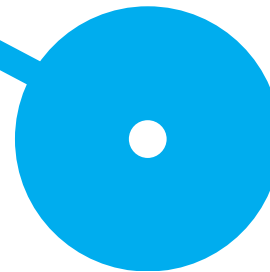


A indústria 4.0 no Tâmega e Sousa numa dupla perspectiva: indústria vs empresas tecnológicas

Ricardo Correia Sampaio de
Freitas

06/2019



Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram para que fosse possível realizar este trabalho.

Ao Professor Doutor Cristóvão Polido Sousa pela sua orientação, acompanhamento e apoio ao longo de todo o trabalho superando sempre as minhas maiores expectativas.

Ao Carlos Alberto Miguelote, netbooks, pela sua disponibilidade, compreensão e acompanhamento.

Ao Vítor Costa e António Macedo, gerentes da Softideia, onde trabalhei ao longo desses anos, pelas suas disponibilidades e acompanhamento ao longo deste trabalho. Sem o conhecimento e experiência profissional que me transmitiram, não teria sido possível a conclusão deste trabalho.

À empresa Confetil, na qual disponibilizaram e entenderam a importância da conclusão desse trabalho.

Aos meus amigos, colegas de trabalho, Softideia, Confetil, GlobalSoft, e do mestrado, sempre presentes ao longo do meu percurso académico com os quais partilhei experiências nos últimos anos na partilha de informação, experiência de trabalho e na investigação sobre este tema.

Um especial agradecimento ao meu amigo e colega de Mestrado Sérgio Monteiro, a minha namorada Susana, a minha filha Ana e a minha família.

Um agradecimento as organizações que responderam ao inquérito sem eles esse trabalho não seria concluído.

Resumo

A tecnologia está a mudar as nossas vidas e a um ritmo cada vez mais elevado. Contudo, muitos de nós (pessoas e organizações), não têm ainda a dimensão exata do que ainda advirá e do impacto que essa transformação provocará.

No contexto organizacional, é notória a radical transformação da forma como são já fabricados os produtos que consumimos; aqui, entra o conceito de indústria 4.0, que está a elevar o conceito da internet para outro nível, interligando as organizações, as pessoas e de modo geral para todas as coisas. Este fenómeno denomina-se *internet das coisas*. Aquilo que parecia apenas futurístico está efetivamente a acontecer já, com máquinas interagindo entre si e com os seres humanos, tomando decisões, trocando uma gigantesca quantidade de dados e informação.

O “*remasterizado*” conceito de indústria 4.0 e o impacto das novas tecnologias que lhe estão subjacentes, é o tema genérico desta dissertação. Concretamente, apresenta-se um estudo do impacto da indústria 4.0 na região do Tâmega e Sousa, quer da perspetiva das empresas industriais quer das empresas tecnológicas. A forma como o conceito I4.0 está a ser compreendido pelas organizações da região do Tâmega e Sousa, e o grau de preparação para o fenómeno é debatido neste documento. A constatação da impreparação das organizações para a adoção de estratégias ou projeto I4.0, e a incapacidade que as tecnológicas da região revelaram em inverter esta situação, motivou a apresentação de um conjunto prático de recomendações. O quadro de recomendações traduz de forma pragmáticas as diferentes dimensões associadas aos desafios inerentes à I4.

Palavras chaves:

Indústria 4.0; Sistemas de Informação; Digitalização Industrial;

Abstract

We are already well used to the idea that technology will dramatically change our lives. Most of the people and entities are not aware of the exact dimension of what is to come, and consequently of the impact that this transformation will cause.

In this context, the way in which the products we consume will be manufactured is undergoing a radical transformation. And that's where the 4.0 industry concept comes in, taking the internet to another level by connecting people, organizations and generally everything else. This phenomenon is defined as the internet of things. What seemed just futuristic is happening, with machines talking to each other and to humans, making decisions and imposing a myriad of data.

How all this will happen and the impact of these new technologies is the theme of this dissertation. Specifically, a study of the impact of industry 4.0 in the Tâmega and Sousa region is presented, both from the perspective of industrial companies and technological companies. The way the I4.0 concept is being understood by the organizations in the Tâmega and Sousa region, and the degree of preparation for the phenomenon is discussed in this paper. The realization of the unpreparedness of the organizations for the adoption of strategies or project I4.0, and the inability of the region's technology to reverse this situation led to the presentation of a practical set of recommendations. The framework of recommendations pragmatically translates the different dimensions associated with the challenges inherent in I4.

Keywords:

Industry 4.0; Information Systems; Industrial Digitization Industry;

Índice

Agradecimentos	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Índice	vii
Índice de gráficos	ix
Índice de tabelas	xi
Índice de imagens	xiii
Lista de abreviaturas	xv
1. Introdução	1
1.1. Estrutura da dissertação	3
2. Enquadramento teórico	5
2.1. O conceito de I4.0.....	5
2.2. Arquiteturas de referência para I4.0.....	9
2.2.1. Modelo RAMI.....	11
2.2.2. Industrial Internet Consortium.....	13
2.3. Arquiteturas de sistemas.....	17
2.3.1. Single Process Architecture.....	18
2.3.2. Client-Server Architecture.....	19
2.3.3. N Tier Architecture.....	20
2.3.4. RIA Architecture	23
2.3.5. Arquiteturas orientadas serviços.....	24
2.3.6. Event-Driven Architecture.....	30
2.3.7. Peer-to-Peer Architecture	32
2.3.8. Scalable Architecture.....	34
2.3.9. Domain Driven Design (DDD).....	35
3. I4.0 na região do Tâmega e Sousa.....	37
3.1. Perspetiva da Indústria	37
3.1.1. Estudo com base em inquérito	39
3.1.2. Método	40
3.1.3. Breve caracterização da amostra	41
3.1.4. Estrutura do inquérito	41
3.1.5. Análise dos dados	44
3.2. Perspetiva das empresas tecnológicas	65
3.2.1. Estudo com base em inquérito	65
4. Breves recomendações tecnológicas	69

5. Considerações finais e trabalho futuro	75
5.1. Contribuições para a comunidade.....	76
5.2. Trabalho futuro	76
5.3. Limitações da investigação:	77
Referências bibliografias	79
Referencias de imagens.....	85
Anexos	87
Anexo I - Os Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação na 4ª Revolução Industrial. Está preparado?.....	87
Anexo II - Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação na Indústria 4.0	105
Anexo III - Calculo das dimensões da situação atual	117
Anexo IV - Calculo das dimensões daqui a 3 anos	123

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Localização.....	45
Gráfico 2 - Área de negócio.....	45
Gráfico 3 - Volume de negócios	45
Gráfico 4 - Estimativa de investimento em TIC em face do volume de negócio.....	45
Gráfico 5 - Enquadramento académico - Quadros superiores	46
Gráfico 6 - Enquadramento académico - Quadros intermédios	46
Gráfico 7 - Enquadramento académico - Quadros operacionais.....	46
Gráfico 8 - Conhecimentos dos colaboradores quando se trata dos requisitos futuros na I4.0.....	47
Gráfico 9 - Contratação de colaboradores com conhecimento em novas arquiteturas baseado em serviços	47
Gráfico 10 - Política de recrutamento	48
Gráfico 11 - Procura de colaboradores com formação interdisciplinar	48
Gráfico 12 - Sistemas de Informação Organizacionais existentes	48
Gráfico 13 - De que forma desenvolvem atividades de investigação e desenvolvimento.....	50
Gráfico 14 - Têm alguma parceria com alguma Instituição de Ensino Superior	51
Gráfico 15 - Grau de importância que as atividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) têm na diferenciação/ inovação dos produtos/serviços	51
Gráfico 16 - Grau de conhecimento dos programas de financiamento atuais no âmbito do P2020.....	52
Gráfico 17 - Preveem, nos próximos 3 anos, candidatar-se a algum programa de financiamento.....	52
Gráfico 18 - Participa em redes, cluster ou consórcios.....	53
Gráfico 19 - Integração Vertical: visão agregada das respostas	55
Gráfico 20 - Integração Vertical: visão agregada das respostas daqui 3 anos.....	55
Gráfico 21 - Integração Horizontal: visão agregada das respostas	56
Gráfico 22 - Integração Horizontal: visão agregada das respostas daqui 3 anos.....	56
Gráfico 23 - Desenvolvimento do produto: visão agregada das respostas	57
Gráfico 24 - Desenvolvimento do produto: visão agregada das respostas daqui 3 anos	57
Gráfico 25 - Avaliação das tecnologias usadas: visão agregada das respostas	59
Gráfico 26 - Avaliação das tecnologias usadas: visão agregada das respostas daqui 3 anos.....	59
Gráfico 27 - Marketing: visão agregada das respostas.....	61
Gráfico 28 - Marketing: visão agregada das respostas daqui 3 anos.....	61
Gráfico 29 - Média final em cada dimensão.....	64
Gráfico 30 - Média final em cada dimensão daqui 3 ano	64

Índice de tabelas

Tabela 1 - Questões da integração vertical	54
Tabela 2 - Questões da integração horizontal	56
Tabela 3 - Questões desenvolvimento do produto.....	57
Tabela 4 - Questões avaliação das tecnologias usadas	58
Tabela 5 - Questões marketing	60
Tabela 6 - Nível de maturidade	62
Tabela 7 - Avaliação níveis de maturidade	64
Tabela 8 - Tabela de recomendações práticas para estratégias/projetos de I4.0	72

Índice de imagens

Figura 1 - Representação gráfica da Indústria 4.0 [1]	6
Figura 2 - Representação dos níveis da pirâmide de automatização [2]	11
Figura 3 Arquitetura de referência, indústria 4.0, RAMI [3]	12
Figura 4 - IIoT - Industrial Internet of Things [4]	14
Figura 5 - Single Process Architecture [7]	19
Figura 6 - Client-Server Architecture [8]	20
Figura 7 - N Tier Architecture [9]	21
Figura 8 - RIA Architecture [10]	23
Figura 9 - Fluxo representativo da tecnologia SOA entre pessoas e processos [6]	27
Figura 10 - Representação gráfica de uma aplicação <i>microservice</i> [5]	28
Figura 11 - Event-Driven Architecture [11]	31
Figura 12 - Peer-to-Peer Architecture [12]	33
Figura 13 - Representação gráfica de uma aplicação monolítica [5]	34
Figura 14 - Modelo DDD [13]	35

Lista de abreviaturas

- AICEP - Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal
- API - Application Programming Interface
- BPM - Business Process Management
- CAD - Computer Aided Design, Desenho assistido por computador (DAC)
- DDD - Domain Driven Design
- DNS - Domain Name System
- EIS - Enterprise Information System
- ERP - Enterprise Resource Planning, Sistema de gestão empresarial
- FTP - File Transfer Protocol
- HTML - HyperText Markup Language
- HTTP - Hypertext Transfer Protocol
- HTTPS - Hyper Text Transfer Protocol Secure
- I4.0 - Industria 4.0
- IDE - Integrated Development Environment
- IP - Internet Protocol
- JSON - JavaScript Object Notation
- MES - Manufacturing execution system, Controlo de execução de fabricação
- MRP - Material Resource Planning, planeamento de necessidades de materiais
- MVC - Model – View – Control
- OO - Object Orientation
- OT Operational Technology
- P2020 - Portugal 2020
- P2P - Peer-to-Peer
- PME - Pequenas e Médias Empresas

PWC - PricewaterhouseCooper

RAMI 4.0 - Reference Architectural Model for Industrie

IIC – Industrial Internet Consortium

REST - Representational State Transfer

RIA - Rich Internet Applications

SaaS - Software as a Service

SI - Sistema de informação

SMTP - Simple Mail Transfer Protocol

SOA - Service-Oriented Architecture

SSL - Secure Socket Layer

TCP - Transmission Control Protocol

TIC - Tecnologia de informação e comunicação

UML - Unified Modeling Language

WCF - Windows Communication Foundation

WWW - World Wide Web

WSDL - Web Services Description Language

XML - eXtensible Markup Language

1. Introdução

Estamos a entrar na era da quarta revolução industrial, essa mesma é apelidada, na Europa, de indústria 4.0 e consiste na fusão de métodos de produção com os mais recentes desenvolvimentos na tecnologia de informação e comunicação. Este desenvolvimento é impulsionado pela tendência de digitalização da economia e sociedade. A sustentação tecnológica deste desenvolvimento é possível graças a “sistemas ciber-físicos” inteligentes e interligados que permitirão que pessoas, máquinas, equipamentos, sistemas logísticos e produtos comuniquem e cooperem diretamente uns com os outros.

A quarta Revolução Industrial é uma clara oportunidade para esbater as típicas barreiras à competitividade do país, tais como a falta de escala de mercado interno e a localização periférica. Por conseguinte, a região do Vale Sousa e Tâmega, enquanto uma das regiões mais industrializadas do país, teria a responsabilidade de, junto com outros atores da sociedade: academia, tecnológicas, e poder político; liderar estratégias de adoção da Indústria 4.0 no norte de Portugal e no País.

A Indústria 4.0 (I4.0) vai provocar alterações profundas, não só na indústria, mas também nas mais díspares vertentes e aspetos da sociedade; desde a economia à manufatura relacionada, passando pelas serviços e inovação colaborativa; as redes sociais e plataformas digitais tornar-se-ão cada vez mais influentes na iniciativa e tomada de decisão [1].

Áreas geográficas diferentes, com desiguais e acentuados desníveis de progresso, aumentam cada vez mais o fosso entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, entre indústrias de vanguarda e as outras; urge entender as oportunidades e os riscos por forma a criar vantagem competitiva para além da simples digitalização, passando por uma forma muito mais complexa e abrangente de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias [12]. Estes fatores, forçarão as empresas a repensar a forma como gerem os seus negócios e processos, como se posicionam na cadeia de valor, como pensam no desenvolvimento de novos produtos e os introduzem no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição [1].

Considerando os desafios inerentes à I4.0 e a responsabilidade da região do Tâmega e Sousa enquanto um dos motores industriais do país, procura-se entender quão preparada a região está para alcançar a 4ª revolução industrial. Mas, esta responsabilidade não é exclusiva da indústria, mas partilhada com as tecnologias regionais que lhe dão suporte, uma vez que o fenómeno da digitalização dos processos e das coisas é um dos núcleos da I4.0.

Assim, os principais objetivos desta dissertação são aferir o grau de maturidade das organizações da região do Tâmega e Sousa para abraçar projetos I4.0. Adicionalmente, pretende-se analisar a importância atual que as TIC têm nos processos organizacionais, bem como captar a perspetiva futura das organizações se estão realmente ainda longe da meta no processo de digitalização a todo o ciclo de vida dos produtos.

1.1. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos.

No capítulo 2 é feito o enquadramento teórico relacionado com a área da dissertação, relacionado com o conceito da indústria 4.0, as arquiteturas de referencias para I.40, arquiteturas de serviços e as de sistemas, no capítulo 3 é apresentada a I4.0 na região do Tâmega e Sousa com a proposta e o grau de maturidade de trabalho desenvolvido, a análise e discussão dos dados com os resultados alcançados, juntamente com a perspetiva das empresas tecnológicas, o estudo. com a análise e caracterização dos dados. No capítulo 4 serão apresentadas as recomendações tecnológicas. Finalmente no capítulo 5 serão tiradas as conclusões e trabalho futuro.

2. Enquadramento teórico

2.1. O conceito de I4.0

A crise económica que afetou o mundo e a Europa, em particular os países da periferia, acelera a 4ª revolução industrial. A Europa repensa a indústria num paradigma alavancado pela tecnologia, com o intuito da sua flexibilização. Pretende-se uma indústria mais tecnológica, capaz de responder às flutuações e exigências dos mercados, mas ciente do ambiente que a rodeia. A indústria encontra assim novos parceiros como o desenvolvimento tecnológico, a cultura de inovação e emprego qualificado [2][12][13].

Concretamente, a iniciativa, “Portugal 4.0”, segundo a COTEC Portugal – Associação Empresarial para a inovação, foi lançada pelo Ministério da Economia português com vista “*a identificar as necessidades do tecido industrial português e orientar medidas (públicas e privadas) que permitam: acelerar a adoção das tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 no tecido empresarial português, promover empresas tecnológicas portuguesas a nível internacional e tornar Portugal um polo atrativo para o investimento no contexto Indústria 4.0*” [2].

Para esta iniciativa, cooperaram mais de 100 empresários e instituições de relevo em Portugal que, numa primeira fase, se organizaram em grupos de trabalho em quatro fileiras: Automóvel, Moda e Retalho, Agroalimentar e Turismo [2]. Estas fileiras, selecionadas em função da sua contribuição para a economia nacional e relevância no tecido de PME (Pequenas e Médias Empresas)¹ nacional e suscetibilidade à transformação digital, serviram de amostra piloto nesta primeira fase [3].

Segundo Mira Amaral “*A Indústria 4.0 representa a entrada definitiva e inevitável das Tecnologias de Informação no chão de fábrica, com implicações a todos os níveis do sistema de produção. O fluxo de dados partilhados em tempo real e em rede entre máquinas, robots e sistemas logísticos, permitirá antever falhas, adaptar a produção a novos cenários e integrar variáveis no processo produtivo, com informação vinda dos clientes, que de outra forma seria impossível.*” [4].

¹ PME: Pequenas e Médias Empresas, entende-se que satisfaça os critérios definidos pela legislação europeia de 6 de maio, nomeadamente número de colaboradores, volume de negócios e balanço total anual.

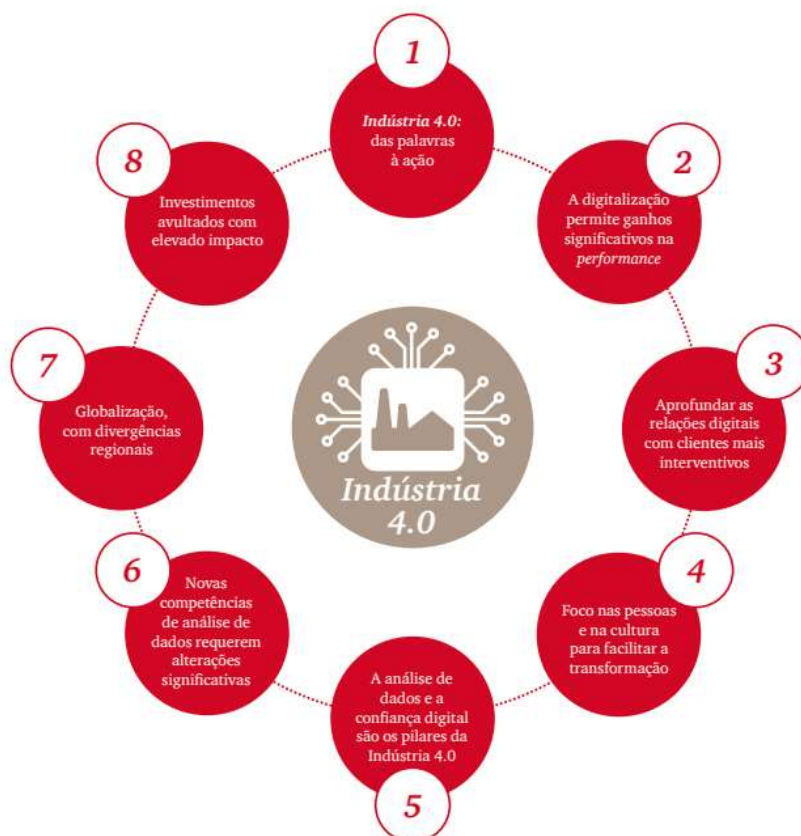


Figura 1 - Representação gráfica da Indústria 4.0 [1]

De acordo com a consultora PWC² [4], a I4.0 permite obter ganhos na receita, nos custos e eficiência, na receita adicional proveniente de:

- Digitalização de produtos e serviços dentro do atual portfólio;
- Novos produtos serviços e soluções digitais;
- Oferta de big data e análise como um serviço;
- Produtos personalizados e customização em massa;
- Obtenção de maiores margens através de uma melhor visão;
- do cliente, a partir da análise de dados;

² PWC (PricewaterhouseCoopers), uma network constituída por firmas independentes entre si, está presente em 158 países e conta com cerca de 236.000 colaboradores que partilham o objetivo de prestar serviços de qualidade em auditoria, consultoria e fiscalidade (fonte: <https://www.pwc.pt/pt/quem-somos.html>).

- Aumento da quota de mercado nos principais produtos.

Adicionalmente, acrescentam que os projetos I4.0 permitem redução de custos e maior eficiência a partir de [12][13]:

- Controlo de qualidade em tempo real, baseado na análise de dados.
- Conceitos de produção modular, flexível e adaptável pelo cliente.
- Visibilidade, em tempo real, do desvio-padrão dos processos e produtos, realidade aumentada e otimização através da análise de dados.
- Manutenção preditiva dos ativos-chave através da utilização de algoritmos preditivos para otimizar os períodos de reparação e manutenção e melhorar a disponibilidade dos mesmos.
- Integração vertical de sensores, através de MES (Manufacturing execution systems) para a produção em tempo real, procurando a otimização da utilização da máquina e a redução dos tempos de produção.
- Integração horizontal, bem como track-and-trace de produtos para melhorar o desempenho do inventário e reduzir a logística necessária.
- Digitalização e automatização de processos para uma utilização mais inteligente dos recursos humanos e de maior velocidade nas operações.
- Planeamento, em tempo real, do sistema end-to-end e colaboração horizontal através do uso de plataformas de planeamento, para otimização da execução.
- Aumento da escala de participação dos produtos básicos do mercado.

A simplicidade e grande variedade de instrumentos e aplicações que hoje em dia nos permitem comunicar e armazenar informação das mais diversas formas, “Cloud”, IoT e APIs (graças aos Sistemas Digitais); será com a mesma simplicidade com que se controla qualquer processo de fabrico ou linha de produção no futuro. A este facto, não será alheia a implementação nas empresas das novas e mais recentes tecnologias digitais; viabilizando assim toda a interligação que permitirá transformar quer produtos e procedimentos, mas também novos paradigmas de negócios em todos os processos, deste a produção, passando pelo marketing até à distribuição [12].

Neste contexto, com todos os meios tecnológicos disponibilizados, desde a tecnologia de conectividade e comunicação, passando pela análise e tratamento de dados complexos em tempo real, facilitam o processamento de eventos e de tal forma permitam incorporar a tecnologia operacional tradicional (OT) com as atuais tecnologias de informação (TI). Este agrupamento de tecnologias, levando em conta o foco da segurança, eficácia e acompanhamento da produção da primeira (OT) e a velocidade de execução na análise e tratamento dos dados, para além da segurança dos recursos digitais da segunda (TI), retornará uma maior eficiência em todos os processos, a redução de riscos, maximizando o retorno do investimento e promovido pela maior flexibilidade na rapidez de reação a quaisquer exigências por parte dos clientes [3].

Não será descabido referir aqui, Davidow e Malone [4][5] que afirmam que “os *extraordinários avanços no processamento da informação serão o dínamo da corporação virtual; além disso, nos próximos anos, as diferenças incrementais na capacidade das empresas para adquirir, distribuir, armazenar, analisar e invocar ações baseadas nas informações, irá determinar quem vence e quem perde a batalha pelos clientes [...] a capacidade de uma empresa para operar e criar produtos e serviços irá depender da sua capacidade de coletar, processar, integrar e dominar essas informações*”.

Assim, quaisquer serviços de TI adicionais que façam parte de um processo de fabricação, devem ser projetados para alta disponibilidade e fiabilidade com processamento de dados e eventos em tempo real, no intuito de serem tolerantes a quebras, garantindo a continuidade do serviço em caso de falha; os atrasos em qualquer análise de dados, ou eventos pode surtir efeitos opostos no referido processo [12].

Tendo em conta que será no processo de fabrico onde será mais notória a implementação I4.0, convém lembrar que uma parte substancial das empresas terá de considerar a aquisição de novos equipamentos, uma vez que os existentes, por já de alguma forma relativamente obsoletos não terão condições para suportar as novas tecnologias; esta conjectura poderá forçar o estudo de viabilidade para uma abordagem em implementações passíveis do reaproveitamento dos referidos equipamentos [57].

Na implementação será criar um processo de fabricação, que se possa adaptar à exigência posta pelo cliente. Os processos atuais são geralmente monolíticos e muito pesados para mudar, por isso é difícil alterar o que está a ser produzido pela linha de produção. O cenário ideal é um sistema altamente flexível que pode suportar uma linha de produção, que produz apenas uma unidade, processos mais flexíveis que criam a necessidade de sistemas mais distribuídos, que sejam configuráveis e interoperáveis. Isso requer implementações de padrões abertos para a integração de informações que flui através do sistema [6].

2.2. Arquiteturas de referência para I4.0

A evolução da Internet tem proporcionado o aparecimento de novos modelos de negócio na área das Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC), graças ao desenvolvimento de novos modelos de serviços que por si, proporcionam a adaptação dos modelos de negócio correntes [7].

E como base dessa iniciativa, toda a indústria, não só a portuguesa, mas também a europeia, terão de convergir no sentido de preparar a adoção de todo um novo pacote tecnológico associado à indústria 4.0, (baseada e fortemente relacionada com múltiplas interdependências entre produtos e processos); tornando-se imprescindível que as mesmas adotem este conceito, tendo capacidade de formular novas estratégias industriais e consequentemente novos modelos organizacionais [7].

Os avanços tecnológicos dos últimos anos, que interligam o mundo físico ao virtual, permitem o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas, que mudam não apenas a forma como vivemos, mas também permitem criar novos modelos de negócio e novas formas de produção, garantindo uma ligação mais eficaz e integrada aos consumidores, acelerando os ciclos de inovação, ao mesmo tempo que permitem aumentar a produtividade e reduzir o risco [8].

Tomando como base de referência modelos e métodos normalmente padronizados para projetos de implementação, aceites e usados pelos participantes do processo, no nosso caso, da produção industrial, eles apresentam as seguintes características [58]:

- Conhecimento comum (padrão) dos participantes
- Padronização na linguagem
- Estar presente numa semântica para interoperação do sistema
- Constroem elementos básicos e complexos dentro da arquitetura
- São usados para protótipo, desenvolvimento e validação [9].

Conteúdo já existem alguns modelos de arquiteturas de referência para a I4.0, na qual passaremos a especificar duas na secção seguinte.

2.2.1. Modelo RAMI

O modelo RAMI, apresentado na feira Hannover Messe 2015³ expõe um procedimento a projetos e implantação da Indústria 4.0, este modelo propõe diferentes dimensões de aplicação representadas num sistema de 3 eixos, representado por camadas, ciclo de vida / cadeia de valor e níveis de hierarquia, onde se pode obter praticas semelhantes aos níveis da pirâmide das fases de produção [9][10].

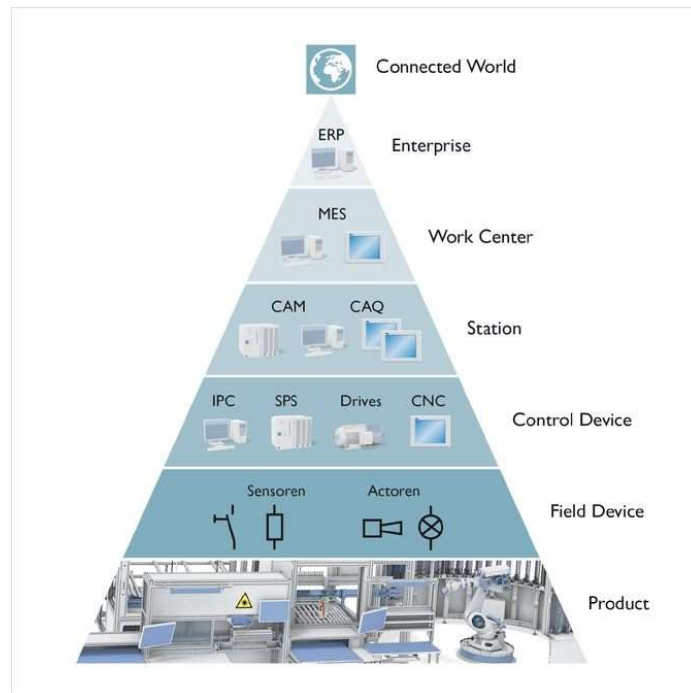


Figura 2 - Representação dos níveis da pirâmide de automatização [2]

No processo de desenvolvimento, o tipo de um produto é determinado em várias fases, terminando com a disponibilização de uma versão especial do produto que será tomada como base para a produção em série. A instalação cria depois produtos que são instâncias do modelo. Todas as alterações que surjam necessárias no produto são efetuadas feitas no tipo e, após a conclusão e disponibilização do ajuste, introduzidas na fabricação como uma nova versão do produto.

Os dados gerados nas cadeias de processo estão disponíveis em grande parte em formato digital, sendo depois processados em sistemas *PLM* e *ERP*. A fabricação de produtos individuais requer a possibilidade de salvaguardar os dados, que o cliente transmitiu aos

³ Hannover Messe: começou em 1947 para impulsionar o avanço económico da Alemanha pós-guerra e é uma das maiores feiras do mundo. É realizada no espaço de feiras de Hanôver em Hanôver, na Baixa Saxônia, na Alemanha. (<http://www.hannovermesse.de/>).

- Entender a conexão Vertical da informação da fábrica, se todos os níveis estejam conectados, desde o chão de fábrica até aos executivos.
- Entender a conexão Horizontal da produção de um produto ou processo e conectar na Cloud (Internet Industrial) para tomada de decisões;
- Que normas a usar, dentro das realidades atuais, servido de referência em projeto e aplicações.

De entre os benefícios em se adotar o RAMI 4.0, como padrão de projetos e aplicações na Indústria 4.0, podemos eleger abaixo os principais [58]:

- Arquitetura Orientada a Serviços (SOA);
- Combina componentes de TI em cada camada e todo ciclo de vida;
- Divide os processos em pacotes, facilitando comunicação e processamento;
- Estruturado para segurança e privacidade.

2.2.2. Industrial Internet Consortium

A internet começou por fornecer um ambiente que permitia às pessoas e organizações, ligarem-se entre si por todo o mundo. Hoje falamos da Internet das Coisas (*IoT*), aparelhos que comunicam entre si, e tornam o dia-a-dia de cada um mais fácil [13].

Com a *IoT* o papel das pessoas, é cada vez mais reduzido nos tradicionais processos produtivos, podendo mesmo desaparecer da equação. Os dados fornecidos pela interação entre objetos, irão garantir que os processos industriais, são conduzidos de forma mais controlada, em que se realizam análises mais detalhadas e que se tomam decisões mais dinâmicas e eficazes. Em resultado da *IoT* as fábricas inteligentes, tornar-se-ão consequentemente ainda mais inteligentes [14].

De acordo com a SIEMENS num relatório sobre indústria 4.0 realizado pela consultora Roland Berger [11], existe, genericamente, uma multiplicidade de funções na indústria, que podem ser desempenhados com o auxílio da *IoT*, com evidentes benefícios económicos para as empresas, (i) soluções de transporte inteligentes que podem aumentar os fluxos de trânsito, reduzir o nível de consumo, e definir quais os veículos que tem prioridade na hora de chegar à oficina; (ii) as redes elétricas inteligentes, são mais eficientes a ligar energias renováveis, a melhorar a fiabilidade do sistema, ou a faturar aos clientes com base em pequenos aumentos de consumo; (iii) sensores de monitorização podem diagnosticar, ou mesmo prever, necessidades de manutenção, ou de substituição de componentes que estejam a chegar ao fim de ciclo ou vida, ou mesmo definir os horários das equipas de

manutenção; (iv) sistemas de dados estão a ser incorporados nas infraestruturas das cidades inteligentes, tornando mais fácil a gestão de lixos, a aplicação da lei ou outro tipo de programas.

Os dispositivos preparados para *IoT*, mesmo com a variedade de padrões e protocolos, podem enviar e receber dados via *APIs* no padrão REST, por ser um formato aberto, agnóstico, leve, assíncrono, *stateless*⁴, globalmente aceite – o que torna mais simples a integração com outros sistemas com *APIs*, possibilitando a outros sistemas trabalhar os dados, coordenando ações, funcionalidades e criando novas possibilidades de *workflows*. Essa integração pode ser feita para além da fábrica, a partir integrações via *APIs* restritas com parceiros externos [14].

Os projetos de *IoT*, podem incluir um grande número de dispositivos, e um volume massivo de dados, o que aumenta as preocupações em relação a gestão e segurança do acesso a esses dados [15].

Uma plataforma de *APIs* completa, dispõe de mecanismos modernos de segurança (*Oauth2*, *criptografia*, *tokens* de acesso, permissões, entre outros), de análise (*dashboards*, alertas, etc.). Além disso, possui ferramentas para de administração, realização de testes, design, documentação, otimização e transformação de dados, de forma a promover a manutenção e o controle das integrações via *APIs* [59].

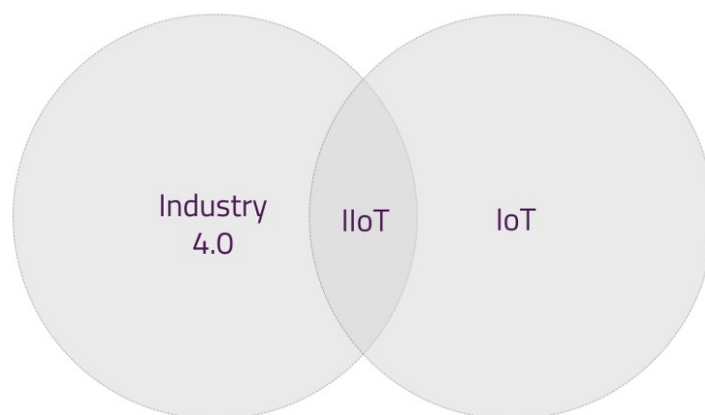


Figura 4 - IIoT - Industrial Internet of Things [4]

Em [9][13][14] é apresentado uma visão geral e holística sobre o conceito de internet das coisas, o qual envolve um amplo conjunto de ideias, que são complexas e interligadas

⁴ Stateless: nenhum registro de todas as interações anteriores são salvos e cada interação é tratada com base nas informações disponíveis para a interação, exemplo: protocolos de Internet (*IP*), protocolo de transmissão *Hyper Text*, as vantagens consiste nas reduções do uso de memória no servidor e problemas de sessão expirada, as suas desvantagens, são mais difíceis de manter a interação do utilizador e criar um aplicativo web sem qualquer correção e pode exigir informações extras a serem enviados para / de cliente.

nas diferentes perspectivas. De acordo com os artigos [9][13][14] os desafios do *IoT* incluem ou estão relacionados com:

- i) **Definição:** O termo Internet de Coisas, geralmente refere-se a cenários, em que a rede tem a capacidade de conectividade e computação, que se estende para objetos, sensores, e itens comuns que não são normalmente considerados computadores, permitindo que esses dispositivos gerem, troquem e consumam dados com a mínima intervenção humana; contudo não existe nenhuma definição única e universal;
- ii) **Tecnologias aptas:** Esses incluem conectividade ubíqua, adoção generalizada de redes baseadas em *IP*, economia de digital, miniaturização, avanços na análise de Dados na *Cloud*;
- iii) **Modelos de conectividade:** As implementações do *IoT*, usam diferentes modelos de comunicações técnicas, cada uma com características próprias; considerem-se quatro modelos de comunicações comuns descritos pela Internet; dispositivos para dispositivos, dispositivos para a nuvem, dispositivos para *gateway* e “*Back-End*”, esses modelos destacam a flexibilidade, nas formas em que os dispositivos *IoT*, podem se conectar e fornecer valores ao utilizador;
- iv) **Potencialidade de transformação:** se os prognósticos e as tendências em relação as *IoT* se tornarem realidade, poderão forçar uma mudança cultural das empresas e impor alterações significativas sobre as implicações e problemas na atual falta de competências para lidar com esta mudança, de modo a garantir uma organização conectada com o exterior e, para além disso, por forma a que esta comunique, analise e utilize a informação conduzindo à execução de tarefas inteligentes no mundo físico.

Ainda em [13], as principais pontos chave sobre *IoT*, são examinadas para explorar alguns dos desafios, e questões **mais urgentes**, relacionadas à tecnologia. Essas incluem segurança; privacidade; arquiteturas que garantam interoperabilidade, escalabilidade e facilidade de manutenção; padrões legais e regulamentar direitos; economias emergentes e desenvolvimento.

Considerando as principais arquiteturas de referência associadas à indústria 4.0, percebe-se que no que concerne às Tecnologias de Informação e Comunicação, há uma premente necessidade de requalificar, na forma e na abordagem, a infraestrutura aplicacional

das organizações. De modo a que se entenda as diferentes arquiteturas de sistemas e mapear as vantagens e desvantagens face aos projetos I.40, o capítulo seguinte apresenta a resenha relativamente às arquiteturas de sistemas.

2.3. Arquiteturas de sistemas

Ao longo dos últimos anos os investigadores e profissionais da área da arquitetura desenvolveram várias abordagens para suportar as diferentes atividades e etapas do processo da arquitetura, até recentemente houveram poucos esforços na orientação e / ou na infraestrutura, eficazes para decidir os detalhes sobre a decisão do projeto e bem como certas explicações sobre a utilização de certos tipos de construção de desenho e implementação. O conceito de "conhecimento arquitetónico" tornou-se predominante na literatura e estão a ser feitas tentativas para chegar a uma definição para este conceito. Esse conhecimento tem desempenhado um papel nas discussões sobre a sua reutilização e estrutura e cada vez mais se torna importante na conceção de desenvolvimento de software [16].

As novas abordagens para a gestão de projetos de software são as chamadas metodologias ágeis, estruturadas em ciclos de desenvolvimento curtos, permanentemente avaliados pelo cliente, onde a comunicação assume um papel fundamental para o alinhamento de expectativas entre as partes. Apesar desse menor rigor e formalismo, existem projetos que ainda necessitam de modelações formais e complexas para dar suporte à implementação do produto, garantindo que todos os potenciais pontos críticos e de comunicação sejam identificados à partida [17].

Existem de fato enormes métodos deriváveis e de técnicas de desenvolvimento e cada uma dessas tem limitações e ao longo dos anos elas derivaram da maneira como foram criadas e são implementadas e reutilizadas com outras arquiteturas [18].

Os sistemas devem responder aos requisitos em constante evolução, é reconhecido há muito tempo que, para um software industrial de longa duração, grande parte dos custos do ciclo de vida é investida na evolução dos softwares. Para continuar a oferecer as novas oportunidades de negócios, a necessidade de mudar de software base com grandes melhorias dentro de um curto período de tempo e coloca exigências críticas sobre a capacidade do sistema de software de modificação e caracterizado por: "o quê? e porquê?" versus "como?" [19].

Esta mudança de paradigma pressiona as empresas produtoras de software de gestão a uma reorganização quer do processo de desenvolvimento quer na arquitetura do software que desenvolvem. Estas alterações, por vezes drásticas, envolvem um esforço claro de reengenharia de software [20].

A aposta nas tecnologias de informação, para o suporte da sua atividade e para a aquisição de vantagens competitivas, é essencial para qualquer organização. Atualmente, a

tendência é a integração de todo o sistema de gestão, suportado por software *ERP (Enterprise Resource Planning)* [21].

No que concerne à Indústria 4.0 vem promover a digitalização e integração dos processos verticais, em toda a organização, desde o desenvolvimento do produto e compras, até à produção, logística e serviços. Toda a informação gerada acerca dos processos operacionais, eficiência e gestão da qualidade, bem como o planeamento operacional estão disponíveis em tempo real, suportados por realidade aumentada e otimizada numa rede integrada. A integração horizontal estende-se para além das operações internas, desde os fornecedores aos consumidores e toda a restante cadeia de valor. Estão inerentes a este processo, a integração de dispositivos de planeamento e execução que fazem o controlo e rastreio dos processos em tempo real [22][23].

A digitalização de produtos inclui a expansão dos produtos existentes. Por exemplo, através da implementação de sensores inteligentes ou dispositivos de comunicação que possam ser utilizados em contributo com ferramentas de análise de dados, bem como, a criação de novos produtos digitais focados em soluções completamente integradas. Através da integração de novos métodos de recolha e análise de dados, as empresas vão ser capazes de gerar informação acerca da utilização dos seus produtos e aperfeiçoá-los no intuito de satisfazer as crescentes necessidades dos consumidores [24].

As empresas Industriais líderes, também diversificam a sua oferta ao apresentarem soluções digitais disruptivas, tais como, serviços baseados em dados e soluções de plataformas integradas. Estes modelos de negócio estão geralmente focados em gerar receitas digitais adicionais e a otimizar a interação e o acesso dos consumidores. Os produtos e serviços digitais são desenvolvidos para servir os consumidores com soluções completas num distinto ecossistema digital [15].

De acordo com a revisão da literatura e com base na minha experiência como profissional na área de desenvolvimento de software de gestão e, tendo em conta as exigências das novas abordagens ao desenvolvimento de software baseando nas normas da indústria 4.0 (quarta revolução industrial) resumo de seguida e de modo objetivo, os principais conceitos que definem as características atuais dos sistemas de informação empresariais.

2.3.1. Single Process Architecture

Um sistema de software que consiste em um único processo em execução é dito ter uma única arquitetura (*Single Process Architecture*) de processo. Ou simplesmente que é um

processo único. Também pode chamar isso de arquitetura de uma camada. As aplicações de processo único [16].



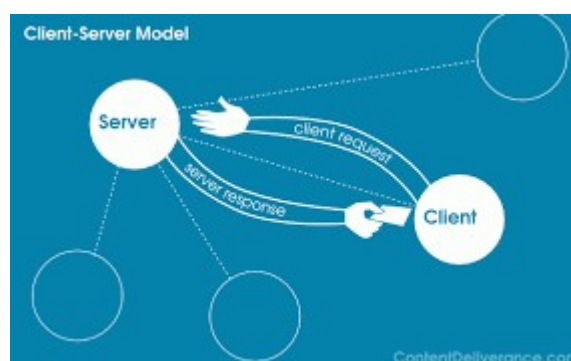
Figura 5 - Single Process Architecture [7]

Geralmente esse padrão funciona razoavelmente bem para pequenas aplicações, pois o desenvolvimento, testes e implantação é relativamente simples. No entanto, para aplicações grandes e complexas, essa arquitetura torna-se um obstáculo ao desenvolvimento e implantação, dificulta a utilização de uma entrega contínua, além de limitar a adoção de novas tecnologias [19].

Com esse processo para desenvolver sistemas tão complexas que envolvem um grau de complexidade em projetos e engenharia / reengenharia de softwares tornam-se difíceis de gerir. Este modelo apresenta varias dificuldades, muitas vezes contem informações sobrepostas, o que significa que um projeto usando mais de um desses é desafiado a manter a consistência e sincronização entre eles [25].

2.3.2. Client-Server Architecture

A tecnologia cliente/servidor é uma arquitetura na qual o processamento da informação é dividido em módulos ou processos distintos. Um processo é responsável pela manutenção da informação (servidores) e outros responsáveis pela obtenção dos dados (os clientes) [21][26].



Os processos cliente enviam pedidos para o processo servidor, e este por sua vez processa e envia os resultados dos pedidos.

É no servidor que normalmente ficam os sistemas mais pesados da rede, tais como as bases de dados. As máquinas clientes são menos poderosas, pois não carregam aplicações que requerem tantos recursos das máquinas.

O importante numa máquina em arquitetura Cliente/Servidor não é que todas as máquinas sejam do mesmo fabricante ou do mesmo tipo. O que realmente é importante, é o fato de todas as máquinas poderem se interligar pela rede, com o mesmo tipo de protocolo de acesso (*TCP/IP*, *NetBEUI*) [26].

As arquiteturas Cliente-servidor e *peer-to-peer* são as arquiteturas de rede mais comumente implementadas, cada uma fornecendo diferentes vantagens e desvantagens para o desenvolvimento desse gênero. Na arquitetura *peer-to-peer*, é armazenado e calculado localmente por cada cliente e utilizador, eventos de entrada são transmitidos a outros clientes, para atualizar o status da simulação de cada cliente. Esta arquitetura é comumente implementada quando o requer um tempo de resposta rápido e as tarefas colaborativas fortemente acopladas não estão envolvidas. Infelizmente, a maioria das tarefas realizadas exigem uma colaboração forte e requerem um estado compartilhado altamente consistente. Por contraste, em arquiteturas cliente-servidor, o status de ambiente é armazenado por um computador *host* chamado servidor e transmitido a cada dos clientes conectados. Uma cópia do estado é armazenada em cada cliente, mas apenas para fins de visualização [27].

Essa arquitetura é capaz de garantir uma melhor consistência, no entanto pode impedir a performance constante de um processo devido à alta carga de computação, assim como o volume de dados que precisa ser comunicado através do servidor. Além disso, a atualização, quando ocorre um evento em um lado do cliente, requer uma viagem de ida e volta para o servidor. Vale a pena mencionar que cliente-servidor e *peer-to-peer* referem-se a termos definidos ao nível da rede, e são equivalentes a base de dados replicadas, respetivamente, definidos em a nível de aplicação [28].

2.3.3. N Tier Architecture

A crescente heterogeneidade, complexidade e natureza distribuída das arquiteturas de implementação apenas servem para agravar os problemas enfrentados pelas soluções de

software. Com o avanço da Internet e das tecnologias da web, os arquitetos e analistas de sistemas informáticos, tiveram de reavaliar a aplicabilidade das arquiteturas *n-tier* e avaliar quais tecnologias são apropriadas em cada nível [29].

Têm de se adaptar, convertendo para uma versão global. A arquitetura *N-tier* fornece um modelo para os programadores de software criar uma aplicação que tem uma alta flexibilidade e reutilização. Ao dividir a aplicação em algumas camadas, os programadores têm opções para modificar ou adicionar uma camada específica, em vez de mudar toda a aplicação. A implementação do *n-tier* pode ser feita através do suporte à internet [21][29].

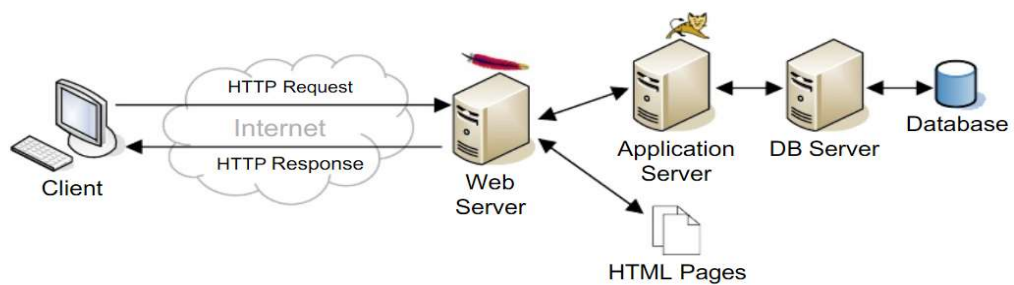


Figura 7 - N Tier Architecture [9]

As aplicações *e-Commerce* são aplicações de comunicação empresarial e transações através da rede, definida de forma mais restritiva, é a compra e venda de serviços, no entanto também inclui todas as áreas de gestão tais como marketing, finanças, fabricação e vendas de negociação que permitem o comércio e uso de correio eletrônico, transações de dados, ficheiros e vídeo conferência. Essas aplicações também incluem pagamentos eletrônicos desde de cartões, dinheiro digital de todas as formas de fazer negócios na rede. A tecnologia por trás do e-commerce é chamada de *n-tier* [30].

Um sistema de informação integrado com essas características que utilize um ambiente distribuído tem os seguintes recursos [31]:

- Autônomo: espera-se que um servidor seja autônomo o suficiente para os próprios recursos críticos e tomar sua própria decisão em momentos críticos.
- Usabilidade: A arquitetura deve ajudar os utilizadores no desempenho de seus trabalhos de forma eficiente.
- Adaptabilidade: A arquitetura deve ter a capacidade ágil e de custos reduzidos e uma estrutura baseado nas funções existentes para as novas tecnologias,

deve permitir o acesso às Informações legadas e fornecer um período de transição variável da antiga tecnologia para a nova.

- Eficácia: os clientes e componentes da arquitetura devem ser capazes de executar de forma eficiente em várias plataformas de hardware de uma rede.
- Interoperabilidade: as aplicações dentro da arquitetura devem ser capazes de trabalhar de forma coerente para executar tarefas para os utilizadores de sistema de informação.
- Padronização: os componentes da arquitetura devem ser baseados em software padrões amplamente disponíveis ou definidos por uma norma internacional em organizações.
- Extensibilidade: a arquitetura deve ser fácil de se adaptar para atender os requisitos em constante mudança.
- Internacionalização: a arquitetura deve ser capaz de exibir informações linguísticas e formatos apropriados para todos os países e culturas em que as aplicações são utilizadas.
- Administrador: os administradores de sistema devem ser capazes de configurar economicamente, monitorizar, diagnosticar, manter e controlar os recursos da informático no meio ambiente.
- Portabilidade: o software deve ser relativamente fácil de ser movido de uma plataforma para outra.
- Escalabilidade: a arquitetura deve ser capaz de lidar de forma eficiente com qualquer tamanho de aplicações e crescer com as necessidades do negócio.
- Segurança: a arquitetura deve proteger as informações e os recursos do computador e na utilização não autorizada. O componente de segurança deve ter autenticação em toda a rede. Além disso, este componente deve fornecer recursos de autorização centralizados.
- Reutilização: a reutilização de componentes de software existentes fundamental para uma utilização eficaz.
- Confiabilidade: os componentes da arquitetura devem poder ser dependentes em operações de missão crítica como por exemplo o design de qualidade do objeto, classes e estruturas com o objetivo de maximizar o recurso [9][31]]

Essa arquitetura tem um nível de segurança maior do que o típico modelo cliente-servidor e a apresentação, negócios e camadas de dados é controlado pelos administradores de operações. A tarefa para cada componente é claramente definida na camada de negócios. A camada de apresentação gera um aplicativo da web que é intuitivo e interativo [32].

2.3.4. RIA Architecture

O *RIA* (*Rich Internet Applications*) combina a distribuição leve da arquitetura web com interatividade de interface de aplicativos de desktop e o poder da computação e essa combinação resulta na melhoria em todos os elementos necessários nas aplicações web (comunicação e tratamento de dados e visualização). Atualmente, as estruturas de *RIAs* mais populares incluem *Adobe Flex / AIR*, *Java / JavaFX*, *uniPaaS* e *Microsoft Silverlight*. *Microsoft Silverlight* fornece um ambiente de desenvolvimento multiplataforma para a construção de ferramentas interativas, métodos integrados para a *Web*. Integra-se muito bem com outras tecnologias baseadas no *Microsoft .NET*, como *Windows Communication Foundation (WCF)* [7].

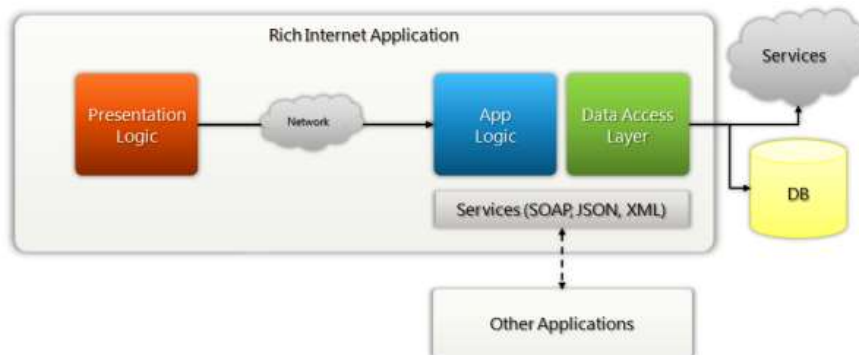


Figura 8 - RIA Architecture [10]

O *WCF* fornece um modelo de programação para a rápida criação de aplicações orientadas a serviços e pode ser facilmente consumido por clientes *Silverlight*. Embora outras *frameworks RIA* possam consumir serviços *web / REST* Serviços, etc., toda a estrutura *WCF* dá *Silverlight* uma grande vantagem [33].

A arquitetura *RIA* tem introduzido novas funcionalidades importantes na arquitetura *WEB* entre aplicações cliente-servidor e desktop. As plataformas resultantes permitem melhorar a experiência do utilizador explorando os dados do lado do cliente, comunicação cliente-servidor, eventos de sincronização e interfaces ricas em miniaplicações (*Widgets*). No entanto a rápida evolução dessas arquiteturas desafia o modelo de desenvolvimento em

metodologias que foram aplicadas com sucesso na última década em soluções *WEB* tradicionais.

Esses mecanismos poderosos de interfaces, como por exemplo efeitos de transições, animações, *widgets*, *drag & drop*, etc., foram talvez as inovações mais notáveis nessa arquitetura para os utilizadores finais. A principal razão para o seu sucesso foi a conceção do uso da *WEB* como *back-end* que mantém vantagens de uma arquitetura aberta, de baixo custo e livre de instalação, passa a poder para o utilizador de garantir a qualidade de interação nas modernas aplicações baseadas em *desktops* e sistemas operacionais. No entanto essa arquitetura tem também o outro lado da moeda, muitas metodologias e praticas no desenvolvimento de aplicações *WEB* até ao momento estão agora a ser desafiadas por essa nova arquitetura [34][35].

A *WEB* nasceu a desenvolver como um conjunto de conhecimento humano [36] a ser partilhado e enriquecer para todos os utilizadores globais quaisquer que sejam as suas características físicas ou cognitivas, aptidões, características culturais ou geográficas, hardware / software e infraestruturas de redes. " Web para todos " é uma missão que guia e inspira o trabalho da Organização Mundial Consórcio Web (*W3C*). Para assegurar este princípio, a atenção deve ser dada a pessoas que precisam navegar em páginas *Web* usando tecnologias assistidas, de diferentes tipos de deficiências, incluindo visual, auditivo, físico, cognitivo, linguístico, de aprendizagem e de deficiência neurológico. Essa arquitetura foi concedida para fornecer aos utilizadores uma experiencia de interação oferecido pelas aplicações *desktops* com janelas e menus e outros tipos de *widgets* Através do código de *script* do lado do cliente ou de forma independente através de "sandboxes"⁵ e máquinas virtuais [37].

2.3.5. Arquiteturas orientadas serviços

Grande parte dos sistemas atuais, desenvolvidos pelo paradigma cliente-servidor, são de difícil integração considerando os conceitos emergentes como business social, mobilidade e *Big Data*, e não foram concebidos para serem executado em ambiente de nuvem. O cenário tecnológico atual é muito diferente do que há uns anos atrás em que o ambiente tecnológico central era o *ERP*, e tudo girava em torno dele. Hoje, apesar do *ERP* continuar como base de processamento de dados transacionais, não atende à totalidade das necessidades de

⁵ Na segurança do computador, uma *sandbox* é um mecanismo de segurança para separar as aplicações em execução. É frequentemente usado para executar aplicações ou código não testado ou não confiável, possivelmente de hackers. Normalmente fornece um conjunto bem controlado de recursos para aplicações de terceiros suspeitos, para serem executados de forma segura num ambiente isolado.

informações de uma empresa e muito menos responde à realidade dos projetos I4.0. Os novos sistemas devem atuar de forma integrada, assentes em novos paradigmas tecnológicas, permitindo interação via redes sociais; integração multi-serviço na *cloud*; responsivos e ubíquos de acesso; processamento e tratamento de informação em tempo real, e; integração com sistemas legados e máquinas de chão de fábrica [20].

Este contexto leva-nos a uma nova arquitetura baseada em serviços e que passamos a caracterizar na secção seguinte.

2.3.5.1. SOA – Service-Oriented Architecture

As aplicações orientadas a serviços são estruturadas utilizando um *Service-Oriented Architecture (SOA)* cujo fundamento inclui serviços básicos, suas descrições e operações básicas. O estudo de SOA tem atraído muita atenção na comunidade científica e programadores [38].

Apresenta-se como sendo mais flexível e capaz de suportar serviços independentes de plataforma e protocolo em um ambiente distribuído. “Serviços” são módulos de negócio ou funcionalidades das aplicações que possuem interfaces expostas, e que são invocados via mensagens. Serviços correspondem a recursos de software bem definidos através de uma linguagem padrão, são autocontidos, provêm funcionalidades padrões do negócio, independentes do estado ou contexto de outros serviços [39].

Nestes domínios emergentes, é necessário que os sistemas informatizados tenham uma maior compreensão das situações em que prestam serviços ou funcionalidades, para se adaptarem em conformidade.

A aplicação SOA são normalmente desenvolvidas sob a orientação de um modelo de referência SOA. Um modelo de referência retrata as características ou estruturas gerais que podem ser aplicadas dentro de um domínio específico. O objetivo de um modelo de referência SOA é descrever o importante conceito e relações num domínio específico e organizar a funcionalidade SOA da maneira mais apropriada, independentemente das tecnologias e protocolos [9].

Essas implementações dependem de uma rede de serviços de software. Serviços incluem baixo acoplamento de unidades e de funcionalidade. Cada serviço implementa uma ação, como preencher um formulário on-line de uma aplicação. Ao invés de realizar de chamadas diretas para o código fonte, os serviços definem protocolos que descrevem como enviar e receber as mensagens, utilizando descrições em metadados [40].

Por exemplo, os principais sites da Internet criaram e ainda estão a criar formas de interação entre estes sites e o seu blog ou sua página na rede social. Estas interações e trocas de informação serão aprofundadas ainda mais e disponibilizadas através de serviços, facilitando a troca de informações entre duas entidades diferentes. Sendo assim, a interação de uma página na Internet com outra página ou mesmo um software corporativo, ou ainda os telemóveis tornar-se-ão muito mais fáceis [41].

Os programadores de software com base em SOA associam funcionalidades de software (os serviços) aos objetos de forma não-hierárquica. Durante o processo eles utilizam uma ferramenta de software que contém a lista completa de todos serviços disponíveis, suas características e seus significados, com o objetivo de construir uma aplicação utilizando esses recursos [42].

Nas arquiteturas SOA são utilizadas três entidades; o fornecedor de serviço, o registo de serviço, e o consumidor do serviço[43] e assenta num conceito em que as aplicações disponibilizam informação e valor sob a forma de serviços[21], estando relacionadas com os processos de negócios, proporcionando uma flexibilidade na conectividade e comunicação das aplicações, que permite a partilha de informação e processos entre organizações, criação de uma mensagem que pode ser trocada através de um grande número de protocolos básicos (*HTTP, FTP, SMTP, etc.*). Ou seja, *SOAP* é uma espécie de envelope que “encapsula” o conteúdo dessas mensagens. Uma das vantagens do *SOAP* é o facto de permitir a troca de mensagens “ricas”, que vão desde simples perguntas-e-respostas[44], é a forma mais comum de WS utilizada nas empresas e possuem as seguintes características [45]:

- São bem definidas naquilo que disponibilizam, o serviço prestado pode ser público ou privado consoante as necessidades dos clientes que necessitam aceder a informação;
- Disponibilizam funcionalidades que estão relacionadas e que trazem valor para o negócio;
- São independentes do estado ou contexto dos restantes serviços;
- São reutilizáveis, partilháveis, detetáveis e oferecem uma infraestrutura de acesso baseada em standard;
- Permitem a Integração de plataformas diferentes;
- Possibilitam a utilização de comunicações assíncronas;
- Possibilitam garantir confiança nas comunicações.

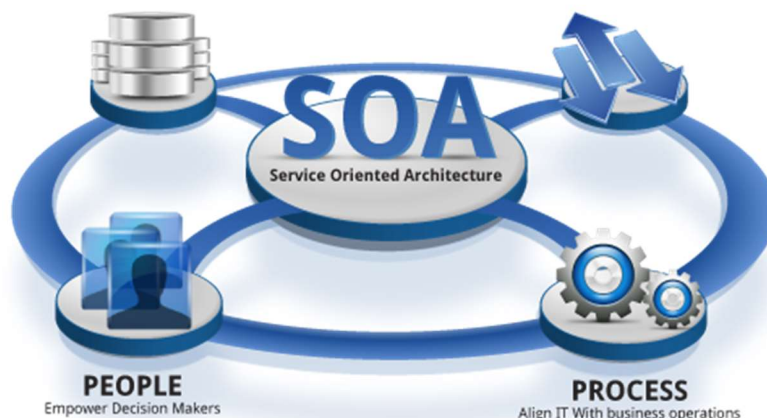


Figura 9 - Fluxo representativo da tecnologia SOA entre pessoas e processos [6]

2.3.5.2. Arquitetura baseada em microserviços

O conceito de *Web Service* está associado a disponibilização de funcionalidades através de interfaces programáveis via internet. A combinação de componentes tecnológicos (software), como uma Arquitetura Orientada a Serviços (*Service-Oriented Architecture – SOA*); e dos Serviços com os Processos de Negócios num ciclo de auto gestão simplificada (*Business Process Management – BPM*), promete revolucionar a maneira como as Organizações se estruturam no sentido de criar um ambiente operacional capaz de agilizar a tomada de decisão e assim aproveitar melhor as oportunidades de negócio [46]. O desafio de uma arquitetura tecnológica baseada em micro serviços no contexto da I4.0 é o de alinhar o ciclo de vida dos componentes de software com as funções das atividades humanas dentro de uma organização. Os serviços que desempenham as pessoas e as tarefas que desempenham às máquinas, devem ser suportados/geridos por serviços computacionais, devidamente orquestrados pelos processos de negócio. Deste modo a redefinição funcional de uma organização no número e tipo de serviços computacionais existentes, independentemente da tecnologia. A adição, eliminação, correção ou atualização de serviços torna-se mais fácil, ágil e, acima de tudo, reflete de modo mais fidedigno os sistemas de atividades organizacionais [46].

As arquiteturas baseadas em **microserviços**, têm muitas vantagens, a saber: i) conceção de serviços individuais que são mais fáceis de entender e podem ser desenvolvidos e implantados de forma independente; ii) adotar novas tecnologias e *frameworks* torna-se

mais fácil, pois a adoção pode ser aplicada em um serviço de cada vez. No entanto, a arquitetura de *microserviços* também apresenta algumas desvantagens significativas. Em particular, as aplicações são muito mais complexas e constituídas por mais elementos. Para ser utilizada de forma eficaz, a arquitetura de *microserviços* exige um alto nível de automação. Ao desenvolver *microserviços*, é necessário lidar com alguns problemas complexos por forma a controlar os dados distribuídos. Apesar dos obstáculos, a arquitetura de *microserviços* é adequada para aplicações complexas e de grande porte que estão a evoluir rapidamente, especialmente para aplicações do tipo SaaS⁶ [30].

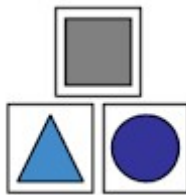


Figura 10 - Representação gráfica de uma aplicação *microservice* [5]

Existem várias estratégias para evoluir de forma incremental uma aplicação monolítica existente em uma arquitetura de *microserviços*. Os programadores devem implementar novas funcionalidades na forma de serviços independentes e criar mecanismos para integrar os serviços com a aplicação monolítica. É possível também identificar componentes da aplicação monolítica e reformulá-los em serviços. Embora a refatoração⁷ não seja trivial, é melhor do que desenvolver e manter uma aplicação monolítica pesada e inadequada [47].

A ideia da arquitetura de *microserviços* é desenvolver aplicações grandes, complexas e duráveis num conjunto coeso de serviços que evoluem ao longo do tempo. O termo *microserviços* sugere claramente que os serviços sejam pequenos [6].

Vantagens:

- Cada *microserviços* é relativamente pequeno. O código é facilmente compreendido pelo programador. A baixa quantidade de linhas de código não torna o sistema lento e permite uma

⁶ SaaS, Software as a service, é uma forma de distribuição e comercialização de software. No modelo SaaS, o fornecedor do software se responsabiliza por toda a estrutura necessária à disponibilização do sistema, e o cliente utiliza o software via internet, pagando um valor pelo serviço.

⁷ Refatoração (do inglês Refactoring) é o processo de modificar um sistema de software para melhorar a estrutura interna do código sem alterar seu comportamento externo.

inicialização mais acelerada, que uma grande aplicação monolítica. Neste contexto, os programadores tornam-se mais produtivos [48].

- Pode ser implantado independentemente de outros serviços. Caso os programadores responsáveis por um serviço necessitem proceder a uma modificação para um determinado serviço, não há necessidade de coordenação com outros programadores. Podem simplesmente implantarem-se as modificações. Como se pode verificar, a implantação contínua é um aspeto de extrema importância a considerar na arquitetura de *microserviços* [49].

- Cada serviço pode ser escalado de forma independente de outros serviços através da duplicação. Além do mais, cada serviço pode ser implantado no hardware mais adequado para as exigências dos seus recursos; situação bem diferente da utilização de uma arquitetura monolítica, que possui componentes com diferentes necessidades [50].

- Também melhora o isolamento de falhas. Por exemplo, uma porção de memória alocada para uma determinada operação e não é libertada quando não já não é necessária, num serviço, afeta apenas esse serviço. Outros serviços irão continuar a receber pedidos normalmente. Contrariamente, numa arquitetura monolítica, um componente com comportamento inadequado irá comprometer todo o sistema [21].

- Elimina qualquer compromisso de longo prazo com a emulação de tecnologia. Em princípio, ao desenvolver um novo serviço, os programadores são livres para escolher qualquer *framework* e linguagem adequados para aquele serviço. Embora, em muitas organizações as escolhas possam ter restrições, o ponto principal é a independência sobre as decisões tomadas anteriormente [21].

- Além disso, devido aos serviços serem pequenos, torna-se prático reescrevê-los e aplicar melhorias e mais adequadas linguagens e tecnologias. Caso ocorra uma falha ao experimentar uma nova tecnologia, pode-se descartar o trabalho sem afetar todo o projeto. Situação bem diferente da utilização de uma arquitetura monolítica, onde as escolhas tecnológicas iniciais restringem rigorosamente a possibilidade de adotar diferentes linguagens e *frameworks* no futuro [49].

Desvantagens

A arquitetura de *microserviços* possui uma série de desvantagens e problemas significativos. Primeiramente, os programadores devem lidar com a complexidade adicional de desenvolvimento de sistemas distribuídos. Devem implementar um mecanismo de

comunicação entre processos. A implementação de casos que abrangem vários serviços sem o uso de transações distribuídas é difícil. *IDEs*⁸ e outras ferramentas de desenvolvimento tem o foco na construção de aplicações monolíticas e não oferecem suporte direto para o desenvolvimento de aplicações distribuídas. Escrever testes automatizados para vários serviços é um desafio. Estes problemas não existem numa arquitetura monolítica [50].

A arquitetura de *microserviços* introduz uma complexidade operacional significativa. Existem muito mais elementos (múltiplas instâncias de diferentes serviços) que devem ser administradas em produção. Para alcançar o sucesso necessita-se de um alto nível de automação, seja por código desenvolvido pela própria equipa ou tecnologias [47].

Além disso, a implantação de funcionalidades que abrangem vários serviços requer uma coordenação cuidadosa entre as várias equipas de desenvolvimento. É preciso criar um plano ordenado de implantações de serviços com base nas dependências entre serviços. Entretanto, implantar atualizações em uma arquitetura monolítica é mais simples, pois é executado de forma atômica, onde apenas um único fabrico precisa ser implantado [49].

Outro desafio da arquitetura de *microserviços* é decidir qual o momento do ciclo de vida da aplicação em que se deve adotar esta arquitetura. Ao desenvolver a primeira versão de uma aplicação, geralmente os problemas resolvidos pela arquitetura não existem. No entanto, o uso de uma arquitetura distribuída elaborada irá conseqüentemente atrasar o desenvolvimento [51].

Isso pode ser um grande dilema para *startups* cujo grande desafio é, muitas vezes, evoluir rapidamente o modelo de negócio juntamente com a aplicação. Aplicar a decomposição pode tornar as iterações mais demoradas. Mais tarde, quando o desafio é a escalabilidade, torna-se necessária a decomposição funcional, porém as dependências podem estar tão emaranhadas que dificulta a decomposição da aplicação monolítica para um conjunto de serviços [21].

Devido aos problemas expostos, a adoção da arquitetura de *microserviços* não deve ser tratada de forma leviana. Aplicações que necessitam de escalabilidade, como será o caso de uma aplicação web voltada para o consumidor ou aplicação *SaaS*, geralmente apresenta-se como a escolha certa [47].

2.3.6. Event-Driven Architecture

⁸ IDEs, Integrated Development Environment, são de ambientes de desenvolvimento caracterizadas por ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software com o objetivo de agilizar este processo.

Já não é possível desenhar um sistema sem procurar ferramentas e procurar padrões adequadas aos requisitos solicitados. Da mesma forma, não é possível especificar a procura de soluções e experiências existentes. Na verdade, a padronização do conhecimento a nível empresarial (melhores práticas, repositório de negócios, normas, etc.) e em nível técnico (pacotes, repositório de dados, normas, etc.), transforma a engenharia de processo de design de software num processo de alinhamento iterativo entre negócios e tecnologia, informação e organização, função e capacidade, requisitos e maturidade dos utilizadores, etc.

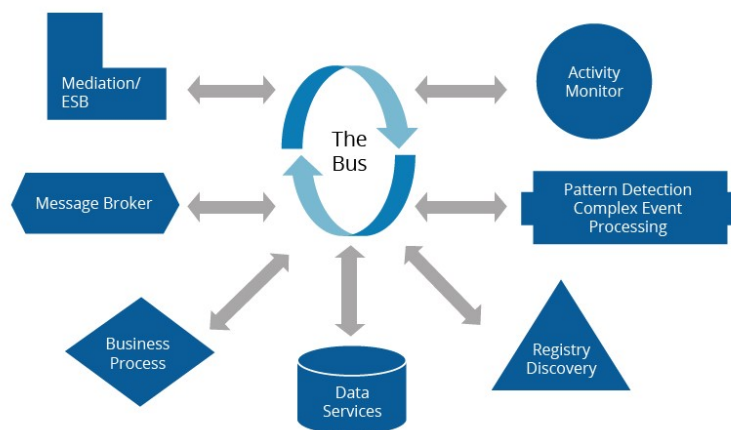


Figura 11 - Event-Driven Architecture [11]

Esta abordagem considera a questão global do alinhamento estratégico como um processo de alinhamento parcial entre algumas vistas locais. Cada alinhamento parcial funciona em alguns modelos, usando construções. O objetivo não é mapear todos os modelos para reconstruir um único grande modelo global, mas para construir consistência entre vistas locais, em cada fase do projeto [52].

É outra estratégia para minimizar a destruição. Tipicamente, a arquitetura é estabelecida no início do processo de implementação onde o modelo arquitetónico é transformada diretamente em código-fonte ou em "UML" (*Unified Modeling Language*) que formam a base para um maior desenvolvimento. Alternativamente, a arquitetura pretendida do sistema é refinada, usando padrões de arquitetura ou estruturas que impõem certas restrições sobre a implementação. Permite que um sistema seja evoluído dinamicamente na arquitetura e em simultâneo na implementação, permite que os componentes sejam adicionados e atualizados sem afetar o estado de tempo de execução global do sistema [10].

Têm potencial para serem altamente eficazes na prevenção da alteração da arquitetura. O próprio fato de que existe continuação entre os elementos do sistema de arquitetura e o código que implementa essa arquitetura, permite que ambas as entidades

evoluam independentemente e continuem a ser fiéis uma à outra quando a adaptação estiver completa. Uma mudança na a implementação que quebra uma regra arquitetural irá desencadear uma reação imediata do sistema de monitorização [53].

Em termos de complexidade do tempo de execução que impõem aos sistemas de software. Estas técnicas também são complexas, no sentido de mudanças fundamentais nas principais práticas de engenharia de software. No entanto, este custo vale a pena com estas técnicas que fornecem possivelmente o melhor mecanismo para controlar o impacto da arquitetura. Um critério essencial para quase todas as estratégias deste grupo é que uma especificação de arquitetura bastante completa deve ser produzida antecipadamente [54].

2.3.7. Peer-to-Peer Architecture

O *Peer-to-Peer* é uma arquitetura de partilha de ficheiros entre utilizadores de forma direta de um computador para o outro [21].

São compostos de grande número de processos executados em distintos computadores e o padrão de comunicação entre eles depende do que a aplicação faz.

As suas principais características são:

- Sistemas distribuídos sem controle centralizado ou organização hierárquica.
- Milhares de nós interconectados.
- Inúmeros tipos de redes (*Ad-Hoc*).
- Arquitetura descentralizada.
- Distribuição de conteúdo.
- Modelo alternativo para Cliente /Servidor

Por não se basear em uma arquitetura cliente-servidor, onde apenas o servidor é responsável pela execução de todas as funções da rede, o *P2P* tem uma enorme vantagem justamente por não depender de um servidor e de todos os nós estarem interconectados permitindo o acesso a qualquer nó de qualquer nó. Por esse motivo a rede tem uma elevada disponibilidade [55].

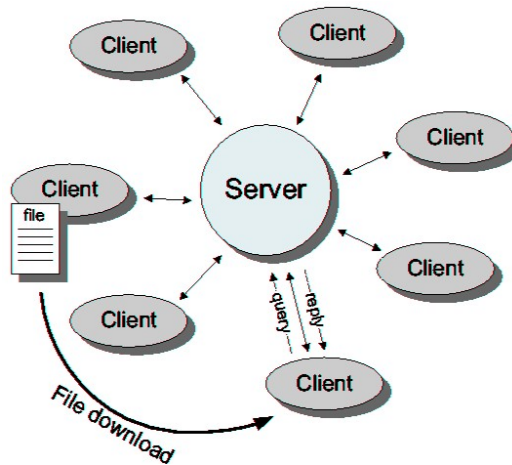


Figura 12 - Peer-to-Peer Architecture [12]

Essas arquiteturas são populares em aplicações distribuídas tais como na partilha dos ficheiros, cache na web, armazenamento na rede, mas essas arquiteturas têm algumas desvantagens como por exemplo não ser fácil garantir que o ficheiro trocado não seja malicioso, por essa razão essa arquitetura torna-se ideal para espalhar software malicioso em redes vulneráveis. [56] Ao longo dos anos, a internet cresceu de alguns nós para milhares de redes e o número aumenta a cada dia a medida que mais dispositivos são incorporados na rede. Este crescimento provocou um aumento de exigências de confiabilidade ente os utilizadores e os dispositivos e são cada vez mais complexas [57].

Este tipo de arquitetura tem duas características:

- Descentralização

A correta operação de sistemas *P2P* não depende da existência de um sistema de administração centralizado. Assim, sistemas *P2P* confundem-se com sistemas descentralizados. Num sistema totalmente descentralizado, não só todos os alojamentos são iguais, mas também não há alojamentos com atribuições especiais, como administração e descoberta de serviços. Na prática, construir sistemas totalmente descentralizados pode se tornar difícil, o que faz os engenheiros especialistas em projetos, geralmente optem paradigmas híbridos na construção de aplicações *P2P*. O *DNS* por exemplo, é um protocolo peer-to-peer, porém está relacionada e estruturada numa hierarquia com dependências e ramificações [21].

- Heterogéneas

Em redes *peer-to-peer*, a heterogeneidade dos recursos envolvidos é uma preocupação que deve ser levada em conta durante o seu projeto. Computadores e conexões administrados por diferentes utilizadores e organizações não têm garantias de ficarem ligados, conectados ou sem falhas, o que os torna necessariamente recursos voláteis. Isso torna a disponibilidade dos nodos de uma rede *peer-to-peer* imprevisível. Essa imprevisibilidade não permite garantir acesso a recursos individuais, já que eles podem falhar. Para contornar isso, é possível lançar mão da técnica de replicação, diminuindo consideravelmente a probabilidade de falha ao enviar um objeto replicado. A replicação pode também tornar o sistema mais confiável para controlar a integridade e consistência da informação e é necessário definir técnicas de replicação de dados e serviços de forma a assegurar a continuidade das operações no caso de ocorrer alguma falha. [27].

2.3.8. Scalable Architecture

Como em todo o desenvolvimento de software existem vantagens e desvantagens nos sistemas monolíticos, um dos principais pontos negativos é existir um ponto único de falha⁹ (single point of failure) que significa que se houver algum erro no processamento de uma operação que deixa o sistema inativo, isso vai comprometer todo o resto, incluindo funcionalidades que não possuem nenhuma relação com o início da falha [58].

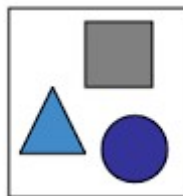


Figura 13 - Representação gráfica de uma aplicação monolítica [5]

Outro ponto negativo é a base de código que se torna muito extensa, podendo deixar novos colaboradores para o projeto menos produtivos por algum tempo, já que a complexidade do código é bem maior.

⁹ A single point of failure (SPOF) falha de um bloco fundamental e integrado no sistema e se parar por algum motivo irá parar todos os processamentos.

Mas outro lado o desenvolvimento é bem mais fácil de desenvolver, já que a base de dados evoluirá junto para todas as funcionalidades e há apenas um ponto onde a compilação precisa ser feita. Além disso não há duplicação de código e classe necessárias entre os diferentes módulos, já que todas fazem parte do mesmo sistema.

Geralmente esse padrão funciona razoavelmente bem para pequenas aplicações, pois o desenvolvimento, testes e implantação de pequenas aplicações monolíticas é relativamente simples. No entanto, para aplicações grandes e complexas, a arquitetura monolítica torna-se um obstáculo ao desenvolvimento e implantação, dificulta a utilização de uma entrega contínua, além de limitar a adoção de novas tecnologias. Para grandes aplicações, faz mais sentido usar uma arquitetura de “microservices”, que divide a aplicação num conjunto de serviços [47].

2.3.9. Domain Driven Design (DDD)

É um modelo de orientação por objeto (*Object Orientation, OO*), mais puro, possui como principal característica a separação da lógica de negócio, da evolução e da manutenção, possibilitando assim desenvolver de forma rápida sistemas complexos e robustos e independente de qualquer plataforma [59]. Devemos esquecer de como os dados são complexos e preocuparmo-nos em como representar melhor as necessidades de negócio em classes e comportamentos (métodos) e é facilitar a construção de aplicações, usando a modelação do domínio do problema como ponto central de configuração [60][61].

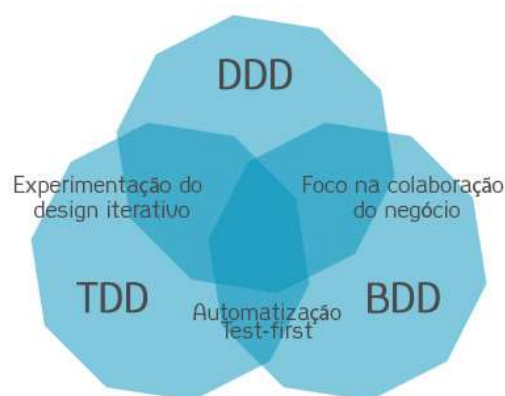


Figura 14 - Modelo DDD [13]

O desenvolvimento de software é cada vez mais condicionado pela especificidade dos componentes de hardware e de software, e pelo crescente número de *middlewares*¹⁰. Especialmente pelo aparecimento de dispositivos móveis cada vez mais desenvolvidos (smartphones e tablets) e outros dispositivos.

Diferentes dispositivos oferecem aos utilizadores experiências totalmente divergentes. Supor que um pacote de software tem o mesmo comportamento em plataformas diferentes é completamente desajustado, pois cada plataforma tem o seu próprio input, a sua arquitetura interna de componentes, os seus recursos e as suas funcionalidades específicas [62].

Eles não se focam em tecnologia, mas sim em entender as regras de negócio e como elas devem estar refletidas no código e no modelo de domínio. Não que a tecnologia usada não seja importante, mas essa não é uma preocupação de DDD.

Também permite através de arquiteturas complexas, tais como meta modelagem, modelos de transformação, a geração de código ou a interceção do modelo a criação ou a execução automática de aplicações baseado nesses modelos [63].

¹⁰ Código que faz a interpretação entre software e aplicações. É utilizado para mover ou transportar informações e dados entre programas de diferentes protocolos de comunicação, plataformas e dependências do sistema operacional. É geralmente constituído por módulos dotados com APIs de alto nível que proporcionam a sua integração com aplicações desenvolvidas em diversas linguagens de programação e interfaces de baixo nível que permitem a sua independência relativamente ao dispositivo.

3. 14.0 na região do Tâmega e Sousa

3.1. Perspetiva da Indústria

As organizações vão sofrer uma grande mudança na estrutura, as inovações irão aparecer em todo o lado, combinação em redes, que vai muito além de ter um espaço nas redes sociais, o Big Data, disponibilização de ferramentas de análises, as tecnologias *mobile* irão se fortalecer, que dará um futuro bem próximo, “Negócios” e Digital” se tornem sinónimos.

O impacto entre as pessoas e os parceiros, seja da maneira como trabalham ou colaboram, se são executados internamente ou externamente, ou na maneira como as organizações entendem e servem seus parceiros, as tecnologias digitais proporcionam a oportunidade de ganhos de produtividade e vantagem competitiva ao mesmo tempo que oferecem uma experiência excepcional aos parceiros.

Esta transformação tem um grande impacto sobre a sociedade em geral, e o desafio de implementá-la, vai muito além de uma gestão de tecnologia e o acesso à informação é ilimitada e isso irá mudar o comportamento das pessoas. Terá como objetivo garantir bons resultados, aumentar o alcance e melhorar o desempenho através do uso da tecnologia [9].

A inovação tecnológica já não é apenas uma tendência, é uma questão de sobrevivência. O mercado agora é interligado e as organizações devem incorporar cada vez mais essa cultura dentro de seus negócios. Esse tipo de mudança procura, além de inovar em serviços e melhorar a produção, avançar os negócios das organizações, reinventar os processos [1].

E neste cenário de expectativas quanto a respostas de oportunidades das TI para suportar e inovar o negócio, apresentaremos para o desenvolvimento de uma avaliação de grau de maturidade, simples, objetiva, para as organizações da região do Tâmega e Sousa. Na qual passaremos a indicar a análise dos dados referente ao estudo, que serão extraídos os resultados finais, e será finalizado pelas nossas conclusões, quanto ao estado e as perspectivas para o futuro, sobre a evolução das TI, bem como a análise das ofertas das empresas tecnológicas da região.

3.1.1. Estudo com base em inquérito

O presente inquérito visa contribuir para avaliar o grau de maturidade das organizações da região do Tâmega e Sousa no que diz respeito aos Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação. Adicionalmente, pretende-se analisar a importância atual que as TIC têm nos processos organizacionais, bem como captar a perspectiva futura das organizações se estão realmente ainda longe da meta no processo de digitalização a todo o ciclo de vida dos produtos.

De acordo com a Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal (AICEP) em 2017 o cenário traçado pela a edição de 2017 do estudo da Economia Digital em Portugal dava conta de que a esmagadora das organizações Portuguesas (61%) ainda não estão on-line [64].

Já em 2018 irá correr uma iniciativa, anunciada no Portugal Digital Summit, abrangerá, sobretudo, empresas do setor do comércio e serviços (muito ausentes do mundo online) e deverá chegar ao terreno, com recurso a fundos europeus, dando acesso às ferramentas básicas de digitalização (site próprio e redes sociais) mas permitindo ao mesmo tempo evoluir para comércio eletrónico.

Cada vez mais necessitamos de informações em tempo real referente as entidades, pessoas, idealização e conceção de um produto, um estudo de mercado.

A digitalização da economia não é uma escolha que podemos fazer ou não fazer. Está a acontecer, é uma revolução que está a mudar todos os setores da economia. Ou abraçamos e estamos na linha da frente ou nos deixamos levar e somos arrastados, vendo as nossas empresas a ficarem para trás e longe vai o tempo para obtermos esses dados era necessário fazer uma recolha manual de vários departamentos e no final fazer uma apreciação ou estudo referente ao valor ou objetivo pretendido [64].

No mundo de hoje com as novas tecnologias é possível fazermos integrações de *frameworks*, dispositivos móveis (telemóveis, tablets, tv's) fazer a recolha em tempo real, para isso é necessário fazer alterações na partilha de informação entre instituições seja dentro ou fora da organização através novas abordagens tecnológicas com base em serviços e no processamento de informação em escala de modo a apoiar os decisores de forma mais eficaz.[1]

Paralelamente o processo de desenvolvimento de software, assenta hoje em dia, em ciclos de vida de desenvolvimento cada vez mais curtos com base em metodologias que

garantam entregas rápidas de produto acabado ao cliente e sejam capazes de responder aos constantes pedidos de alterações por parte dos clientes num curto espaço de tempo.

Esta mudança de paradigma pressiona as organizações a uma reorganização quer do processo de desenvolvimento quer na arquitetura do software que desenvolvem. Estas alterações, por vezes drásticas, envolvem um esforço claro de reengenharia de software [20].

A aposta nas tecnologias de informação, para o suporte da sua atividade e para a aquisição de vantagens competitivas, é essencial para qualquer organização. Atualmente, a tendência é a integração de todo o sistema de gestão.

E com base dessas mudanças pretendemos dar o nosso contributo na avaliação da importância que as TIC têm nos processos organizacionais analisando em sete categorias e que passaremos a explicar na estrutura do inquérito:

- Informação básica da Organização;
- Recursos humanos;
- Tecnologias de informação e comunicação;
- Marketing e Vendas;
- Produto / Operações;
- Investigação e desenvolvimento;
- Segurança de dados e comunicações.

3.1.2. Método

A metodologia de pesquisa adotada foi uma análise quantitativa do estudo das indústrias transformadoras referente sobre a indústria 4.0.

O presente inquérito, anexo I, possui três tipos de questões. O primeiro é caracterizado por sim/não/talvez; no segundo são escolha múltipla (uma ou mais respostas) e finalmente questões em que se pretende aferir, face a um determinado indicador, a situação atual da organização, bem como o interesse da organização em reverter esse indicador, até um limite temporal de cerca de 3 anos.

Os tópicos que foram alvo de análise e que merecem maior destaque no processo de investigação são: o facto de se tratar da relação do ponto da situação atual e futuro dos sistemas de informação nas organizações.

3.1.3. Breve caracterização da amostra

O efetivo da amostra foi constituído para as organizações industriais transformadoras e extrativas sedeadas na região Tâmega e Sousa e pretende-se avaliar o grau maturidade que diz respeito aos Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação. Adicionalmente, pretende-se analisar a importância atual que as TIC têm nos processos organizacionais, bem como captar a perspetiva futura.

O inquérito foi inicialmente lançado no mês de outubro para cerca de 800 Organizações/Empresas com a duração de aproximadamente de um mês para no final apuramos os resultados obtidos para análise, discussão e conclusão dos mesmos.

3.1.4. Estrutura do inquérito

A estruturação do presente inquérito requereu, para além do estudo dos novos paradigmas arquiteturais relacionados com o desenvolvimento de sistemas de informação, capítulo 2 (enquadramento teórico), o estudo do conceito indústria 4.0 e da sua génese [22].

A indústria 4.0 é definida como a quarta revolução industrial, focando-se na digitalização de processos e integração de sistemas aplicadas à industrial atual com os vários parceiros da cadeia de valor. Os seus primeiros passos foram em 2014 na Alemanha, o tema estava no radar de muitas empresas, no entanto poucas estavam realmente em processo de implementação, essa situação mudou radicalmente nos últimos dois anos [15].

Espera-se que 86% das organizações, em Portugal, esperam alcançar elevados níveis de digitalização até ao ano de 2020 [3].

Para desenho do inquérito, considerou-se o trabalho anterior efetuado por algumas consultoras de renome, nomeadamente a PWC e Deloitte, cuja experiência neste tipo de estudos é considerável. Para que o inquérito não se limitasse a uma vertente puramente profissional, considerou-se alguns estudos técnico-científicos, nomeadamente Andreas Schumacher [23] e Christian Leyh [65].

De acordo a PricewaterhouseCooper (PWC)¹¹ fez um estudo sobre a análise na transformação digital das organizações em 26 países e concluíram de que forma as

¹¹ PricewaterhouseCooper (PWC) - uma das maiores prestadoras de serviços profissionais do mundo nas áreas de auditoria, consultoria e outros serviços acessórios para todo tipo de empresas e no mundo inteiro e que está presente em Portugal há mais de 50 anos.

organizações industriais se estão a aproximar dos clientes baseado nos produtos/serviços, inovação, adaptação do produto ao cliente, análise de dados para satisfazer as necessidades dos clientes e melhorar a performance operacional, cadeia de valores com foco nos clientes, marketing personalizado em canais de acessos.

Também a Deloitte fez um estudo para além desses, definiu uma estratégia de atuação envolveu a realização de entrevistas individuais, estudo de outras iniciativas europeias e sessões de discussão em grupo, materializando-se num pacote de recomendações para o desenvolvimento de medidas organizadas por seis eixos de atuação prioritária, que focam desde o desenvolvimento do capital humano nacional à adaptação legal e normativa de suporte ao processo de digitalização da economia caracterizados por a capacidade de recursos humanos, ecossistemas de cooperação, as startup's, financiamento e apoio ao desenvolvimento, internacionalização e adaptação legal e normativa [2].

Finalmente, de acordo Andreas Schumacher [54], criaram nove grupos que foram definidas por a estratégia, liderança, clientes, produtos, operações, cultura, pessoas e o estado.

Após a análise das boas práticas, desenhou-se o inquérito dividido em 7 categorias, nomeadamente: 1) informação básica da organização; 2) Recursos Humanos; 3) Tecnologias de Informação e Comunicação; 4) Marketing e Vendas; 5) Produto/Operações; 6) Investigação e Desenvolvimento, e; 7) Segurança de dados e comunicações. O inquérito foi estruturado com o intuito de obter a informação necessária: i) à contextualização/caracterização da amostra (categorias 1 e 2); ii) à caracterização das organizações face ao seu grau de preparação e predisposição para a indústria 4.0 (categorias 4 a 6 e parte da 2); iii) à identificação de possíveis lacunas relativamente ao regime de segurança e proteção de dados (categoria 7). Se por um lado a digitalização industrial requer uma recolha, processamento e partilha intensiva de informação, por outro, há a necessidade de compatibilizar esta necessidade com o novo quadro legal da comunidade europeia no que concerne à segurança e proteção de dados das pessoas e instituições.

Concretamente, o primeiro conjunto de questões de contextualização ou caracterização, inclui, fundamentalmente, questões do tipo sim/não/talvez e questões de escolha múltipla simples. As restantes questões obedeceram a um a um outro *rationale*. Tipicamente, e segundo a PWC [15], a indústria 4.0 inclui 3 processos de digitalização: 1) Digitalização e integração vertical e horizontal; 2) Digitalização dos Produtos/Serviços; 3) Digitalização dos modelos de negócio e acesso ao consumidor. Deste modo, a averiguação do grau de preparação para a I4.0, implica a quantificação do nível de digitalização de cada um dos processos anteriores, neste caso, medida por via de questões diretas e concretas

usando uma escala **Likert Scale** [66][67] com quadro níveis de escolha. Contudo, a descrição associada a cada nível da escala variava de acordo com a questão. O objetivo foi facilitar a interpretação da escala face à questão. A descodificação conceptual e tecnológica da terminologia da I4.0 e o uso do método Likert Scale, permitiu a produção de um conjunto de questões acessíveis à indústria da região, sem que estas necessitem, obrigatoriamente, de consideráveis conhecimentos do conceito I4.0 e/ou da tecnologia que lhe é subjacente. Em conformidade, as categorias usadas são:

Informação básica da Organização onde é caracterizada pelo nome da empresa, setor, e-mail, localização, área, volume de negócio e valor percentual estimativo para o investimento em TIC em face do volume.

Recursos humanos, grau académico mais elevado distinto nos quadros superiores, intermédios e operacionais, avaliação sobre os conhecimentos dos requisitos futuros da indústria 4.0, políticas de recrutamento.

Tecnologias de informação e comunicação verifica se a mesma permite agregar e interpretar dados recolhidos em diferentes níveis hierárquicos, como são incorporadas nos produtos, quais são os tipos de sistemas são implementados e grau de automação e o uso nas diferentes fases da criação de produto no presente e daqui três anos, como é feita a comunicação com os parceiros, integração e continua e a sua importância dos dispositivos móveis com os processos.

Marketing e Vendas, saber até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas, se consegue satisfazer as exigências e tempo previsto de acordo com o orçamento e com a qualidade necessária, se usa os canais de vendas, redes sociais na condução do seu negócio e até que ponto é usada ferramentas digitais.

Produto / Operações, avaliar no presente e no futuro se existe algum tipo de comunicação autónomo e em tempo real entre máquinas e instrumentos durante as fases de criação de produto, se existe interação, monitorização e controlo entre máquinas e pessoas de forma fácil e intuitivo e analisar se os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão.

Investigação e desenvolvimento engloba o conjunto de atividades experimentais e teóricas com vista à obtenção de novos conhecimentos que possam, posteriormente, ser usados na construção de novos ou melhores produtos no momento e no futuro com base qual a forma desenvolve atividades de investigação e desenvolvimento, se existe alguma parceria com alguma instituição de ensino superior, avaliar o grau de importância nas atividades de

investigação e desenvolvimento na diferenciação e inovação dos produtos e serviços, se participa em redes ou consórcios, se é relevante a formação em inovação e empreendedorismo por parte dos quadros intermédios no âmbito da indústria 4.0 e concluindo se tem conhecimento e se já se candidatou nos programas de financiamentos atuais no âmbito Portugal 2020.

Considerando que: a) falar de TIC no âmbito da indústria 4.0 não é completo sem considerar a componente de segurança e a proteção de dados; b) o novo quadro legal (regulamento geral normalizado pela comunidade europeia que passará a entrar em vigor a partir de 25 de maio de 2018) traz algumas mudanças significativas que terão diferente impacto na vida das organizações, consoante a sua natureza, área de atividade, dimensão e tipo de tratamentos de dados pessoais que realizem; acrescentou-se ao inquérito uma última mas, não menos importante categoria de questões, a segurança de dados e comunicações.

Segurança de dados e comunicações, está relacionada com a proteção da informação de um conjunto de ameaças, com o objetivo de preservar a continuidade de negócio, maximizar o retorno do investimento, minimizar o risco de negócio, e preservar os seus respetivos valores. Podemos entender como informação, todo o conteúdo e informação sobre conteúdo (metadados), ou dados disponíveis com valor para uma organização, pois é de utilidade para o desempenho das suas atividades. Com base no novo regulamento de proteção de dados Europeia entrará em vigor em maio 2018. As regras são complexas e as multas para quem não cumprir os requisitos são significativas (até 20 milhões de Euros).

3.1.5. Análise dos dados

3.1.5.1. Caraterização detalhada da Amostra

A presente amostra é caracterizada pela avaliação do grau de maturidade, associado aos Sistemas e Tecnologias de Informação e comunicação, através da análise da importância que as TIC têm nos processos organizacionais.

A presente amostra é caracterizada pela avaliação do grau de maturidade que diz respeito aos Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação e analisar a importância que as TIC têm nos processos organizacionais [68], foram obtidos 34 respostas das quais serão explicadas por tópicos e de forma contextualizada os valores mais altos e nos outros serão representadas em modo gráfico.

Na localização a maior fatia do inquérito tem como alvo todas as indústrias da região do Tâmega e Sousa e dos seus 11 municípios, a maior parte dos contributos são provenientes da região de Felgueiras tal como demonstra o gráfico 1 e do setor do calçado (Gráfico 2)

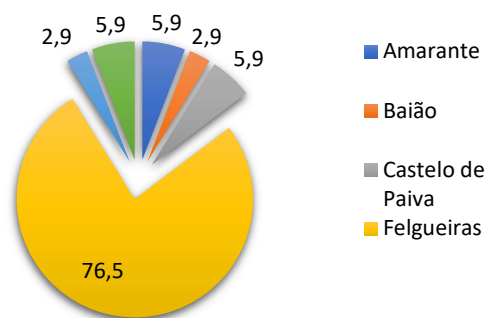


Gráfico 1 - Localização

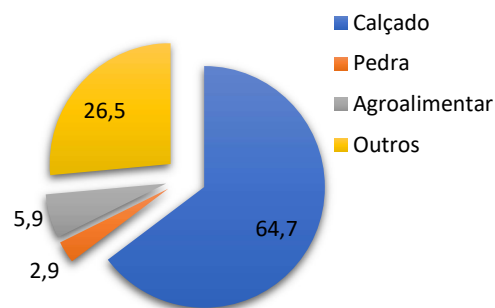


Gráfico 2 - Área de negócio

Das empresas participantes, a maior parte é micro e média empresa, nenhuma pode ser considerada grande empresa (Gráfico 3).

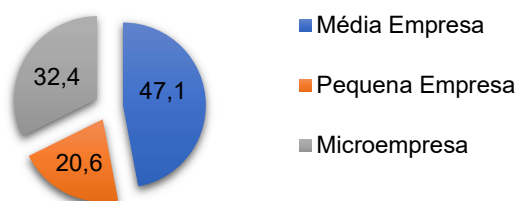


Gráfico 3 - Volume de negócios

A maior parte da indústria investe até 1% em TIC em face ao volume dos negócios, as restantes foram distribuídas nas outras opções conforme gráfico 4 apresentado.

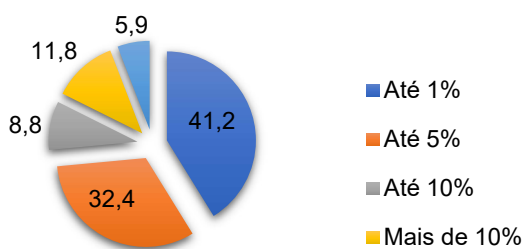


Gráfico 4 - Estimativa de investimento em TIC em face do volume de negócio

Um indicador interessante é o facto de que a maior parte das organizações possui nos seus quadros superior, colaboradores com formação académica de nível superior (Gráfico 5). À medida que descemos no nível hierárquico da organização, essa tendência inverte-se (Gráfico 6 e Gráfico 7).

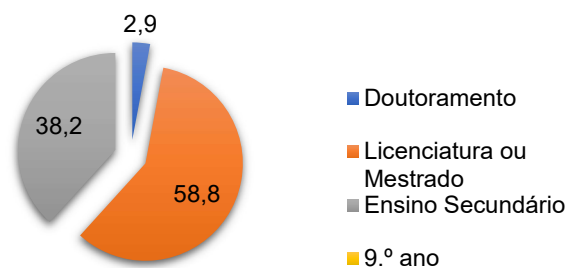


Gráfico 5 - Enquadramento académico - Quadros superiores

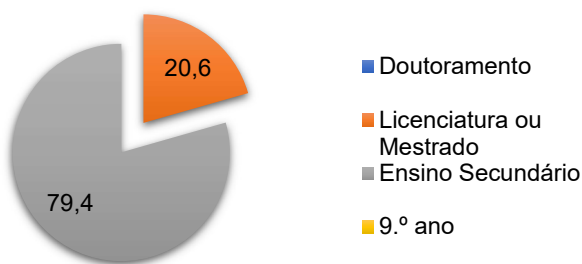


Gráfico 6 - Enquadramento académico - Quadros intermédios

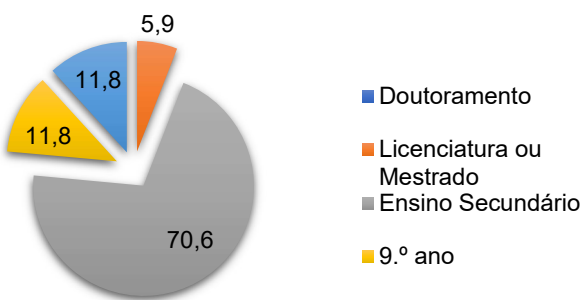


Gráfico 7 - Enquadramento académico - Quadros operacionais

Já no que diz respeito ao entendimento da dimensão tecnológica associada à digitalização industrial (gráfico 8), grande parte das respostas aponta para a existência de conhecimento específicos nesse domínio. Este é um indicador surpreendente que talvez se

justifique com o facto de que a maior parte das empresas participantes são do setor do calçado, um dos mais industrializados e internacionalizado. O autor não esperava que face a: i) o número de empregados e respetiva formação académica por nível hierárquico e; ii) a política de contratação considerando arquiteturas emergentes no domínio dos sistemas de informação (gráfico 9), o indicador fosse tão favorável.

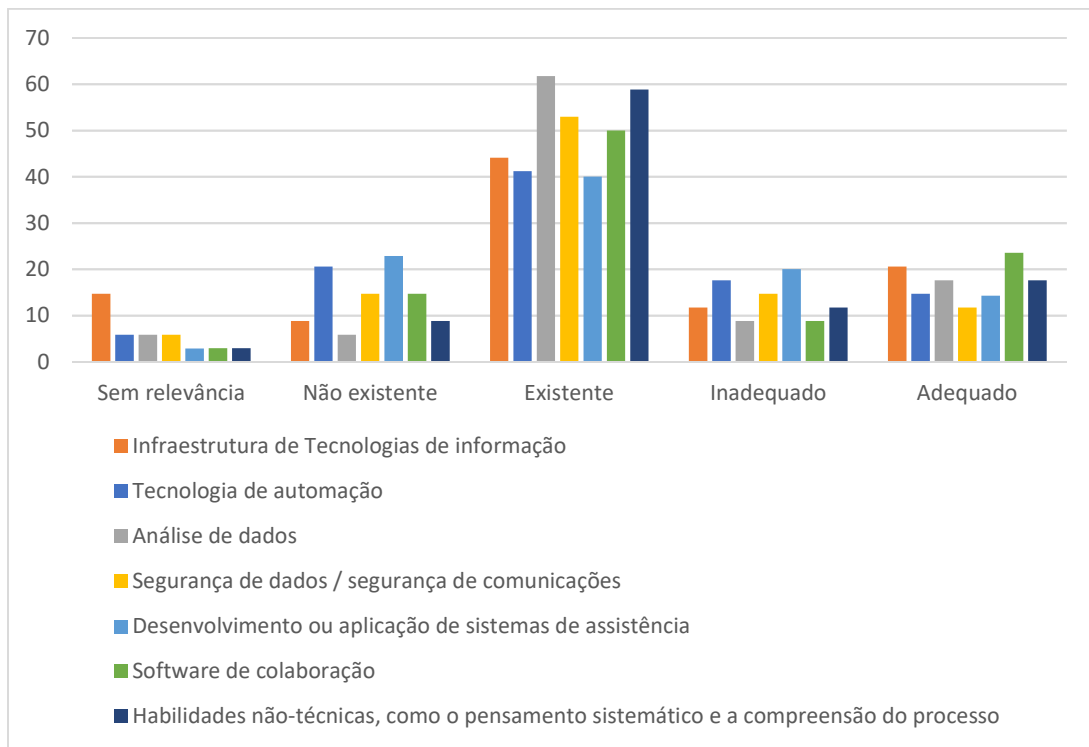


Gráfico 8 - Conhecimentos dos colaboradores quando se trata dos requisitos futuros na I4.0

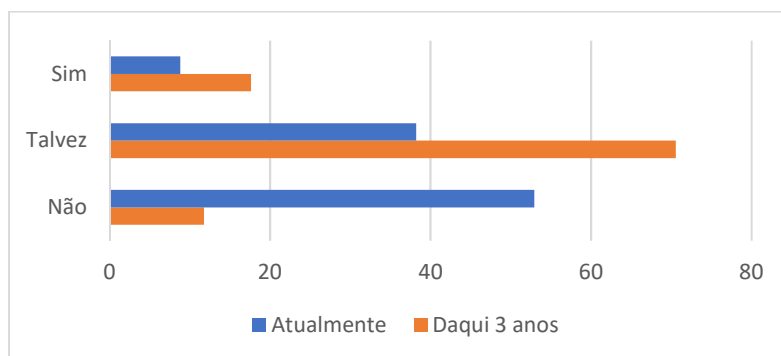


Gráfico 9 - Contratação de colaboradores com conhecimento em novas arquiteturas baseado em serviços

No domínio da política de recrutamento grande parte das respostas já existe uma política de recrutamento (gráfico 10) e uma procura com formação interdisciplinar (Gráfico 11).

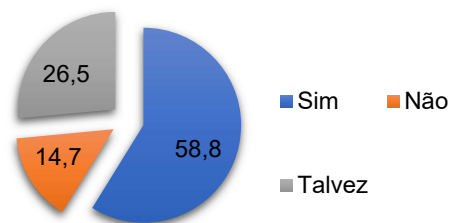


Gráfico 10 - Política de recrutamento

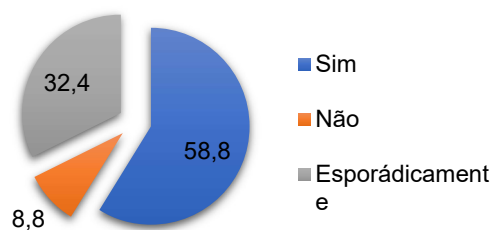


Gráfico 11 - Procura de colaboradores com formação interdisciplinar

Auscultamos também as organizações acerca dos Sistemas de Informação Organizacionais que disponham atualmente. A maior parte possui um sistema de gestão empresarial (ERP) como também um controlo de execução de fabricação (MES), gestão de CAD e de aquisição de dados de produção (PDA). Algumas delas já adquiriram controlos de gestão de ciclo de vida do produto (PLM) e de dados de produto (PDM) e igualmente um sistema de gestão logística (gráfico 12).

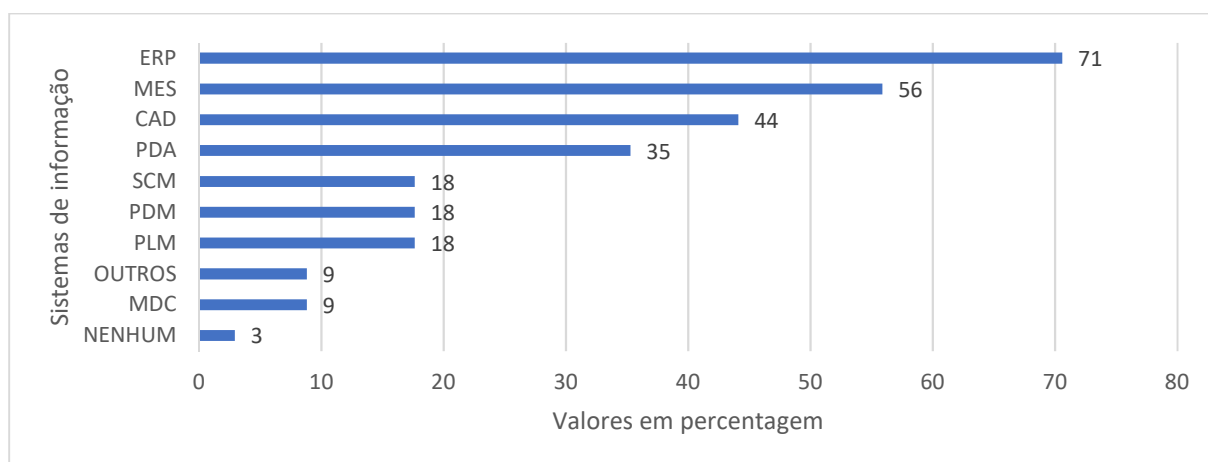


Gráfico 12 - Sistemas de Informação Organizacionais existentes

Legendas do gráfico 12:

ERP - Sistema de gestão empresarial - permite uma gestão integrada das várias áreas funcionais de uma organização (vendas, contabilidade, produção e etc.) [69].

MES - Sistema de execução de fabricação - controla todas as atividades de produção e que estabelece uma ligação direta entre o planeamento e o tempo real desde da validação e otimização todos os aspetos da produção [6].

CAD - Gestão de desenho assistido por computador - sistemas que simulam as condições de fabricação e materiais de construção [69].

PDA - Sistema de aquisição de dados de produção - sistemas que permite registar acontecimentos / eventos e processar dados na sua organização [70].

SCM - Gestão logística - Tem como função o auxílio na gestão de relações com os fornecedores, empresas, distribuidores e organizações logística na partilha de informações de encomendas, produção, níveis de stocks e entrega de produtos e serviços [69].

PDM - Gestão de dados de produto - permite o alcance de vantagem competitiva através da gestão de dados do produto durante o seu ciclo de produto, permitem diversas atividades como a gestão de acessos e permissões, gestão de projetos, controlo de equipas e versões, gestão de mudança, fluxos de trabalho virtuais entre outras [69].

PLM - Gestão de ciclo de vida do produto - permite controlar as informações ao longo de todo o ciclo de vida de um produto de forma eficiente e económica, desde a idealização, design e fabricação, através do serviço e disposição [71].

MDC - Gestão de máquinas - sistema baseado em rede que faz a monitorização (por exemplo, o início e o fim do ciclo, etc.) das máquinas e grava automaticamente as mudanças [72].

OUTROS - não especificado.

NENHUM - Sem respostas.

3.1.5.2. Investigação e desenvolvimento

Tipicamente, o incremento de inovação necessário para abraçar a digitalização industrial, poderá ser alavancado pelo esforço ao nível da investigação e desenvolvimento (I&D). Muitas vezes a indústria não dispõe de tempo e recursos para investir em atividades de I&D, desacelerando o processo de inovação tecnológica. Com o intuito de mitigar o risco associado à ausência de processos de investigação e desenvolvimento dentro da indústria, é comum as empresas subcontratarem estas atividades a entidades de IDI (Investigação, Desenvolvimento e Inovação), nomeadamente as instituições de ensino superior. O Gráfico

13, resume os dados referentes ao posicionamento da amostra relativamente às atividades de investigação e desenvolvimento.

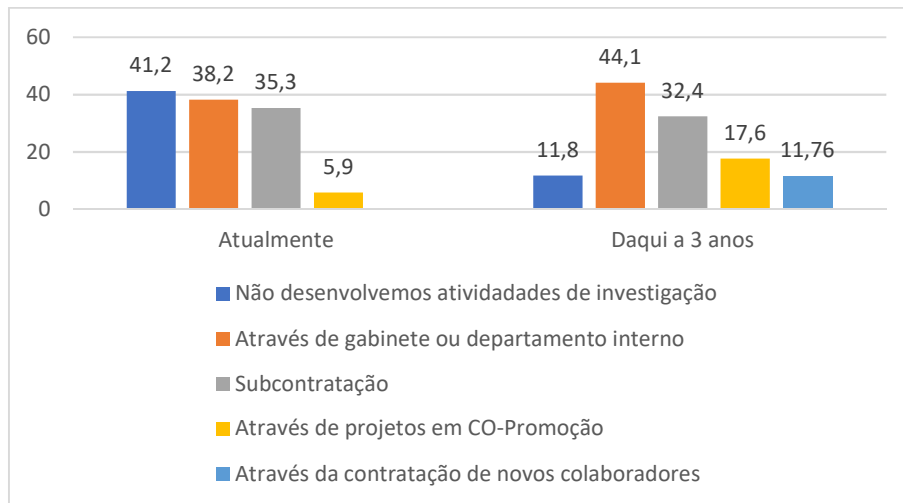


Gráfico 13 - De que forma desenvolvem atividades de investigação e desenvolvimento

Após a sistematização dos dados recolhidos relativamente à política de I&D, observa-se que a grande maioria da indústria não realiza atividades de I&D e as que têm essa necessidade recorrem à subcontratação. Prevê-se, no entanto, a capacitação interna de I&D e detrimento dos contratos de subcontratação e um incremento na aposta em projetos de co-promoção. Este último ponto corrobora com as evidências sintetizadas no gráfico 14 em que se prevê um aumento das parcerias com IES, bem como com os dados ilustrados no gráfico 15 onde se assume que as atividades de I&D são cruciais na proposta de criação de valor.

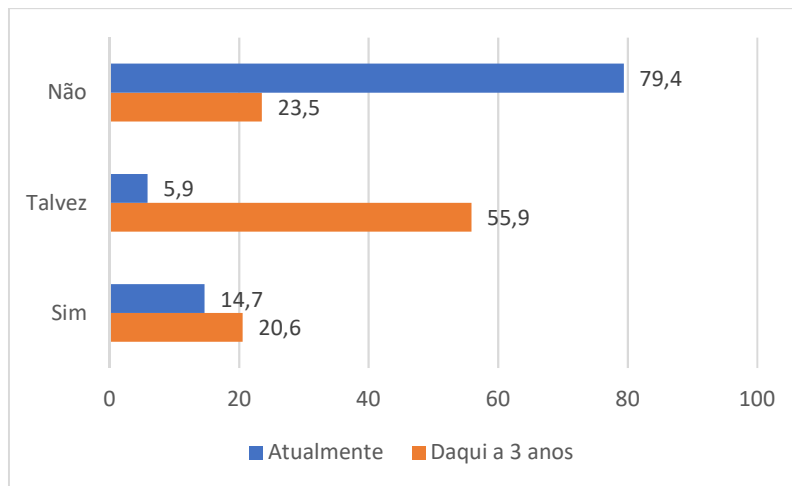


Gráfico 14 - Têm alguma parceria com alguma Instituição de Ensino Superior

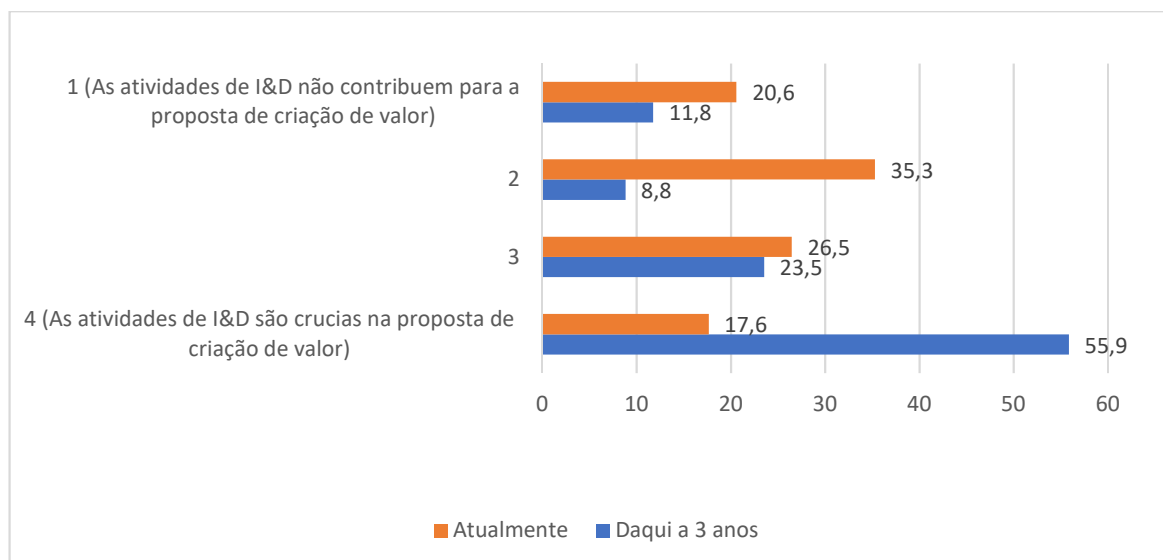


Gráfico 15 - Grau de importância que as atividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) têm na diferenciação/inação dos produtos/serviços

Muitas das vezes as atividades de investigação e desenvolvimento são consideradas como um custo e não como um investimento. O novo quadro de instrumentos de financiamento visa, entre outras coisas, apoiar atividades de I&D na indústria. Apesar do apoio ser fundamentalmente financeiro, tem como objetivo de fundo imprimir uma mudança cultural proporcionando condições para a experimentação de atividades de I&D. O quadro 16, descodifica o grau de conhecimento dos diferentes programas de financiamento P2020. Sendo as organizações da amostra do setor industrial, percebe-se que o programa mais conhecido é o “Programa Operacional Competitividade de Internacionalização”. Capital Humano e Sustentabilidade de Eficiência no Uso de Recursos são os menos conhecidos. No

entanto, este último é de particular importância no âmbito dos processos associados com a digitalização industrial.

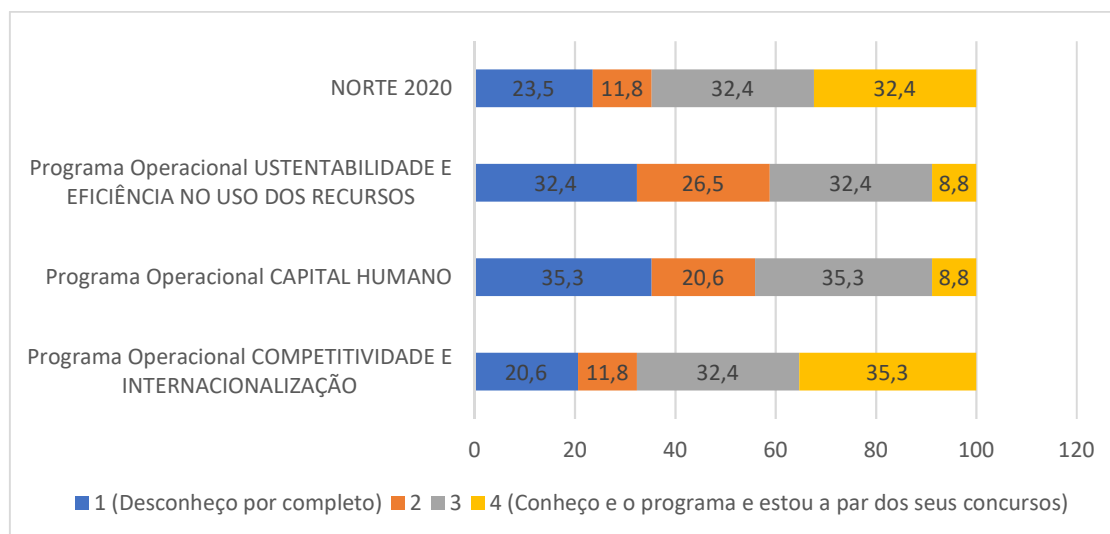


Gráfico 16 - Grau de conhecimento dos programas de financiamento atuais no âmbito do P2020

Apesar de algumas não terem conhecimento dos financiamentos, prevê-se que nos próximos três anos a maioria o poderá fazer, conforme gráfico 17.

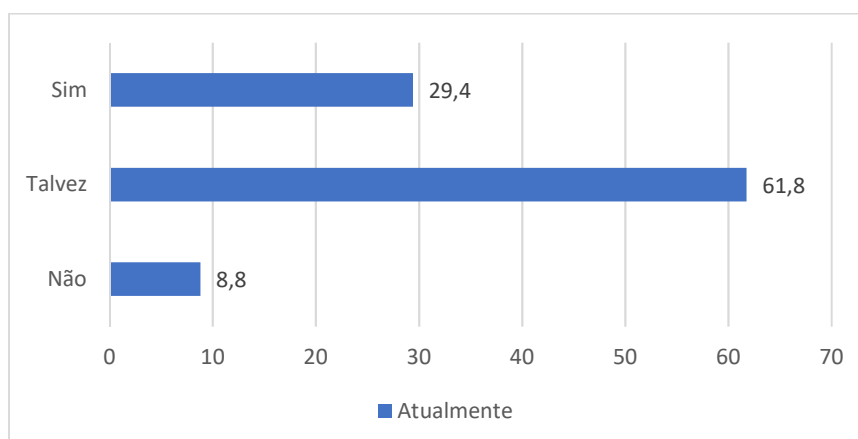


Gráfico 17 - Preveem, nos próximos 3 anos, candidatar-se a algum programa de financiamento

Por último, mas não menos importante, considera-se a participação das organizações em redes, cluster ou consórcios. Esta questão pretende avaliar a predisposição atual e futura para a partilha de informação e conhecimento com os seus pares. Este aspeto fornece um indicador bastante interessante para avaliar a resistência à implementação de alguns aspetos relacionados com o paradigma I4.0, nomeadamente em processos de integração horizontal. De acordo com o gráfico 18, a maioria não é categórica na resposta, mas admitem essa participação em redes, consórcios ou clusters.

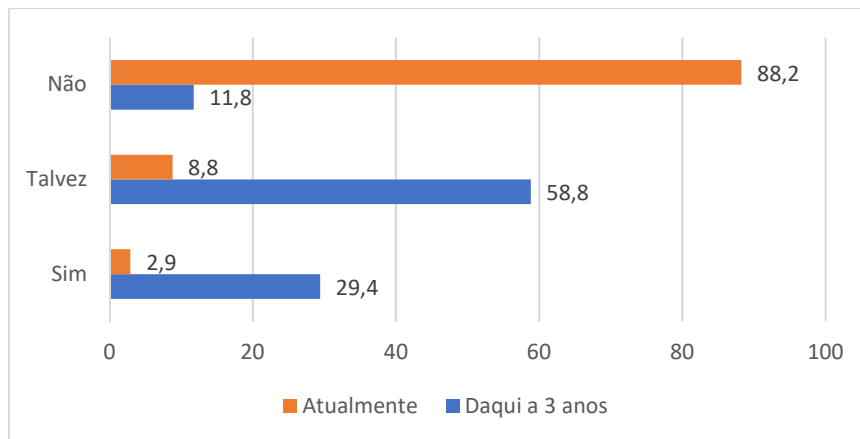


Gráfico 18 - Participa em redes, cluster ou consórcios

3.1.5.3. Discussão dos dados

O grau de maturidade de uma entidade relativamente ao conceito I4.0 significa, em termos práticos, verificar se determinada entidade está bem ou menos bem preparada para o impacto da 4ª revolução industrial. A avaliação do grau de maturidade será calculada com base em indicadores usados em estudos semelhantes e anteriores. Assim, será possível com maior facilidade e linearidade proceder a uma análise comparativa dos resultados. O conceito I4.0 é medido de acordo com 5 dimensões: 1 – Integração vertical; 2 – Integração horizontal; 3 – Desenvolvimento do produto; 4 – as TIC, e; 5 - Marketing;

Integração vertical: consiste no processo de agregação de dois ou mais elos de uma cadeia de valor. Na produção de um determinado produto, a integração vertical ocorre quando uma empresa passa a controlar operações a montante ou a jusante.

Integração horizontal: estende-se para além das operações internas, desde os fornecedores aos consumidores e toda a restante cadeia de valor. Estão inerentes a este processo, a integração de dispositivos de planeamento e execução que fazem o controlo e rastreio dos processos em tempo real.

Desenvolvimento do produto, para dar continuidade ao processo de digitalização é especialmente importante que cada etapa do processo é representada digitalmente. Para esse fim, pelo menos um sistema deve ser integrado em cada etapa do respetivo processo. Além disso os dados e as informações de cada devem ser encaminhadas para o próximo ou anterior etapa.

Avaliação das tecnologias usadas, avaliar até que ponto as tecnologias são usadas em todos os diferentes campos da Indústria 4.0. Com base nos requisitos, arquitetura

orientada a serviços, *Cloud computing*, *Big Data*, e segurança de TI. Além disso, o nível de suporte que os sistemas podem providenciar esses campos devem ser avaliados nesta dimensão.

Marketing: Desenvolvimento e implementação de estratégias de marketing para aumentar a competitividade e que visa melhorar a experiência do cliente através de plataforma de gestão de conteúdos, gestão de relacionamento e comércio eletrônico e melhorias em presenças nas redes sociais.

Para o cálculo do grau de maturidade, de acordo com as 5 dimensões supra identificadas, procedeu-se a uma categorização das respetivas questões. Seguidamente apresenta-se a distribuição das respostas de acordo com as questões associadas à dimensão "c" conforme escala Likert utilizada (de 1 a 4).

Dado que as perguntas são extensas, serão representadas de forma ordenada pela seguinte forma:

Questões que contribuem para a análise da dimensão “ Integração Vertical ”	
Q1	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>I&D</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q2	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>Design</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q3	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>Prototipagem</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q4	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>Produção</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q5	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>Vendas</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q6	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>Distribuição</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q7	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de <u>Serviços ao Cliente</u> do ciclo de vida de criação de produto?
Q8	Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização?
Q9	Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?
Q10	Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?
Q11	Até que ponto é possível monitorizar/controlar as máquinas através das TIC
Q12	Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.

Tabela 1 - Questões da integração vertical

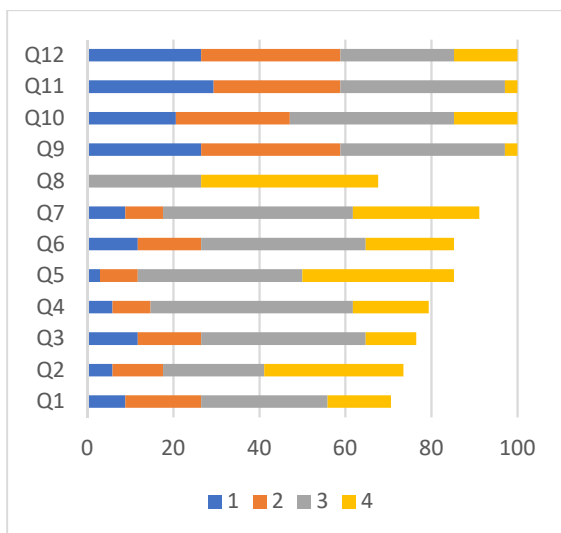


Gráfico 19 - Integração Vertical: visão agregada das respostas

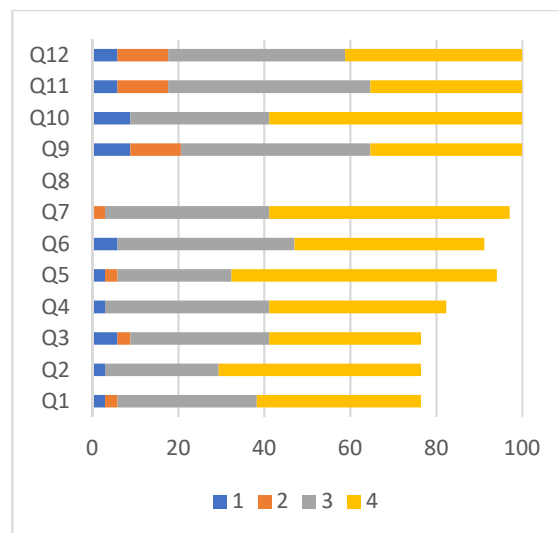


Gráfico 20 - Integração Vertical: visão agregada das respostas daqui 3 anos

Pelo conteúdo representado nos gráficos 19 e 20, percebe-se claramente o desejo das organizações em apostar mais no uso das TIC nas diferentes fases do ciclo de vida do produto, principalmente da fase de venda e serviços ao cliente referentes às questões 5 e 7 respetivamente. Por outro lado, verifica-se que a maioria das empresas faz já um esforço em garantir uma análise centralizada dos dados recolhidos em diferentes pontos hierárquicos da organização (questão 8). Adicionalmente o uso das TIC predominam ainda na fase de Design. Esta situação já se justifica pelo facto de grande parte das organizações usarem já sistemas de gestão integrada empresarial (ERP) e MES. Uma fatia considerável das empresas, quase metade, faz ainda uso de sistemas de desenho assistido por computador (CAD para os processos produtivos).

De seguida iremos fazer a mesma avaliação com a integração horizontal.

Questões que contribuem para a análise da dimensão “Integração Horizontal	
Q1	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?
Q2	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?
Q3	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?
Q4	Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?
Q5	Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?
Q6	Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?

Q7	Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?
Q8	Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?
Q9	Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.

Tabela 2 - Questões da integração horizontal

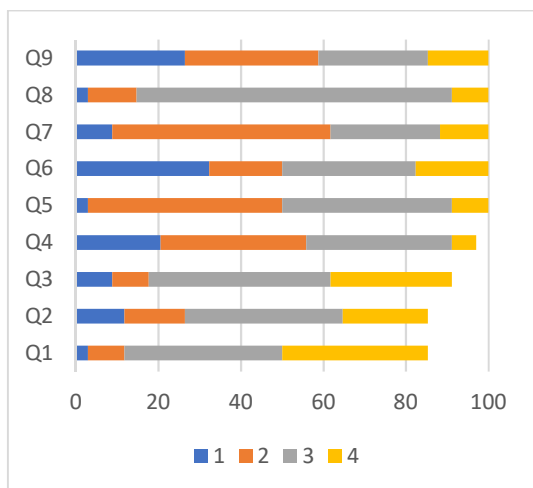


Gráfico 21 - Integração Horizontal: visão agregada das respostas

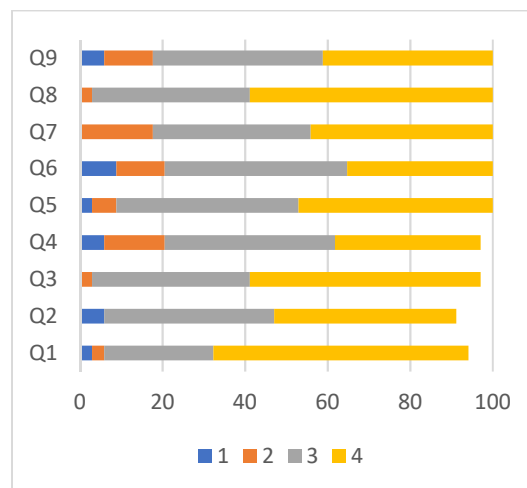


Gráfico 22 - Integração Horizontal: visão agregada das respostas daqui 3 anos

De acordo com os dados ilustrados nos gráficos 21 e 22, e apesar de existir uma clara intenção de melhorar todos os aspetos relacionados com a dimensão da integração horizontal, verifica-se um claro interesse em fazer uso das TIC no sentido de: i) melhorar os serviços prestados ao cliente; ii) melhorar a comunicação digital com os parceiros; iii) personalizar as ofertas (produtos e/ou serviços) e; iv) melhorar a satisfação do cliente, entregando mais rápido com maior qualidade e dentro do orçamento. O facto da melhoria se centrar com maior evidência nestes 4 aspetos é um claro indício ou sintoma de que atualmente, há um alinhamento pobre entre a estratégia de negócio e a política relacionada com as TIC.

Passamos a avaliar o estado de maturidade do desenvolvimento do produto pela mesma forma.

Questões que contribuem para a análise da dimensão “Desenvolvimento do produto”	
Q1	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Design do ciclo de vida de criação de produto?
Q2	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?
Q3	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?

Q4	Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?
Q5	Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?
Q6	Existe algum tipo de comunicação autónoma entre as máquinas/instrumentos, durante as diferentes fases de criação de produto?
Q7	Até que ponto considera a interação entre as pessoas e as máquinas, fácil e intuitiva?
Q8	Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?

Tabela 3 - Questões desenvolvimento do produto

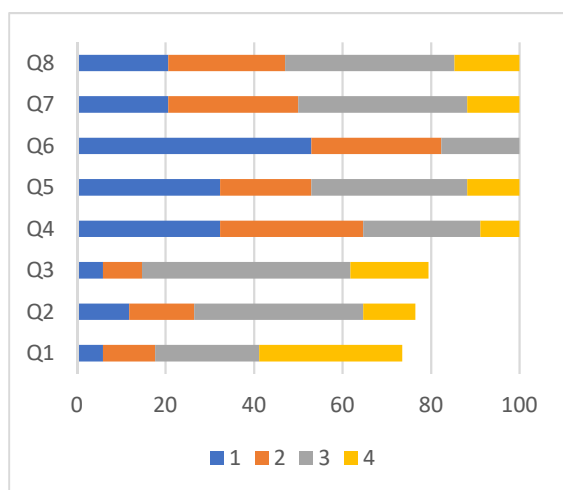


Gráfico 23 - Desenvolvimento do produto: visão agregada das respostas

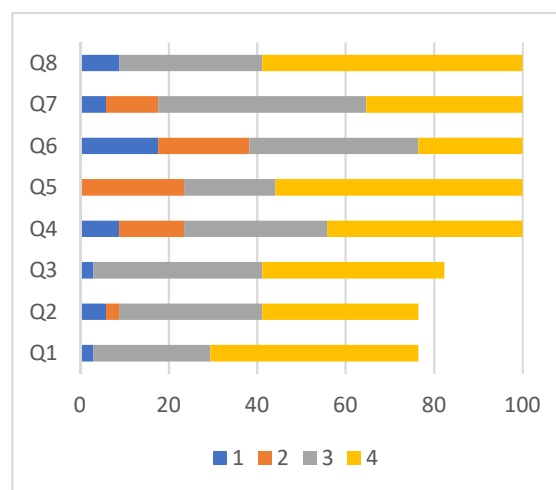


Gráfico 24 - Desenvolvimento do produto: visão agregada das respostas daqui 3 anos

No que concerne ao desenvolvimento do produto em si, conforme gráficos 23 e 24, as organizações espelham a vontade (eventualmente necessidade) de incorporar tecnologia nos seus produtos, no sentido de conseguirem efetuar o *tracking* do mesmo ao longo do seu ciclo de vida. Os dados evidenciam ainda uma aposta futura no uso de tecnologia mobile em sem fios para a interação com processo produtivo. Destes dois aspetos como maior amplitude em relação à situação atual versus situação futura, percebe-se a tendência de integração do mundo físico com o mundo virtual. A comunicação entre máquinas sem a intervenção do utilizador é algo que atualmente é mais um anseio do que uma realidade, mas que as empresas pretendem inverter no futuro.

As TIC representam, de facto, uma dimensão preponderante no processo de digitalização industrial. Grande parte das questões que se enquadram nas restantes dimensões têm cabimento nas TIC, uma vez que se trata de uma dimensão transversal.

Questões que contribuem para a análise da dimensão “ Avaliação das tecnologias usadas ”	
Q1	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?
Q2	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Design do ciclo de vida de criação de produto?
Q3	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?
Q4	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?
Q5	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?
Q6	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?
Q7	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?
Q8	Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização?
Q9	Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?
Q10	Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?
Q11	Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?
Q12	Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?
Q13	Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?
Q14	Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?
Q15	Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?
Q16	Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?
Q17	Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?
Q18	Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.
Q19	A sua organização trata (digitalmente) dados pessoais?
Q24	Em caso de armazenamento de dados na cloud, há a definição clara dos termos do contrato que permitem escolher a localização dos dados e a realização de auditorias?

Tabela 4 - Questões avaliação das tecnologias usadas

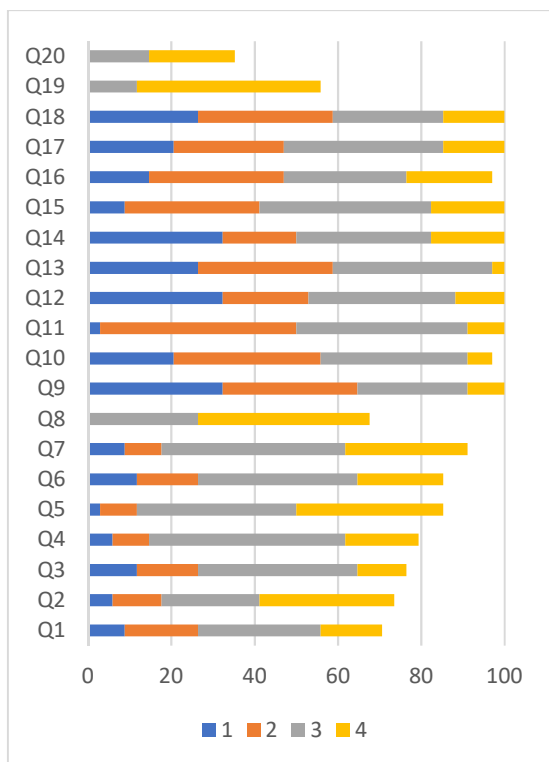


Gráfico 25 - Avaliação das tecnologias usadas: visão agregada das respostas

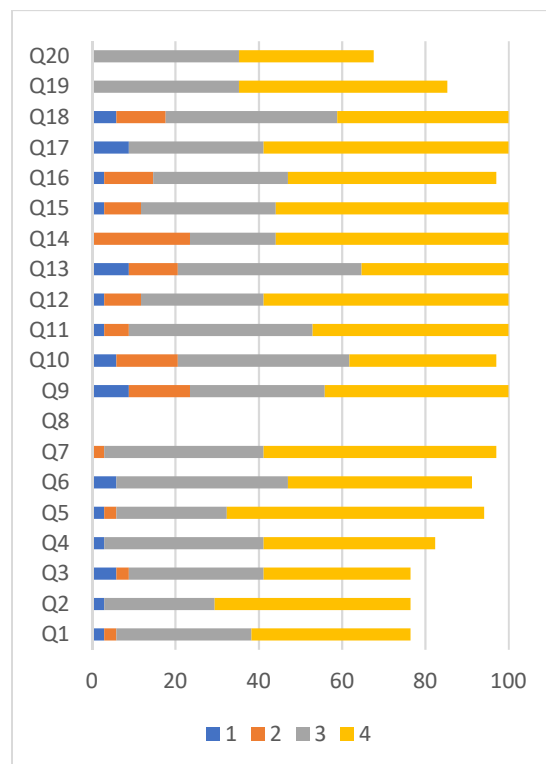


Gráfico 26 - Avaliação das tecnologias usadas: visão agregada das respostas daqui 3 anos

Na reflexão sobre o uso das TIC nas organizações e face as respostas obtidas, conforme gráficos 25 e 26, observa-se que as TIC estão presentes nos vários aspetos relacionados com o sistema de atividades humanas da organização. Contudo, verifica-se um decréscimo da intensidade do uso das TIC em cenários mais diretamente relacionados com a integração e interligação entre sistemas físicos e virtuais, bem como entre sistemas de informação a montante e a jusante da cadeia de valor. Concretamente, as maiores lacunas concentram-se nos seguintes aspetos:

- Digitalização dos produtos/serviços;
- Partilha de informação ao longo da cadeia de valor;
- Interação digital e automatizada com o processo produtivo;
- Gestão de informação;
- Uso de serviços distribuídos (*Cloud*);
- Melhoramento nos processos de promoção, venda e serviços ao cliente.

Numa análise mais contabilística dos dados verifica-se que 9, 26,47%, das organizações responderam que não existe capacidade de análise significativa. 11, 32,35% de forma seletiva, através da capacidade de análise de alguns colaboradores, na análise de dados que é incorporada dentro de algumas funções específicas, tais como vendas,

desenvolvimento de produtos, operações doze responderam. Finalmente somente 2, 5,9% organizações tem um departamento, dedicado à análise e processamento de dados e essa análise encontra-se automatizada.

Na integração com os clientes, fornecedor e parceiros verifica-se que 41% já o fazem isso deve-se a necessidade tomar decisões e controlo nos departamentos, como consta a maioria usarem já sistemas de gestão integrada empresarial (ERP).

Apesar o seu índice geral apresenta-se na maturidade de integração não podemos classifica-la nesse estado pelas razões justificadas anteriormente.

Os modelos de marketing e a forma como conseguimos alcançar, caracterizar e compreender o cliente e personalizar as nossas ofertas em conformidade, é outras das dimensões de particular relevância no seio de uma estratégia de digitalização industrial. O inquérito incidiu sobre um conjunto de aspetos associados ao marketing e vendas de acordo com a tabela seguinte.

Questões que contribuem para a análise da dimensão “Marketing”	
Q1	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?
Q2	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?
Q3	Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?
Q4	Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?
Q5	Usa vários canais de vendas?
Q6	Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?
Q7	Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?
Q8	Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?

Tabela 5 - Questões marketing

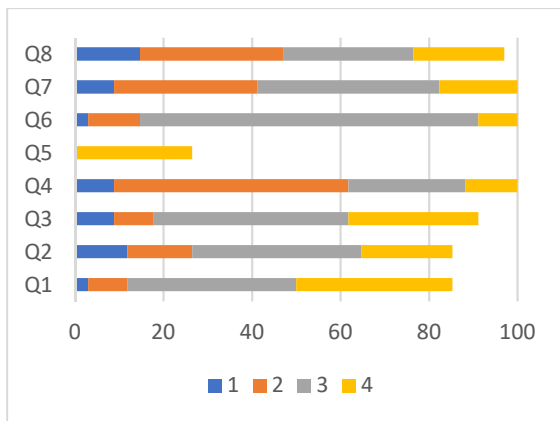


Gráfico 27 - Marketing: visão agregada das respostas

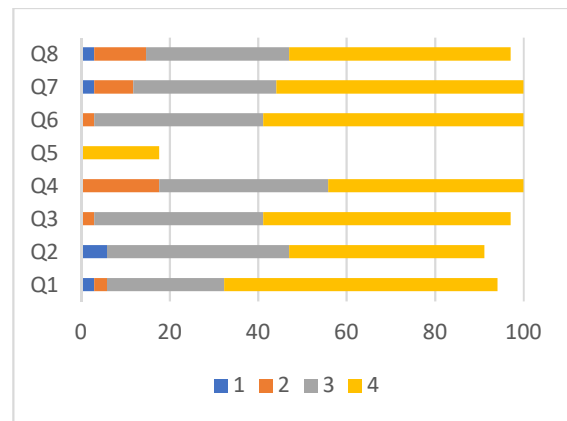


Gráfico 28 - Marketing: visão agregada das respostas daqui 3 anos

Os gráficos 27 e 28 respetivamente, ilustram a visão agregada dos aspetos relacionados com o marketing, referindo-se ao momento atual e daqui a 3 anos respetivamente. Os aspetos de merecem maior investimento por parte das empresas são as vendas e os serviços a clientes. Nesta última dimensão pode-se também chegar a conclusão, conforme já mencionado nas outras maturidades, os pontos mais fortes são nas vendas, serviços a clientes. Conseguem satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária, existe uma importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais. A capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas e o uso de canais de vendas existe muito pouca conforme a pouca utilização das tecnologias relacionadas com as *cloud's*. Após a análise podemos constatar que a implementação e está numa fase de desenvolvimento é apoiado em vários sistemas empresariais.

A análise anterior forneceu uma visão agregada das respostas de cada uma das entidades por cada uma das 5 dimensões inerentes ao conceito I4.0. Subimos agora mais um nível na agregação dos resultados, procurando fornecer um valor que possa enquadrar o grau de maturidade médio da amostra face a cada uma das dimensões associadas ao fenómeno da digitalização industrial. Deste modo, e de acordo Christian Leyh [55] a avaliação da maturidade na indústria 4.0 vai até cinco níveis desde do básico até à integração completa e otimizada da digitalização das organizações.

O presente estudo irá até a fase três por ser uma avaliação da região do Tâmega e Sousa e entendemos que as duas últimas fases (digitalização completa e digitalização otimizada) não serão necessárias devido ao facto de não existirem organizações que se enquadrem nessas características. Passamos a caracterizar de uma forma simples e resumida os níveis de maturidade dos cinco requisitos descritos anteriormente:

Nível de maturidade					
Dimensões	1 – Inicial	2 - Integração	3 - Digitalização implementada	4 – Digitalização completa	5 - Digitalização otimizada
Vertical	Apenas departamentos essenciais.	Todos os departamentos integrados.	Integração interna na organização de todos os Sistemas empresariais e máquinas.	Toda a empresa e transversal integração.	Pronta para a I4.0. Durante este processo de desenvolvimento, cada passo dentro e fora da empresa é digitalizado.
Horizontal	Apenas departamentos essenciais.	Todos os departamentos integrados.	Integração interna na organização de todos os Sistemas empresariais e máquinas.	Toda a empresa e transversal Integração.	colabora fortemente com seus parceiros de negócios e, portanto, otimiza suas redes de valor. Através dessas colaborações, novos modelos de negócios e novas soluções de ponta a ponta são desenvolvidos e habilitados.
Desenvolvimento do produto	Sem implementação	Desenvolvimento é apoiado em vários sistemas empresariais. Dados e informações não são automatizados.	O desenvolvimento do produto é contínuo digitalmente suportado.	Os passos de desenvolvimento passam automaticamente informações para etapas de produção anteriores e seguintes em geral está em um nível altamente otimizado.	Durante este processo de desenvolvimento, cada passo dentro e fora da empresa é digitalizado.
Tecnologias usadas	Nenhuma abordagem orientada a serviços ou baseada em nuvem. Fluxos de dados de informação não são utilizados para Melhoria / otimização. Confidencialidade, disponibilidade a integridade dos dados não são garantidos.	Implementação de primeiros serviços (SOA) com <i>service bus</i> . Primeira experiência com o <i>Big Data</i> nas aplicações. Desenvolvimento da primeira solução de modelos de segurança de TI.	Todas as funções são fornecidas como serviços (SOA), as suas funcionalidades são disponíveis como serviços. Os princípios da nuvem são aplicados.	Serviço orientado e baseado na nuvem que oferece serviços na rede de valores em ordem de troca de informações ao longo da cadeia de tempo real. As máquinas podem ser mantidas globalmente, independentemente de a sua localização (em termos de software).	A segurança de TI se ajusta rapidamente a novos riscos. Ocorrendo problemas de segurança são resolvidos imediatamente. A criptografia é otimizada em cooperação com os parceiros.
Marketing	Sem implementação	Desenvolvimento é apoiado em vários sistemas empresariais. Dados e informações não são automatizados.	O desenvolvimento do produto é contínuo digitalmente suportado.	Os dados são agregados e processados em toda a empresa, bem como fornecido através de redes de valor	Durante este processo de desenvolvimento, cada passo dentro e fora da empresa é digitalizado.

Tabela 6 - Nível de maturidade

O resultado final do cálculo da maturidade variou na maioria das opções possíveis de um até quatro, sendo que algumas das questões ainda tinham mais uma opção possível, ou seja, as opções representadas por “sem relevância” e “não aplicável” não foram consideradas para o estudo.

Algumas das questões tinham como opção de resposta “sim”, “esporadicamente/talvez/parcialmente” e “não”. A estas questões foram-lhes atribuídos 4, 3 e 0 valores respetivamente. Para as respostas “sim” foram-lhe atribuídos 4 valores uma vez que são respostas diretas que representam de forma clara a maturidade da empresa no contexto da questão, já no caso das respostas “não” estas não foram consideradas (foram-lhe atribuídos 0 valores). Para as respostas de meio termo, ou seja, “esporadicamente/talvez/parcialmente”, foram-lhes atribuídos 3 valores até porque de certa forma a empresa em questão já se enquadra num determinado nível de maturidade ou pretende fazê-lo, no contexto da questão.

Foi achada a média ponderada com base no somatório das respostas de cada questão por dimensões, depois foi feita a média de todas as questões para cada dimensão e finalmente foi feita a média de todas as dimensões do modelo.

Para tornar a classificação dos níveis de maturidade mais precisa, foram adotadas faixas de valores com precisão de duas casas decimais de forma a determinar os respetivos níveis, tornando mais clara a avaliação do nível de maturidade.

Após determinar a média para cada dimensão e a média total, podemos classificar individualmente cada dimensão, e fazer uma classificação geral. Supondo que a média de uma determinada dimensão teria como resultado 2.33, esta estaria no nível de integração como podemos ver na tabela.7 (entre 2 e 3). Podemos ver com mais detalhe este estudo nos anexos III e IV.

Valor da maturidade	Níveis	
Menor que 2,00	1	Inicial
Maior ou igual a 2 e menor a 3	2	Integração
Maior ou igual a 3 e menor a 4	3	Digitalização implementada
Maior ou igual a 4 e menor a 5	4	Digitalização completa
Igual a 5	5	Digitalização otimizada

Tabela 7 - Avaliação níveis de maturidade

Em suma, como o questionário foi adotado uma análise quantitativa e representado a análise de forma qualitativa, com esta abordagem é possível especificar a maturidade de cada dimensão do processo.

Os gráficos 31 e 32 apresentam os resultados da tabela 7, em formato de gráficos do tipo radar, por níveis de maturidade.

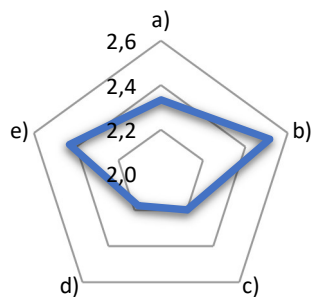


Gráfico 29 - Média final em cada dimensão

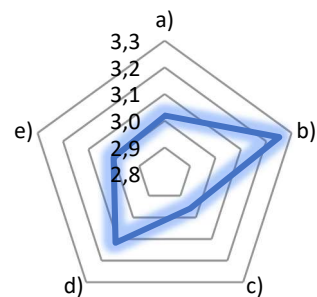


Gráfico 30 - Média final em cada dimensão daqui 3 ano

Legenda:

- a) Integração Vertical
- b) Integração Horizontal
- c) Desenvolvimento do Produto
- d) Avaliação das tecnologias usadas
- e) Marketing

Podemos constatar que nas organizações uma forte inclinação na integração horizontal pelo motivo das vendas, distribuição e serviços a clientes e na satisfação as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária.

Na avaliação das tecnologias usadas existe também o mesmo apesar que as organizações dão pouco valor a sensibilização sobre privacidade de dados, segurança da informação e dados pessoais.

Quanto a evolução, nos próximos três anos irão se focar nas mesmas maturidades.

3.2. Perspetiva das empresas tecnológicas

A globalização dos mercados, com a conseqüente intensificação da competitividade e o crescente nível de exigência relativamente a produtos e serviços, levam que a praticamente todos os aspetos da organização influenciem o seu posicionamento competitivo, muito particularmente a eficácia dos seus sistemas de informação.

Atualmente o desenvolvimento dos sistemas de gestão estão associados com a intenção de utilizar informações processadas dentro das organizações ou no seu ambiente externo para assegurar a sua cooperação com as outras organizações (clientes, parceiros, fornecedores, bancos ou o estado) [10].

Esta mudança de paradigma pressiona as empresas produtoras de software de gestão a uma reorganização quer do processo de desenvolvimento quer na arquitetura do software que desenvolvem. Estas alterações, por vezes drásticas, envolvem um esforço claro de reengenharia de software [20].

A importância dessa gestão no desenvolvimento de software que tomará lugar durante um período de vários anos nessas alterações nas estratégias da organização e nas tecnologias que continuarão durante o desenvolvimento da arquitetura e aplicar práticas mais recentes internamente e progressivamente, independentemente da tecnologia do produto.

3.2.1. Estudo com base em inquérito

Após conclusão da análise anterior, fomos ainda questionar, anexo II, empresas de desenvolvimento de software da mesma região, no sentido de recolher evidências acerca da

capacidade dos seus sistemas em responder às exigências tecnológicas da 4ª revolução industrial.

3.2.1.2. Breve caracterização da amostra

O efetivo da amostra foi constituído para as empresas que fornecem serviços de desenvolvimento de software e detêm produtos de software para o segmento industrial da região. Os temas abordados dizem respeito a questões de segurança, manutenção e desenvolvimento software.

3.2.1.3. Análise dos dados

3.2.1.3.1. Caracterização detalhada da amostra

Foram obtidas apenas 4 respostas. Apesar no aparente baixo número de respostas, a verdade é que na região não existem muitas empresas que forneçam produtos de software para PME industriais da região.

Tipicamente, as empresas de informática da região são do tipo microempresas, 3 delas vão até 10 e só uma que apresenta ente 10 até 20 colaboradores. Sendo que a maioria dos colaboradores tem o grau académico, uma que respondeu existe pelo menos um licenciado ou mestrado nos quadros superiores e intermédios.

Na avaliação dos conhecimentos dos colaboradores quando se trata dos requisitos futuros da I4.0, verifica uma incidência dos conhecimentos mais na área de: i) desenvolvimento ou aplicação de sistemas de assistência; ii) Software de colaboração; iii) infraestruturas de tecnologias de informação. Verifica-se, no entanto algum défice de conhecimento no domínio da análise de dados e na segurança de dados / segurança de comunicações.

Das empresas inquiridas, 50% pretende contratar colaboradores com conhecimento em novas arquiteturas baseado em serviços em resposta às novas exigências de padrões de desenvolvimento de software. De notar que a maior parte do tipo de soluções que comercializam e disponibiliza para indústria é essencialmente no sistema ERP, MES, planeamento de necessidades de materiais (MRP) e gestão de dados de produto (PDM).

As soluções distribuem-se de forma mais ou menos equitativa entre *desktop-based* e *web ou mobile-based*. No entanto, existem poucos produtos cuja arquitetura permite a sua disponibilização através da *cloud*. Outro dos aspetos menos positivos é o facto de que apenas módulos específicos são desenvolvidos de acordo com o paradigma de programação orientado por objetos,¹² mas verifica-se o interesse na migração de soluções completas baseado nesses paradigmas. Existe pouca oferta em arquiteturas de Software dos seus produtos respeitando o padrão *Model – View – Control (MVC)*¹³, são poucos orientados a uma arquitetura baseada em serviços, mas também há vontade de uma redefinição do paradigma arquitetural.

Durante o desenvolvimento dos seus produtos de software a maioria faz apenas análise antes de passar à fase de construção (programação), contudo, verifica-se o interesse em incluir no processo de desenvolvimento fases relacionadas com design técnico.

A adoção de tecnologia standard e/ou aberta, não é, atualmente, uma preocupação das empresas tecnológicas, mesmo tratando-se de um requisito fundamental na implementação de sistemas *14.0 ready*.

A capacidade dos produtos de software desenvolvidos em integrar com os sistemas legados ¹⁴ da indústria é, tipicamente, um projeto/desafio diferente e adjudicado individualmente. Adicionalmente, a maioria dos sistemas não permite, por defeito, a integração com outros sistemas, máquinas ou sensores, mas os dados revelam que há essa preocupação e que se pretende disponibilizar interfaces para integração com máquinas e sensores. Finalmente, apesar de existir uma relativa preocupação com práticas e padrões de usabilidade, não parece existir uma abordagem uniformizada e sistematizada a esse nível, embora se verifique a intenção de evolução.

No que diz respeito à investigação e desenvolvimento, os dados indicam que este tipo de atividades são normalmente subcontratadas, especificamente, metade respondeu que existe uma parceria com alguma instituição do ensino superior e que talvez se candidatarão a algum programa de financiamento. A maioria não participa em redes, cluster ou consórcios.

Na segurança de dados e comunicação, apesar de um atributo crítico aquando do desenvolvimento de aplicações, não constituiu uma preocupação extrema. E no que diz

¹² **Programação orientada a objetos** (também conhecida pela sua sigla POO) é um modelo de análise, projeto e programação de sistemas de software baseado na composição e interação entre diversas unidades de software chamadas de objetos.

¹³ **Model – View – Control (MVC)** é um padrão de arquitetura de software, separando sua aplicação em 3 camadas. A camada de interação com o utilizador (view), a camada de manipulação dos dados (model) e a camada de controlo (controller)

¹⁴ **Sistemas legados** são considerados obsoletos, mas que continua essencial para o negócio que por vezes funciona em hardware antigo.

respeito à nova regulamentação europeia relativa à proteção de dados, as empresas dizem-se apenas parcialmente preparadas. Igualmente preocupante é o facto da preocupação apenas “parcial” na documentação dos riscos associados ao processamento de dados pessoais que formam a base para as auditorias.

Os produtos não incorporam tecnologia e procedimentos de análise agregada de dados. Dentro do próprio software consegue fornecer informação em tempo real para diferentes tipos de dispositivos.

4. Breves recomendações tecnológicas

Considerando: 1) o estado de maturidade da indústria da região no que diz respeito ao fenómeno da I4.0; 2) a preparação das empresas tecnológicas da região para oferecer produtos/serviços tecnológicos de suporte à indústria 4.0; 3) estado da arte relacionado com as arquiteturas emergentes de sistemas; 4) os modelos e práticas de referência para aplicações na I4.0; propõe-se, neste capítulo, um conjunto de recomendações práticas para que as empresas tecnológicas de região do Tâmega e Sousa possam suportar as necessidades da indústria no processo de transformação digital.

As recomendações apresentam-se sob a forma de um *roadmap*, conforme tabela 8, com etapas iterativas e incrementais, em que cada uma encerra um estado de maturidade, relacionado com a maior ou menor capacidade em oferecer produtos/serviços compatíveis com os requisitos da I4.0. O quadro de recomendações procura, em primeiro lugar, alinhar as dimensões fundamentais associadas com a I4.0, com os eixos do modelo de referência RAMI 4.0. Posteriormente, apresentam-se um conjunto de recomendações práticas, organizados de acordo com quatro níveis de maturidade. Enquanto as recomendações de primeira linha representam recomendações transversais, comuns a todos os eixos RAMI e dimensões I4.0 respetivamente; os restantes níveis 1, 2 e 3, contêm recomendações por cada eixo. Pode-se considerar as recomendações transversais como um conjunto de requisitos base para suporte a estratégias relacionadas com a I4.0.

Em jeito de resumos nos recursos humanos consiste nos conhecimentos e requisitos da I4.0, deverão participar e na colaboração em redes de domínio técnico e na partilha de informações, existir uma política de recrutamento com um perfil profissional/qualificado em formação interdisciplinar com conhecimento em arquiteturas orientados a serviços (SOA) e sobre outros setores. Os processos deverão ser *standardizados* e integrados na organização, na investigação e desenvolvimento ter condições na criação de novos modelos e estratégias, na engenharia de processos melhorar a inovação da tecnologia utilizada pela qualidade e desempenho e continuamente revistos, na segurança de dados e comunicações garantir segurança, redundância e tolerância a falhas em toda a organização.

No eixo vertical os processos produtivos deverão ser autónomos entre as máquinas/instrumentos e existir uma interação de fácil e intuitivo entre as pessoas e máquinas, ser possível satisfazer em tempo real, as redundâncias e tolerância a falhas serem confirmados assegurados o seu estado produtivo para dar informações aos parceiros. Para isso será necessário criar uma rede de sensores em toda a organização de forma inteligente, flexível e transformar para o outro tipo de produto para o desenvolvimento contínuo.

No eixo horizontal deverão criar métodos na criação de novos modelos de negócios e novas estratégias e abordagens de acordo definido na I4.0, como por exemplo novos métodos de licenciamento dos sistemas desenvolvidos. Ter a capacidade de analisar dados que interagem e integram de forma autónoma na cloud, para isso será necessário criar *Frameworks* que possam automatizar o valor agregado para que possam fazer interações e integrações de forma autónoma com a capacidade de analisar dados para personalização na cloud e criação de tecnologias relacionadas com as redes sociais à volta do negócio.

No terceiro eixo, o ciclo de vida do produto, será necessária uma comunicação na criação do produto nas diferentes fases, permitir suportar ao longo de todo o fluxo de valores na integração e avaliação de sistemas em modelagem e simulação. Deverá existir uma migração para uma direção de produção flexível e transferível. Criar métodos e auxílios de descrição para engenharia e teste de sistemas autónomos e diretrizes praticáveis para um projeto de interação relacionado a tarefas em todas as etapas do ciclo de produção.

Demonstra-se também, os ganhos possíveis quando um controle total das interações dos processos de um sistema, onde a comunicação entre todos os meios é possível, através da internet das coisas, fazendo com que alterações de acordo com o cenário de cada momento sejam efetivadas sem necessário o envolvimento humano. Ressalta-se ainda que todo este processo se deve a possibilidade da análise de informações, informações estas que são disponíveis como dados em uma enorme quantidade, e podem ser interpretadas de maneira eficiente e eficaz, através do *big data*, mostrando o que realmente está acontecendo e qual caminho deve ser seguido.

Conclui-se também, que o ritmo da evolução tecnológica deve ser acompanhado constantemente, e que o trabalho proposto, procura um maior aprofundamento, em uma análise posterior, uma vez que o assunto proposto está em fase de maturação e em constante evolução.

Dimensões I4.0	Eixos RAMI 4.0	Recomendações transversais	Recomendações Nível 1	Recomendações Nível 2	Recomendações Nível 3	Tipo de SIO ¹⁵
Vertical	Vertical	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Capacitação dos Recursos Humanos no conceito de I4.0 e nas arquiteturas de sistemas emergentes; ◦ Participação em CoPs (Community of Practice)¹⁶ no domínio do desenvolvimento de aplicações I4.0; 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Integração das tecnologias OT¹⁷ e sistemas IT¹⁸ da empresa; 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Capacidade de integrar com múltiplas fontes de dados e/ou dispositivos disponíveis na empresa; ◦ Capacidade de armazenar e processar grandes volumes de dados; ◦ Capacidade dos sistemas em serem redundantes e tolerantes a falhas. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Capacidade de agregar informação de vários departamentos/unidades de negócio; Os sistemas deverão oferecer serviços em contínuo para partilha de informação entre os diversos sistemas organizacionais; Requer a implementação de IoT Gateways e digitalização do chão de fábrica; 	ERP, PLM, MRP
Horizontal	Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Uso de "Open Standards"; ◦ Definir um modelo de gestão do ciclo de vida de desenvolvimento de software; ◦ I&D; ◦ Segurança de dados e comunicações; 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Partilha de informação com sistemas externos de acordo com formatos XML e JSON e protocolos RESP e SOAP 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Elevar o nível de interoperabilidade entre sistemas a montante e a jusante da empresa, através de arquiteturas standard; ◦ Sistemas disponíveis no paradigma SaaS e PaaS de SAAS, PAAS e etc. assentes em infraestruturas comuns "as a service"; ◦ Partilha de informação em toda a cadeia de valor em tempo real; 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Automatização em redes de valor agregado; ◦ Capacidade de gestão integrada do fluxo de informação na cadeia de valor de forma automatizada; Gestão inteligente do processo de tomada de decisão; 	ERP

¹⁵ Sistemas de Informação Organizacionais

¹⁶ CoPs (Community of Practice): são grupos organizados de pessoas que têm um interesse comum em um domínio técnico ou comercial específico. Eles colaboram regularmente na partilha de informações, melhorar suas habilidades e trabalhar ativamente no avanço do conhecimento geral do domínio.

¹⁷ Tecnologias Operacionais Tradicionais

¹⁸ Tecnologias de Informação

Desenvolvimento do produto	Ciclo de vida de produto		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Comunicação na criação de produto através H2M¹⁹ e M2M²⁰. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Implementação de sistemas e de automação para as diferentes fases da criação de produto 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Integração e ◦ avaliação de sistemas em modelação e simulação. 	PLM
Específico dos Sistemas e Tecnologias de Informação Comunicação			<ul style="list-style-type: none"> ◦ Desenvolvimento de componentes com elevado grau de desacoplamento; ◦ Desenvolvimento de software Modular e independente das plataformas tecnológicas; ◦ Desenvolvimento de software com base em "open standards"; ◦ Definição de APIs 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Desenvolvimento de software com base nos padrões de segurança, quer ao nível da proteção de dados quer ao nível da sua exposição a ataques. Concretamente, questões relacionadas com <i>code signing</i>; <i>device authentication</i>; <i>access</i>. ◦ Capacidade de gestão de eventos e análise de dados em real-time (<i>real time analytics and storage</i>; <i>event routing</i>; <i>event processing and handling</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Capacidade de agregação de dados. Disponibilização de Serviços na <i>cloud</i> de forma contínua. 	Todos os SIO
			<ul style="list-style-type: none"> ◦ Estratégias de migração na direção de uma produção flexível e transferível 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Métodos e auxílios de descrição para engenharia e teste de sistemas automatizados 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Diretrizes praticáveis práticas para um projeto de interação relacionado a tarefas em todas as etapas do ciclo de produção 	MLP, MRP
Marketing	Horizontal		<ul style="list-style-type: none"> ◦ Análise de dados é através do big data, ferramentas de business intelligence e tecnologias relacionadas com as redes sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Interação e integração de forma autónoma com a capacidade de analisar dados para personalização das ofertas na cloud. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Criação de tecnologias relacionadas com as redes sociais a volta do negócio. 	CRM, ERP, MRP.

Tabela 8 - Tabela de recomendações práticas para estratégias/projetos de I4.0

¹⁹M2H communication (machine-to-human communication) baseado em plataformas de interface com software standardizado.

²⁰ M2M: Communication (machine-to-machine communication), Tipo de comunicação baseado em padrões standardizados.

A tabela ilustra a visão agregada dos aspetos relacionados com as dimensões que foram apresentadas ao longo da dissertação e vai ao encontro com o eixo do modelo adotado, o RAMI 4.0, de acordo com as dimensões do modelo, onde já foi explicado de forma resumido nas breves recomendações tecnológicas.

Após fornecer uma visão agregada das recomendações apresentadas em cada uma das entidades, por cada uma das 3 dimensões inerentes ao RAMI 4.0, e como base a análise do grau de maturidade aplicado em geral para as organizações da região Tâmega e Sousa com o modelo RAMI 4.0, chegamos a conclusão que as organizações ainda não estão prontas para as novas mudanças que se avizinham, é necessário reestruturar a organização, comunicação e gerir todos os departamentos, passamos a indicar as boas praticas de implementação:

O RAMI 4.0, como já foi referenciado nas arquiteturas de referencia para a I4.0, é um modelo de referência tridimensional, estruturado e engloba toda a cadeia produtividade, é dividido por 3 eixos, o primeiro eixo caracterizado por hierarquia, definida pela interligação dos dispositivos inteligentes com todos os componentes integrados e contínuos do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais, uma comunicação flexível, interoperável e de forma distribuída a comunicação autónoma entre as máquinas/instrumentos, durante as diferentes fases de criação de produto, a informação e comunicação é agregada e interpretada para todos os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos. Deve ter comunicação entre todos os participantes, os processos produtivos, ser autónoma entre as máquinas/instrumentos, interação entre as pessoas e as máquinas de forma fácil e intuitivo, ser possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo.

O segundo eixo é representado pela arquitetura consiste que todos os dispositivos reais possam ser integrados todos os processos produtivos para os sistemas de forma autónoma nas diferentes fases de criação de produto e integração com os clientes, fornecedores e parceiros que possam colaborar digitalmente para ter a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas, força de vendas e satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto.

Por último, é representado por o ciclo de vida, análise a produção e para isso é necessário ter um elevado grau de automação nas diferentes fases de criação de produto e existir uma comunicação autónoma entre as máquinas/instrumentos, durante as diferentes fases de criação e a interação seja fácil e intuitiva entre as pessoas e as máquinas.

Para isso as empresas tecnológicas têm a necessidade que toda a informação que prossegue, têm que estar interligados entre si. Existe algumas considerações a ser definidas dentro do ambiente tecnológico, no processo de desenvolvimento e implementação tem que

existir um padrão / protocolo, a instalação tem que ter um processo de instalação e operação fácil e ter um padrão de linguagem para troca de informação.

Por isso as empresas informáticas que desenvolvem software terão uma grande necessidade de reestruturar os seus sistemas, uma arquitetura moderna que possa permitir a sua disponibilização através da *cloud*. Todos os módulos devem ser desenvolvidos de acordo com o paradigma de programação orientado por objetos, criar arquiteturas de Software dos seus produtos respeitando o padrão Model – View – Control (MVC) , e orientados a uma arquitetura baseada em serviços, o modelo RAMI 4.0 aconselha a usar o SOA, capítulo 2 (enquadramento teórico), por ser bem definida naquilo que disponibiliza, o seu serviço prestado não é nada ambíguo, disponibiliza funcionalidades que estão relacionadas e que trazem valor para o negócio, é independente do estado ou contexto dos restantes serviços, é reutilizável, partilhável, detetável e oferece uma infraestrutura de acesso baseada em standard, é capaz de Integrar em plataformas diferentes e possibilita de ser utilizado em comunicações assíncronas e finalmente tem a possibilidade de garantir confiança nas comunicações.

Na segurança de dados e comunicação com os serviços SOA terão que ser estruturados para a segurança e privacidade.

5. Considerações finais e trabalho futuro

As organizações terão que se adaptar ao impacto da indústria 4.0, na forma como se desenvolve o negócio. Considerando que a revolução industrial se promove com base tecnológica, as organizações precisarão, de alguma forma, entrar na realidade da digitalização que surge com as novas tecnologias [15].

Pode parecer ser uma simples imposição de como as tecnologias irão aparecer, como da mesma forma se tornou banal aceder ao mundo com um simples toque num ecrã, será normal no futuro uma evolução natural, como foi nas anteriores revoluções industriais.

A mudança de paradigma da gestão organizacional tendo em conta os incontornáveis pressupostos inerentes à indústria 4.0, é ainda incipiente na região do Tâmega e Sousa tal fato explica-se, por um lado, pela despreocupação e/ou desconhecimento do tema, por outro pela falta de suporte, quer das empresas tecnológicas da região, quer de outros atores da sociedade como o caso do poder político e da academia.

Do lado das empresas tecnológicas, concluiu-se que continuam “agarradas” as conquistas do passado, essa posição desacelerou o investimento em investigação e desenvolvimento tecnológico para o redesenho dos seus produtos de software, perspectiva-se que percam os seus bastiões se não repensaram a sua forma de desenvolver e implementar projetos de software para a indústria.

Por último, concluiu-se que ambas (empresas industriais e tecnológicas) olham com desconfiança para a academia, esta posição retraída também não abona a favor das necessidades da região na adoção de política pro-indústria 4.0.

Em meio a tudo isso, os colaboradores deverão desenvolver novas capacidades e qualificações, uma vez que as empresas passarão a exigir um colaborador diferente, muito mais versátil, ágil e conectado.

Nesse sentido, os profissionais da atual geração e os que estão entrando agora no mercado precisarão passar por um período de adaptação. É necessário compreender a mudança e tratá-la como mais um desafio na carreira, não como um entrave ou apenas mais uma imposição. Os novos sistemas atuarão para ajudar e aperfeiçoar todo o processo dentro das organizações [15].

As empresas exigirão um perfil multidisciplinar, ou seja, não basta estar focado em uma única competência. É importante ter boa qualificação e ser especialista em alguma área.

No entanto, será fundamental também ter conhecimento sobre outros setores e transitar bem entre eles, pois acontecerão numa frequência muito maior [15].

5.1. Contribuições para a comunidade

O estudo sobre a indústria 4.0, as arquiteturas de referência e de serviços, permitiu fazer uma análise sobre o estado da indústria, e das empresas tecnológicas envolvidas da região, e com base desses resultados, com o trabalho agora apresentado, pensamos contribuir para uma estruturação e formalização do conhecimento sobre a temática do tema, com vista a importância do desenvolvimento necessário e preparação para enfrentar um mundo em que só indústrias “inteligentes”, totalmente adaptadas ao mundo digital, conseguem ser competitivas com as empresas de outras regiões e/ou outros países.

5.2. Trabalho futuro

Todo o trabalho de investigação foi feito, que culmina com a apresentação da presente dissertação, permite sugerir algumas orientações de trabalho futuro que, dando a continuidade ao apresentado aqui, poderão trazer contributos importantes para o refinamento das arquiteturas de referências para a indústria 4.0, tendências abordadas na secção 2, apresentam diversos benefícios que a manutenção inteligente baseada na I4.0 pode trazer para indústria.

Entretanto, como este ainda é um tema emergente, apresenta diversos desafios a serem vencidos.

De uma forma geral, será necessário uma preparação e adaptação à I4.0. Terá de ocorrer uma mudança de estratégia para modelos de maior flexibilidade para as potencialidades da tecnologia, uma maior aproximação com os clientes que deverão ser integrados nesses serviços. Ao nível das operações será necessária uma maior descentralização e autonomia. Além disso, a adoção do paradigma da I4.0, pressupõe ainda, o reposicionamento de produtos e serviços. [6]

Será necessário identificar movimentos de vanguarda, através do uso de sensores para monitorar quase tudo, desde fazer logística por drones, a entrega de conteúdo digital onde a lista é escolhida pelo consumidor, o emprego de energia 100% renovável, veículos

autónomos, *big data* e inteligência artificial, robôs a executar novas tarefas, etc. Esse é o cenário de muitas mudanças profundas [14].

O movimento de mudança é acelerado e abre espaço para a simplificação, focar o aumento da produtividade e trazer maior tolerância à experimentação ao estilo de empresas startups.

A I4.0 utiliza os conceitos inovadores da internet das coisas (*IoT*), da computação em nuvem, na recolha de informações por dispositivos como sensores, para fazer de forma mais eficiente o que tem que ser feito.

Será necessário melhorar a segurança e reduzir a exposição a riscos de um conjunto de ameaças, com o objetivo de preservar a continuidade de negócio, maximizar o retorno do investimento, minimizar o risco de negócio, e preservar os seus respetivos valores.

5.3. Limitações da investigação:

Não obstante das questões de investigação terem sido respondidas, o trabalho empírico desenvolvido apresenta algumas limitações que interessa salientar:

Apesar do cuidado com aspeto do questionário, este pode ter inibido os inquiridos, devido ao seu formato, pelo que aumenta a probabilidade de um número menos abrangente de respostas.

O tempo disponível para atingir os objetivos foram insuficientes para que se obtivesse uma amostra mais representativa, embora o resultado alcançado tenha sido satisfatório.

Referências bibliografias

- [1] N.C. Pedro, "Rumo à Indústria 4.0", 2016
- [2] Deloitte, "Indústria 4.0 | Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia, disponível em ["https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/transportation-infrastructures-services/industria4_0medidas-pt.pdf"](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/transportation-infrastructures-services/industria4_0medidas-pt.pdf)
- [3] T. Jhonata, Engeteles, "Tudo o que você precisa saber sobre Indústria 4.0", disponível em <https://engeteles.com.br/industria-4-0/>," 2018
- [4] B. Mozar, A. Luiz and S. Antônio, "Tecnologia da Informação e Processo Produtivo de Gestão em uma Organização Cooperativa : Um Enfoque Estratégico" 1997
- [5] L. Rodrigo and B. Alexandre, "Tecnologia da Informação nas Organizações Responsabilizantes : um Estudo das Dificuldades de Implantação"
- [6] A. Sami., "Open Source Software for Industry 4.0, Eclipse Foundation Inc." 2017
- [7] L. P. Antônio, "Conceção de Arquiteturas para Cloud Computing: Casos de Demonstração da Utilização do Modelo de Referência do NIST", 2013
- [8] IT - Insight "Indústria 4.0 - O paradigma das fábricas do futuro" .disponível em <https://www.itinsight.pt/news/in-deep/industria-40--o-paradigma-das-fabricas-do-futuro>
- [9] R. C. Márcia, "Modelos de Referência e Interoperabilidade no Âmbito da Indústria 4.0 : Caso de Demonstração PRODUTECH SIF na Indústria Transformadora" 2018
- [10] F. G. José, "Processo de Implementação de ERPs: Um método para o Ajuste de Requisitos e Optimização de Funcionalidades," 2007
- [11] N. Marco, M. Charles and G. John, "Organizational Learning Supported by Reference Architecture Models: Industry 4.0 Laboratory Study", 2017
- [12] A. Peter, "Rami 4.0 - An architectural Model for Industrie 4.0", 2015
- [13] R. Karen, E. Scott, and C. Lyman, "The internet of things: an overview, Internet Society", 2015
- [14] Siemens Portugal, "Conceito .de Indústria 4.0", 2016
- [15] B. C. António, D. Pedro and B. João, "Indústria 4.0: Construir a empresa digital, PricewaterhouseCoopers Portugal", 2016.
- [16] B Muhammad, L. Patricia, and H. Vliet, "*Software Architecture Knowledge Management*

Theory and Practice"

- [17] C. Nuno, "Planeamento e gestão concorrente das equipas Scrum : das arquiteturas lógicas aos métodos ágeis," 2013
- [18] K. Rick, B Len, and K. Mark, "The essential components of software architecture design and analysis", 2006
- [19] P Hongyu, C. Ivica, and L. Magnus, "The Journal of Systems and Software Software architecture evolution through evolvability analysis", 2012
- [20] Q. Ana, "Avaliação do Potencial Sucesso de Implementação de um ERP," 2009
- [21] M Victor, "Integração de sistemas de informação : perspectivas, normas e abordagens" 2005
- [22] Q. Jian, L. Ying and G. Roger, "A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and beyond", 2016
- [23] S. Andreas, E. Selim, and S. Wilfried, "A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises", 2016
- [24] Dynamox, "Industria 4.0 e o futuro da manutenção preditiva." disponível em <https://dynamox.net/industria-4-0/>
- [25] C. Piaszczyk, "Model Based Systems Engineering with Department of Defense Architectural Framework", 2011
- [26] I. Robert, G. Richmond, and P. Emmi, "Client/Server Architecture within a server with a transaction manger providing server connection decoupling," 2005
- [27] G. Gehlen and L. Pham, "Mobile Web Services for Peer-to-Peer Applications", 2004.
- [28] A. Nagendran, R. Pillat, K. Adam, G. Welch, and C. Hughes, "A United Framework for Individualized Avatar-Based Interactions", 2013
- [29] D.. Patrick, "N-Tiered test automation architecture for Agile software systems", 2014.
- [30] S. Jan, "Modelo de Negócio para Software como Serviço: Estudo sobre Software de Gestão para Pequenas e Médias Empresas," 2012
- [31] P. D. Manuel and J. AlGhamdi, "A data-centric design for n-tier architecture," *Inf. Sci. (Ny)*., vol. 150, no. 3–4, pp. 195–206, 2003
- [32] N. Hanafiah, J. Hartanto, Y. Arifin, H. Frans, and W. Cristian, "A Web-Based Chinese Chess Xiang Qi using n-tier Architecture Model", 2015

- [33] M. Huang, D. R. Maidment, and Y. Tian, "Using SOA and RIAs for water data discovery and retrieval", 2011
- [34] P. Fraternali, S. Comai, A. Bozzon, and T. G., "Engineering Rich Internet Applications with a Model-Driven Approach", 2010
- [35] C. Sven, G. Irene, and M. , Jose-Norberto "Ten Years of Rich Internet Applications", 2014.
- [36] J. M. Hermida, S. Meliá, A. Montoyo, and J. Gómez, "Applying model-driven engineering to the development of Rich Internet Applications for Business Intelligence", 2013
- [37] F. Daniela, P. Loredana and L. Bernareggi, "A universal design resource for rich Internet applications based on design", 2014
- [38] A. David, B. Xavier, C. Oriol, C. Dolors, F. Xavier and P. Mike, "Development of service-oriented architectures using model-driven development : A mapping study", 2015
- [39] Z. Guo, P. Chen, H. Zhang, M. Jiang, and C. Li, "IMA: An Integrated Monitoring Architecture With Sensor Networks", 2012.
- [40] M. F. Ibrahim, N. b. and & Hassan, "A survey on different interoperability frameworks of SOA systems towards seamless interoperability", 2010
- [41] M. Rychlý and T. Hruška, "Modelling of Context-Adaptable Business Processes and their Implementation as Service-Oriented Architecture", 2014
- [42] M. P. Papazoglou, "Service - Oriented Computing: Concepts, Characteristics and Directions", 2003
- [43] C. Pedro, "Caso de demonstração de uma framework para automatização do teste de APIs de aplicações SaaS," 2015
- [44] F. José, "Biblioteca para a realização de security token services" 2008
- [45] B. Alexandre, "Requisitos Não-Funcionais em Aplicações Orientadas a Serviços : Análise da Tecnologia Fuse ESB," 2012.
- [46] O. Barbará, A. Rosa and M. Sá, "Gestão De Processos E Tecnologia De Informação : Em Busca Da Agilidade Em Serviço Processes Management and Information Technology: in Search of Service Agility", 2012.
- [47] S. Filipe, "Criação de Framework REST / HATEOAS para o desenvolvimento de APIs em Node.js," 2015
- [48] R. Fábio, "Expondo APIs de back-ends legados e travados"

- [49] S. Paulo and P. Bernado, "WebService – A Realidade da Computação Distribuída Como Ferramenta de Integração entre Tecnologia" 2011
- [50] A. Darienzo, "O impacto da virtualização no desempenho de aplicações distribuídas baseadas em SOA e a sua influência nos modelos de desempenho" 2013.
- [51] V. Ana, "Reengenharia de um processo de gestão de despesas de deslocação em serviço" 2014
- [52] M. Pierre-alain, "Computers in Industry Toward a model-driven , alignment-oriented ERP methodology", 2013
- [53] S. Ana and A. Dinis, "Reengenharia de software, Caso de Estudo da Fundação para a Divulgação das Tecnologias de Informação" 2009
- [54] S. Lakshitha and B. Dharini, "The Journal of Systems and Software Controlling software architecture erosion", 2012
- [55] R. Rajiv and Z.. Liang, "Peer-to-peer service provisioning in cloud computing environments", 2013
- [56] W. Ping, W. Lei, A. Baber, and Z. Cliff, "A Systematic Study on Peer-to-Peer Botnets" 2009
- [57] P. Tiago, "A software defined networking architecture for secure routing," 2014.
- [58] G. Sumit, "Software as a Service , Platform as a Service , Infrastructure as a Service", 2013
- [59] V. Ramon and R. Uedson, "Abordagem dirigida ao dominio aplicado na arquitetura de sistemas web Domain Driven Approach applied to the web system architecture", 2014
- [60] G. Guilherme, "Tábula: uma framework para o desenvolvimento de aplicações REST" 2008
- [61] L. Giovanni, F. Baroni, P. Ana and Z. Ambrósio, "Desenvolvimento de camadas utilizando DDD", 2014
- [62] C. Rogério, "MDA SMART: Uma Ferramenta Multiplataforma Baseada em Modelos", 2012
- [63] R. Alberto, "Model-driven engineering: A survey supported by the unified conceptual model", 2015
- [64] Dinheiro Vivo, "Digitalização chega a mais de 50 mil empresas até 2020", disponível em <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/digitalizacao-chega-a-mais-de-50-mil-empresas-ate->

2020/

[65] L. Christian, S. Thomas, B. Katja, and F. Sven, "SIMMI 4.0 - A Maturity Model for Classifying the Enterprise-wide IT and Software Landscape Focusing on Industry 4.0", 2016

[66] R. Likert, "A technique for the measurement of attitudes", 1932

[67] U. Ana, P. Zeljko and C. Boris, "Analysis of Leadership Theories", 2007

[68] P. Diogo and B. José, "Maturity Models for Information Systems - A State of the Art", 2016

[69] M. Maria, "Implementação de um sistema de gestão de dados do produto : caso de estudo no setor industrial" 2016

[70] L. Ming, Q. Jian-Ping, Y. Xin-Ting, S. Chuan-Heng and J. Zeng-Tao "A PDA-based record-keeping and decision-support system for traceability in cucumber production", 2010

[71] F. Eduardo, "Gestão do Ciclo de Vida de Produtos (PLM)," 2019. disponível em <https://efagundes.com/artigos/gestao-do-ciclo-de-vida-de-produtos-plm/>

[72] G. Oliver, K. Wolfhard and K. Uwe "*RFID in Manufacturing*", 2008

Referencias de imagens

- [1] PricewaterhouseCoopers, PwC, Indústria 4.0, Construir a empresa digital, 2016.
- [2] Logique inteligência em sistemas, Débora Silva, Blog de automação da Logique, 2018.
- [3] SlideShare, Márcio Venturelli, RAMI, Padronização da indústria 4.0, 2017.
- [4] Nicholas Gimenes, Sensedia, Porque indústria 4.0 e IoT precisam de APIs, 2017.
- [5] Philipp Hauer's Blog, Microservices in a Nutshell, 2019.
- [6] Rajasi Balan, Infochips - The solution people, Bridging the Gap Between Business and IT with SOA, 2015.
- [7] Microsoft, Previous Versions Documentation, Chapter 3 - Design Guidelines for Application Performance, 2010.
- [8] Samir, Content Deliverance, What is Client-Server Architecture?, 2011.
- [9] Jeevithamurugan, dbinfoworld, Different types of database architecture, 2014.
- [10] Blogs - SOA, Application Cache, EAI, RIA, Architecture Distributed Cache, SOA , EAI, Rich Internet Application framework, 2015.
- [11] Asanka Abeysinghe, VP, Solutions Architecture, WSO2, Event-Driven Architecture: The Path to Increased Agility and High Expandability, 2016.
- [12] Stephanos Androutsellis-Theotokis and Diomidis Spinellis, Athens University of Economics and Business, A Survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies, 2004.
- [13] Jéssica Schissato, Rodolfo Pereira, Princiweb – agência digital, TDD, DDD e BDD - Práticas de desenvolvimento, 2012.

Anexos

Anexo I - Os Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação na 4ª Revolução Industrial. Está preparado?

O meu nome é Ricardo Freitas e o âmbito da dissertação do Mestrado em Engenharia Informática da ESTG / IPP (Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico do Porto), em colaboração com o CETS (Conselho Empresarial do Tâmega e Sousa), pretende-se avaliar o grau maturidade das organizações da região do Tâmega e Sousa no que diz respeito aos Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação. Adicionalmente, pretende-se analisar a importância atual que as TIC têm nos processos organizacionais, bem como captar a perspetiva futura.

O presente inquérito é de natureza confidencial e anónima e destina-se ao tratamento estatístico de forma a compreender a realidade dos sistemas de informação e de tecnologias usadas nas Organizações.

De forma a podermos obter uma amostra representativa, solicita-se a todos os quantos foram selecionados para o estudo o preenchimento do presente inquérito.

Obrigado pela sua participação e colaboração.

Para qualquer dúvida ou esclarecimento adicional, por favor contacte-me através do e-mail 8140343@estg.ipp.pt



ESCOLA
SUPERIOR
DE TECNOLOGIA
E GESTÃO



Acerca do Inquérito

ESTA SEÇÃO É FUNDAMENTALMENTE INFORMATIVA!

Duração

O presente questionário não dura mais do que 10 minutos.

Tratamento dos dados

Garantimos a confidencialidade das suas respostas que serão tratadas de forma totalmente anónima. Todas as perguntas são de preenchimento obrigatório.

Preenchimento

O inquérito possui vários tipos de questões. i) sim/não/talvez; ii) escolha múltipla (uma ou mais respostas) e; iii) questões em que se pretende aferir, face a um determinado indicador, a situação atual da organização, bem como o interesse da organização em reverter esse indicador, até um limite temporal de cerca de 3 anos. Este último é o tipo de questões mais comum no inquérito. A imagem seguinte apresenta um exemplo.

Exemplo de questão do tipo III

Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros? *

	1 (Colaboração não digital)	2 (Uso apenas de e-mail)	3 (Forte uso de ferramentas digitais de comunicação)	4 (Comunicação digital e standardizada)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

De acordo com a questão ilustrada na imagem anterior, deverá assinalar a opção correspondente entre os valores 1, 2 3 ou 4, para ambas as linhas, "Atualmente" e "Daqui a 3 anos."

Exemplo: Atualmente poderá selecionar 2 (uso apenas e-mail), mas, para a linha "Daqui a 3 anos" selecionar 3 (Forte uso de ferramentas digitais). Neste caso estará a indicar que gostaria de apostar na comunicação digital entre os seus parceiros.

Autorização

Autoriza o uso do e-mail fornecido para envio, por parte da ESTG, de informação

- Eventos de relevância empresarial
- Notícias de relevância empresarial
- Não desejo receber qualquer informação
- Informação sobre Formações e ações de capacitação para empresários
- Informação sobre programas de financiamento (Portugal 2020, outros...)
- Sim

Informação básica da Organização

Nome / Designação da Organização

E-mail

Localização

Área de negócio

Volume de negócios

	Até 1 Milhão	de 1 até 5 Milhões	de 6 até 10 Milhões	de 11 até 15 Milhões	de 16 até 20 Milhões	Mais 20 Milhões	Não quero responder
Escolhe uma das seguintes opções	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Recursos Humanos

Número atual de colaboradores

- Até 10
- Entre 10 e 20
- Entre 20 e 50
- Mais de 50

Qual o grau académico (mais elevado) dos seus recursos humanos?

	Doutoramento	Licenciatura ou Mestrado	Ensino Secundário (12º ano)	9º ano	Menos do 9º ano
Dos quadros superiores?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dos quadros intermédios?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dos quadros operacionais?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Como você avalia os conhecimentos dos seus colaboradores quando se trata dos requisitos futuros da Indústria 4.0?

A indústria 4.0 é a quarta Revolução Industrial que irá introduzir tecnologias digitais em todos os setores. Vista pela Comissão Europeia como uma prioridade, cujos objetivos principais são a criação de um mercado único digital e a digitalização da indústria europeia, através da maior automação dos processos e do uso corrente da Internet das coisas.

	Sem relevância	Não existente	Exitente	inadequado	Adequado
infraestrutura de Tecnologias de informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnologia de automação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança de dados / segurança de comunicações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento ou aplicação de sistemas de assistência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades não-técnicas, como o pensamento sistemático e a compreensão do processo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Pretende contratar colaboradores com conhecimento em novas arquiteturas baseado em serviço?

	Não	Talvez	Sim
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Existe alguma política de recrutamento?

(Como por exemplo: conhecimento em línguas, metodologias, experiência profissional, etc)

- Sim
- Não
- Parcialmente

Procura colaboradores com formação interdisciplinar. *

A formação interdisciplinar dos recursos humanos potencia o trabalho em equipa e a flexibilização da força laboral. A ideia é perceber se valoriza as competências específicas da sua área de negócio e da especialidade do candidato ou, para além disso, valoriza os seus conhecimentos /experiência em outros domínios de especialidade.

- Sim
- Não
- Esporadicamente

Tecnologias de Informação e Comunicação

Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização? *

(Através de representação gráfica, como por exemplo dashboard). Dashboard é um "painel de indicadores" contendo informação agregada e visual acerca do estado do negócio.

- Sim
- Não
- Parcialmente

Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?

Usa tecnologia como sensores, RFID (Identificação por radiofrequência), dispositivos moveis, periféricos ou outras nos seus produtos?

	1 (Pouca)	2	3	4 (Elevada)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dos sistemas abaixo assinale os que tem implementado(s) na sua organização

- Sistema de execução de fabricação (MES) - controla todas as actividades de produção e que estabelece uma ligação direta entre o planeamento e o tempo real da optimização de todas etapas da produção.
- Sistema de gestão empresarial (ERP) - permite uma gestão integrada das várias áreas funcionais de uma organização (vendas, contabilidade, produção e etc.)
- Gestão de ciclo de vida do produto (PLM) - permite controlar as informações ao longo de todo o ciclo de vida de um produto de forma eficiente e económica, desde a idealização, design e fabricação, através do serviço e disposição.
- Gestão de dados de produto (PDM) - todas as informações e processos relativos ao ciclo de vida de um produto.
- Sistema de aquisição de dados de produção (PDA) - sistemas que permite registar acontecimentos / eventos e processar dados na sua organização.
- Gestão de máquinas (MDC) - sistema baseado em rede que faz a monitorização (por exemplo, o início e o fim do ciclo, etc.) das máquinas e grava automaticamente as mudanças.
- Gestão de desenho assistido por computador (CAD) - sistemas que simulam as condições de fabricação e materiais de construção.
- Gestão logística (SCM) - sistema de integração de processos do produto.
- Sistema
- Outra: _____

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas diferentes fases de criação de produto?

	1 (Baixa automação e uso das TIC)	2	3	4 (Elevado grau de automação e uso das TIC)	Não Aplicável
Investigação e Desenvolvimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Design	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prototipagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Distribuição	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Serviços ao cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) as diferentes fases de criação de produto, previstas para daqui a 3 anos?

	1 (Baixa automação e uso das TIC)	2	3	4 (Elevado grau de automação e uso das TIC)	Não Aplicável
Investigação e Desenvolvimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Design	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prototipagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Distribuição	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Serviços ao cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?

	Muito Baixo	2	3	Muito Elevado	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?

	1 (Colaboração não digital)	2 (Uso apenas de e-mail)	3 (Forte uso de ferramentas digitais de comunicação)	4 (Comunicação digital e standardizada)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?

	1 (Pouca)	2	3	4 (Elevada)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?
(Recolha de produção)

	1 (Não há integração digital entre os processos estratégicos e operacionais)	2	3	4 (Existe integração digital total entre os processos organizacionais, garantindo um fluxo contínuo e em tempo real de informação)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?

	Muito Baixo	2	3	Muito Elevado	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Marketing e Vendas

Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?

	1 (Não existe capacidade)	2 (Os dados não são analisados digitalmente)	3 (Os dados são analisados digitalmente mas não em tempo real)	4 (Os dados são analisados em tempo real)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Usa vários canais de vendas?

- Sim (Amazon, OLX, Facebook, prestashop, blogs, etc.)
- Não
- Pretendemos incluir outros canais de venda no futuro próximo (Exemplo: perspectiva a 3 anos)

Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?

	1 (Nunca / Não é possível quantificar)	2 (Pontualmente)	3 (Quase sempre)	4 (Sempre)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?

	1 (Muito Baixa)	2 (Baixa)	3 (Usamos com relativa regularidade)	4 (Muito Elevada)	Não aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?

	Muito Baixo	2	3	Muito Elevado	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Produto / Operações

Existe algum tipo de comunicação autónoma entre as máquinas/instrumentos, durante as diferentes fases de criação de produto?

	1 (Pouca)	2	3	4 (Elevada)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto considera a interação entre as pessoas e as máquinas, fácil e intuitiva?

	1 (Pouca)	2	3	4 (Elevada)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?

	1	2	3	4
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto é possível monitorizar/controlar as máquinas através das TIC

	1 (Não há qualquer integração automatizada)	2	3	4 (Há um fluxo contínuo de informação entre os diferentes níveis organizacionais, mediados pelas TIC)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.

	1 (Não há integração)	2	3	4 (Todas os dados das operações são recolhidos e integrados no software de gestão)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Investigação e Desenvolvimento

Investigação e desenvolvimento engloba o conjunto de atividades experimentais e teóricas com vista à obtenção de novos conhecimentos que possam, posteriormente, ser usados na construção de novos ou melhores produtos.

De que forma desenvolvem atividades de investigação e desenvolvimento?

	Não desenvolvemos atividades de investigação	Através de gabinete ou departamento interno	Subcontratação	Através de projetos em CO-Promoção	Através da contratação de novos colaboradores
Atualmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daqui a 3 anos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Têm alguma parceria com alguma Instituição de Ensino Superior?

	Não	Talvez	Sim
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual o grau de importância que as atividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) têm na diferenciação/inação dos produtos/serviços?

	1 (As atividades de I&D não contribuem para a proposta de valor da organização)	2	3	4 (As atividades de I&D são cruciais na proposta de criação de valor)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Qual o grau de conhecimento dos programas de financiamento atuais no âmbito do P2020?

	1 (Desconheço por completo)	2	3	4 (Conheço e o programa e estou a par dos seus concursos=)
Programa Operacional COMPETITIVIDADE E INTERNACIONALIZAÇÃO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programa Operacional CAPITAL HUMANO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programa Operacional SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA NO USO DOS RECURSOS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NORTE 2020	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prevê, nos próximos 3 anos, candidatar-se a algum programa de financiamento?

- Sim
- Não
- Talvez

Participa em redes, cluster ou consórcios?

	Não	Sim	Talvez
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Considera relevante a formação em inovação e empreendedorismo por parte dos quadros intermédios da empresa, no âmbito da Indústria 4.0?

- Sim
- Não
- Talvez
- Não aplicável

Considera relevante a formação em inovação e empreendedorismo por parte dos quadros superiores da empresa, no âmbito da Indústria 4.0?

- Sim
- Não
- Talvez
- Não aplicável

Segurança de dados e comunicações

Observações importantes:

A) A Segurança da Informação está relacionada com a proteção da informação de um conjunto de ameaças, com o objetivo de: – preservar a continuidade de negócio, – maximizar o retorno do investimento – minimizar o risco de negócio, e – preservar os seus respetivos valores. Podemos entender como informação, todo o conteúdo e informação sobre conteúdo (metadados), ou dados disponíveis com valor para uma organização, pois é de utilidade para o desempenho das suas atividades.

B) Em Maio de 2018, entra em vigor uma nova regulamentação Europeia relativa à Proteção de Dados. As regras são complexas e as multas para quem não cumprir os requisitos são significativas (até 20 milhões de Euros).

A sua organização trata dados pessoais?

	Sim	Não	Talvez	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Existem iniciativas de sensibilização sobre privacidade de dados e segurança da informação na sua organização?

	Sim	Não	Talvez	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Na organização já nomeou, mesmo que a tempo parcial, um Encarregado da Proteção de Dados?

	Sim	Não	Talvez	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A sua Organização já documentou todos os riscos associados ao processamento de dados pessoais que formam a base para as auditorias?

	Sim	Não	Talvez	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

É comunicado de forma clara e transparente aos titulares dos dados que é feita a recolha dos seus dados pessoais?

	Sim	Não	Talvez	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Em caso de armazenamento de dados na cloud, há a definição clara dos termos do contrato que permitem escolher a localização dos dados e a realização de auditorias?

	Sim	Não	Talvez	Não Aplicável
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto a segurança da informação organizacional é relevante no seu negócio?

A segurança da informação foca-se na proteção da integridade, confidencialidade e disponibilidade de um conjunto de dados, de modo a preservar o seu valor para uma organização. Quando existem problemas de segurança da informação, podem ocorrer situações como fraudes bancárias, uso inadequado e ilegal de informações pessoais, falhas de sistemas, etc. É por isso essencial que a segurança da informação esteja garantida, através de mecanismos de segurança eficazes e atualizados.

	1 (Pouco relevante. Não dispomos de serviços na "cloud" e a única informação a "circular" fora da organização são os e-mails)	2 (Razoavelmente relevante. O acesso à rede interna está protegida por uma firewall e todos os computadores dispõem de anti-virus e sistema operativo atualizado. Todos os utilizadores têm uma palavra passe para acesso ao PC)	3 (Relevante. Apostamos na proteção dos dados e informação internamente e nos serviços digitais que contratamos)	4 (Muito Relevante. Dispomos de um plano estratégico no que diz respeito à segurança dos dados e informação)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Previsão daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Efetua regularmente análise de dados? De que forma?

A análise dos dados pode referir-se a dados dos clientes, fornecedores, vendas, produção, etc..

- Não existe capacidade de análise significativa.
- De forma selectiva, através da capacidade de análise de alguns colaboradores
- Os serviços de análise são contratados externamente e efectuadas por empresas externas
- Análise de dados é incorporada dentro de algumas funções específicas, tais como vendas, desenvolvimento de produtos, operações, etc.
- Existe um departamento, dedicado à análise e processamento de dados, que serve várias funções da empresa. A análise encontra-se automatizada.

Das opções seguintes, assinale aquelas que pensa que traduzem a realidade da sua organização, no que respeita à gestão de incidentes da infraestrutura de Sistemas de Informação.

- Não existe um procedimento / processo de transferência (entre técnicos de informáticas e/ou departamentos), para sua resolução.
- Não se avalia se existe uma resposta atempada aos incidentes; podem ficar incidentes por resolver.
- Numa base informal, está disponível suporte aos utilizadores da informática, através de uma rede de indivíduos experientes.
- Existe consciência da necessidade de uma função de "helpdesk" e de um procedimento / processo de gestão de incidentes com SI/TIs.
- O processo de Gestão de incidentes e a função de "helpdesk" estão estabelecidos e bem organizados.
- Os procedimentos / processos de gestão de incidentes não estão divulgados e os técnicos especializados não receberam formação nos mesmos; a responsabilidade é deixada a cada indivíduo.
- Não existe suporte aos utilizadores da informática, para resolução de incidentes.

Anexo II - Sistemas e Tecnologias de Informação e Comunicação na Indústria 4.0

O meu nome é Ricardo Freitas e o âmbito da dissertação do Mestrado em Engenharia Informática da ESTG / IPP (Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Politécnico do Porto), em colaboração com o CETS (Conselho Empresarial do Tâmega e Sousa), pretende-se avaliar as ofertas e o grau maturidade das vossas soluções de serviços informáticos da região do Tâmega e Sousa no que diz respeito a segurança, manutenção e desenvolvimento software.

O presente inquérito é de natureza confidencial e anónima e destina-se ao tratamento estatístico de forma a compreender a realidade dos sistemas de informação e de tecnologias usadas nas Organizações produtores de software e oferta de soluções.

De forma a podermos obter uma amostra representativa, solicita-se a todos os quantos foram seleccionados para o estudo o preenchimento do presente inquérito.

Obrigado pela sua participação e colaboração.

Para qualquer dúvida ou esclarecimento adicional, por favor contacte-me através do e-mail 8140343@estg.ipp.pt



ESCOLA
SUPERIOR
DE TECNOLOGIA
E GESTÃO



Acerca do Inquérito

ESTA SEÇÃO É FUNDAMENTALMENTE INFORMATIVA!

Duração

O presente questionário não dura mais do que 3 minutos.

Tratamento dos dados

Garantimos a confidencialidade das suas respostas que serão tratadas de forma totalmente anónima. Todas as perguntas são de preenchimento obrigatório.

Preenchimento

O inquérito possui vários tipos de questões. i) sim/não/talvez; ii) escolha múltipla (uma ou mais respostas) e; iii) questões em que se pretende aferir, face a um determinado indicador, a situação atual da organização, bem como o interesse da organização em

reverter esse indicador, até um limite temporal de cerca de 3 anos. Este último é o tipo de questões mais comum no inquérito. A imagem seguinte apresenta um exemplo.

Exemplo de questão do tipo III

Pretende contratar colaboradores com conhecimento em novas arquiteturas baseado em serviço? *

	Não	Talvez	Sim
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

De acordo com a questão ilustrada na imagem anterior, deverá assinalar a opção correspondente entre os valores 1, 2 3 ou 4, para ambas as linhas, "Atualmente" e "Daqui a 3 anos".

Exemplo: Atualmente poderá selecionar 2 (uso apenas e-mail), mas, para a linha "Daqui a 3 anos" selecionar 3 (Forte uso de ferramentas digitais). Neste caso estará a indicar que gostaria de apostar na comunicação digital entre os seus parceiros.

Autorização

Autoriza o uso do e-mail fornecido para envio, por parte da ESTG, de informação

- Eventos de relevância empresarial
- Notícias de relevância empresarial
- Não desejo receber qualquer informação
- Informação sobre Formações e ações de capacitação para empresários
- Informação sobre programas de financiamento (Portugal 2020, outros...)
- Sim

Informação básica da Organização

Nome/Designação da organização

E-mail

Recursos Humanos

Número atual de colaboradores

- Até 10
- Entre 10 e 20
- Entre 20 e 50
- Mais de 50

Qual o grau académico (mais elevado) dos seus recursos humanos?

	Doutoramento	Licenciatura ou Mestrado	Ensino Secundário (12º ano)	9º ano	Menos do 9º ano
Dos quadros superiores?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dos quadros intermédios?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dos quadros operacionais?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Como você avalia os conhecimentos dos seus colaboradores quando se trata dos requisitos futuros da Indústria 4.0?

A indústria 4.0 é a quarta Revolução Industrial que irá introduzir tecnologias digitais em todos os setores. Vista pela Comissão Europeia como uma prioridade, cujos objetivos principais são a criação de um mercado único digital e a digitalização da indústria europeia, através da maior automação dos processos e do uso corrente da Internet das coisas.

	Sem relevância	Não existente	Existente	inadequado	Adequado
infraestrutura de Tecnologias de informação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnologia de automação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise de dados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Segurança de dados / segurança de comunicações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desenvolvimento ou aplicação de sistemas de assistência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades não-técnicas, como o pensamento sistemático e a compreensão do processo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Pretende contratar colaboradores com conhecimento em novas arquiteturas baseado em serviço?

	Não	Talvez	Sim
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Existe alguma política de recrutamento?

(Como por exemplo: conhecimento em línguas, metodologias, experiência profissional, etc)

- Sim
- Não
- Parcialmente

Procura colaboradores com formação interdisciplinar. *

A formação interdisciplinar dos recursos humanos potencia o trabalho em equipa e a flexibilização da força laboral. A ideia é perceber se valoriza as competências específicas da sua área de negócio e da especialidade do candidato ou, para além disso, valoriza os seus conhecimentos /experiência em outros domínios de especialidade.

- Sim
- Não
- Esporadicamente

Arquiteturas de software

Que tipo de soluções comercializa/disponibiliza para a indústria?

- Sistema de gestão empresarial (ERP) - permite uma gestão integrada das várias áreas funcionais de uma organização (vendas, contabilidade, produção e etc.)
- Gestão logística (SCM) - sistema de integração de processos do produto.
- Sistema de execução de fabricação (MES) - controla todas as actividades de produção e que estabelece uma ligação direta entre o planeamento e o tempo real da optimização de todas etapas da produção.
- Gestão de ciclo de vida do produto (PLM) - permite controlar as informações ao longo de todo o ciclo de vida de um produto de forma eficiente e económica, desde a idealização, design e fabricação, através do serviço e disposição.
- Gestão de dados de produto (PDM) - todas as informações e processos relativos ao ciclo de vida de um produto.
- Sistema de aquisição de dados de produção (PDA) - sistemas que permite registar acontecimentos / eventos e processar dados na sua organização.
- Gestão de máquinas (MDC) - sistema baseado em rede que faz a monitorização (por exemplo, o início e o fim do ciclo, etc.) das máquinas e grava automaticamente as mudanças.
- Gestão de desenho assistido por computador (CAD) - sistemas que simulam as condições de fabricação e materiais de construção.
- Planeamento de necessidades de materiais (MRP) - Sistema que permite calcular quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento.
- Outra:

As soluções que disponibilizada á indústria são:

- Desktop
- Web-Based
- Web-based e responsivas
- Web-based e mobile-based

Os seus produtos de software podem ser disponibilizados através da cloud, como um serviço? (Exemplo: SaaS, PaaS, IaaS?)

SaaS: (software as a service) forma de distribuição e comercialização de software, PaaS: (platform as a service) serviço de hospedagem e implementação de hardware e software e IaaS: (Infrastructure as Service) infraestrutura de TI completa consumida como serviço.

	1 (Não)	2 (Apenas módulos específicos de comunicação com terceiros)	3 (Sim, parcialmente)	4 (Sim, completamente)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Os seus produtos de software são desenvolvidos de acordo com o paradigma de programação orientado por objetos?

	1 (Não)	2 (Apenas componentes específicos)	3 (Apenas módulos específicos)	4 (Sim, completamente)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A Arquitetura de Software dos seus produtos, respeita o padrão MVC (Model – View – Control) ? *

Model-view-controller (MVC), é um padrão de arquitetura de software que separa a representação da informação da interação do utilizador com ele. O modelo (model) consiste nos dados da aplicação, regras de negócios, lógica e funções. Uma visão (view) pode ser qualquer saída de representação dos dados, como uma tabela ou um diagrama. É possível ter várias visões do mesmo dado, como um gráfico de barras para gerenciamento e uma visão tabular para contadores. O controlador (controller) faz a mediação da entrada, convertendo-a em comandos para o modelo ou visão. Fonte: Wikipedia.

	1 (Não)	2 (Apenas alguns módulos)	3 (Sim, parcialmente. Apenas o BackOffice ou FrontOffice)	4 (Sim, completamente)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Desenvolve os seus produtos de software orientados a uma arquitetura baseada em serviços?

	1 (Não)	2 (Apenas alguns componentes)	3 (Parcialmente em alguns módulos)	4 (Sim, completamente)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Durante o desenvolvimento dos seus produtos de software, preocupa-se com a análise e desenho das soluções, antes de passar à fase de construção (programação)

	1 (Não)	2 (Apenas com a análise)	3 (Com a análise e design técnico)	4 (Sim)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Standardização e integração

Até que ponto se preocupa em incorporar tecnologia standard e/ou aberta nos seus produtos de software?

	1 (Não Incorpora)	2 (Só quando é obrigatório)	3	4 (Sempre que seja possível e a tecnologia exista)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto os seus produtos de software têm a capacidade de integrar com os sistemas legados das empresas? *

Sistemas legados são os sistemas internos da empresa e indispensáveis para o normal funcionamento da mesma. Trata-se por vezes de sistemas associados a máquinas e/ou dispositivos. Exemplo: Balanças, etc...

	1 (Não integra. Não é nossa responsabilidade)	2 (Os serviços de integração são pagos à parte)	3 (Integram como dispositivos que usem protocolos standard)	4 (Procuramos sempre garantir integração)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto os seus produtos de software têm a capacidade de integrar com outros sistemas, máquinas ou sensores?

	1 (Não integram)	2 (Integram apenas com máquinas)	3 (Integram apenas como sensores)	4 (São disponibilizados interfaces para integração com máquinas e sensores)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto dos seus produtos de software incorporam práticas e padrões de usabilidade

	1 (Não)	2 (Seguimos os standards da W3C, mas não realizamos estudos específicos de interação)	3 (Existe a preocupação com a usabilidade. Seguimos as regras preocupam-nos com o desenho da interação de alguns módulos)	4 (Aplicamos standards de usabilidade. Estudamos o design de interação quer entre o utilizador e o software, quer entre o software e os dispositivos de hardware)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Investigação e desenvolvimento

Investigação e desenvolvimento engloba o conjunto de atividades experimentais e teóricas com vista à obtenção de novos conhecimentos que possam, posteriormente, ser usados na construção de novas arquiteturas.

De que forma desenvolvem atividades de investigação e desenvolvimento?

	Não desenvolvemos atividades de investigação	Através de gabinete ou departamento interno	Subcontratação	Através de projetos em CO-Promoção	Através da contratação de novos colaboradores
Atualmente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daqui a 3 anos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Têm alguma parceria com alguma Instituição de Ensino Superior?

	Sim	Não
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Prevê, nos próximos 3 anos, candidatar-se a algum programa de financiamento?

- Sim
- Não
- Talvez

Participa em redes, cluster ou consórcios?

	Sim	Não
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Segurança de dados e comunicações

Observações importantes

A) A Segurança da Informação está relacionada com a proteção da informação de um conjunto de ameaças, com o objetivo de: – preservar a continuidade de negócio, – maximizar o retorno do investimento – minimizar o risco de negócio, e – preservar os seus respetivos valores. Podemos entender como informação, todo o conteúdo e informação sobre conteúdo (metadados), ou dados disponíveis com valor para uma organização, pois é de utilidade para o desempenho das suas atividades.

B) Em Maio de 2018, entra em vigor uma nova regulamentação Europeia relativa à Proteção de Dados. As regras são complexas e as multas para quem não cumprir os requisitos são significativas (até 20 milhões de Euros).

Até que ponto os seus produtos de software estão preparados para a nova regulamentação europeia relativa à proteção de dados?

	Sim	Não	Parcialmente
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto os seus produtos incorporam tecnologia e procedimentos de análise agregada de dados?

	1 (Não incorporam)	2 (Apenas ao nível operacional)	3 (Até ao nível tático)	4 (Sim, completamente)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Até que ponto é possível, através dos seus produtos de software, fornecer informação em tempo real para diferentes tipos de dispositivos?

	1 (Não é possível)	2 (Sim, apenas dentro do próprio software)	3 (Sim, para qualquer dispositivo móvel ou computador ligado á internet)	4 (Sim, para dispositivos móveis e outros)
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A sua Organização já documentou todos os riscos associados ao processamento de dados pessoais que formam a base para as auditorias?

	Sim	Não	Parcialmente
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

É comunicado de forma clara e transparente aos titulares dos dados que é feita a recolha dos seus dados pessoais?

	Sim	Não	Parcialmente
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Em caso de armazenamento de dados na cloud, há a definição clara dos termos do contrato que permitem escolher a localização dos dados e a realização de auditorias?

	Sim	Não	Parcialmente
Atualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daqui a 3 anos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anexo III - Calculo das dimensões da situação atual

	Questões	Avaliação					Total	Média Ponderada
		0	1	2	3	4		
Integração Vertical								
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	10	3	6	10	5	34	1,91
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Design do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	9	2	4	8	11	34	2,29
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	8	4	5	13	4	34	2,03
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?	Q4	7	2	3	16	6	34	2,35
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q5	5	1	3	13	12	34	2,76
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q6	5	4	5	13	7	34	2,38
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q7	3	3	3	15	10	34	2,76
Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização?	Q8	11			9	14	34	2,44
Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?	Q9		9	11	13	1	34	2,18
Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?	Q10		7	9	13	5	34	2,47
Até que ponto é possível monitorizar/controlar as máquinas através das TIC	Q11		10	10	13	1	34	2,15

Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.	Q12	9	11	9	5	34	2,29
---	-----	---	----	---	---	----	------

							Média	2,34
--	--	--	--	--	--	--	--------------	-------------

Integração Horizontal

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	5	1	3	13	12	34	2,76
--	----	---	---	---	----	----	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	5	4	5	13	7	34	2,38
--	----	---	---	---	----	---	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	3	3	3	15	10	34	2,76
---	----	---	---	---	----	----	----	------

Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?	Q4	1	7	12	12	2	34	2,21
---	----	---	---	----	----	---	----	------

Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?	Q5	1	16	14	3	34	2,56
--	----	---	----	----	---	----	------

Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?	Q6	11	6	11	6	34	2,35
--	----	----	---	----	---	----	------

Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?	Q7	3	18	9	4	34	2,41
--	----	---	----	---	---	----	------

Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?	Q8	1	4	26	3	34	2,91
--	----	---	---	----	---	----	------

Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.	Q9	9	11	9	5	34	2,29
---	----	---	----	---	---	----	------

							Média	2,52
--	--	--	--	--	--	--	--------------	-------------

Desenvolvimento do Produto

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	9	2	4	8	11	34	2,29
---	----	---	---	---	---	----	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	8	4	5	13	4	34	2,03
--	----	---	---	---	----	---	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	7	2	3	16	6	34	2,35
Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?	Q4		11	11	9	3	34	2,12
Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?	Q5		11	7	12	4	34	2,26
Existe algum tipo de comunicação autónoma entre as máquinas/instrumentos, durante as diferentes fases de criação de produto?	Q6		18	10	6		34	1,65
Até que ponto considera a interação entre as pessoas e as máquinas, fácil e intuitiva?	Q7		7	10	13	4	34	2,41
Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?	Q8		7	9	13	5	34	2,47
							Média	2,20

Avaliação das tecnologias usadas

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas diferentes fases de criação de produto?	Q1	10	3	6	10	5	34	1,91
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	9	2	4	8	11	34	2,29
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	8	4	5	13	4	34	2,03
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?	Q4	7	2	3	16	6	34	2,35
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q5	5	1	3	13	12	34	2,76
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q6	5	4	5	13	7	34	2,38
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q7	3	3	3	15	10	34	2,76

Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização?	Q8	11			9	14	34	2,44
Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?	Q9		11	11	9	3	34	2,12
Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?	Q10	1	7	12	12	2	34	2,21
Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?	Q11		1	16	14	3	34	2,56
Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?	Q12		11	7	12	4	34	2,26
Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?	Q13		9	11	13	1	34	2,18
Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?	Q14		11	6	11	6	34	2,35
Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?	Q15		3	11	14	6	34	2,68
Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?	Q16	1	5	11	10	7	34	2,50
Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?	Q17		7	9	13	5	34	2,47
Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.	Q18		9	11	9	5	34	2,29
A sua organização trata dados pessoais?	Q19	15			4	15	34	2,12
Em caso de armazenamento de dados na cloud, há a definição clara dos termos do contrato que permitem escolher a localização dos dados e a realização de auditorias?	Q20	22			5	7	34	1,26
							Média	2,30

Marketing

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	5	1	3	13	12	34	2,76
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	5	4	5	13	7	34	2,38
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	3	3	3	15	10	34	2,76
Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?	Q4		3	18	9	4	34	2,41
Usa vários canais de vendas?	Q5	25				9	34	1,06
Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?	Q6		1	4	26	3	34	2,91
Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?	Q7		3	11	14	6	34	2,68
Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?	Q8	1	5	11	10	7	34	2,50
							Média	2,43

Média total	
Integração Vertical	2,34
Integração Horizontal	2,52
Desenvolvimento do Produto	2,20
Avaliação das tecnologias usadas	2,30
Marketing	2,43
	2,36

Anexo IV - Calculo das dimensões daqui a 3 anos

Questões	Respostas							Média Ponderada
	Avaliação					Total		
	0	1	2	3	4			
Integração Vertical								
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	8	1	1	11	13	34	2,59
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Design do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	8	1	0	9	16	34	2,71
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	8	2	1	11	12	34	2,50
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?	Q4	6	1		13	14	34	2,82
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q5	2	1	1	9	21	34	3,35
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q6	3	2		14	15	34	3,06
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q7	1		1	13	19	34	3,44
Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização?	Q8							
Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?	Q9		3	4	15	12	34	3,06
Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?	Q10		3		11	20	34	3,41
Até que ponto é possível monitorizar/controlar as máquinas através das TIC	Q11		2	4	16	12	34	3,12

Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.	Q12	2	4	14	14	34	3,18
---	-----	---	---	----	----	----	------

						Média	3,02
--	--	--	--	--	--	--------------	-------------

Integração Horizontal

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	2	1	1	9	21	34	3,35
--	----	---	---	---	---	----	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	3	2		14	15	34	3,06
--	----	---	---	--	----	----	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	1		1	13	19	34	3,44
---	----	---	--	---	----	----	----	------

Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?	Q4	1	2	5	14	12	34	3,00
---	----	---	---	---	----	----	----	------

Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?	Q5		1	2	15	16	34	3,35
--	----	--	---	---	----	----	----	------

Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?	Q6		3	4	15	12	34	3,06
--	----	--	---	---	----	----	----	------

Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?	Q7			6	13	15	34	3,26
--	----	--	--	---	----	----	----	------

Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?	Q8			1	13	20	34	3,56
--	----	--	--	---	----	----	----	------

Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.	Q9		2	4	14	14	34	3,18
---	----	--	---	---	----	----	----	------

							Média	3,25
--	--	--	--	--	--	--	--------------	-------------

Desenvolvimento do Produto

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	8	1	0	9	16	34	2,71
---	----	---	---	---	---	----	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	8	2	1	11	12	34	2,50
--	----	---	---	---	----	----	----	------

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	6	1		13	14	34	2,82
Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?	Q4		3	5	11	15	34	3,12
Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?	Q5			8	7	19	34	3,32
Existe algum tipo de comunicação autónoma entre as máquinas/instrumentos, durante as diferentes fases de criação de produto?	Q6		6	7	13	8	34	2,68
Até que ponto considera a interação entre as pessoas e as máquinas, fácil e intuitiva?	Q7		2	4	16	12	34	3,12
Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?	Q8		3		11	20	34	3,41
							Média	2,96

Avaliação das tecnologias usadas

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas diferentes fases de criação de produto?	Q1	8	1	1	11	13	34	2,59
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de I&D do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	8	1	0	9	16	34	2,71
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Prototipagem do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	8	2	1	11	12	34	2,50
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Produção do ciclo de vida de criação de produto?	Q4	6	1		13	14	34	2,82
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q5	2	1	1	9	21	34	3,35
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q6	3	2		14	15	34	3,06
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q7	1		1	13	19	34	3,44

Possui tecnologias de informação e comunicação que permitam agregar e interpretar os dados recolhidos nos diferentes níveis hierárquicos da organização?	Q8							
Até que ponto incorpora tecnologia nos seus produtos?	Q9		3	5	11	15	34	3,12
Até que ponto os seus sistemas se encontram integrados com os clientes, fornecedores e parceiros?	Q10	1	2	5	14	12	34	3,00
Até que ponto colabora, digitalmente, com os seus parceiros?	Q11		1	2	15	16	34	3,35
Usa tecnologia móvel (smartphones, tablets, wi-fi), na interação com o processo produtivo?	Q12		1	3	10	20	34	3,44
Há uma gestão integrada e contínua do fluxo de informação entre os processos estratégicos até aos processos operacionais?	Q13		3	4	15	12	34	3,06
Qual a importância que tecnologias relacionadas com a computação em rede (cloud) tem na condução do seu negócio?	Q14			8	7	19	34	3,32
Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?	Q15		1	3	11	19	34	3,41
Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?	Q16	1	1	4	11	17	34	3,24
Até que ponto é possível perceber, em tempo real, o estado do processo produtivo?	Q17		3		11	20	34	3,41
Até que ponto os dados das diversas operações são automaticamente integrados no software de gestão existente.	Q18		2	4	14	14	34	3,18
A sua organização trata dados pessoais?	Q19	5			12	17	34	3,06
Em caso de armazenamento de dados na cloud, há a definição clara dos termos do contrato que permitem escolher a localização dos dados e a realização de auditorias?	Q20	11			12	11	34	2,35
							Média	3,07

Marketing

Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Vendas do ciclo de vida de criação de produto?	Q1	2	1	1	9	21	34	3,35
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Distribuição do ciclo de vida de criação de produto?	Q2	3	2		14	15	34	3,06
Qual o grau de automação e uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na fase de Serviços ao Cliente do ciclo de vida de criação de produto?	Q3	1		1	13	19	34	3,44
Até que ponto tem a capacidade de analisar os dados dos clientes para personalização das suas ofertas?	Q4			6	13	15	34	3,26
Usa vários canais de vendas?	Q5	28				6	34	0,71
Até que ponto consegue satisfazer as exigências dos clientes no tempo previsto, com o orçamento acordado e com a qualidade necessária?	Q6			1	13	20	34	3,56
Qual a importância das tecnologias relacionadas com as redes sociais (facebook, Pinterest, WhatsApp, Skype, etc.) tem na condução do seu negócio?	Q7		1	3	11	19	34	3,41
Até que ponto a "força de vendas" usa ferramentas digitais?	Q8	1	1	4	11	17	34	3,24
							Média	3,00

Média total	
Integração Vertical	3,02
Integração Horizontal	3,25
Desenvolvimento do Produto	2,96
Avaliação das tecnologias usadas	3,07
Marketing	3,00
	3,06