

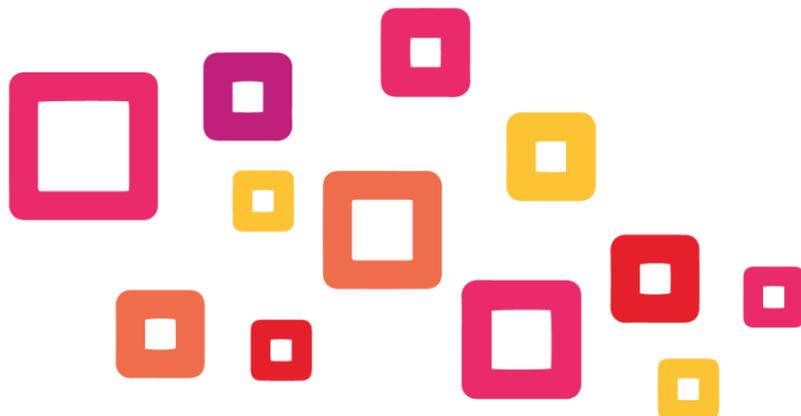
# Cre@

## UNIDADE 1

# Manufatura avançada

Mentalidade das empresas e tendências atuais

Subunidade 1.2. **Tendências atuais: tecnologias de processo e produto**



# Índice

Introdução.....	3
<b>1.1 Subunidade: Tecnologias de processo</b> .....	4
<b>1.2 Subunidade: Tecnologias de produto</b> .....	11
1.2.1 Desafios ao longo do ciclo de vida do produto.....	12
1.2.2 Aplicações da Indústria 4.0 ao longo do ciclo de vida do produto.....	14
1.2.3 Exemplos de produtos inteligentes.....	16
Referências.....	18

## Introdução

A Indústria 4.0, ou a quarta revolução industrial, está a revolucionar a manufatura, ao providenciar aos fabricantes a oportunidade de utilizar técnicas avançadas juntamente com tecnologias de informação (TI) através do ciclo de vida do produto. Como resultado, os fabricantes beneficiam de um maior controlo das operações, de um menor custo financeiro, de tempos de produção mais rápidos e da capacidade de providenciar um excelente apoio ao cliente

A única forma de os fabricantes estarem um passo à frente da competição e serem bem-sucedidos num mercado em constante transformação é ao aceitarem a mudança. Aqueles que querem prosperar e não apenas sobreviver servem de impulso na área das tecnologias em crescimento da Indústria 4.0.

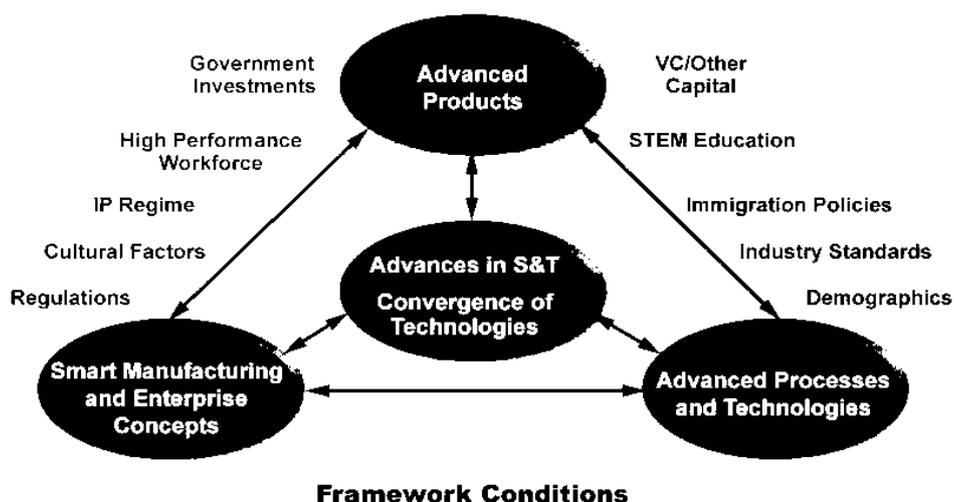


Imagem 1 – Rede de manufatura avançada

## Subunidade 1.1: Tecnologias de processo

O mercado mundial de automatização de produtos e soluções encontra-se nos 188 mil milhões de libras, e crescerá até aos 500 mil milhões até 2020, cerca de 8% do total das despesas TIC (Pereira 2009). A automatização das fábricas é o maior setor deste mercado, ocupando 38%. O mercado de automatização europeu encontra-se nos 62 mil milhões de libras. Mais de dois terços deste mercado é composto por serviços de engenharia (i.e., design de aplicações, simulação e modelação, integração, instalação e manutenção), com uma taxa anual de crescimento de 10%. O potencial mercado para ferramentas de engenharia, serviços continuados e infraestruturas de controlo/serviço está estimado acima dos 120 mil milhões de libras mundialmente, sendo aplicado em várias áreas, tornando-o assim resistente a depressões económicas. Prevê-se que este mercado valerá o dobro daqui a 5 anos, com um crescimento robusto mesmo durante o clima económico presente.

Apesar de a adaptabilidade do hardware nos sistemas de automatização já ser evidente, ainda há falta de design eficaz, ferramentas de longa duração e arquiteturas de sistemas de controlo compatíveis que apoiem a engenharia de tais sistemas. Isto torna-se evidente na incapacidade de reter conhecimentos sobre os sistemas e em aprender lições. Existe pouca integração com os sistemas empresariais. Os sistemas de controlo de produção mantêm-se predominantemente específicos aos fabricantes. Estes fatores limitam a agilidade e aumentam o custo da mudança, mais do que seria suposto (Vera et. al. 2009) sendo essa a parte principal da Indústria 3.0.

O que é automatização? **Automatização** é o uso de sistemas de controlo e software para operar e supervisionar independentemente um sistema mecanizado de processos industriais. Ao usar a mecatrónica e computadores para produzir bens, a automatização pode ser dividida em seis categorias:

- **Controlo numérico**, que envolve a automatização de ferramentas da máquina através de comandos programados. A maior parte do controlo numérico é feito através de computadores, aplicando-se o controlo numérico computadorizado (CNC), que fabrica produtos específicos de acordo com programas de input;
- **Controlo adaptável**, que cria um método de controlo com parâmetros adaptáveis de forma a que possa mudar a sua resposta de acordo com o modelo desejado;
- **Tratamento material**, que envolve a transferência, arrumação, controlo e proteção de materiais através do Sistema de fabrico;
- **Robótica**, que se refere a máquinas automatizadas que podem substituir o papel das pessoas nos processos de fabrico;
- **Montagem**, que envolve o ato mecânico de combinar componentes em sistemas de fabrico;
- **Fixação flexível**, que permite às máquinas manterem uma variedade de instalações.

**Fabricação** é um processo que envolve a manufatura de um item a partir de materiais em vez de partes ou componentes já feitos. Tipos de fabricação incluem: fabricação de metal, que envolve corte, dobragem e montagem de metal, e fabricação de dispositivos semicondutores, que envolve a criação de dispositivos elétricos e eletrônicos do cotidiano.

**Engenharia de precisão** refere-se à capacidade do engenheiro de trabalhar a tolerâncias muito mais finas do que conseguiria antes na manufatura em série. O produto final da engenharia de precisão são itens que diferem em tamanho, mas são similares no que toca à precisão relativa com que são produzidos. Assim, a engenharia de precisão é uma tecnologia poderosa, sem a qual muitos produtos de alta tecnologia, de natureza nano, micro ou macro, não poderiam ser feitos.

**Flexibilidade** é a reutilização contínua de infraestruturas e processos já existentes para lidar com uma variedade de possibilidades de manufatura, poupando assim tempo e dinheiro gastos a implementar alternativas. De acordo com Mandelbaum, a flexibilidade pode ser categorizada em dois tipos:

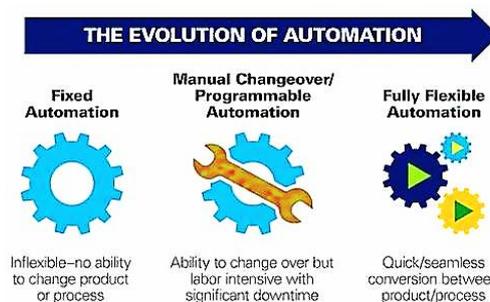
- Flexibilidade de ação, onde as infraestruturas e os processos agem ao encontro de novas circunstâncias;
- Flexibilidade de estado, onde as infraestruturas e os processos continuam a operar eficazmente apesar das mudanças no novo ambiente.

Nature of uncertainty	Flexibility type	Ability of a process to...
Demand for the kinds of products offered	Mix	"produce a number of different products at the same time"
Length of product life cycles	Changeover	"deal with additions to and subtractions from the mix over time"
Appropriate product characteristics	Modification	"make functional changes in the product"
Machine downtime	Rerouting	"[change] the operating sequence through which the parts flow"
Amount of aggregate product demand	Volume	"[easily make] changes in the aggregate amount of production"
Meeting raw material standards	Material	"handle uncontrollable variations in compositions and dimensions of parts"
Timing of arrival of inputs	Sequencing	"reorganise the order in which different kinds of parts are [processed]"

Source: Schmenner & Tatikonda, and Gerwin

## Imagem 2 – A área da flexibilidade da manufatura

A **automatização dos processos** não basta para se ser competitivo no mercado global. As empresas fornecem o conceito de **automatização flexível e manufatura avançada** (Imagem 2). A integração digital dos processos de negócio, manufatura e das cadeias de fornecimento permite com que fábricas com trabalhadores bem pagos em países avançados possam competir com outras, de economias em desenvolvimento, que empreguem trabalhadores com pouca instrução e menores salários. Ferramentas controladas por computador também permitem que os produtos sejam fabricados com um alto nível de precisão e qualidade, e potencialmente em menor quantidade, permitindo uma maior personalização dos produtos. Para além disso, permite também uma manufatura em dimensões não possíveis com ferramentas controladas por humanos. A engenharia à escala nano e a bioengenharia estão agora a produzir produtos viáveis, a entrar no mercado, tais como robôs autónomos, aspiradores, cortadores de relva, drones, submarinos e carros, dependendo dos avanços da inteligência artificial.



**Imagem 3 – Evolução da automatização**



**Imagem 4 – Manufatura avançada**

## As 10 tendências da manufatura são:

- **IoT (INTERNET DAS COISAS)**

Os fabricantes estão cada vez mais a impulsionar a Internet das Coisas (*Internet of Things*), que envolve a interconexão de aparelhos únicos inseridos numa infraestrutura existente de Internet, de forma a alcançar uma variedade de objetivos, incluindo redução de custos, aumento da eficácia, maior segurança, cumprimento de diretivas e inovação de produto. A existência da IoT deve-se principalmente a três fatores: **amplo acesso à Internet, sensores mais pequenos e a criação de clouds.**

- **MANUTENÇÃO PREDITIVA**

Programas de **manutenção preditiva monitorizam o equipamento** usando o número de métricas de desempenho necessárias. Ao automatizar o processo de recolha de dados através de tecnologia IoT, os fabricantes podem chegar a uma melhor compreensão de como os sistemas trabalham e quando irão falhar. A capacidade de prever a altura em que será necessária uma manutenção poupa tempo, dinheiros e recursos preciosos aos fabricantes. Normalmente, podem ser realizados testes de monitorização enquanto o equipamento está a funcionar, o que significa que não há perda de produção por se desligar o equipamento.

- **MUDAR O FOCO DE B2B PARA B2B2C**

Muitos fabricantes que usam um modelo de negócios B2B (*business-to-business* ou empresa-para-empresa) estão a mudar para um modelo B2B2C (*business-to-business-to-consumer* ou empresa-para-empresa-para-cliente) por causa dos muitos benefícios de se vender diretamente ao cliente. Esses benefícios incluem:

**Aumento de lucro:** Conseguir a totalidade do preço de tabela dos seus produtos em vez do valor de atacado;

**Chegar mais rápido ao mercado:** Conseguir criar um protótipo, testá-lo, e fazer os produtos chegar ao mercado mais rapidamente, em vez de se ter de envolver no tradicional ciclo de vendas a retalho, que requer um produto terminado ainda antes de haver encomendas e entregas. Esta agilidade confere-lhe uma vantagem competitiva;

**Controlo da marca:** A sua própria marca. Não será diluída ou deturpada por outros;

**Controlo do preço:** Poderá reforçar o seu preço de tabela;

**Dados de cliente mais completos:** Vender diretamente aos clientes permite-lhe recolher dados que resultarão em melhores produtos, relações mais fortes e aumento de vendas.

▪ **IMPULSIONAR A CADEIA DE FORNECIMENTO PARA UMA VANTAGEM COMPETITIVA**

Atualmente, as soluções tecnológicas para as cadeias de fornecimento abordam as necessidades de fabrico numa variedade de áreas, incluindo:

- Otimização da Manufatura
- Otimização da Logística
- Planeamento de Vendas e Operações
- Gestão do Ciclo de Vida do Produto
- Inteligência Empresarial
- Otimização das Redes e Inventários
- Identificação por Radiofrequência
- Contratação

▪ **OS SISTEMAS ERP (SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO EMPRESARIAL) CONTINUAM A AGILIZAR PROCESSOS**

Os sistemas ERP oferecem dois benefícios-chave:

- Agilizam os processos ao automatizar todas as operações empresariais, e providenciam informação precisa e em tempo real;
- Ao fazer isto, os custos administrativos e operacionais são reduzidos. Como resultado final os fabricantes podem, proactivamente, gerir as operações, prevenir ruturas e atrasos, libertar obstáculos de informação e ajudar os utilizadores a tomar decisões mais rapidamente.

▪ **A MAIOR VISIBILIDADE DE MEGADADOS (BIG DATA) ESTÁ A AJUDAR OS FABRICANTES A CHEGAREM MAIS LONGE**

A IoT está a transformar quase todas as superfícies em sensores para recolha de dados e a fornecer informações para os fabricantes em tempo real. Esta capacidade de recolher dados a partir de tantas fontes combinada a uma *cloud* cada vez mais poderosa faz com que finalmente os megadados possam ser usados. Os fabricantes podem separar e dividir os dados de formas que providenciam uma compreensão extensa do seu negócio. Isto faz com que possam melhorar a produção, otimizar as operações e abordar problemas antes destes surgirem.

▪ **A REALIDADE VIRTUAL (RV) E A REALIDADE AUMENTADA (RA) CONTINUAM A FORJAR PARCERIAS DE SUCESSO ENTRE O HUMANO E A MÁQUINA**

A tecnologia assistiva, ou seja, a RV e RA, continuarão a criar parcerias mutuamente benéficas entre o humano e a máquina, que terão impacto positivos para os fabricantes.

▪ **A IMPRESSÃO 3D ESTÁ A TORNAR A PRODUÇÃO MAIS RÁPIDA E BARATA**

Os fabricantes beneficiarão de uma produção mais rápida e barata como resultado da impressão 3D. Torna a prototipação mais rápida, poupando assim eficazmente os custos para os criadores de produtos quando estes os testam. Além disso, permite que os fabricantes produzam itens por encomenda, em vez de os terem de fabricar e guardá-los num armazém.

- **A RELOCALIZAÇÃO CONTINUADA ESTÁ A LEVAR A UM AUMENTO DE PRODUTOS FABRICADOS**

A relocalização – trazer as operações de volta para o local de origem – está-se a tornar algo cada vez mais comum entre os fabricantes. Há muitos fatores que contribuem para a relocalização. Primeiro, as economias de muitos dos países que recebem as empresas deslocalizadas estão a crescer, o que faz com que os seus habitantes tenham melhores salários. Segundo, nos países onde a mão de obra continua barata, as infraestruturas normalmente não conseguem suportar as operações complexas de fabrico. Em último lugar, os custos de transporte estão a aumentar cada vez mais.

- **ENCONTRAR TRABALHADORES COM EXPERIÊNCIA EM TECNOLOGIA SERÁ UM DESAFIO**

À medida que os fabricantes dependem cada vez mais da tecnologia, necessitam em igual medida de contratar trabalhadores que sejam experientes nessa área. O problema é não haver trabalhadores aptos em número suficiente para preencher as vagas de trabalho. Para preencher este vazio, os fabricantes têm de fazer duas coisas:

- Formar os trabalhadores já contratados para realizarem tarefas especializadas;
- Encontrar maneiras de tornar o seu negócio apelativo a programadores informáticos, criadores de apps, cientistas de dados, especialistas em impressão 3D e outros profissionais altamente treinados.

A manufatura avançada fornece produtos inteligentes que são especializações de produtos híbridos com concretizações físicas de categorias de produto e descrições digitais de produto que providenciam as seguintes características:

- Situado: reconhecer e processar contextos situacionais e comunitários;
- Personalizado: tecer à medida das necessidades e afetos dos compradores e clientes;
- Adaptável: mudar de acordo com as respostas e tarefas dos compradores e clientes;
- Proativo: tentar antecipar os planos e intenções dos compradores e clientes;
- Consciente do negócio: ter em conta o negócio e os constrangimentos legais;
- Consciente da localização: considerar o desempenho funcional e a escolha de locais restritos;
- Capaz de estar em rede: capacidade de comunicar e agrupar (produtos em pacotes) com outros produtos (negócio) ou conjuntos de produtos.

O panorama dos produtos inteligentes coloca questões relevantes a várias áreas de investigação, incluindo marketing, engenharia de produto, ciência informática, inteligência artificial, economia, ciências da comunicação, economia dos media, ciência cognitiva, psicologia do consumo, gestão da inovação e muito mais.

## Exemplos de boas práticas em empresas

- 4 de junho de 2019 – O Laboratório de Manuseio, Montagem e Pneumática da Faculdade de Engenharia Mecânica (Universidade de Ljubljana) abriu o centro de demonstração Fábrica Inteligente, a única deste género no centro de Eslovénia. Foi feita paralelamente com o programa GOSTOP, o maior Programa de Especialização Inteligente S4, que lida com fábricas inteligentes na Eslovénia. A ideia de um centro de demonstração segue a linha da ideia fundamental da especialização inteligente S4, a de introduzir e demonstrar o uso inovador das tecnologias 4.0, e o conceito de fábrica inteligente num ambiente industrial real. <https://www.kolektor.com/en/about-us/media/news/opening-of-the-first-demo-smart-factory-in-slovenia-2019-06-06>



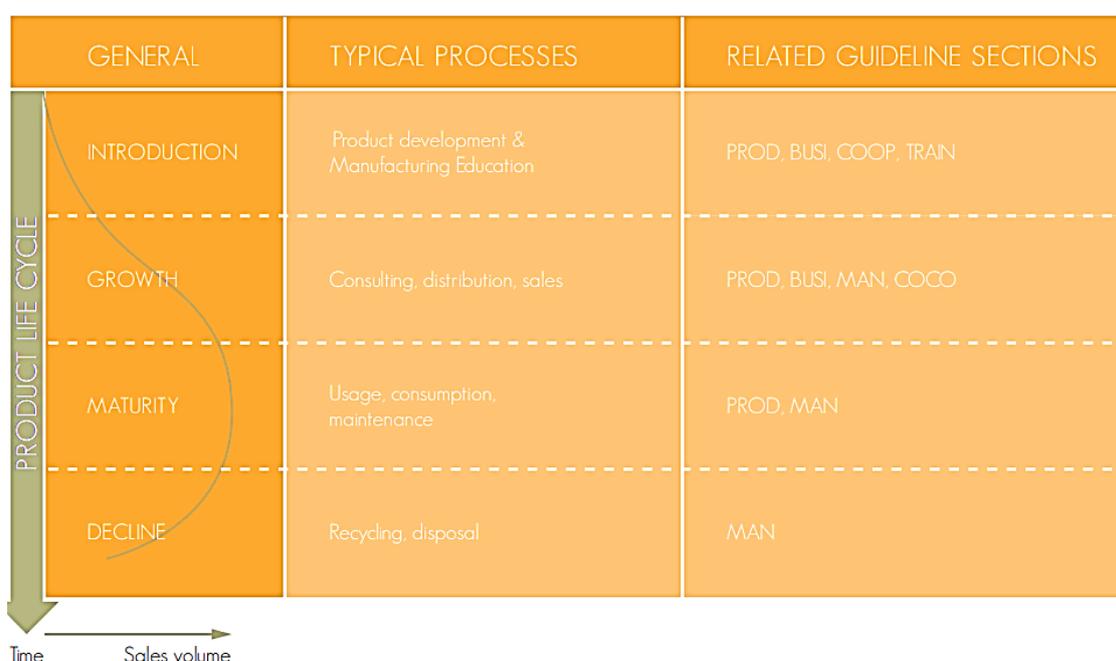
Imagem 5 – Centro de demonstração Fábrica Inteligente

- Empresa Gorenje – Fornece a Indústria 4.0  
<https://www.gorenjegroup.com/si/za-medije/novice/2018/02/7957-Industrija-4-0-in-pametne-tovarne-Smo-ze-tam>
- Bons exemplos de Indústria 4.0  
<https://www.diginnobsr.eu/industry-4-0-best-practice>

## Subunidade 1.2: Tecnologias de produto

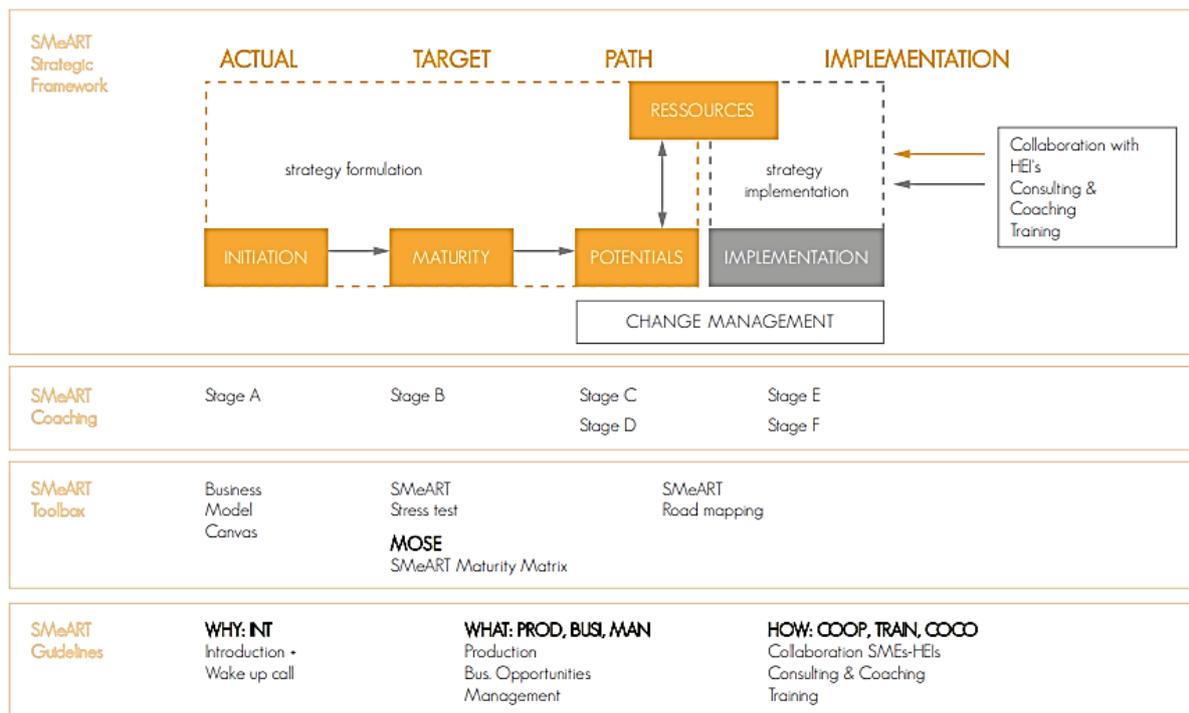
Os mercados digitais modernos são caracteristicamente muito complexos, o que faz com que seja difícil para as empresas manter a sua posição competitiva durante um longo período. Um potencial cliente tem a oportunidade de escolher a partir de uma vasta gama de produtos e serviços, disponíveis mundialmente, e com uma qualidade, preço e acessibilidade cada vez melhores (cf. Becker et al., 2004 p.393) (cf. Grundig, 2018 p.13). Empresas de todas as dimensões enfrentam os requisitos de mercado ao longo do ciclo de vida dos seus produtos e serviços. De acordo com vários artigos científicos, a Indústria 4.0 contém a capacidade de resolver a maioria das dificuldades conhecidas nas áreas relevantes, acrescentando também valor às empresas.

Com estas diretrizes da SMEART, os conceitos, processos e tecnologias relacionados com Engenharia Inteligente necessários para uma implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 nas PME são apresentados em dois níveis interligados: por um lado, o nível acima do ciclo de vida; por outro, os conceitos, processos e tecnologias necessários são fornecidos pelo Modelo de Treino e Colaboração SMEART introduzido de seguida.



**Imagem 6 – O ciclo de vida SMEART de um produto: relação entre o ciclo de vida geral de um produto, os processos típicos, e as secções relacionadas destas diretrizes**

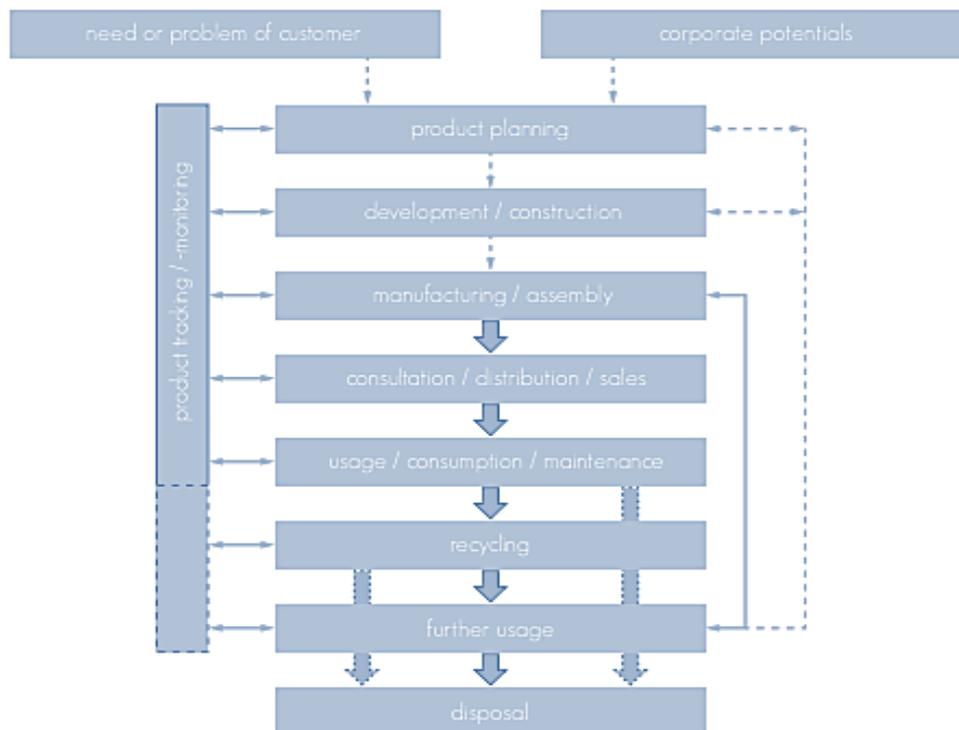
O Modelo de Treino e Colaboração SMeART ajuda o processo geral de apoio às PME no seu caminho para se tornarem digitais. Ao mesmo tempo, o modelo providencia uma estrutura clara das ferramentas e medidas providenciadas pelo projeto SMeART. O Modelo de Treino e Colaboração SMeART baseia-se no quadro estratégico SMeART. Adicionalmente, os instrumentos dos recursos SMeART que contêm o modelo relacionam-se com diferentes etapas dos vários processos de treino e consultoria.



**Imagem 7 - O Modelo de Treino e Colaboração SMeART**

### 1.2.1 Desafios durante o ciclo de vida do produto

O ponto de partida de cada produto novo é uma ideia, que emerge das necessidades, problemas ou tendências e desenvolvimentos num mercado, ou segmento de mercado específico (cf. Grote et al., 2014 p.1). Devido à grande variedade de diferentes empresas disponibilizarem produtos similares, um dos elementos-chave para o sucesso económico é um pleno entendimento e satisfação das necessidades do cliente através de uma adaptação flexível aos requisitos, produtos e processos (cf. Becker et al., 2004 p.393). Assim, o primeiro grande desafio para uma empresa de manufatura é reconhecer ou, melhor, antecipar as vontades dos seus clientes e reagir a estes pedidos num curto período.



**Imagem 8 – Ciclo de vida dos produtos**

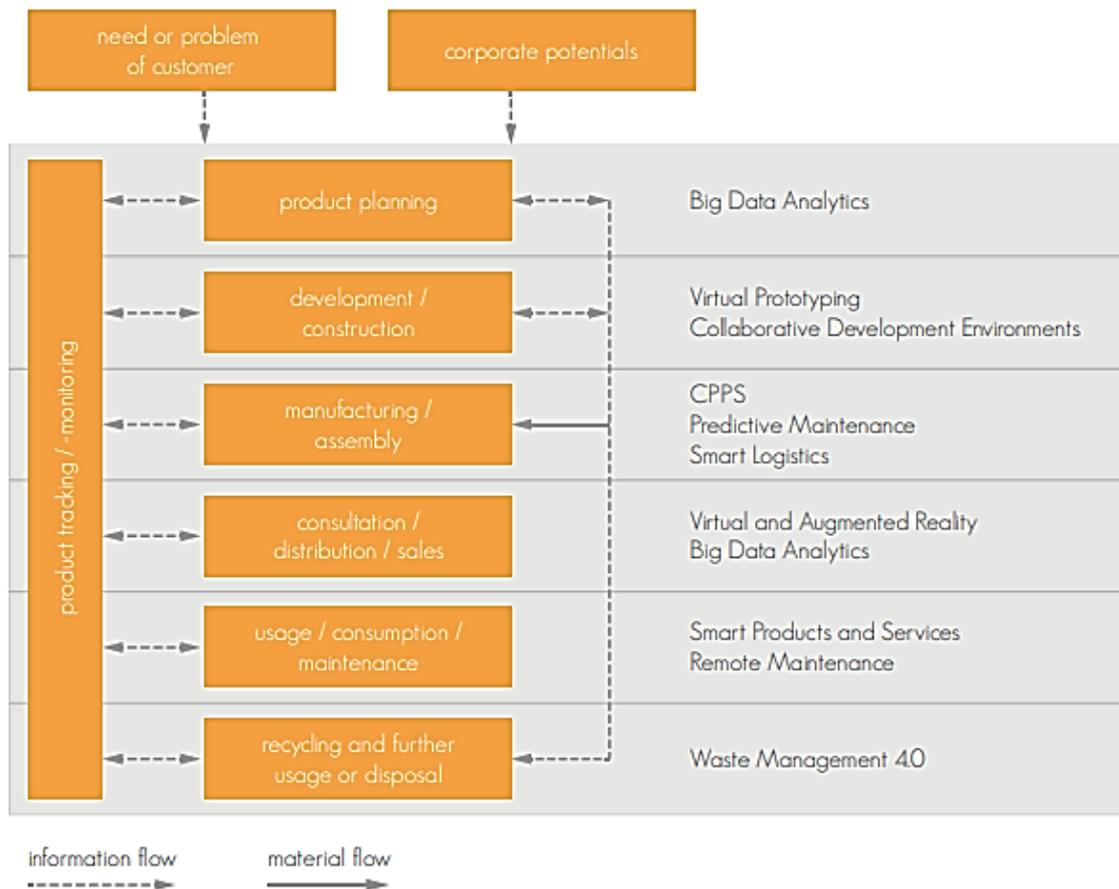
De uma maneira geral, as empresas inteligentes estão a enfrentar vários desafios ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço: os requisitos de tempo, preço, qualidade, sustentabilidade e serviço aumentaram nos últimos anos. Além disso, as flutuações na procura e a preferência por produtos personalizados requerem um alto nível de flexibilidade e capacidade de resposta dos processos ao longo de toda a cadeia de fornecimento, nível esse que não pode ser concretizado com os sistemas de produção contemporâneos. Estas falhas e dificuldades dos sistemas de produção são o ponto onde a Indústria 4.0 entra. Na literatura científica, a introdução da I4.0 não é discutida enquanto possível solução para lidar com todos estes desafios, mas sim enquanto fator obrigatório para as empresas de manufatura conseguirem assegurar sobrevivência económica (cf. Roth, 2016a p.13 f.). Com base nas suas várias características, a Indústria 4.0 abre completamente novas oportunidades para empresas de todos os tamanhos e tipos de indústria. Ao olhar-se para trás, para o ciclo de vida dos produtos, o primeiro desafio para as empresas foi o rápido e eficiente desenvolvimento de produtos que conseguem satisfazer as necessidades e desejos dos clientes-alvo. Primeiro, a I4.0 permite a inovação de produto, o que pode oferecer grande valor para os clientes. Neste contexto, o conceito Internet-das-coisas é frequentemente usado para descrever objetos ligados à Internet com identificação e sensores. Para além das inovações de produto, as empresas conseguem lucrar através da poupança de tempo e custos durante os processos de desenvolvimento. Por exemplo, as tecnologias de realidade aumentada podem ser uma boa oportunidade para aumentar a eficácia durante esta etapa. Permite a conceção virtual de protótipos e a mudança virtual das características do produto, tais como as cores ou materiais, e a introdução virtual de funcionalidades sem custos adicionais de material ou fabrico. Adicionalmente, todas as mudanças podem ser documentadas automaticamente, sendo transparentes (cf. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017c p.127 f.)

## 1.2.2 Aplicações da Indústria 4.0 durante o ciclo de vida do produto

Apesar de muitos autores frisarem o potencial da I4.0 para melhorar os processos durante todo o ciclo de vida do produto, muitos artigos apenas se focam em subsetores específicos, tais como logística (cf. Bousonville 2017) ou processos de manufatura (cf. Spath et al. 2013). Assim, esta secção tem como objetivo compilar as possíveis aplicações da I4.0 durante todo o ciclo de vida do produto, a partir de várias publicações.

Graças à variedade de tecnologias emergentes e às suas capacidades muito abrangentes, a seguinte compilação não tenta cobrir todas as possíveis aplicações. Mais do que isso, tem como objetivo providenciar uma visão geral concisa a leitores interessados e encorajar uma pesquisa mais aprofundada.

O ponto de partida de cada inovação de produto bem-sucedida é uma ideia. A ideia pode surgir dos requisitos ou problemas de um mercado, ou segmentos de mercado, específico (cf. Grote et al. 2014, p.1). Os investigadores e gestores dizem-nos que os Megadados são atualmente “um forte impulsor de inovação e uma fonte essencial para criação de valor” (Tan et al. 2015, p.223). Os Megadados podem ser usados para obter informações referentes a tendências modernas e futuras, e podem ajudar as empresas a ganhar uma melhor “compreensão dos seus produtos, clientes, e mercados, o que é crucial à inovação” (Tan et al. 2015, p.224). Já existem no mercado várias soluções a partir de Megadados, que conseguem analisar dados automaticamente, tais como transações e interações dos clientes, conteúdo gerado pelo utilizador ou dados de redes sociais, podendo assim apoiar as empresas a gerar ideias para inovações (cf. Markl et al. 2013, p.11). Até agora, transformar estas ideias num produto viável requer várias atividades que consomem tempo e dinheiro, tais como testes de viabilidade, estudos de conceito e a criação e teste de vários protótipos (cf. Cooper und Centre 1980, p.27 f.).



**Imagem 9 – Ciclo de vida do produto com fluxos**

Óculos inteligentes conseguem mostrar informação relevante, como por exemplo dados do processo, documentação técnica, regras de manutenção ou instruções de reparação, aumentando assim a eficácia e qualidade dos processos através de apoio personalizado aos trabalhadores. No caso de falha do sistema, o campo visual do utilizador dos óculos inteligentes pode ser transmitido diretamente para o serviço de assistência do fabricante do equipamento afetado, que depois poderá transmitir o melhor apoio possível e aumentar a rapidez do processo de manutenção (cf. Bauernhansl et al. 2014, p.488). Exosqueletos inteligentes, tais como os Robô-Mates, podem ser usados por trabalhadores que estejam a desempenhar atividades fisicamente extenuantes. Os sensores integrados registam a pressão física, e o exosqueleto redistribui as cargas pesadas da área dos ombros para o corpo todo. Como resultado, até as tarefas mais desgastantes podem ser executadas mais eficazmente. A pressão física diminui e a saúde dos trabalhadores melhorará a longo prazo (cf. Fraunhofer IAO 2015). A junção das várias tecnologias da I4.0 possibilita soluções inovadoras com a capacidade de aumentar toda a produção.

### 1.2.3 Exemplos de produtos inteligentes

“A Indústria Inteligente digitaliza e integra processos ao longo de toda a organização, desde o desenvolvimento do produto até à venda, através da manufatura, logística e serviço. Todos os dados sobre vendas, processos de operação, eficácia de processo e gestão da qualidade, assim como planeamento de operações, estão disponíveis em tempo real, suportados por sistemas TIC e software (Realidade Aumentada), e otimizados numa rede integrada. Ao integrar novos métodos de recolha e análise de dados, as empresas conseguem gerar dados sobre o uso do produto e aprimorar os produtos de forma a irem ao encontro do maior número de necessidades dos clientes-finais” (PWC, 2016a).

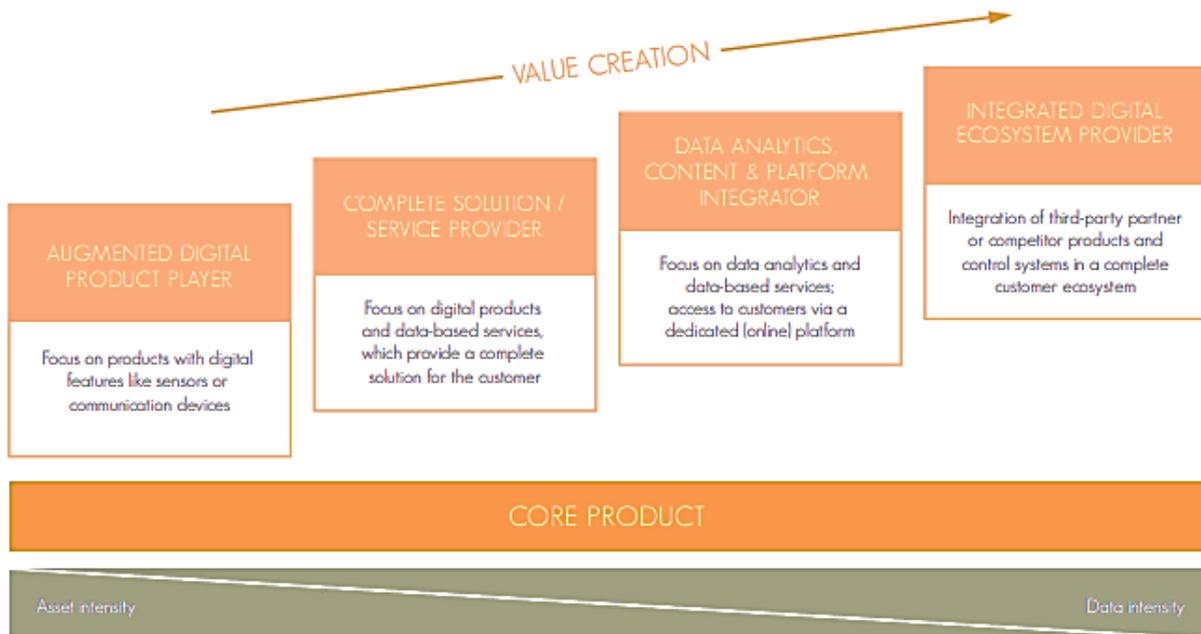
Pode-se tornar os produtos mais inteligentes através de:

- Adicionar características digitais a produtos já existentes (tais como câmaras e sensores e aparelhos de comunicação, ligando-os);
- Combinar produtos digitais e serviços (bases de dados), oferecendo soluções aos clientes;
- Usar análise de dados para criar produtos-enquanto-serviços, e criar uma plataforma online para o cliente aceder a conteúdos e serviços de bases de dados;
- Integrar dados externos e produtos e serviços de outras empresas no próprio portfólio e plataforma de forma a não sobrecarregar o cliente. Isto significa cooperação com outros fornecedores e/ou integração de cadeias de fornecimento, construindo um ecossistema centrado no cliente.

Na indústria, são aplicados muitos métodos de melhoria que providenciam fluxo e mudança (Lean Production ("Manufatura Esbelta"), 6 Sigma, COT "Carbono Orgânico Total", QRM "Produção de Resposta Rápida", TPM "Manutenção Produtiva Total", Ágil, Certo à Primeira, Mapeamento de Fluxo de Valor, etc.). O QRM e o Lean, por exemplo, são métodos para reduzir falhas no escritório e nos processos de produção. No QRM, o objetivo principal é conseguir qualidade com uma grande garantia de entrega, apesar de grande variação nas encomendas. No Lean, a ênfase está em reduzir ou eliminar desperdício na produção. Com ambos os métodos, haverá menos falhas e menos custos, através da eficácia.

De forma a conceber, produzir e entregar produtos feitos à medida de uma forma mais rápida, é essencial mudar de um processo ETO (Engineering-to-Order, ou Engenheiro de Pedidos) para um CTO (Configure-to-Order, ou Configurar Pedidos). Enquanto o ETO obriga-o a criar cada encomenda ‘de raiz’, o CTO compila cada encomenda a partir de um alicerce já definido. Ao variar nos alicerces-padrão, tais como hardware, software, eletrónica, mas também nos alicerces operacionais, tais como sistemas de produção e recursos, os clientes terão soluções feitas à medida através de uma rota-padrão. As vantagens são melhores produtos, menos erros, menor tempo no mercado, mais tempo para inovação e menos custos (Cadac Group-Create, manage & Information, 2017).

Industrial companies are moving towards greater digital value creation, from augmented products to serving digital ecosystems



**Imagem 10 – Propostas de Valor Digital**

De acordo com o nosso inquérito, o uso de Desenho Assistido por Computador (CAD) é muito comum. Configuradores automáticos de produto são muito menos usados [link Q43&Q65]. Verificadores automáticos de qualidade de produtos dificilmente são implementados por PME (link Q49&Q71). Para além do já mencionado CAD, as empresas inteligentes usam toda uma variedade de Tecnologias Assistidas por Computador (CAx) para design, análise e manufatura de produtos como Manufatura Assistida por Computador (CAM) e Engenharia Assistida por Computador (CAE).

# Referências

## Websites

Irishmedtechskillnet.ie. (2019). [online] Disponível em:

[https://www.irishmedtechskillnet.ie/Sectors/IMDA/IMDA.nsf/vPages/Key\\_themes~Manufacturing~manufacturing-4.0-and-additive-manufacturing-reports/\\$file/02-amt-new-manufacturing-engineering\\_en.pdf](https://www.irishmedtechskillnet.ie/Sectors/IMDA/IMDA.nsf/vPages/Key_themes~Manufacturing~manufacturing-4.0-and-additive-manufacturing-reports/$file/02-amt-new-manufacturing-engineering_en.pdf)

[Visualizado a 22 Set. 2019].

Bogges, M. and Bogges, M. (2019). *10 Trends that Will Dominate Manufacturing Trends in 2019*. [online]

Hitachi Solutions. Disponível em: <https://us.hitachi-solutions.com/blog/top-manufacturing-trends/>

[Visualizado a 18 Set. 2019].

Wilsoncenter.org. (2019). [online] Disponível em:

[https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging\\_Global\\_Trends\\_in\\_Advanced\\_Manufacturing.pdf](https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf)

Visualizado a 18 Set. 2019].

Als2018.com. (2019). [online] Disponível em:

[https://www.als2018.com/pdf/ALS2018%20ppt\\_5.6%20Thriving%20in%20Industry%204.0%20-%20The%20Festo%20Way.pdf](https://www.als2018.com/pdf/ALS2018%20ppt_5.6%20Thriving%20in%20Industry%204.0%20-%20The%20Festo%20Way.pdf) [Visualizado a 22 Set. 2019].

SMeART University-Business Cooperation Model and Guidelines. (2020) Disponível em:

[http://www.smart.eu/en/results/handbook-smart/SMeART\\_Handbook\\_2019\\_web\\_EN.pdf](http://www.smart.eu/en/results/handbook-smart/SMeART_Handbook_2019_web_EN.pdf)

## Vídeos

Tendências globais da Indústria 4.0

<https://www.youtube.com/watch?v=VhqMyZMws3Q>

O que é manufatura inteligente?

[https://www.youtube.com/watch?v=EV1Ygw6\\_rCs](https://www.youtube.com/watch?v=EV1Ygw6_rCs)