



universidade
de aveiro

SHIFT2

FUTURE

ROADMAP PARA A

TRANSIÇÃO DIGITAL DO SETOR DA METALOMECÂNICA

CONTEÚDOS

1. O setor da metalomecânica	3
2. Modelo de Avaliação da Maturidade Digital	6
3. Grau de Maturidade Digital do Setor da Metalomecânica	8
4. Roadmap para o setor da metalomecânica	12
4.1. Diagnóstico	15
4.2. Visão da Estratégia de Digitalização.....	16
4.3. Plano de Ação e Equipa.....	18
4.4. Execução	20
4.5. Avaliação	21
5. Conclusões	23
6. Referências.....	25



LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AIMMAP	Associação dos industriais metalúrgicos metalomecânicos e afins de Portugal
API's	Interface de Programação de Aplicações
APS	<i>Advanced Planning System</i>
BI	<i>Business Intelligence (Inteligência empresarial)</i>
BOM	<i>Bill of Materials</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CAE	Código das Atividades Económicas
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> (Fabricação Assistido por Computador)
CAPEX	Despesa de Capital
CNC	<i>Computerized Numerical Control</i> (Controlo Numérico por Computador)
CPS	<i>Cyber Physical System</i> (Sistema Ciber Físico)
CRM	<i>Customer Relationship Management</i> (Gestão da Relação com o Cliente)
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Sistema de Gestão Integrado)
INE	Instituto Nacional de Estatística
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores-Chave de Desempenho)
MES	<i>Manufacturing Execution System</i> (Sistema de Execução da Produção)
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
PI	Propriedade Intelectual
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas e Médias Empresas
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
SaaS	<i>Software-as-a-Service</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> (Controlo de Supervisão e Aquisição de Dados)
WMS	<i>Warehouse Management System</i>

1. O SETOR DA METALOMECÂNICA

A indústria Metalomecânica em Portugal é uma das principais atividades económicas do país. Caracteriza-se pela produção de máquinas e equipamentos, que são utilizados em diversos setores da economia, incluindo a construção civil, a indústria automóvel, a agricultura, a energia, a indústria naval, entre outras.

Esta indústria é composta por empresas de diferentes dimensões e especializações, desde pequenas empresas especializadas em peças de precisão, até grandes empresas que produzem equipamentos completos. Além disso, é uma indústria com forte orientação para a exportação, sendo que as empresas portuguesas deste setor estão presentes em vários mercados internacionais, incluindo os países da União Europeia, América Latina, África e Ásia.

A indústria Metalomecânica em Portugal tem vindo a evoluir nas últimas décadas, com a modernização dos processos produtivos, a incorporação de tecnologia avançada e a aposta em novos materiais e soluções inovadoras. Este setor é considerado estratégico para a economia portuguesa, pela sua importância no desenvolvimento tecnológico e pelo contributo para o crescimento das exportações e criação de emprego.

Segundo os dados¹ publicados pelo Banco de Portugal em 2022, o setor da indústria Metalomecânica englobava um universo de 10.600 empresas (98,95% PME e 1,05% Grandes Empresas), que representam um volume de faturação de 29,1 mil M€ (56,3% em Grandes Empresas e 43,7% em PME) e 192.340 postos de trabalho (66,91% em PME e 33,09% em Grandes Empresas). Destas empresas, 90,12% dedicam-se ao fabrico de produtos metálicos e elétricos e 59,74% já estão no mercado há mais de 10 anos, o que demonstra a maturidade deste setor.

Recuando a 2020, o setor metalúrgico e metalomecânico retraiu-se 9,23% devido à pandemia de COVID-19 e aos sucessivos confinamentos que provocaram a quebra do consumo e constrangimentos logísticos, registando-se, contudo, um crescimento de 15,21% no ano seguinte. Esta capacidade de resiliência consolidou a sua importância na economia portuguesa.

Em termos de exportações, tornou-se no setor mais rentável de sempre em Portugal ao alcançar os 23,1 mil M€ em 2022, num contexto marcado pelo aumento dos preços de matérias-primas, da energia e dos combustíveis, pela inflação e pelo novo travão no consumo instigados com a invasão da Ucrânia pela Rússia. O setor apresenta

uma subida de 16,1% face a 2021 e um novo recorde nacional.

Segundo a AIMMAP (Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal), o setor colecionou no último ano as sete melhores marcas mensais de sempre. Se 2021 já era considerado o melhor ano de sempre, 2022 superou o valor atingido em 3,2 mil M€. Os subsectores metalurgia de base, produtos metálicos e máquinas e equipamentos, foram os que mais contribuíram para esse resultado, seguindo-se o material de transporte.

Este segmento industrial destaca-se pelas suas diversas formas de produção e transformação, cada vez mais complexas e automatizadas. A aposta do setor em Portugal é também ela sustentada na qualidade, inovação e valor acrescentado.

Projetados em vários pontos de Portugal e suportados por uma longa tradição, principalmente nas regiões da Marinha Grande, Leiria, Alcobaça e Oliveira de Azeméis, os fabricantes de moldes ocupam um lugar de destaque na indústria Metalomecânica, apesar de os moldes e os plásticos apresentarem tendências dispare na forma como cada setor tem enfrentado os desafios complexos no pós-pandemia de COVID-19. A mais recente

¹ Consultado no dia 9 de junho de 2023 no endereço <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1313>

instabilidade no comércio internacional está a ser provocada pela guerra na Ucrânia, com início a 24 de fevereiro de 2022.

As estatísticas do INE (Instituto Nacional de Estatística) sobre a atividade do setor dos moldes no ano de 2022 indicam que as vendas ao exterior são idênticas às alcançadas em 2021, rondando os 400M€, e as importações aumentaram 30M€ face ao período homólogo, cifrando-se já nos 103M€.

Já o setor dos plásticos alcançou um volume de exportações em novembro de 2022 superior ao ano completo de 2021 e vem garantindo resultados crescentes nos anteriores, à exceção do primeiro ano de pandemia, 2020. O seu volume de negócios é de 8 mil M€, equivalente a 4% do Produto Interno Bruto (PIB). Há que referir que o crescimento abrupto do preço da energia tem deixado este setor industrial apreensivo (Dinheiro Vivo/Lusa, 2022).

Na indústria Metalomecânica, a qualidade dos moldes é reconhecida mundialmente, principalmente pela indústria automóvel, devendo-se às tecnologias de ponta utilizadas, onde cada molde se apresenta como um novo desafio em termos de prazo, especificações e complexidades geométricas. Sabe-se que o mesmo projetista poderá tentar elaborar o mesmo molde, num tempo e espaço distintos, que ele nunca perderá a sua unicidade (Silva, 2017).

Por outro lado, os clientes são responsáveis por levarem a indústria ao limite, solicitando peças geometricamente cada vez mais complexas, com desmoldagens em X, Y e Z, entre outros requisitos. Considerando que são necessários estudos

progressivamente mais exaustivos para a obtenção da qualidade pretendida, redução de custos e cumprimento de prazos, são necessárias novas tecnologias e metodologias para dar resposta a todos os pormenores envolvidos na execução ou fabrico do molde na produção, onde um simples engano pode afetar todo o projeto.

Caraterizando-se por um modelo de negócio *engineering by order*, ou seja, pelo desenvolvimento de projetos segundo encomenda e uma cadeia de valor e chão de fábrica constituídos por operações discretas, procura-se ilustrar na Figura 1 as operações que tipicamente estão presentes na cadeia de valor de uma indústria Metalomecânica: prospeção de mercado, gestão de clientes, orçamentação, gestão de projetos, desenho, engenharia, compras, produção em etapas, testes, metrologia, controlo da qualidade, logística, e ainda operações de suporte como manutenção, gestão e administração, gestão de pessoas e formação.



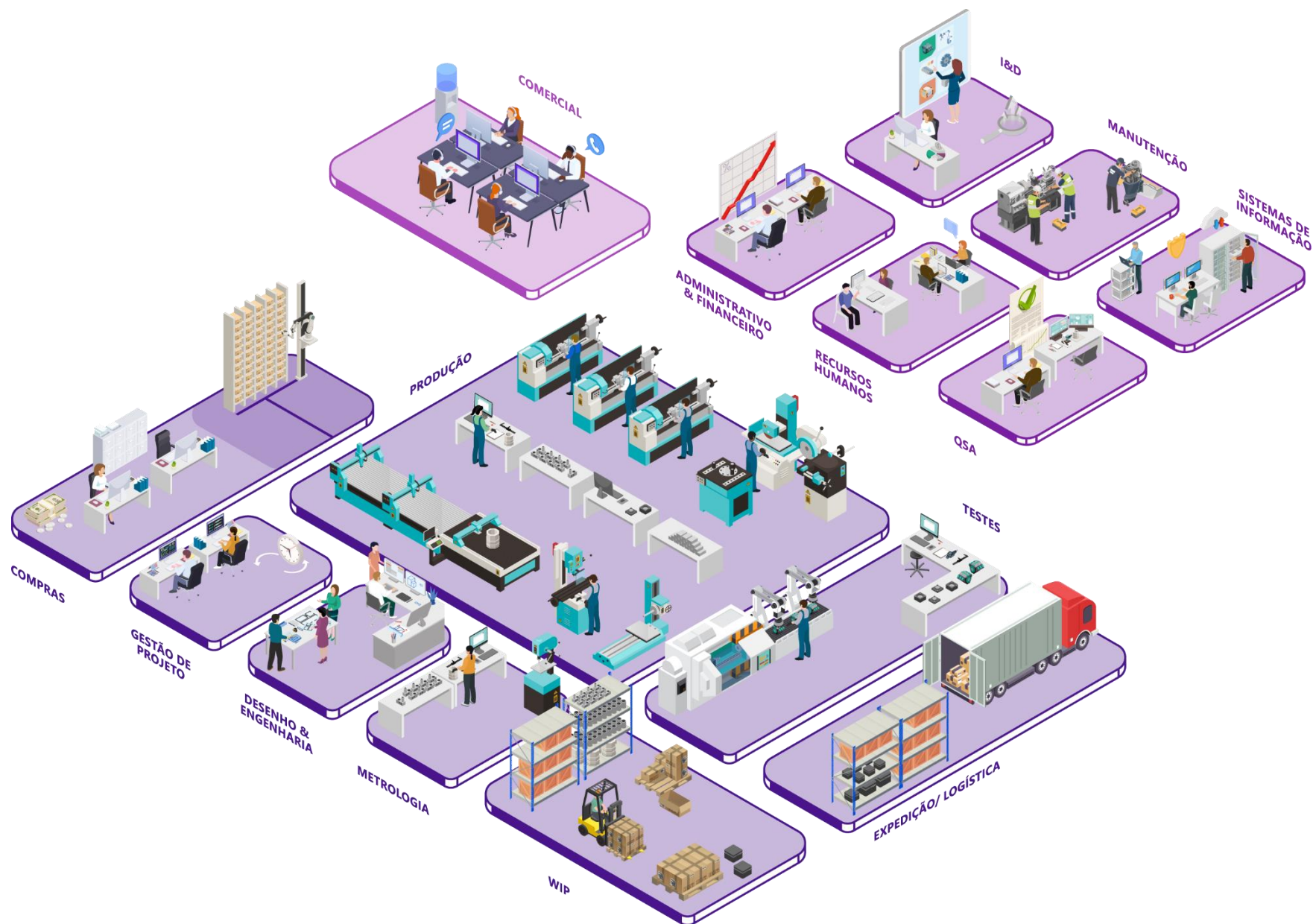


Figura 1: Cadeia de valor de uma indústria Metalomecânica.

2. MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DIGITAL

Tendo em conta as especificidades do Setor da Metalomecânica, que compreende processos de produção constituídos por operações descontínuas/discretas, que visam dar resposta a uma encomenda de cliente, bem como a análise da maturidade digital deste setor que se encontra num estágio de “iniciado”, segundo o referencial do modelo ShiftTo4.0, apresenta-se um Roadmap que visa oferecer às empresas um guião para a sua transformação digital.

Este Roadmap inicia-se necessariamente com a realização de um diagnóstico que visa avaliar o ponto de partida em termos de maturidade digital, para se identificarem áreas críticas de intervenção e assim definir-se uma visão da estratégia de digitalização, um plano de ação, custos e equipa, bem como procurar financiamento.

O diagnóstico pode seguir o modelo ShiftTo4.0, ilustrado na Figura 2, que compreende as seguintes dimensões:



Figura 2: Dimensões do modelo ShiftTo4.0 de avaliação da maturidade digital de uma empresa.

DIMENSÕES DO MODELO ShiftTo4.0

Estratégia e Organização

- Estratégias em curso, principais desafios e constrangimentos.
- Nível de comprometimento da gestão de topo.
- Modelo orgânico e respectivos fluxos de responsabilidades.
- Investimentos realizados e em curso no âmbito da transição e capacitação digital.
- Indicadores de avaliação do desempenho da organização.

Infraestrutura Inteligente

- Infraestrutura tecnológica atual, de suporte à gestão das operações e à segurança da informação.
- Grau de atualização tecnológica da infraestrutura.
- Modelos de recolha, armazenamento e análise de dados.

Operações Inteligentes

- Arquitetura dos processos de negócio e das operações chave da cadeia de valor.
- Nível de sensorização de máquinas e equipamentos.
- Nível de digitalização das operações.
- Sistemas de informação que suportam cada uma das operações.
- Níveis de integração e de rastreabilidade da informação.

Produtos Inteligentes

- Recurso a tecnologias digitais para o desenvolvimento de novos produtos (realidade virtual, 3D em avatares, etc).
- Nível de sensorização dos produtos.
- Nível de rastreabilidade dos produtos.

Serviços baseados em dados

- Importância dos dados para gerar o conhecimento e suportar a otimização e/ou desenvolvimento de produtos, serviços e processos.
- Nível de literacia em matemática/estatística para a análise dos dados.
- Sistemas de informação que suportam a análise de dados.

Recursos humanos

- Nível de literacia digital das pessoas.
- Ações em curso para o desenvolvimento de novas competências.
- Necessidades formativas.

3. GRAU DE MATURIDADE DIGITAL DO SETOR DA METALOMECÂNICA

Em todas as áreas de especialização englobadas pela indústria Metalomecânica, existe um trabalho de investigação associado aos materiais utilizados e aos processos que os transformam, no sentido em que possam ser selecionados os materiais com maior capacidade de resistência a condições adversas ou extremas, como o desgaste e o atrito (Santos, 2020). Por este motivo, antes de se dissertar sobre o grau de maturidade digital que caracteriza o setor, importa apresentar uma pequena contextualização, ao nível de processos, conceitos e tecnologias, das áreas que integram e estão associadas a esta indústria.

Tal como o nome indica, na deformação plástica, o processo ocorre após a deformação elástica e para o qual são convocados conhecimento e processos que garantam o deslocamento de átomos ou moléculas para novas posições, formando-se novos objetos. A deformação por escorregamento e a deformação por maclação são os principais processos desta área, que se associam a outros processos como a estampagem, forjamento e laminagem (Santos, 2020).

A soldadura ou soldagem diz respeito ao processo responsável pela união permanente recorrendo à força atômica que existe no interior de materiais (soldados) que não precisam de ser idênticos. Nesta área, existem dois grandes processos, nomeadamente por fusão e por pressão, e nesses, nove técnicas de soldagem (por resistência, oxidocombustível, aluminotérmica, a arco manual,

por forjamento, plasma, a laser, por fricção e por explosão). Enquanto o primeiro grande processo se baseia na utilização de calor, aquecimento e fusão, o segundo parte da deformação dos materiais (Santos, 2020).

Constituída por quatro técnicas, nomeadamente por cera perdida, sob pressão, por centrifugação, lâminas ou chapas de aço, o processo da fundição consiste em colocar metal líquido num molde que, por sua vez, dá forma ao objeto que se deseja fundir, após as etapas de arrefecimento e solidificação (Santos, 2020).

Na área da maquinação e ferramentaria, o objetivo consiste em dar novas formas a objetos, que não sendo necessariamente de metal, por meio de processos totalmente manuais e com o auxílio de máquinas avançadas (tecnologia de ponta) e outras ferramentas, como por exemplo o torneamento, a fresagem e a furação. A maquinação e ferramentaria é essencialmente utilizada nas indústrias automóvel, naval, aeroespacial, eletrónica e de eletrodomésticos (Santos, 2020).

No caso do fabrico de peças para indústria automóvel, existem várias fases a processar, desde o estudo da peça recebida, onde o projetista pode sugerir alterações para facilitar o projeto ou para reduzir custos, estudo da máquina que será utilizada para o molde, execução de um desenho 3D preliminar, elaboração e modelação de mecanismos ao desenho final. De seguida,

seguem-se os ensaios para se obter a peça e aprovação do cliente.

A fase de projeto depende da tomada de várias decisões importantes do departamento técnico e dos processos de fabrico, de modo a garantir a qualidade exigida pelo cliente, sendo que todas as alterações propostas por clientes, independentemente da fase do molde, implicam um acréscimo de custos e podem comprometer a satisfação do cliente (Silva, 2017). Na mesma direção, os meios disponibilizados aos projetistas têm sido constantemente melhorados, pelo que existem agora novas ferramentas.

O desafio está em criar uma estratégia de digitalização que integre vários sistemas comerciais (CRM, ERP, MES, CAD, CAM, gestão da produção, gestão documental, gestão da qualidade, etc.) e outros desenvolvidos à medida (ex.: orçamentação, gestão de projetos/custos, *dashboards* para análise de dados, etc.), que permitam monitorizar, em tempo real, o desempenho de uma empresa.

A revolução que ocorreu ao nível do processamento de dados e na qualidade não está,

contudo, livre de desafios em termos de prazos, quantidade e qualidade. O que as aplicações informáticas de simulação da Indústria 4.0 trouxeram foi, principalmente, uma aproximação mais adequada à solução pretendida, ainda durante a fase de projeto, para especificações cada vez mais complexas, que envolvem conceitos muitas vezes diferentes dos conceitos tradicionais (Silva, 2017).

Segundo os diagnósticos realizados, com base na ferramenta ShiftTo4.0, a uma amostra de 101 empresas do setor da Metalomecânica, ilustra-se na Figura 3 a classificação obtida para o nível de maturidade digital, que apresenta uma tendência central de 1,27 numa escala de 1 a 5, sendo que 75% das empresas apresentam um nível inferior a 1,5, ou seja, estão numa fase de aprendizagem. Apresentam-se também os resultados médios obtidos para cada uma das dimensões do modelo ShiftTo4.0.

A Figura 3 apresenta as classificações médias obtidas para o nível de maturidade digital e para cada uma das dimensões do modelo ShiftTo4.0 das empresas da amostra.



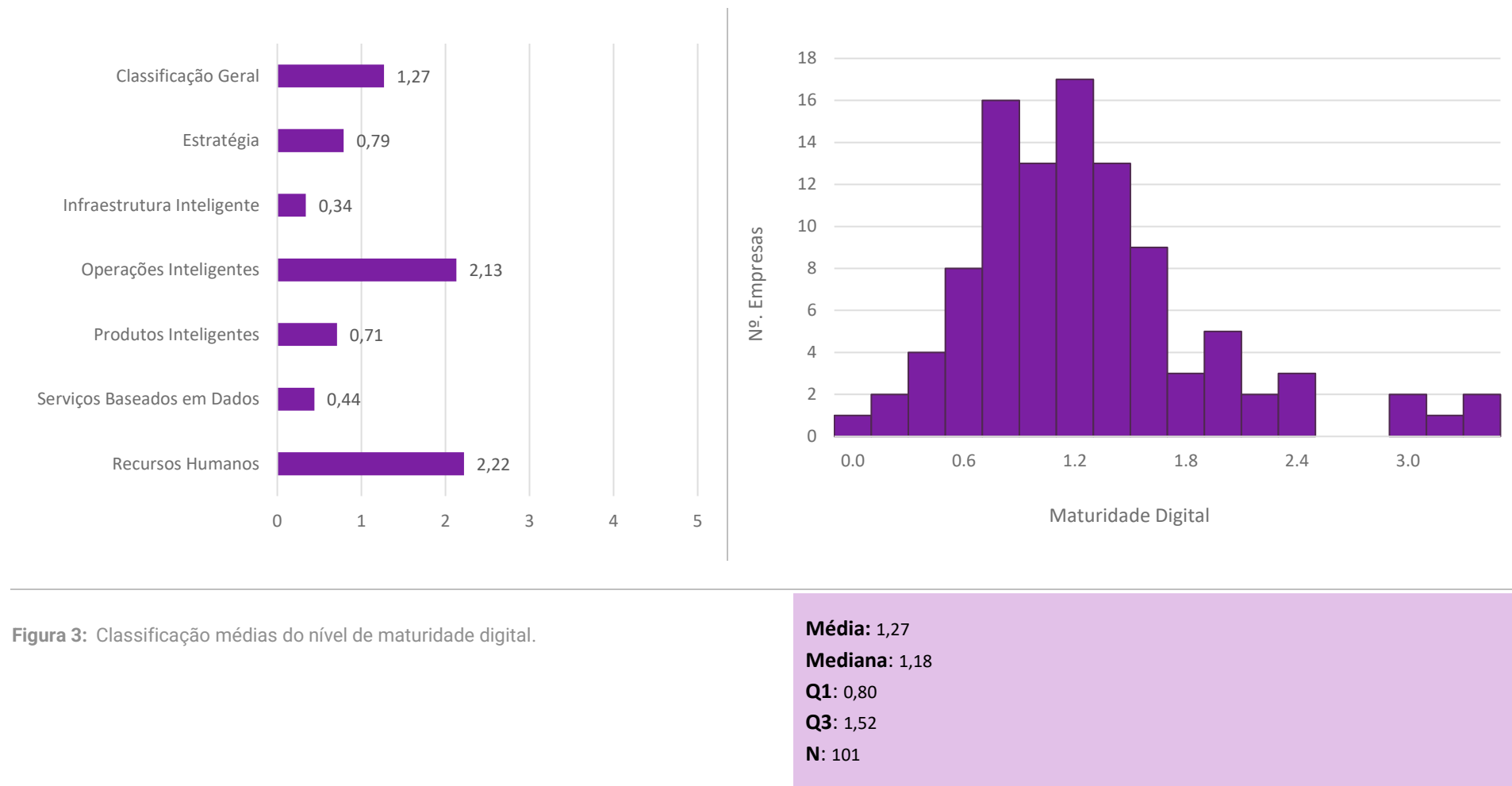


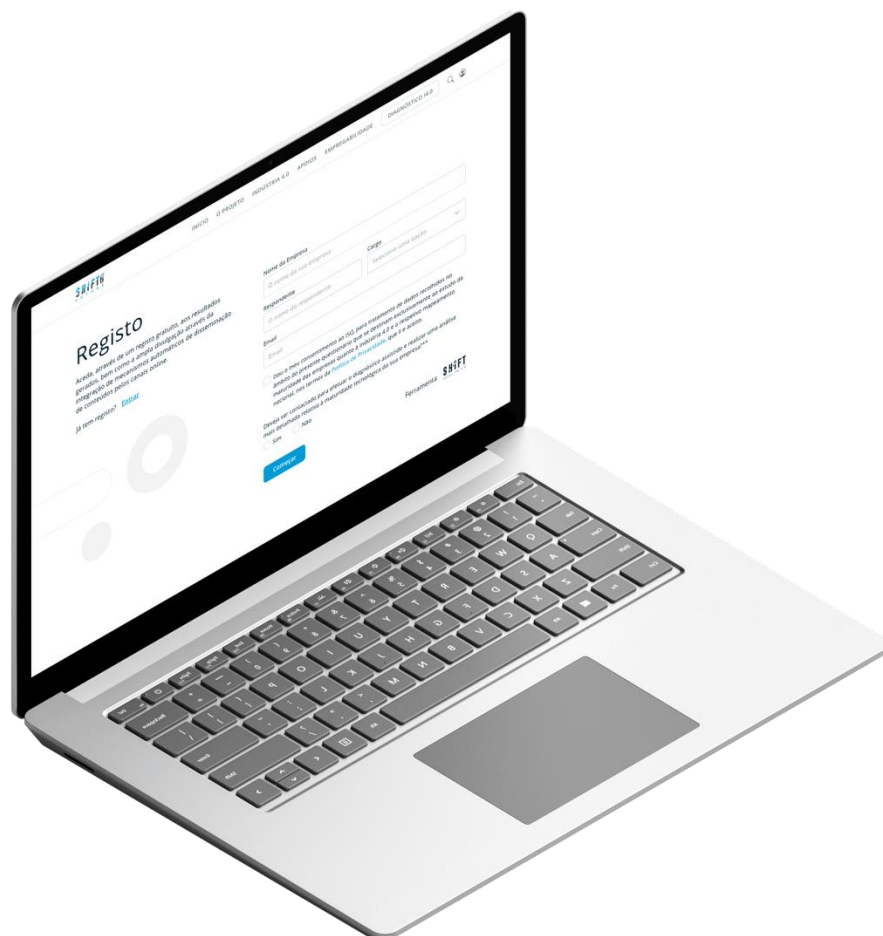
Figura 3: Classificação médias do nível de maturidade digital.

O estudo para avaliação da maturidade digital do setor da Metalomecânica, realizado especificamente na região Entre Douro e Vouga (EDV) e desenvolvido pelo INESC TEC (2022), incidiu sobre setores industriais com CAE 259, 289 e 293, fabricação de produtos metálicos, fabricação de máquinas, e fabricação de equipamentos e acessórios para a indústria automóvel, respetivamente. Como o estudo não tem uma amostra muito díspar (N = 194) da ferramenta ShiftTo4.0, procurou-se cruzar tendências entre as mesmas. Verificou-se que em ambos os estudos:

- As empresas que laboram com modelos de negócios e processos tradicionais não têm conhecimentos do âmbito e do impacto das tecnologias digitais na Indústria. Portanto, os seus processos não estão definidos, no sentido em que são executados manualmente ou encontram-se a ser digitalizados. Poucas são as iniciativas de transformação digital.
- Cerca de metade das empresas com Sistemas Avançados de Produção atingiram o nível 2 (de acordo com a escala específica definida para o modelo de avaliação). Considerado ainda como um patamar da Indústria 3.0, as empresas têm conhecimentos das várias tecnologias digitais e iniciativas I4.0, mas ainda não definiram qualquer plano de ação para a transformação digital. Geralmente, os seus processos são realizados manualmente ou apenas recentemente se tornaram digitais. Apesar de os sistemas serem estruturados e as tecnologias de informação estarem conectadas, refletindo processos-chave definidos, as comunicações e as operações são sempre conduzidas por canais tradicionais.
- Cerca de 10% das empresas alcançaram o nível 3 e são consideradas como pioneiras e novatas na Indústria 4.0. Tal distinção deve-se aos investimentos realizados em iniciativas para a transformação digital, nomeadamente em tecnologias e sistemas de informação, que apresentam uma margem considerável para melhoria, principalmente ao nível da integração entre sistemas. Significa que estas empresas têm roadmaps de iniciativas para a digitalização, encontrando-se a investir em soluções que monitorizam o chão de fábrica em tempo real e em sistemas de suporte à tomada de decisão baseada em dados reais e fidedignos. Em suma, estas empresas, que se encontram em estágios iniciais de planeamento e

desenvolvimento, possuem planos de ação embrionários para conceitos e tecnologias i4.0.

- A fabricação de produtos metálicos, que apresenta 1,8 de maturidade, demonstra uma estratégia de digitalização base apta a suportar a transição digital do setor.
- A fabricação de máquinas, que apresenta 3,3 de maturidade, encontra-se a desenvolver produtos e serviços de valor acrescentado com a implementação de tecnologias digitais.
- A fabricação de equipamentos e acessórios para a indústria automóvel, que denota uma maturidade de 2,8, está capacitada por processos de negócio e operações aptos a serem desenvolvidos para o próximo nível de transformação digital.
- Existe uma inequívoca dificuldade das empresas em capacitar os equipamentos industriais para a recolha e análise dos dados de produção.
- Os diferentes níveis de maturidade digital entre os vários setores indicam que, apesar de já construírem um ecossistema de cooperação, onde são exploradas as vantagens que cada um dos setores possui devido à sua posição na cadeia de abastecimento e da sua proximidade em relação às diferentes unidades de produção, existe potencial para serem estabelecidas novas sinergias entre eles.



4.ROADMAP PARA O SETOR DA METALMECÂNICA

Às dimensões propostas pelo modelo ShiftTo4.0, acrescenta-se uma componente transversal de **“Gestão do Conhecimento”** com o intuito de se avaliar:

- A utilização de sistemas colaborativos para a disseminação da informação e partilha do conhecimento.
- Estratégias de documentação dos projetos, iniciativas e atividades de inovação ou melhoria contínua e registo de boas práticas e lições aprendidas.

Em resultado do diagnóstico, propõe-se a avaliação do posicionamento da empresa e do seu estado de maturidade digital através do modelo ShiftTo4.0, que se encontra ilustrado na Figura 4:

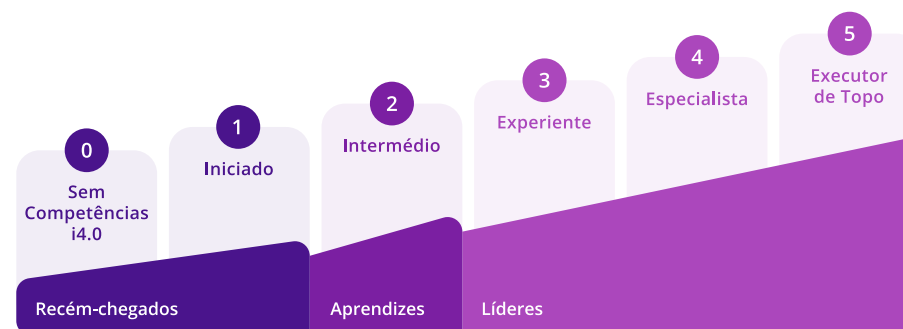


Figura 4: Estados de maturidade digital do modelo ShiftTo4.0.

ROADMAP PARA O SETOR DA METALOMECÂNICA





ESTRATÉGIA E ORGANIZAÇÃO



INFRAESTRUTURA INTELIGENTE



OPERAÇÕES INTELIGENTES



PRODUTOS INTELIGENTES



SERVIÇOS BASEADOS EM DADOS



RECURSOS HUMANOS



GESTÃO DO CONHECIMENTO

1 DIAGNÓSTICO

AVALIAR:

- Estratégias em curso, principais desafios e constrangimentos.
- Nível de comprometimento da gestão de topo.
- Modelo orgânico e respetivos fluxos de responsabilidades.
- Investimentos realizados e em curso no âmbito da transição e capacitação digital.
- Indicadores de avaliação do desempenho da organização.

AVALIAR:

- Infraestrutura tecnológica atual de suporte à gestão das operações e à segurança da informação.
- Grau de atualização tecnológica da infraestrutura.
- Modelos de recolha, armazenamento e análise de dados.

AVALIAR:

- Operações que integram a cadeia de valor: prospeção de mercado e criação de leads, qualificação de leads, orçamentação, gestão de encomendas, design e engenharia, gestão de projeto, compras e subcontratação, produção, assemblagem, testes, logística, distribuição e venda.
- Utilização de técnicas de produção aditiva ou de simulação 3D.
- Nível de sensorização de máquinas e equipamentos e capacidade para o seu controlo e monitorização remotos.
- Nível de digitalização das operações.
- Sistemas de informação que suportam cada uma das operações (CRM, ERP, WMS, MES, controlo da qualidade, desenho CAD, programação CAM, gestão documental, BI).
- Níveis de integração e de rastreabilidade da informação.

AVALIAR:

- Recurso a tecnologias digitais para o desenvolvimento e prototipagem de novos produtos (realidade virtual, CAD 3D, etc).
- Nível de sensorização dos produtos para, por exemplo, facilitar a manutenção remota e o suporte ao cliente.
- Integração de protocolos standard.
- Nível de rastreabilidade dos produtos.
- Novos modelos de negócio que podem surgir com a sensorização dos produtos.
- Modelos inteligentes de venda de produtos.

AVALIAR:

- Estratégias de transformação dos dados em conhecimento para suportar a otimização e/ou desenvolvimento de produtos, serviços e processos.
- Nível de literacia em matemática/estatística para a análise de dados.
- Sistemas de informação que suportam a análise de dados.

AVALIAR:

- Nível de literacia digital das pessoas.
- Ações em curso para o desenvolvimento de novas competências.
- Necessidades formativas.

AVALIAR:

- A utilização de sistema colaborativos para a disseminação da informação e partilha do conhecimento.
- Estratégias de documentação dos projetos, iniciativas e atividades de inovação ou melhoria contínua e registo de boas práticas e lições aprendidas.

2 VISÃO DA ESTRATÉGIA DE DIGITALIZAÇÃO

DEFINIR:

- Visão esquemática da estratégia de digitalização em toda a cadeia de valor da empresa, destacando o que é, ou não é, âmbito da transição digital.
- Sistemas de informação que estão previstos para cada operação, ou para um conjunto de áreas.

DEFINIR:

- Arquitetura da infraestrutura tecnológica que deve ser implementada para suportar a estratégia de digitalização, incluindo:
 - Modelos de *Hosting* de aplicações (*On-Premises* versus *Cloud*)
 - Modelos de licenciamento (SaaS e Vitalício)
 - APIs de integração.
 - Rede industrial e de sensores e respetivos protocolos de comunicação.
 - Grau de resiliência e de disponibilidade da rede de dados.
 - Mecanismos de cibersegurança e *disaster recovery*.
 - Gestão de acessos e permissões.
 - Arquitetura de identificação e proteção de dados pessoais para assegurar o cumprimento dos requisitos do RGPD.

DEFINIR:

- Processos e operações no âmbito da digitalização.
- Um ERP para a gestão global da empresa.
- Sistemas de informação que suportam cada uma das operações (CRM, ERP, WMS, MES, controlo da qualidade, desenho CAD, programação CAM, gestão documental, BI).
- Matriz de integrações.
- Mecanismos de sensorização de máquinas e equipamentos, bem como protocolos de comunicação a implementar.
- Estratégias de atualização de hardware e software.
- Planos de controlo, monitorização e análise das operações.

DEFINIR:

- Sistemas de informação necessários ao desenvolvimento de produtos, gestão de versões de desenhos CAD e listas de materiais.
- Sensores e *data loggers* capazes de serem incorporados em produtos e registarem informação de forma local, até serem capazes de transmitir esses dados.
- Sistemas de controlo remoto, monitorização e análise que podem ser incorporados nos produtos e até gerar novos modelos de negócio associados à manutenção remota e assistência pós-venda.
- Plataformas online, website institucional e/ou *marketplaces* mundiais onde o produto possa ser vendido e/ou divulgado.

DEFINIR:

- Tipos de dados e requisitos de RGPD.
- Modelos de negócio que podem surgir com a sensorização dos produtos.
- Requisitos técnicos para a sensorização dos produtos.
- Estratégias para o tratamento dos dados.

DEFINIR:

- Competências internas a desenvolver para dar resposta à transição digital.
- Novas contratações (se necessário).
- Parceiros tecnológicos estratégicos que integrem a equipa do projeto.

DEFINIR:

- Plataformas colaborativas para a gestão do projeto e partilha da informação.
- Metodologias e *templates* para a descrição do projeto e registo das ações, boas práticas e lições aprendidas.

3 PLANO DE AÇÃO E EQUIPA

- Elaborar memória descritiva do projeto de digitalização.
- Avaliar os investimentos e as incertezas científicas envolvidas.
- Identificar fontes de financiamento.
- Reunir os meios financeiros e técnicos.

- Selecionar fornecedores para a implementação da infraestrutura tecnológica necessária para a estratégia de digitalização.
- Elaborar *templates* para a documentação das especificações técnicas das tecnologias.
- Mapear a rede de dados da infraestrutura física e identificar os pontos a reforçar.
- Criar condições para a implantação da nova infraestrutura tecnológica.
- Planear auditorias de segurança à nova infraestrutura tecnológica.

- Especificar a matriz de integrações.
- Selecionar os fornecedores de cada sistema de informação que integra a estratégia de digitalização e definir, com cada um, os respetivos planos de implementação, assegurando pontos de integração.
- Caracterizar os protocolos de comunicação existentes no chão de fábrica e identificar novos.
- Caracterizar as variáveis críticas dos produtos e processos que devem ser medidas, controladas, monitorizadas e analisadas, em tempo real.
- Mapear as operações ao detalhe e avaliar perdas.
- Avaliar upgrades tecnológicos e alterações de layout que minimizem perdas.
- Definir o mapa de indicadores de avaliação do desempenho das operações.

- Verificar a atualização dos softwares de CAD, CAM e gestão documental e a sua capacidade de integração com outros sistemas.
- Selecionar, no mercado, sensores e *data loggers* capazes de serem incorporados nos produtos.
- Avaliar as alterações a realizar ao processo produtivo para incorporar estes sensores no produto.
- Avaliar o potencial de mercado de novos modelos de negócio que decorrem da sensorização dos produtos e associados, por exemplo, à prestação de serviços de manutenção remota, assistência pós-venda, análise de dados, etc.

- Verificar a atualização dos softwares de CAD, CAM e gestão documental e a sua capacidade de integração com outros sistemas.
- Design da estratégia de análise estatística dos KPIs da organização e que podem ser obtidos por via manual ou automática, através da integração entre sistemas.
- Selecionar sistemas de BI.

- Selecionar a equipa interna responsável pela implementação.
- Selecionar os parceiros tecnológicos.

- Configurar o plano de trabalhos do projeto de digitalização numa plataforma de gestão de projetos.
- Organizar as plataformas colaborativas para facilitar a partilha da informação.
- Elaborar uma apresentação do projeto para disseminar na organização e assegurar que todos têm conhecimento da mudança que está em curso.

4 EXECUÇÃO

- Organizar o *kick off* formal do projeto na organização para assegurar o envolvimento de todos.
- Realizar reuniões periódicas sobre o estado de execução dos trabalhos.
- Controlar os custos associados e comparar cenários.
- Elaborar e submeter candidaturas a sistemas de incentivo disponíveis.

- Implementar a infraestrutura tecnológica em função do especificado.
- Instalar sensores de IoT e outros sistemas para assegurar a aquisição de dados, de máquinas e equipamentos.
- Implantar a rede de dados industrial.
- Reunir, por parte dos fornecedores de tecnologia, documentação técnica.
- Realizar auditorias de segurança.

- Implementar, segundo os planos de trabalhos acordados com cada fornecedor de tecnologia, os sistemas de informação selecionados e que suportam a gestão das operações.
- Para o setor da Metalomecânica é importante selecionar um CRM para a gestão comercial, um ERP para a gestão global da empresa, um sistema para o planeamento e gestão das ordens de trabalho/produção, que tipicamente são discretas e geradas para cada centro de trabalho (CNC, Lazer, Fresadora, Quinadeira, Soldadura, etc), um MES para a aquisição de dados de máquina, controlo da qualidade e de análise estatística de dados.
- Assegurar a integração de dados, identificando, as variáveis mestre que são geridas por cada sistema.
- Desenvolver ou assegurar que existe um sistema integrador onde é possível acompanhar a evolução de um projeto desde os contactos comerciais, aos orçamentos, encomendas, projetos, produção, ações de controlo da qualidade, custos, e *dashboards* com os KPIs de avaliação do desempenho da empresa.

- Implementar um sistema de gestão documental que assegure o versionamento e catalogação automática dos ficheiros/ documentos (ex: CAD, CAM, BOM, etc) gerados nas fases de conceção, desenvolvimento e produção dos produtos.
- Desenvolver protótipos com recurso a produção aditiva ou subtrativa de pequena escala para testar os produtos, bem como a incorporação de sensores e *data loggers* nos produtos.
- Desenvolver os novos modelos de negócio que podem surgir com a sensorização dos produtos.

- Mapear as fontes de dados.
- Licenciar uma plataforma de BI e integrá-la com as fontes de dados.
- Desenvolver no sistema de BI os *dashboards* de análise estatística que permitem avaliar o desempenho das operações e da empresa.

- Capacitar as equipas para a gestão das mudanças e utilização dos novos sistemas de informação.
- Capacitar as equipas com conhecimentos no âmbito da análise global de dados e técnicas de melhoria contínua.

- Definir *sprints* de trabalho e acompanhar a sua execução.
- Documentar os trabalhos em curso.
- Realizar reuniões periódicas de pontos da situação.

5 CONCLUSÃO

- Realizar um workshop de avaliação de resultados.
- Analisar com regularidade os KPIs da organização para avaliar o impacto da digitalização.

- Analisar com regularidade os KPIs sobre a resiliência e segurança da infraestrutura.

- Analisar com regularidade os KPIs da avaliação do desempenho das operações.

- Analisar com regularidade o impacto da sensorização dos produtos e dos novos modelos de negócio gerados.

- Desenvolver questionários para obter o feedback das pessoas sobre a digitalização, diagnosticar necessidades formativas e traçar ações de capacitação.

- Promover a adoção das metodologias *Lean* e 6 Sigma para a melhoria contínua dos processos, produtos e da empresa como um todo.



4.1. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico i4.0 desenvolve-se nas seguintes fases:

01

Apresentação,

pela administração da empresa, de forma autónoma ou com o apoio de equipas consultoras especialistas, dos objetivos da transformação digital na empresa e do Roadmap que será desenvolvido. Em paralelo, é fundamental que a empresa identifique as pessoas chave para preconizar a sua transformação digital.

Nesta fase, é recomendável a criação de uma identidade gráfica com a qual a empresa se identifique e que simbolize a visão, missão e princípios da estratégia de transformação digital.

02

Resposta ao Diagnóstico i4.0,

usando a ferramenta ShiftTo4.0, disponível em www.shift2future.pt, pela administração e pelos responsáveis das áreas-chave.

03

Avaliação,

pela administração e pelos responsáveis das áreas-chave, das respostas dadas ao diagnóstico 4.0 e perceber, em detalhe, pelo menos os seguintes aspetos:

- Principais desafios e constrangimentos.
- Modelo orgânico e respetivos fluxos de responsabilidades.
- Arquitetura de processos e sistemas de informação que os suportam.
- Equipa e respetivas competências digitais.
- Infraestrutura tecnológica atual de suporte à gestão das operações.
- Nível de digitalização das operações.
- Sistemas de informação que suportam as operações.
- Níveis de integração e de rastreabilidade da informação para assegurar um fluxo contínuo e *Lean* de dados.
- Investimentos em curso.

04

Elaboração de um relatório

de diagnóstico que caracterize o ponto de partida do estado de maturidade digital, as áreas críticas de intervenção e que defina uma visão da estratégia de digitalização, um plano de ação, custos e equipa, bem como os instrumentos de financiamento.

05

Organização de uma sessão de apresentação

e discussão do relatório de diagnóstico, envolvendo, sempre que possível, todos os colaboradores.

06

Revisão do relatório

e envio da versão final.



4.2.VISÃO DA ESTRATÉGIA DE DIGITALIZAÇÃO

A visão da estratégia de digitalização deve ter uma abrangência holística, ou seja, deve incluir toda a cadeia de valor da empresa, e claramente contribuir para “criar um todo verdadeiro que é maior que a soma das suas partes” (Peter Drucker), conforme ilustrado na Figura 5. Na definição desta visão, é crítico assegurar a transformação dos dados em conhecimento e valor para a empresa. Para tal, a metodologia a adotar deverá compreender as seguintes ações, resumidas na Figura 6.

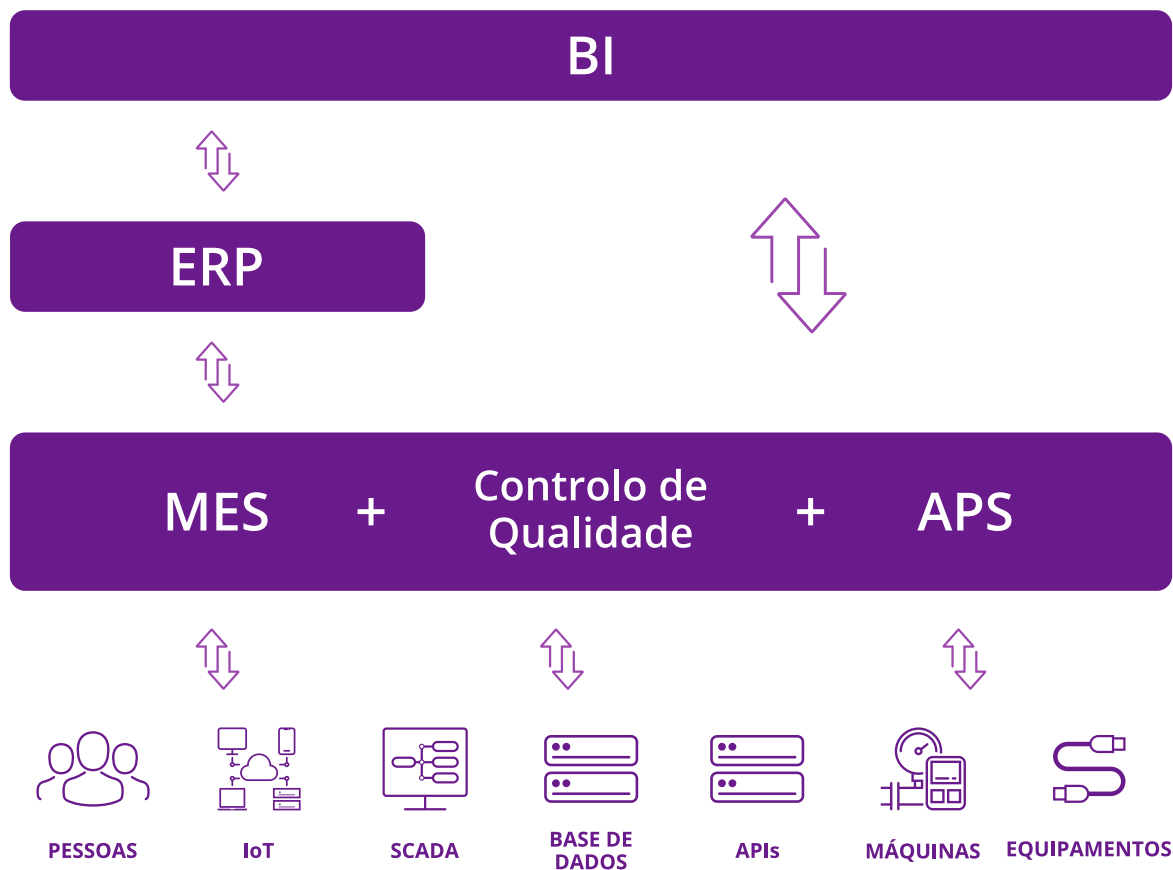


Figura 5: Visão da estratégia de digitalização.

01. Identificar as variáveis críticas de cada operação/processo que integram a cadeia de valor da empresa (ex.: prospecção de mercado, orçamentação, gestão de projetos, desenho e engenharia, produção do molde, teste do molde, metrologia, logística, produção em série de peças plásticas, controlo da qualidade, logística, manutenção, etc.).

02. Perceber como são medidas estas variáveis e como são rastreadas (ex.: controlo dimensional de um ponto crítico numa peça, por cavidade de um molde; diferentes tempos de paragens e de maquinariação de uma CNC).

03. Definir os *Key Performance Indicators* (KPIs), indicadores de desempenho que se pretendem calcular e medir em tempo real.

04. Mapear, caracterizar e validar as fontes de recolha de dados. Nesta fase, é importante analisar os sistemas de informação que suportam os processos, respetivas bases de dados e níveis de integração. É comum haver dados dispersos em diferentes fontes, como por exemplo em folhas de cálculo, com uma categorização insuficiente, que dificulta a sua análise.

05. Implementar uma rede de dados industrial segura, através da adoção de sistemas de cibersegurança.

06. Ligar, à rede industrial, máquinas e equipamentos, conectados com sistemas de informação.

07. Definir um fluxo contínuo de dados que seja capaz de ligar variáveis, de forma, automática, na cadeia de valor (ex: número de horas gastas para desenhar e fabricar uma determinada peça da

BOM (*Bill of materials*), com um molde específico e um determinado orçamento).

08. Integrar sistemas de informação para evitar duplicação de tarefas e assegurar este fluxo contínuo (ex.: o CRM - Customer Relationship Management, com o ERP - Enterprise Resource Planning, o gestor da produção, o MES - Manufacturing Execution System do chão de fábrica, o sistema de controlo da qualidade, etc.).

09. Identificar, nos sistemas de informação, “estados” ou ações que impliquem uma mudança de fase, para se medirem, por exemplo, os tempos de execução entre tarefas (ex.: receção de um orçamento, orçamentação, revisão, aprovação, etc.).

10. Definir uma estratégia de análise estatística adequada a cada tipo de variável, considerando por exemplo que efetuar o controlo estatístico de variáveis dimensionais é diferente de analisar defeitos nas peças.

11. Desenhar os *dashboards* a desenvolver para cada tipo de variável ou conjunto de KPIs.

12. Desenvolver um sistema de BI integrado com as diversas fontes de dados, que permita explorar esta *Big Data* através de uma visualização analítica dos dados e dos indicadores de desempenho (KPIs), que pode integrar modelos preditivos para situações correntes e pontuais, associados a regras de alarmística de suporte à operação.

13. Promover a programação de lógicas implícitas de negócio, que estão apenas “na cabeça das pessoas”, em algoritmos que tornem explícito esse conhecimento.

14. Capacitar as pessoas para a medição, monitorização e controlo das variáveis, KPIs, com vista à otimização dos processos.

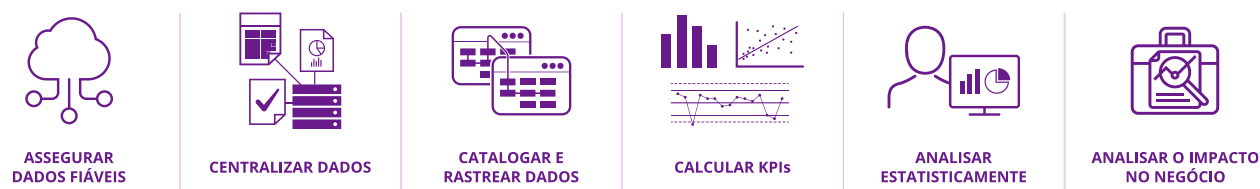


Figura 6: Metodologia a adotar.



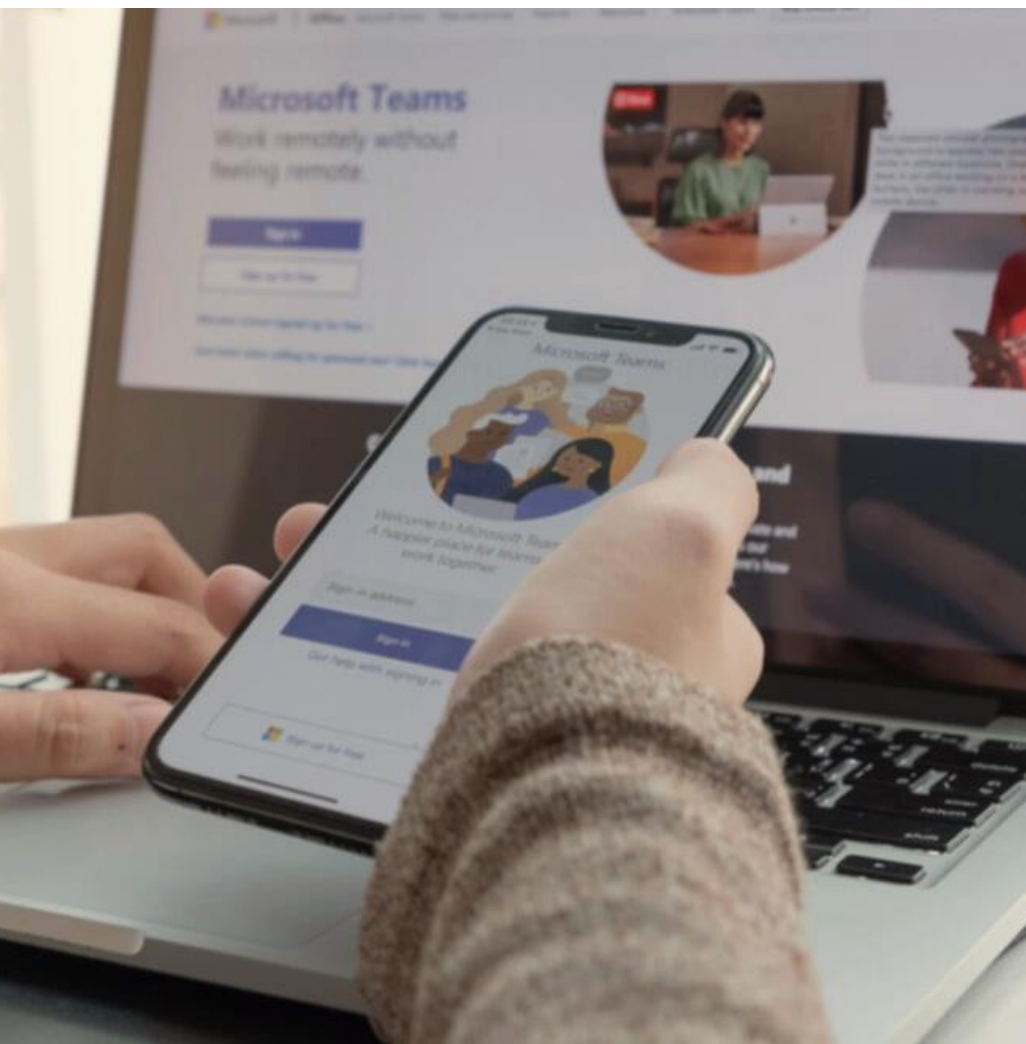
4.3. PLANO DE AÇÃO E EQUIPA

Em função do diagnóstico realizado e da definição da estratégia de digitalização deve ser definido um plano de ação e respetivo cronograma, sendo apresentado um exemplo na Tabela 1. Neste exemplo, indicam-se possíveis atividades e entregáveis a obter para as áreas-chave do setor da Metalomecânica, nomeadamente: gestão comercial (e.g.; prospeção de mercado, gestão de clientes, orçamentação), gestão de projetos, desenho, engenharia, compras, produção em etapas, testes, metrologia, controlo da qualidade, logística e, ainda, operações de suporte como manutenção, gestão e administração, gestão de pessoas e formação.



Tabela 1: Exemplo de plano de implementação da estratégia de digitalização, cronograma orientador e entregáveis.

ATIVIDADES E TAREFAS	ENTREGÁVEIS
A1 Arquitetura Tecnológica (1 mês)	- Definição de uma infraestrutura tecnológica segura e de alta disponibilidade. - Avaliação de custos de manutenção dessa infraestrutura.
A2 Implementação da Estratégia de Digitalização (6 a 12 meses)	- Estratégia de digitalização implementada conforme a visão definida. - Equipa capacitada para dar resposta a esta mudança.
T2.1 Gestão da cadeia de valor	- Processos revistos para assegurar os pontos de integração na cadeia de valor. - Seleção, caso não exista, de um ERP que inclua toda a cadeia de valor da empresa. - Pontos de integração do ERP com outros sistemas.
T2.2 Gestão comercial	- CRM implementado e integrado com o ERP (caso sejam diferentes). <i>Dashboards</i> com KPI do desempenho comercial da empresa.
T2.3 Gestão documental	Sistema de gestão documental implementado e integrado com outros sistemas (ex: CRM, ERP, CAD).
T2.4 Gestão de projetos incluindo desenho e engenharia	- Ferramenta de gestão de projetos, controlo de custos e fases de faturação/pagamentos, por via da integração com o ERP. - Ferramenta para gestão das BOM integrada com o ERP, o sistema de CAD e gestão documental. - Controlo de versões dos ficheiros de CAD pelo gestor documental. <i>Dashboard</i> com KPI por projeto. <i>Dashboard</i> com KPI do controlo de gestão.
T2.5 Gestão das compras	Processo de compras digitalizado e integrado com a ferramenta de gestão das BOMs e o ERP.
T2.6 Digitalização da gestão da produção incluindo o chão de fábrica	- Capacidade da rede industrial para recolher dados, devidamente indexados, das máquinas, equipamentos, sensores, etc. - Caso não exista, proposta de sistema de gestão de stocks, do planeamento e da produção, identificando integrações a realizar com, por exemplo, os sistemas MES de chão de fábrica, máquinas, células automáticas, e outros, para garantir um processo <i>Lean</i>. - Caso exista, lista de alterações a realizar no ERP para garantir uma gestão <i>Lean</i>, ágil e eficiente de stocks, do planeamento e da produção. - Design do <i>dashboard</i> com KPI da gestão da produção.
T2.7 Gestão da qualidade	Indicar sistema de controlo da qualidade a implementar no chão de fábrica e integrado com o ERP, indispensável para evidenciar a conformidade dos processos, produtos e serviços.
T2.8 Gestão logística	- Processos logísticos revistos para assegurar os pontos de integração na cadeia de distribuição vertical e a sua otimização. - Indicar, caso se aplique, sistemas de gestão de frotas e rotas. - Design do <i>dashboard</i> da gestão logística.
T2.9 Análise de Big Data	- Design da matriz de integração de sistemas, para assegurar um fluxo contínuo e <i>Lean</i> de dados rastreados e fiáveis. - Design da estratégia de análise estatística dos KPIs da organização e que podem ser obtidos por via manual ou automática, através da integração de sistemas. - Sistema de BI implementado, quando os dados já estão disponíveis e devidamente rastreados.
A3 Capacitação das Pessoas	Equipas capazes de atuar, sem restrições, segundo o novo <i>modus operandi</i> ou com novos sistemas de informação de gestão logística e/ou da produção.



4.4. EXECUÇÃO

Para o acompanhamento e avaliação da execução do plano de intervenção, bem como a tomada de quaisquer decisões conducentes à sua adequada execução, sugere-se:

- A criação de um canal de comunicação que potencie a colaboração, no sentido de facilitar a partilha de documentos e conhecimento, entre as equipas responsáveis pela implementação do plano de ação.
- A utilização de uma plataforma colaborativa para a gestão e acompanhamento da execução do projeto de transformação digital.
- O registo das horas afetas ao projeto de cada membro da equipa numa plataforma colaborativa.
- O controlo dos custos em CAPEX (*capital expenditure*) e OPEX (*operational expenditure*).
- A promoção de reuniões periódicas para discussão de progressos.
- A elaboração de relatórios intercalares que sejam capazes de “contar a história do projeto”.
- A elaboração de um relatório final do projeto de transformação digital.



4.5. AVALIAÇÃO

A avaliação do projeto de transformação digital pode ser realizada a vários níveis, nomeadamente:

- Avaliação do estado de execução do projeto.
- Avaliação das expectativas dos colaboradores face aos resultados que estão a ser obtidos.
- Avaliação da satisfação dos gestores da empresa face aos resultados.
- Avaliação dos indicadores de desempenho económico e operacional da empresa.
- Avaliação do novo estado de maturidade digital através de nova resposta, podendo usar, para o efeito, uma ferramenta de avaliação da maturidade, como é o caso do ShiftTo4.0.

Na Tabela 2 apresenta-se um conjunto de indicadores que podem ser usados para avaliar o impacto do projeto de digitalização, como: o grau de execução do projeto, o cumprimento do seu plano de trabalhos e orçamento, o nível de *upgrade* tecnológico dos processos, as novas competências adquiridas pelas pessoas e a propriedade intelectual gerada e que contribui para aumentar o valor da empresa.

Tabela 2: Scorecard de medição do impacto da transformação digital.

KPI	DESCRIÇÃO	TIPO DE VARIÁVEL	FREQUÊNCIA	MEDIÇÃO
Lead Time	Tempo total de desenvolvimento do projeto de transformação digital e comparação com o planeado.	Numérica Contínua	Por projeto	É o tempo que decorre deste o <i>kick off</i> do projeto até à sua conclusão.
Lead Cost	Custo total de desenvolvimento do projeto de transformação digital e comparação com o planeado.	Numérica Contínua	Por projeto	É o custo global do projeto de inovação, incluindo investimento em imobilizado, horas homem e outros custos.
Grau de Execução	Iniciativas implementadas versus iniciativas planeadas. Custo executado versus custo planeado.	Numérica Contínua	Por projeto	É o rácio entre iniciativas ou custo executados/ iniciativas ou custo planeado.
Valor da PI	Valor da propriedade intelectual gerada.	OK/ NOK	Por projeto	Se foi ou não gerada propriedade intelectual para a empresa. Por exemplo, um sistema de informação desenvolvido à medida.
Up-Skills - Processos	Processos que foram alterados ou sofreram uma atualização tecnológica.	N.º de Processos e Quais	Por projeto	N.º de processos e quais sofreram processos de transformação digital.
Up-Skills - Pessoas	Novas competências adquiridas pela equipa, novas funções que decorrem da digitalização.	Novas Funções e Skills	Por projeto	Novas competências e ou funções que foram desenvolvidas com a transformação digital.
Grau de Digitalização	Resultado da resposta ao Diagnóstico i4.0 disponível em www.shift2future.pt .	Numérica	Por projeto	Resultado da resposta ao Diagnóstico i4.0 disponível em www.shift2future.pt .

5. CONCLUSÕES

Hoje, é imprescindível que as empresas abracem a necessidade de se diferenciar no mercado, buscando crescimento, expansão e internacionalização através da implementação de modelos de negócio ambiciosos.

Para alcançar esses objetivos, é fundamental que essas organizações definam uma estratégia focada na eficiência, sustentabilidade e responsabilidade social. A adoção dos princípios da indústria 4.0 e da Sociedade 5.0 é essencial, tanto internamente, dentro do ecossistema empresarial, quanto externamente, envolvendo clientes, consumidores, fornecedores e parceiros. Esse enfoque coloca as pessoas no centro dessa transformação, buscando a melhoria da qualidade de vida.

Capacitar as empresas e suas equipes com ferramentas de gestão estratégica e operacional é uma etapa crucial para alcançar essa visão. Essas ferramentas são projetadas para agilizar o trabalho, garantir a segurança e o bem-estar dos colaboradores e, o mais importante, transformar dados em conhecimento e valor em toda a cadeia de valor. Esse processo é fundamental para a criação de organizações inteligentes, conectadas, eficientes e sustentáveis.

A Sociedade 5.0, conceito introduzido pelo Japão em 2017, visa colocar o ser humano no centro da inovação e da transformação tecnológica. Isso significa que as empresas são desafiadas a direcionar seus esforços, processos, produtos e serviços para atender às necessidades das pessoas,

incorporando tecnologias avançadas como inteligência artificial, robótica, Big Data e outras.

Segundo Schwab (2017) em "A Quarta Revolução Industrial", as empresas enfrentarão mudanças radicais em três principais fatores: velocidade (com tudo ocorrendo em ritmo acelerado), abrangência e profundidade (múltiplas mudanças radicais acontecendo simultaneamente) e a completa transformação de sistemas.

Combinando os conceitos de Indústria 4.0 e Sociedade 5.0, o objetivo deste documento é servir como um guia para impulsionar a maturidade digital das empresas, enfrentando diversos desafios. Abaixo estão os principais pontos a serem considerados:

Em primeiro lugar, é essencial desenvolver uma cultura contínua de inovação que permita gerar valor exclusivo para o mercado de forma ágil e impactante.

Além disso, é crucial definir uma estratégia que envolva as pessoas desde o início do processo de mudança, visando uma solução integrada de gestão das operações, informações e conhecimento.

A implementação de um modelo de "Smart Factory" é uma etapa-chave, buscando a integração de sistemas, a digitalização das operações, a automação e a IoT (Internet das Coisas). Isso garantirá eficiência, fluxo contínuo de informações, produtos e materiais, além de reduzir tarefas de baixo valor agregado e diminuir os estoques.

Outra medida importante é desenvolver um sistema de *Business Intelligence* que explore a *Big Data* através de uma visualização analítica de dados e indicadores de desempenho (KPIs). A integração de modelos preditivos para situações correntes e pontuais, juntamente com regras de alarme para suporte à operação, é um passo fundamental nesse sentido.

A transformação de lógicas de negócio implícitas em algoritmos também se mostra crucial para tornar esse conhecimento explícito e amplamente aplicável.

Em termos de segurança, é vital garantir a rastreabilidade de riscos em toda a rede global da empresa através da adoção de sistemas de cibersegurança.

Para uma implementação bem-sucedida, é necessário conscientizar-se dos custos fixos e anuais relacionados à estratégia de digitalização, bem como compreender a equipe necessária para gerenciá-la adequadamente.

Outra etapa importante é identificar os requisitos da infraestrutura tecnológica a ser adotada para apoiar a evolução digital da empresa.

Por fim, é essencial capacitar as pessoas dentro da organização para abraçar e impulsionar essas mudanças, tornando-as parte integral do processo de transformação digital.



Para abraçar verdadeiramente esta revolução, é crucial adotar uma nova atitude e reconhecer plenamente que vivemos em um mundo global, interconectado e extremamente aberto. Nesse cenário, a única constante é a incerteza, e a principal fonte de vantagem competitiva é o conhecimento. A partir dessa compreensão, torna-se o ponto de partida essencial para agir e realizar as transformações necessárias..

6. REFERÊNCIAS

Dinheiro Vivo/Lusa. (2022, 22 de setembro). Indústria de plásticos antecipa "tempos muito difíceis". *Dinheiro Vivo*. <https://www.dinheirovivo.pt/economia/industria-de-plasticos-antecipa-tempos-muito-dificeis--15187434.html> (Consultado no dia 21 de fevereiro de 2023).

INESC TEC. (2022). *Relatório de Análise de Maturidade I4.0 na região do Entre Douro e Vouga. Projeto Sistemas Avançados de Produção 4.0. Entidades Promotoras: AECOA – Associação Empresarial do Concelho de Oliveira de Azeméis e AEF - Associação Empresarial do Concelho de Santa Maria da Feira*.

Santos, L. (2020, 29 de janeiro). Tudo sobre a indústria metalomecânica. *Páginas Amarelas Marketplace*. <https://www.pai.pt/artigos/125-tudo-sobre-a-industria-metalomecanica> (Consultado no dia 14 de fevereiro de 2023).

Silva, L. M. (2017). Projeto de molde para peça automóvel injetada com dois materiais poliméricos distintos [Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica]. Porto: ISEP - Politécnico do Porto. https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/10527/1/DM_LuisSilva_2017_MEM.pdf

GLOSSÁRIO

BI	O <i>Business Intelligence</i> (BI) refere-se ao processo de recolha, organização, análise e apresentação de informações relevantes para apoiar a tomada de decisões estratégicas e operacionais nas empresas. Significa que diferentes tecnologias, ferramentas e metodologias são utilizadas para transformar dados brutos em conhecimento. Deste modo, a extração de conhecimento tem origem em várias fontes de dados, como chão de fábrica, vendas, marketing, entre outras, o que permite às empresas contar com uma visão mais clara e abrangente do seu desempenho.
CAD	O <i>Computer Aided Design</i> (CAD) é um software, que pode ser combinado com ferramentas digitais, para criar, modificar, analisar e otimizar projetos em várias áreas, como arquitetura, engenharia, design industrial, entre outras. Permite que os projetistas criem modelos virtuais em 2D ou 3D de produtos, estruturas ou ambientes, e utilizem recursos como linhas, formas geométricas, texturas, cores e informações específicas. Enquanto modelos digitais, conferem maior precisão aos projetos, redução de erros, melhoria na comunicação entre departamentos, bem como a redução de custos de produção.
CAM	O <i>Computer Aided Manufacturing</i> (CAM) refere-se à utilização de software e ferramentas computacionais para automatizar e otimizar os processos de produção. O CAM opera em conjunto com o CAD para transformar modelos digitais em instruções e comandos precisos para as máquinas e equipamentos. É como se o projeto fosse primeiro traduzido virtualmente num processo real de produção, contemplado várias etapas, como corte, impressão 3D, montagem, entre outras. Esta ferramenta confere às empresas aumento de produtividade, redução de erros, melhoria da qualidade, maior flexibilidade de produção, redução de tempos de ciclo e otimização do uso de recursos.
CNC	O <i>Computerized Numerical Control</i> (CNC) é um sistema de controlo automatizado que pode ser incorporado em máquinas e equipamentos industriais. O CNC é responsável por controlar essas máquinas, por meio de instruções e comandos programados em formatos numéricos. Como se trata de uma combinação de software, algoritmos e hardware, para interpretar os comandos programados e controlar os movimentos precisos das máquinas e operações relacionadas, é proporcionado às empresas maior eficiência, produtividade e qualidade na produção de peças complexas, bem como a redução significativa de dependências por intervenções manuais dos operadores.
CPS	O <i>Cyber Physical System</i> (CPS) refere-se a um sistema integrado, que combina elementos físicos, como máquinas, dispositivos móveis, entre outros, ligados a sensores e, por conseguinte, a componentes computacionais, possibilitando a interação contínua e colaborativa entre esses sistemas e os objetos. A integração de componentes físicos permite que os sistemas ciberfísicos monitorizem e controlem, em tempo real, todo o ambiente da fábrica, mas também têm a capacidade de processar esses dados e auxiliar as empresas na tomada de decisões inteligentes e estratégicas.
CRM	O <i>Customer Relationship Management</i> (CRM) pode ser definido como uma estratégia de negócio que utiliza um conjunto de práticas, tecnologias e ferramentas para gerir e melhorar o relacionamento que as empresas estabelecem com os seus clientes. Sendo o principal objetivo criar relacionamentos duradouros e mutuamente benéficos, o CRM pode é utilizado para centralizar a organização e a gestão dos dados dos clientes, como dados de contratos, histórico de compras, necessidades, preferências, fidelizar clientes existentes, bem como automatizar vendas, para referir algumas possibilidades.
ERP	O <i>Enterprise resource planning</i> (ERP) diz respeito ao sistema que permite às empresas gerir e automatizar uma variedade de processos e atividades relacionadas. Este sistema é composto por um conjunto de módulos interligados que abrangem áreas funcionais-chave, como finanças, contabilidade, stocks, compras, vendas, recursos humanos, produção, distribuição, entre outras, fornecendo uma visão unificada e centralizada dos dados e processos da empresa. Uma das suas mais valias é que o ERP integra e os processos e fluxos de trabalho de diferentes departamentos e áreas funcionais, o que elimina a necessidade de sistemas separados e redundantes que criam ilhas de informação.
IoT	A <i>Internet of Things</i> (IoT) é um conceito em que objetos físicos podem ser conectados à Internet para trocar dados e informações entre si, sem a necessidade de intervenção humana direta. A ideia subjacente é permitir que objetos e dispositivos comuns, como máquinas e equipamentos industriais, comuniquem entre si e laborem, no caso da indústria, por meio de conexões em rede. Portanto, esses objetos têm de ser dotados de conectividade, que possibilita os fluxos de comunicação entre os dispositivos, por exemplo, através de conexões sem fio, como Wi-Fi, Bluetooth, entre outras.

- MES** O *Manufacturing Execution System* (MES) é um software utilizado na indústria para monitorizar, controlar e gerir, em tempo real, as atividades de produção. O MES atua como uma camada intermediária entre os sistemas de planeamento (como o ERP) e o chão de fábrica, fornecendo visibilidade e controlo sobre as operações. Ele tem muitas outras funcionalidades valiosas, como o facto de ser um recurso que permite avaliar o desempenho da produção, analisar indicadores-chave de desempenho (KPIs) e gerar relatórios detalhados. Assim, este instrumento auxilia a tomada de decisões baseadas em dados para melhorar a eficiência, qualidade e produtividade da produção.
- SCADA** O *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) costuma ser utilizado para monitorizar e controlar, em tempo real, os processos industriais. Este sistema tem essencialmente três características que o distingue das outras tecnologias, nomeadamente a supervisão, o controlo remoto e a aquisição, instantânea, de dados presentes em dispositivos e sensores. Os operadores podem controlar os processos à distância, sem a necessidade de intervenção física, ajustar parâmetros, bem como identificar áreas de melhoria para aumentar a eficiência e a produtividade, uma vez que o SCADA lhes fornece uma visão abrangente e real do *status* das operações. Esses dados são apresentados aos operadores em interfaces gráficas, permitindo que eles visualizem, analisem e acompanhem os processos em execução.



FICHA TÉCNICA

Título

Roadmap para a Transição Digital do Setor da Metalomecânica

Coordenação

Leonor Teixeira - Universidade de Aveiro (UA)

Cármem Guimarães - Universidade de Aveiro (UA)

Designação do Projeto

SHIFT2Future – Promoção da economia 4.0 na indústria e serviços de PME

Promotores do Projeto

ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade

IAPMEI – Agência para a Competitividade e Inovação

TECMINHO – Associação Universidade-Empresa para o Desenvolvimento

UA – Universidade de Aveiro

CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

Equipa Técnica

Cristina Barros - SINMETRO

Bruno Frutuoso Costa - SINMETRO

Diana Ramos - SINMETRO

Editora

UA - Universidade de Aveiro

1ª edição – junho 2023

ISBN

978-972-789-874-9

DOI

<https://doi.org/10.48528/qazt-rh13>

Os conteúdos apresentados são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores.

© Autores. Esta obra encontra-se sob a Licença Creative Commons BY-NC-ND 4.0.

ROADMAP PARA A TRANSIÇÃO DIGITAL
DO SETOR DA METALMECÂNICA

www.shift2future.pt

SHIFT2 FUTURE

CONSÓRCIO



IAPMEI
Parcerias para o Crescimento



TECMINHO
UNIVERSIDADE DO MINHO INTERFACE



universidade
de aveiro



REPÚBLICA
PORTUGUESA

ECONOMIA E
TRANSIÇÃO DIGITAL



PORTUGAL
DIGITAL
MOVING FORWARD.
MOVENDO-NOS PARA A FRENTE.

PROJETO CO-FINANCIADO POR:

COMPETE
2020

PORTUGAL
2020



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional