresentadas, é abordada na perspetiva dos conceitos gerais destas bem como a explanação das boas práticas para a implementação das áreas de desenvolvimento tecnológico no âmbito da

Indústria 4.0, respeita os princípios mínimos base e generalistas para a consideração do universo das organizações.

Porque todas as organizações são e constituem-se como realidades específicas e as temáticas diversas, recentes e em constante evolução, poderão as empresas, quando entenderem por necessário, recorrer a serviços de Consultoria Técnica e a Fornecedores de Tecnologia.

Neste estudo são também apresentadas soluções quanto a Serviços Técnicos de Consultoria e opções para Fornecimento destas, sejam de *hardware* ou *software*.

8. EQUIPA DE CONSULTORES

8.1 Consultores de Coordenação na realização do Plano de Capacitação e Qualificação i4.0

A equipa de Consultores de Coordenação é composta por **Luís Augusto Fonseca**, MBA Executive e Licenciado em Gestão de Empresas, **Luís Filipe Borrego**, Eng.º. Mecânico, Professor Doutor em Eng.º. Mecânica e **Nuno Miguel Fonseca Ferreira**, Eng.º. Eletrotécnico, Professor Doutor em Engenharia Eletrotécnica.

8.2 Consultores Técnicos na realização do Plano de Capacitação e Qualificação i4.0

A equipa de Consultores Técnicos é composta por,

Jorge Barbosa, Eng.º Informático, Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores;

Luís Filipe Borrego, Eng.º. Mecânico, Professor Doutor em Eng.º. Mecânica;

Nuno Miguel Fonseca Ferreira, Eng.º. Eletrotécnico, Professor Doutor em Engenharia Eletrotécnica.

Cofinanciado por:



8.3 *Profile* dos Consultores de Coordenação, Consultores Técnicos e restantes membros das Equipas de Implementação das Ferramentas i4.0

António Augusto Nunes Godinho, Engenheiro Informático, Assistente no Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas do Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico de Coimbra; Membro do C3A – Centro de Competências em Ciber Atividades do Instituto de Investigação Aplicada do Instituto Politécnico de Coimbra, I2A/IPC; Coordenador do Serviço de Gestão da Infraestrutura Tecnológica do ISEC/IPC; Administrador de Sistemas Informáticos e Gestor de Servidores e de Sistemas de Virtualização e Administrador de Redes Informáticas; Desenvolvimento Web;

Habilitações Académicas: Mestre em Comércio Eletrónico pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra; Licenciado em Engenharia Informática pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra;

Associações Profissionais: Ordem dos Engenheiros, Engenheiro Nível 2, Colégio de Engenharia Informática.

António Manuel Rodrigues Carvalho dos Santos, Engenheiro Eletrotécnico, Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra / Instituto Politécnico de Coimbra; Membro do C3A – Centro de Competências em Ciber Atividades do Instituto de Investigação Aplicada do Instituto Politécnico de Coimbra, I2A/IPC;

Habilitações Académicas: Doutor em Tecnologias e Sistemas de Informação, área de Conhecimento de Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação pela Universidade do Minho; Mestre em Engenharia de Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro; Licenciado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações pela Universidade de Aveiro.

Outras Funções anteriormente desempenhadas: Vice-Presidente da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra / Instituto Politécnico de Coimbra; Técnico Superior de Informática Professor da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, sendo o responsável pela área de Informática; Diretor do Departamento das Ciências Complementares da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra; Diretor do Departamento das Ciências Exatas, Biológicas e Engenharia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra; Presidente da Comissão Científica do Departamento das Ciências Exatas, Biológicas e Engenharia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra; membro do Conselho Administrativo da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra / Instituto Politécnico de Coimbra; Membro da Assembleia de Representantes da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra; Membro do Conselho Técnico-Científico da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra.

Associações Profissionais: Ordem dos Engenheiros, Engenheiro Nível 2, Colégio de Engenharia Eletrotécnica.

Jorge Augusto Castro Neves Barbosa, Engenheiro Informático, Professor Coordenador no Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas do Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico de Coimbra; Coordenador do C3A – Centro de Competências em Ciber Atividades do Instituto de Investigação Aplicada do Instituto Politécnico de Coimbra, I2A/IPC; Presidente da Associação dos Auditores dos Cursos de Defesa Nacional – Delegação Centro Coimbra;

Habilitações Académicas: Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa e Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa;

Cofinanciado por:



Pós-Graduações: Auditor dos Cursos de Defesa Nacional, Instituto da Defesa Nacional, Auditor de Ciber Segurança e Gestão de Crises no Ciberespaço, Instituto da Defesa Nacional; Auditor de Gestão Civil de Crises, Instituto da Defesa Nacional;

Interesses Científicos: Ciber Segurança, Ciber Guerra e Ciber Defesa; Programação Web; Processamento Digital de Sinais; Programação para Dispositivos SoC;

Outras Funções anteriormente desempenhadas: Presidente do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Politécnico de Coimbra; Presidente do Conselho Pedagógico do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Politécnico de Coimbra; Vogal do Conselho de Gestão do Politécnico de Coimbra; Vogal do Conselho Geral do Politécnico de Coimbra; Vogal do Conselho Disciplinar da Ordem dos Engenheiros da Região Centro;

Associações Profissionais: Ordem dos Engenheiros, Membro Sénior – Colégio de Engenharia Informática; Associação Nacional dos Auditores dos Cursos de Defesa Nacional; Associação Portuguesa de Sistemas de Informação; “CIWA, *Competitive Intelligence & Information Warfare Association*”; Contactos: Jorge.barbosa@isec.pt; Telemóvel: 910 728 241.

Luís Augusto Saraiva da Fonseca, é MBA em Gestão de Empresas pelo ISAG, licenciado em Gestão de Empresas, com especialização em *Marketing*, Pós-Graduação em Gestão Empresarial. Desempenhou funções de administrador na Astrolábio Orientação e Estratégia, SA., de Diretor Comercial e de *Marketing* em várias empresas como Fábrica de Parafusos Pecol, LDA., Apolo Cerâmicas, SA., Aleluia Cerâmicas, Sa., Cerâmica Boialvo, LDA. (Mota-Engil), MIRALAGO, SA., Teclife, LDA., de 1989 a 2016. De 2008 ao momento exerceu em paralelo a atividade de docente especialista convidado no Instituto Politécnico de Viseu nomeadamente na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Lamego, de Consultor e Formador nos domínios da Gestão Estratégica, Desenvolvimento

Internacional, Gestão de *Marketing* e Comercial, Inovação e Controlo de Gestão, em vários programas comunitários em representação de diversas Associações Empresariais e empresas como AEA, AECOIA, AEP, AIP, CESAE, IDIT, ACCOAVC, AEBA, AEMarco, APME, IFCTS, PAMESA, UMP, Fangueiro & Rodrigues, LDA., Crittec, LDA., ITEC – AC, LDA., *Love Design*, LDA., entre outras.

Ao longo da sua carreira profissional, desempenhou funções na base Doméstica e Internacional. É Conselheiro Estratégico Nacional da CIP em representação da AEA.

Luís Filipe Borrego, obteve o Doutoramento (2002) em Engenharia Mecânica pela Universidade de Coimbra, é professor coordenador do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEC. Tem variadíssimas publicações na área da Engenharia Mecânica e Materiais tendo publicado mais de 120 trabalhos em revistas científicas e conferências científicas internacionais. Foi ou é responsável por vários projetos de I&D, sobretudo com empresas, quer a nível nacional, quer a nível europeu.

É Investigador integrado do CEMMPRE – Centro de Engenharia Mecânica, Materiais e Processos da Universidade de Coimbra. Foi Subdiretor do Instituto de Investigação Aplicada do Politécnico de Coimbra. É Vice-Presidente da Sociedade Portuguesa de Fratura e Integridade Estrutural, Comité Nacional da Sociedade Europeia de Integridade Estrutural (ESIS).

Trabalha na área do Comportamento Mecânico de Materiais inovadores, incluindo na manufatura aditiva de ligas metálicas, nomeadamente na Fratura, Fadiga, Integridade Estrutural e Análise da Tolerância de Dano em componentes e estruturas aeronáuticas e componentes automóveis.

Nuno Miguel Fonseca Ferreira desempenha funções de Professor Coordenador com Agregação no Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE) do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC). Obteve o título de Agregado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em

2020, bem como o Doutoramento em 2006, obteve o grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) em 1999 e Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores em 1996 também pela FEUP. É investigador integrado, desde Dezembro de 2009 até à presente data, no Laboratório Associado de Sistemas Inteligentes, Grupo de Investigação em Conhecimento em Engenharia Inteligente e Computação para Inovação Avançada e Desenvolvimento (GECAD) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e colabora desde Dezembro de 2017, como investigador integrado na equipa do Centro de Robótica na Indústria e Sistemas Inteligentes (CRIIS) do Laboratório Associado INESC TEC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência. A área principal de investigação é a automação, controlo e robótica, da qual os seus principais interesses são os robôs industriais, os sistemas multi-robô, os sistemas de visão e a perceção cooperativa entre os robôs autónomos. É coautor de cerca de diversas publicações científicas listadas na base Scopus, desde artigos, capítulos de livros e atas de conferências científicas internacionais com revisão por pares. Iniciou a sua carreira académica como assistente no Departamento de Engenharia Eletrotécnica do ISEC em Março de 1997. Enquanto desempenhou atividades de docência, exerceu simultaneamente várias funções de Gestão Pública e Administrativa, de salientar: Vice-presidente do IPC desde 2013 a 2017, Presidente do ISEC de 2010 a 2013, Pró-Presidente para a Investigação do IPC de 2009 a 2010 e Membro do Conselho Geral do IPC de 2002 a 2017, foi Vice-Presidente do Conselho Diretivo do ISEC de 2003 a 2005.

Pedro Moreira, é diretor da Unidade de Integridade Estrutural e Monitorização Avançada do INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial, coordenando uma equipa interdisciplinar de cerca de 30 elementos. Obteve o Doutoramento (2008) em Engenharia Mecânica pela Universidade do Porto. Trabalha principalmente em Processos de Fabricação

Avançados, Integridade Estrutural e Mecânica Experimental. É presidente da Sociedade Portuguesa para a Integridade Estrutural (SPFIE) e secretário da Comissão Executiva da ESIS. Liderou eventos científicos como a “*International Conference on Structural Integrity*”. Foi e é responsável por vários projetos de I&D, sobretudo com empresas, quer a nível nacional, quer a nível europeu.

Tiago André Ferreira de Almeida das Neves Figueira, Assistente no Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas do Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico de Coimbra; Membro do C3A – Centro de Competências em “Ciber Atividades” do Instituto de Investigação Aplicada do Instituto Politécnico de Coimbra, I2A/IPC; Ex-Coordenador do Serviço de Gestão da Infraestrutura Tecnológica do ISEC/IPC; Administrador de Sistemas Informáticos e Gestor de Servidores e de Sistemas de Virtualização e Administrador de Redes Informáticas; Desenvolvimento Web; “*Systems Development Manager*”, Polymark Group;

Habilitações Académicas: Mestre em Comércio Eletrónico pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra; Licenciado em Engenharia Informática pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra.

9. AGRADECIMENTOS

Uma palavra de reconhecido agradecimento aos Consultores de Coordenação e Consultores Técnicos, Professor Doutor Engº. Luís Filipe Borrego,

Cofinanciado por:



Professor Doutor Engº. Nuno Miguel Fonseca Ferreira e Professor Doutor Engº. Jorge Barbosa por toda a disponibilidade e empenho que desde o primeiro momento manifestaram na definição do projeto, planeamento e elaboração deste Plano de Capacitação e Qualificação i4.0.

Também uma palavra de agradecimento à AEA Associação Empresarial de Águeda na pessoa do seu Secretário Geral, Dr. Miguel Coelho, por todo o apoio manifestado ao longo da elaboração deste Plano de Capacitação e Qualificação i4.0.

Por fim, uma palavra especial de agradecimento à Somengil, SA., na pessoa do Eng. Miguel Fragoso, e à Mercatus, SA., na pessoa do Eng. Vítor Anjos, pela sua disponibilidade e contributos para a elaboração deste Plano de Capacitação e Qualificação i4.0.

Uma palavra de agradecimento à minha equipa.

Muito Obrigado,

Cristina da Cunha Unipessoal, Lda.

Luis Fonseca

2023.02.27