



SHIFT2

FUTURE

GUIÃO DE APOIO

AO BENCHMARKING E IDENTIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. OS DESAFIOS DA TRANSIÇÃO DIGITAL	4
3. BENCHMARKING INTERNATIONAL	6
AERONÁUTICA E AUTOMÓVEL.....	12
METALOMECÂNICA E MOLDES.....	14
AGROALIMENTAR.....	17
CALÇADO/TÊXTIL.....	19
CERÂMICA / VIDRO / PEDRA.....	23
4. GUIA PARA A REALIZAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO	25
5. CONCLUSÕES.....	28

SHIFT2

1. INTRODUÇÃO

A iniciativa SHIFT2Future visa apoiar e acelerar a transição das empresas para a economia 4.0, capacitando os empresários com o conhecimento e ferramentas úteis, que lhes permitam enfrentar e ultrapassar os desafios da digitalização. Este projeto inclui as seguintes ações:



Sensibilização,
Formação &
Capacitação



Diagnósticos
SHIFT04.0



Boas Práticas &
Benchmarking



Roadmaps & Outras
Ferramentas de Apoio



Comunicação &
Disseminação do
Projeto

O presente documento visa dar resposta à ação “Boas Práticas & Benchmarking”, através do desenvolvimento de um guião de apoio à elaboração de casos de estudo, junto de um *Focus Group* de empresas, com o objetivo de identificar denominadores comuns, boas práticas e benchmarkings, essenciais para a definição de roteiros que acelerem a transição digital nas empresas.

2. OS DESAFIOS DA TRANSIÇÃO DIGITAL

Hoje impõe-se às empresas assumirem um mandato de diferenciação, crescimento, expansão e internacionalização, através do desenvolvimento de modelos de negócio ambiciosos.

Para tal, é fundamental que sejam capazes de definir uma estratégia que preconize a eficiência, a sustentabilidade e a responsabilidade social, através da adoção dos princípios da Indústria 4.0 e do novo paradigma de Sociedade 5.0, quer no seu ecossistema empresarial (vertente interna), quer nos seus utentes, clientes, consumidores, fornecedores e parceiros (vertente externa), trazendo as pessoas para o centro desta mudança, contribuindo para a melhoria da sua qualidade de vida.

O alcance desta visão e objetivos só será possível com a capacitação das empresas e suas equipas com ferramentas de gestão estratégica e operacional que agilizem o trabalho, contribuam para a sua segurança e bem-estar, e transformem a informação contida nos dados, medidos em toda a cadeia de valor, em conhecimento e valor, contribuindo assim para o conceito de organização super-humana, inteligente, conectada, eficiente e sustentável.



O conceito de Sociedade 5.0 foi lançado pelo Japão em 2017 com o intuito de “posicionar o ser humano no centro da inovação e da transformação tecnológica”, desafiando as empresas a focarem os seus processos, produtos e serviços nas necessidades das pessoas, através de uma profunda integração de tecnologias, como a inteligência artificial, a robótica, a Big Data, entre outras.

Segundo Klaus Schwab (2017) no seu livro “A Quarta Revolução Industrial”, os fatores que ditarão mudanças drásticas nas empresas são: a **velocidade** (tudo acontece a um ritmo muito mais rápido), a **abrangência** e a **profundidade** (há muitas mudanças radicais a acontecer em simultâneo e a completa transformação de sistemas).

Partindo destas premissas e conciliando os conceitos de Indústria 4.0 e Sociedade 5.0, os desafios que se impõem às empresas serão por exemplo:

- Desenvolver uma cultura contínua de inovação, capaz de gerar valor diferenciador para o mercado, de forma rápida e incisiva.
- Definir uma estratégia que envolva, desde muito cedo, as pessoas no processo de mudança e que conduza a uma solução integrada de gestão das operações, da informação e do conhecimento.
- Implementar, com recurso à integração entre sistemas, digitalização de operações, automação e IoT (Internet of Things), um modelo de “Smart Factory”, que assegure a eficiência e o fluxo contínuo de informação, produtos e materiais somente através de tarefas de valor acrescentado.
- Desenvolver um sistema de Business Intelligence para explorar a Big Data através de uma visualização analítica dos dados e dos indicadores de desempenho (KPIs), que pode integrar modelos

predictivos em situações correntes e pontuais, associados a regras de alarmística de suporte à operação.

- Promover a programação de lógicas implícitas de negócio que estão apenas “na cabeça das pessoas” em algoritmos que tornem explícito esse conhecimento.
- Garantir a rastreabilidade de riscos de segurança na sua rede global, através da adoção de sistemas de cibersegurança.
- Ter a noção dos custos fixos e anuais que decorrem da implementação de uma estratégia de digitalização, bem como da equipa necessária para a gerir.
- Identificar os requisitos da infraestrutura tecnológica a adotar.
- Capacitar as pessoas para a implementação destas mudanças.

Compreender que esta revolução implica uma mudança de atitude e a clara perceção de que vivemos num mundo global, interligado e radicalmente aberto, onde a única certeza é a incerteza e a fonte adquirida de vantagem competitiva é o conhecimento, é o ponto de partida para se “fazer acontecer”.

3. BENCHMARKING INTERNATIONAL

O modelo tradicional de produção implica longas etapas de concepção e desenvolvimento de produtos, que geralmente implicam protótipos físicos e uma produção assente em tarefas manuais de montagem, desmontagem e manutenção, com o registo das ações de controlo em papel e folhas de Excel, prejudicando fortemente a eficiência, a rentabilidade e a capacidade de inovação.

Com o desenvolvimento da tecnologia e o acesso simples a sensores de IoT (*Internet of Things*), serviços Cloud, sistemas de informação que permitem um planeamento, gestão e análise inteligentes das operações e com interfaces adaptáveis, passou a ser possível implementar soluções, com atrativas relações de custo-benefício, para a transformação digital das empresas.



As estratégias de digitalização consistem em partir de uma análise de requisitos industriais para propor um conjunto de funcionalidades digitais capazes de suprir necessidades específicas, mas também de fornecer vantagens valiosas para a competitividade e a sobrevivência futuras das empresas. Esta abordagem, que contempla uma vertente de mudar práticas intensivas em mão-de-obra manual e sem valor agregado por configurações de manufatura digital, como a sensorização remota e a monitorização em tempo real, tornou-se numa realidade cada vez mais comum e standard na Indústria 4.0.

A prototipagem é, neste contexto, um claro exemplo de como o caminho trilhado nos últimos anos deve-se à evolução tecnológica da realidade virtual, que permite testar produtos e processos de fabrico para se detetarem oportunidades de melhoria e falhas críticas, antes da sua produção física. As equipas de engenharia podem, num ambiente de realidade virtual, transpor informação geométrica e física de vários componentes fornecidos por sistemas CAD, para terem uma imagem realista do produto e do modelo digital 3D.

Apesar de as estratégias de transformação digital serem diversas e estarem em constante evolução neste paradigma da Indústria 4.0, o objetivo de analisar o desempenho global da produção é comum a todos os setores que procuram superar com agilidade ocorrências, anomalias e deficiências em processos tradicionais de conceção e fabrico. Importa destacar que a tecnologia que caracteriza a Indústria 4.0, especialmente os Sistemas de Produção Ciber-Física (CPPS, *Cyber-Physical Production Systems*), prevê e possibilita fábricas inteligentes adaptáveis e capazes de reagir rapidamente a mudanças provenientes quer de fatores internos (como falhas de máquinas), quer de fatores externos (como tendências de mercado, pedidos de última hora de clientes, reclamações, entre outros).

Deste modo, a análise de casos de estudo de diferentes áreas permite identificar as melhores práticas implementadas na Indústria 4.0 e ajustá-las para outras realidades e objetivos. Nesta secção, procurou-se mapear o seu estado da arte nas conceituadas bases científicas Web of Science e Scopus, com o objetivo de identificar os casos de estudo internacionais sobre processos de transformação digital em empresas pertencentes às áreas industriais da aeronáutica e automóvel, metalomecânica e moldes, agroalimentar, calçado/têxtil, e cerâmica/vidro/pedra.

A pesquisa foi realizada com base nos seguintes termos 'digital transformation' and 'case study' and 'aeronautics' or 'automotive' or 'metal' or 'mechanics' or 'molds' or 'agro-food' or 'footwear' or 'textile' or 'ceramics' or 'glass' or 'stone'.

Do processo de mapeamento e filtragem, construiu-se um *corpus* de análise constituído pelos 15 artigos mais interessantes e que aportam um maior valor de inovação e de riqueza de dados dos projetos em análise, nomeadamente:

- Ahmad, A., Al-Ahmari, A. M., Aslam, M. U., Abidi, M. H., & Darmoul, S. (2015). Virtual Assembly of an Airplane Turbine Engine. IFAC-PapersOnLine, 48(3), 1726-1731. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.335>
- Alam, S., Tambunan, O., & Shihab, M. R. (2020). The Role of Information Technology Leadership in Information Technology Role Transition from Support to Strategic: Case Study of the National Institute of Aeronautics and Space. In 2020 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI), Bandung, Indonesia. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9264924>

- Alexopoulos, K., Nikolakis, N., & Xanthakis, E. (2022). Digital Transformation of Production Planning and Control in Manufacturing SMEs-The Mold Shop Case. *Applied Sciences*, 12(21), 1-14. <https://doi.org/10.3390/app122110788>
- Beliatas, M. J., Jensen, K., Ellegaard, L., Aagaard, A., & Presser, M. (2021). Next Generation Industrial IoT Digitalization for Traceability in Metal Manufacturing Industry: A Case Study of Industry 4.0. *Electronics*, 10(5), 628. <http://dx.doi.org/10.3390/electronics10050628>
- Choi, K. (2022). 3D dynamic fashion design development using digital technology and its potential in online platforms. *Fashion and Textiles*, 9(9), 1-28. <https://doi.org/10.1186/s40691-021-00286-1>
- González, G. A., Hernández, A. S., Vásquez, M. G., Uribe, J. V., & Avellaneda, A. B. (2022). Sustainable manufacturing in the fourth industrial revolution: A big data application proposal in the textile industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(4), 614-636. <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.3922>
- Guggenmos, F., Häckel, B., Ollig, P., & Stahl, B. (2022). Security First, Security by Design, or Security Pragmatism – Strategic Roles of IT Security in Digitalization Projects. *Computers & Security*, 118, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2022.102747>
- Hamzaoglu, B., Özkar, M., & Aydın, S. (2022). Towards a Digital Practice of Historical Stone Carvings. In B. Pak, G. Wurzer, & R. Stouffs (Eds.), *Co-creating the Future: Inclusion in and through Design - Proceedings of the 40th Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe* (pp. 227–234). http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaade2022_396
- Margherita, E. G., & Braccini, A. M. (2020). Industry 4.0 Technologies in Flexible Manufacturing for Sustainable Organizational Value: Reflections from a Multiple Case Study of Italian Manufacturers. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10047-y>
- Moeketsi, T., & Letaba, P. (2022). Leapfrogging pathway for fourth industrial revolution: A case of process innovation within an automotive subsidiary firm. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 33(4), 81-93. <https://doi.org/10.7166/33-4-2684>
- Moral, A. M., Jurado, E. B., Uclés, D. F., Viruel, M. J., & Poyatos, R. P. (2020). Cooperativismo de segundo grado y adopción de las TIC. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa*, 100, 67-85. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.100.17712>
- Mourtzis, D., & Doukas, M. (2014). Knowledge Capturing and Reuse to Support Manufacturing of Customised Products: A Case Study from the Mould Making Industry. *Procedia CIRP*, 21, 123-128. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.03.165>
- Parra, B. B., Cerra, P. P., & Peñín, P. I. (2022). Combining ERP, Lean Philosophy and ICT: An Industry 4.0 Approach in an SME in the Manufacturing Sector in Spain. *Engineering Management Journal*, 34(4), 655-670. <https://doi.org/10.1080/10429247.2021.2000829>
- Yabansu, Y. C., Rehn, V., Hötzer, J., Nestler, B., & Kalidindi, S. R. (2019). Application of Gaussian process autoregressive models for capturing the time evolution of microstructure statistics from phase-field simulations for sintering of polycrystalline ceramics. *Modelling and*

Simulation in Materials Science and Engineering, 27, 1-24.
<https://doi.org/10.1088/1361-651X/ab413e>

- Yu, Z., Zheng, W., Li, Z., Lu Y., Yun, X., Qin, Z., & Lu, X. (2021). Accelerated exploration of TRIP metallic glass composite by laser additive manufacturing. *Journal of Materials Science & Technology*, 78, 68-73. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2020.10.057>

Procura-se reunir, de seguida, na Tabela 1 um resumo dos conceitos, ideias chave e tecnologias que são propostas nos casos de estudo do *corpus* e que são de extrema importância na Indústria 4.0.

Posteriormente, são analisados, em profundidade, benchmarkings das estratégias de transição digital que têm transversalidade aos setores industriais alvo. Para tal, selecionaram-se cinco casos de estudo publicados, entre 2015 e 2022, em revistas e congressos científicos internacionais de prestígio, nomeadamente nas revistas *Applied Sciences*, *Fashion & Textiles*, *Information Systems Frontiers* e *Computers & Security* e no congresso IFAC.

Os artigos escolhidos ambicionam contextualizar de que forma os recentes rumos industriais se apoiam na evolução tecnológica para aumentar a eficiência, inovação e qualidade produtiva e oferecer uma visão abrangente das melhores práticas e estratégias implementadas.

A Tabela 1 resume as ideias chave propostas pelos casos de estudo internacionais analisados, destacando-se tecnologias, ideias e conceitos de relevo na Indústria 4.0.

Tabela 1: Resumo da análise de casos de estudo internacionais de transformação digital.

Caso de Estudo	Sector	Resumo
Mourtzis & Doukas (2014) Beliatas et al. (2021) Alexopoulos et al. (2022) Parra et al. (2022)	 Metalomecânica e Moldes	• Transformação de práticas intensivas em mão-de-obra manual e sem valor agregado em processos digitais e inteligentes, por meio de tecnologias como os sensores de IoT, o planeamento inteligente de produção e a análise de dados. • Integração de tecnologias IoT para rastrear e monitorizar o produto no chão de fábrica ao longo da produção e dos lotes em termos de movimentos específicos, locais, tempo de atividade e tempo de inatividade. • Escolha de soluções de código aberto em ambientes de produção para obter interfaces intuitivas. • Criação de soluções “ad hoc” para digitalização de máquinas com grande variabilidade e idade (máquinas de segunda e terceira mão). • Desenvolvimento e implantação de aplicações de engenharia inteligentes em dispositivos móveis, para registar a informação gerada pelas atividades diárias em tempo real e para criar indicadores de medição de máquinas, pessoas e processos. • Utilização das TICs para incorporar a filosofia Lean. • Combinação das soluções ERP, LMT e TIC para melhorar a eficiência dos processos de produção e criação de valor acrescentado. • Construção de culturas de digitalização, através de ações educativas, para permitir uma transição mais suave para os colaboradores com o mínimo de interrupções nas rotinas diárias de trabalho. • Reutilização do conhecimento interno e de parceiros para apoiar as atividades de conceção e planeamento.

Moral et al. (2020)
Guggenmos et al. (2022)



Agroalimentar

- Construção de uma cultura de trabalho comunicativa e colaborativa baseada nas TIC.
- Identificação e estruturação das áreas relevantes nas quais a organização se deve concentrar na segurança de TI para cumprimento da sua estratégia.
- Avaliação e obtenção estratégica de recursos de segurança de TI em projetos de digitalização, em função de drivers ambientais e organizacionais.

Choi (2022)
González et al. (2022)



Calçado / Têxtil

- Utilização de softwares de CAD 3D para visualizar instantaneamente mudanças dinâmicas, expansivas e versáteis no design de vestuário.
- Simulação virtual de elementos como padrões, cores, texturas, entre outros, sem a necessidade de amostras físicas.
- Eficiência dos processos de desenvolvimento e da qualidade de produtos.
- Desenvolvimento de modelos industriais assentes na Big data para as fases de planeamento, desenho e estruturação, para auxiliar a tomada de decisão, otimização de tempo e custos e mitigação dos impactos ambientais associados.

Yabansu et al. (2019)



Margherita & Braccini (2020)

Cerâmica /

Yu et al. (2021).

Hamzaoğlu et al. (2022)

Vidro / Pedra

- Intervenção humana direcionada para a supervisão de operações e para os processos de melhoria contínua.
- Transformação digital e a inovação empresarial para acrescentar valor organizacional sustentável.
- Aplicação de modelos autorregressivos no processo Gaussiano para prever as distribuições de tamanho de grão e poros (evolução de microestruturas) para sinterização de cerâmicas.
- Desenvolvimento de estratégias de alto rendimento através da técnica LAM (manufatura aditiva a laser), para acelerar o processo de exploração de efeito de plasticidade induzida por transformação (TRIP) em compósitos de vidro metálico a granel (BMGCs).
- Criação de processos digitais para a produção de artesanato, a partir de técnicas baseadas em usinagem CNC de 3 eixos do software CAM.

AERONÁUTICA E AUTOMÓVEL

No setor aeronáutico e automóvel, selecionou-se para análise detalhada um caso de estudo sobre a montagem virtual de um motor de turbina de avião (Ahmad et al., 2015). O projeto apresentado na conferência internacional IFAC explora as vantagens de construir modelos de realidade virtual para a prototipagem virtual de motores de turbina, desde a concepção de peças, passando pela simulação dos movimentos de peças, à verificação do processo de montagem.

A indústria de produção de aeronaves esforça-se por ser altamente eficiente e rentável, aplicando estrategicamente a tecnologia como forma de reduzir o tempo e os custos de desenvolvimento e de produção de produtos. Ainda assim, Ahmad e colegas (2015) reconhecem que as tecnologias que permitem avaliar e analisar a montagem virtual ainda não se encontram totalmente utilizadas pela indústria.

Nesse sentido, este caso de estudo apresenta o desenvolvimento de um sistema de montagem interativo e imersivo apoiado pela realidade virtual que contempla todos os componentes de um motor de turbina para aviões.



Neste projeto, a turbina de gás é o motor de combustão interna que utiliza o ar como fluido de trabalho. O motor extrai energia química do combustível e converte-a em energia mecânica. Utiliza, de seguida, a energia gasosa do fluido de trabalho (ar) para acionar o motor e a hélice que propulsam o avião. São ainda elementos do motor de turbina de avião:

- Sistema de ventiladores: aspiram e comprimem o ar na parte da frente do motor. Parte contorna o núcleo do motor para auxiliar o impulso deste.
- Compressor: fornece o ar a alta pressão para o incinerador. Parte do ar comprimido é utilizado em atividades secundárias de arrefecimento.
- Combustor: o incinerador queima combustível com ar alimentado pelo compressor.
- Turbina: extrai a energia do fluxo de gás quente fornecido pelo incinerador, com o intuito de ativar o sistema de ventilação e o compressor.

O projeto foi implementado em duas fases distintas. Na primeira fase, foi utilizado um conjunto semi-imersivo de realidade virtual para criar um ambiente virtual para o motor de turbina de avião. Constituintes: um ecrã (3,1m x 2,1m), um projetor Christie Mirage (para produzir um ambiente tridimensional imersivo), óculos com obturador ativo (para visualização estereoscópica), uma estação de trabalho Dell Precision T5400, com Intel de 2,33 GHz Processador Xeon e placa gráfica Nvidia FX5800, de 1,5 GB, e um sistema de rastreio por inércia (Intersense IS900, para fornecer dinâmica e medição em tempo real da orientação).

Na segunda fase, o ambiente semi-imersivo ofereceu aos engenheiros uma perspetiva da turbina no digital, permitindo a consequente montagem virtual. Este processo possibilitou que estes profissionais analisassem a conceção e a montagem como no contexto físico. Permitiu, de igual modo, a identificação de características que dizem respeito à deteção de colisão e interferências, bem como a simulação de movimento para validar a montagem.

Com a implementação deste projeto, Ahmad et al. (2015) reconheceram que a integração de tecnologias com realidade virtual aumenta a possibilidade de as organizações conceberem várias e diversificadas soluções tecnológicas, permitindo a rápida deteção de erros.

Nomearam como ganhos a transferência de conhecimento adquirido para todas as fases do desenvolvimento do produto, bem como a redução dos custos associados a erros no processo de montagem.

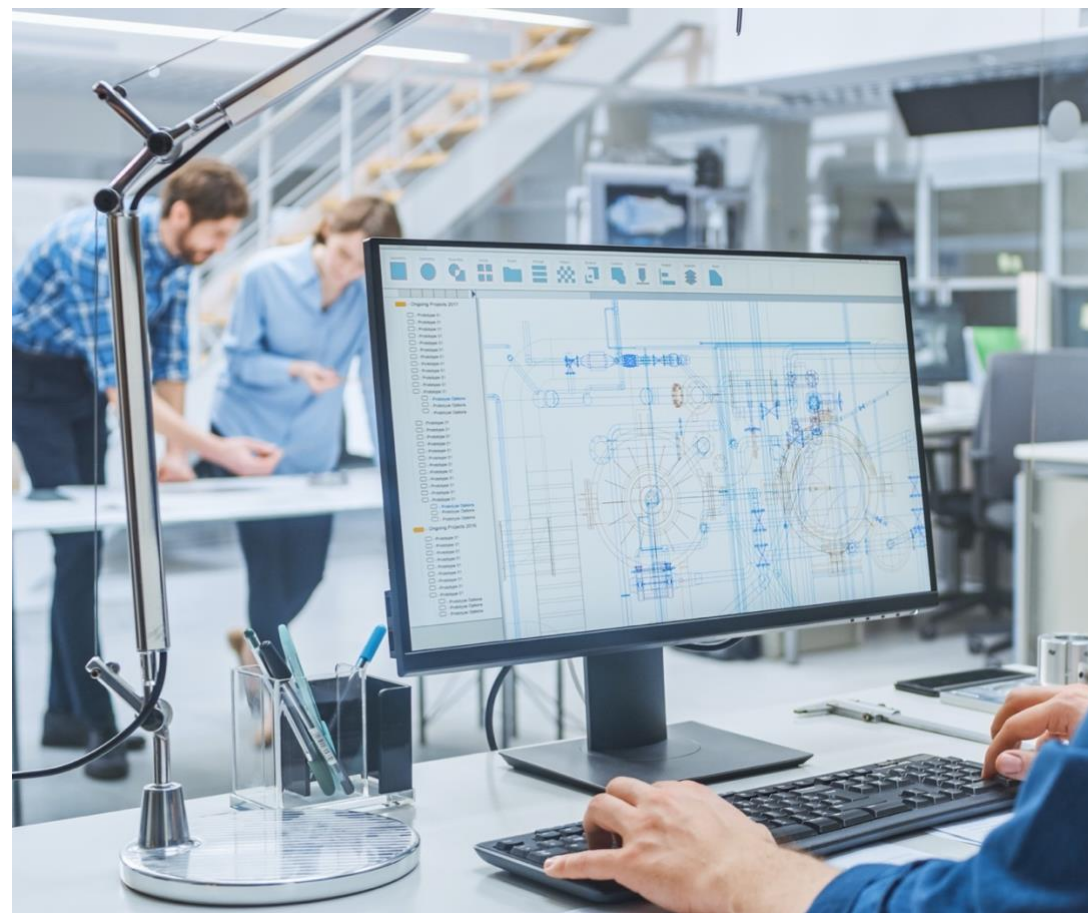
METALMECÂNICA E MOLDES

No setor da metalomecânica e moldes, analisa-se um caso de estudo de transformação digital numa PME que desenvolve e produz moldes (**Alexopoulos et al., 2022**).

Este projeto visou a eliminação de tarefas manuais e de valor não acrescentado, associadas, por exemplo, ao registo de não conformidades (peças não conformes), tempos de produção (essenciais para a determinação do custo de uma peça que integra o molde), através da digitalização do planeamento, gestão e monitorização da produção.

Para tal, foi criada uma infraestrutura de dados industrial que ligou os sensores de IoT presentes nas máquinas a base de dados que servem aplicações, onde é possível avaliar a eficiência e a qualidade das ordens de trabalho.

Deste processo de transição digital resultou uma completa reestruturação da infraestrutura tecnológica de gestão de dados, que foi designada de Backend, e o design de novas aplicações para a gestão ágil das operações no chão de fábrica e que representa a camada de Frontend. A Figura 1 ilustra o âmbito da transição digital descrita neste caso de estudo, que é deveras pertinente para o trabalho a desenvolver no projeto Shift2Future, dada a representatividade da indústria de moldes em Portugal.



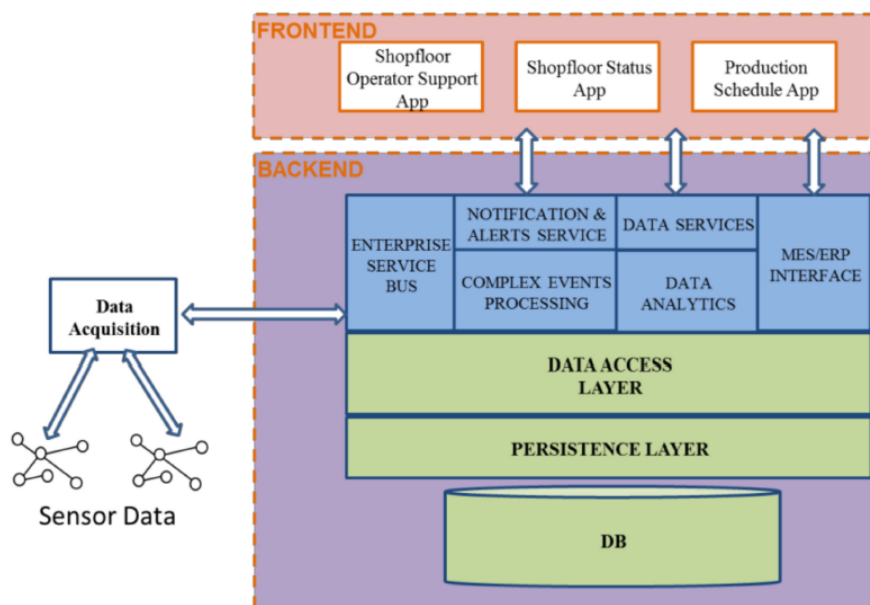


Figura 1: arquitetura da estratégia de digitalização. (Resource Alexopoulos et al., 2022)

Importa descrever as *frameworks* e *stacks* tecnológicas adotadas, dado o risco associado a uma má decisão a este nível, pois caso a camada de dados compreenda falhas ao nível da captação e segurança da informação, tudo o resto fica comprometido.

A componente de “aquisição de dados” é descrita na Figura 2 e compreende a ligação de sensores de IoT através de componentes FIWARE. O ORION Context Broker e o IDAS IoT Agent (JSON-MQTT) foram integrados à solução para gerir o contexto do aplicativo e para mediar os sensores habilitados para MQTT e o agente do contexto, respetivamente. Existem ainda outras duas camadas, a “Camada de Acesso a Dados” e a “Camada de Persistência”, para garantir que os dados são armazenados com segurança e recuperados com eficiência.

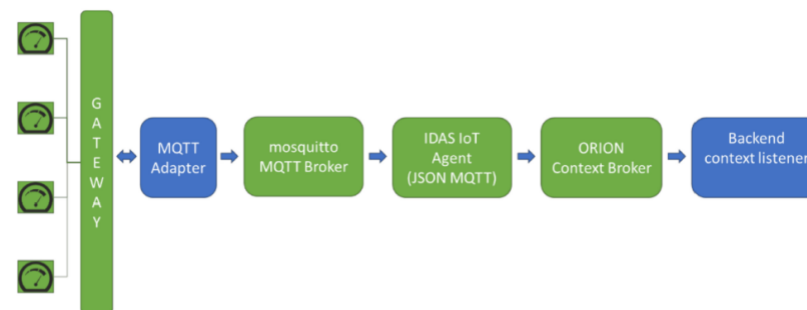


Figura 2: Arquitetura da camada de aquisição de dados, baseada em componentes FIWARE. (Resource Alexopoulos et al., 2022)

A camada de **backend** inclui os seguintes serviços:

- Enterprise Service Bus (ESB): O canal de comunicação que transfere dados do sistema “Data Acquisition” para a “Business Layer”.
- Interface MES/ERP: Uma interface genérica para comunicação com sistemas MES/ERP, disponibilizando uma API que permite programar a produção.
- Serviços de Dados: Este componente fornece a API para aceder aos dados geridos pelo sistema de backend.
- Notification & Alerts Service: Este módulo fornece à camada frontend eventos simples e complexos gerados pelo componente CEP, a partir dos dados IoT.
- Complex Event Processing (CEP): Este componente é conectado ao ESB para recuperar eventos de sensores, e a sua combinação com informações históricas da “Data Access Layer” gera alertas e notificações.
- Data Analytics: Esta funcionalidade compreende os dados que são recolhidos no chão de fábrica (tempos de produção, paragens, defeitos e afins, rastreados à máquina, ao operador e ordem de trabalho), e respetivos data stampings, que alimenta os KPIs empresariais.

A camada de **frontend** inclui as seguintes aplicações:

- Suporte ao Operador de Chão de Fábrica: Este aplicativo é usado para orientar os operadores na realização de tarefas, em função das atribuições do sistema de backend e das ordens de serviço.
- Cronograma de Produção: Este aplicativo cria um cronograma de produção que é fornecido aos serviços do sistema de backend para monitorização.
- Estado do Chão de Fábrica: Este aplicativo disponibiliza aos responsáveis uma visão das atividades do chão de fábrica (localização de produtos, execução de tarefas por máquina/recurso e metadados de produto).

AGROALIMENTAR

Embora a transformação digital preconize o alcance de objetivos como a eficiência operacional e vantagens competitivas, envolve ameaças, sendo a definição de uma estratégia de segurança informática cada vez mais crítica e não pode, de modo algum, ser descurada.

O presente caso de estudo, descrito por Guggenmos et al. (2022), aborda esta questão e no qual é proposto um modelo/checklist para ajudar os empresários a introduzirem a cibersegurança nos projetos de digitalização, sendo identificadas três variantes.

Para a definição deste modelo, os autores efetuaram uma revisão da literatura, conduziram 14 entrevistas junto de experts da indústria, trabalharam de forma iterativa (4 iterações) com 20 experts ou investigadores da indústria e validaram o modelo junto de 3 experts da indústria, através de 2 entrevistas, realizadas em momentos distintos.

Desta avaliação foi possível avaliar o grau de importância que era atribuído a este assunto, as iniciativas em curso e investimentos, bem como constatar que o motivo que sustenta investimentos neste âmbito era comum e estava relacionado com a confidencialidade dos dados.



O modelo proposto (representado na versão original na **Figura 3**) inclui 16 questões, organizadas em dois domínios (organização e projeto) e quatro áreas (gestão interna, standards industriais, mercado & competitividade e tecnologia). Em cada questão são avaliados indicadores como: “Security First (SF)”, “Security by Design (SD)” e “Security Pragmatism” (SP), segundo a escala ordinal: ‘–’, ‘-’, ‘0’, ‘+’, ‘++’.

Domain	Focus Area	No.	Driver	Driver's Relevance	Fit to Alignment Path		
					SF	SD	SP
Organization	Internal Governance	1	To what extent does your organization have a high security awareness and emphasis on IT security in early phases of IT project management?	To be evaluated by applying organization	++	++	-
		2	To what extent does your organization strive to avoid technical debt?		-	++	-
	Industry Standards	3	How strong or critical is your organizations interconnectedness with other organizations (focusing on suppliers (B2B))?		+	++	-
		4	How strong or critical is your organizations interconnectedness with other organizations (focusing on customers (B2B))?		+	++	-
		5	Is there a high level of established industry-wide IT security standards independent of mandatory legal regulations?		++	+	-
		6	Is there a high level of established IT security standards at your project's customer(s) independent of mandatory legal regulations?		++	+	-
		7	How strongly is the particular field (scope of the project) legally regulated in terms of IT security?		++	+	-
		8	How strongly is the operational application at the customer (result of the project) legally regulated in terms of IT security?		++	+	-
Project	Market & Competition	9	To what extent is 'good' IT security presupposed or expected by the project's customers?		++	++	-
		10	To what extent does 'good' IT security within the projects offer you a possible access to new/future markets or customers?		+	0	-
		11	To what extent does 'good' IT security within the projects offer you direct competitive advantages?		++	++	-
		12	How vulnerable is your competitive advantage to IT security incidents?		++	+	-
		13	To what extent does your market position create higher pressure to improve IT security than digitalization?		++	+	-
		14	To what extent do first-mover advantages of innovations outweigh IT security requirements?		-	-	++
	Technology	15	To what extent did IT security incidents revealed your organization's vulnerabilities or attack vectors during the last two years?		++	+	-
		16	How large is the utilization of technologies that are secure by their inherent properties in the project?		++	++	-

Figura 3: Modelo de apoio à introdução nos projetos de digitalização.

As perguntas que integram este modelo são as seguintes:

1. Até que ponto a sua organização tem uma elevada consciência para a cibersegurança e inclui este assunto nos projetos informáticos?
2. Em que medida a sua organização se esforça por evitar lacunas técnicas?
3. Quão forte ou crítica é a interligação da organização com outras empresas (centrando-se nos fornecedores (B2B))?
4. Quão forte ou crítica é a interconectividade da organização com outras empresas (centrando-se nos clientes (B2B))?
5. Existe um elevado nível de normas de segurança de TI estabelecidas em toda a indústria, independentes de regulamentos legais obrigatórios?
6. Existe um elevado nível de padrões de segurança de TI estabelecidos no(s) cliente(s) do seu projeto, independentemente dos regulamentos legais obrigatórios?
7. Até que ponto o campo específico (âmbito do projeto) está regulado legalmente em termos de segurança informática?
8. Qual é a intensidade da aplicação operacional no cliente (resultado do projeto) legalmente regulada em termos de segurança informática?
9. Em que medida é "boa" a segurança informática esperada pelos clientes do projeto? Em que medida é que a "boa" segurança informática dentro dos projetos lhe oferece um possível acesso a mercados ou clientes novos/futuros?

10. Em que medida é que a "boa" segurança informática no âmbito dos projetos lhe oferece vantagens competitivas diretas?
11. Quão vulnerável é a sua vantagem competitiva aos incidentes de segurança informática?
12. Em que medida é que a sua posição no mercado cria maior pressão para melhorar a segurança informática do que a digitalização?
13. Em que medida é que as vantagens de ser o primeiro a chegar ao topo das inovações superam os requisitos de segurança informática?
14. Em que medida é que os incidentes de segurança informática revelaram as vulnerabilidades ou vetores de ataque da sua organização durante os últimos dois anos?
15. Qual é a dimensão da utilização de tecnologias que são seguras pelas suas propriedades inerentes ao projeto?

Segundo os autores, esta ferramenta pode ser utilizada pelas empresas para perceberem como devem incluir a cibersegurança nas suas estratégias e como identificar para cada questão os respetivos requisitos.

CALÇADO/TÊXTIL

No setor do calçado e têxtil, analisou-se um caso de estudo sobre as potencialidades do uso da tecnologia, nomeadamente um sistema de simulação virtual 3D, para desenvolver novos modelos de vestuário, onde é possível testar, de forma dinâmica, diferentes estilos, tamanhos,

cores, padrões, entre outros, e respetiva integração em plataformas de venda online (Choi, 2022).

Para projetar e desenvolver 10 amostras de roupas de moda dinâmicas em 3D, os softwares CLO3D (sistema de vestuário virtual) e Aftereffects (sistema de edição e criação de vídeo) foram usados com o auxílio de um designer de moda e um grupo de artistas gráficos, simulando a sua utilização por avatares virtuais, o que permite ver o efeito da mudança dinâmica nas roupas.

A utilização do software CLO3D permitiu visualizar, instantaneamente e sem qualquer necessidade de amostras físicas, as mudanças expansivas e versáteis na criação dos estilos (design) em avatares. Isto acontece uma vez que, a partir da projeção de um vestido base num avatar, todas as mudanças em padrões 2D, como comprimento, cores, texturas e detalhes são simulados, o que contribui para melhorar a qualidade dos designs, verificar a silhueta e ajustar o processo de desenvolvimento.



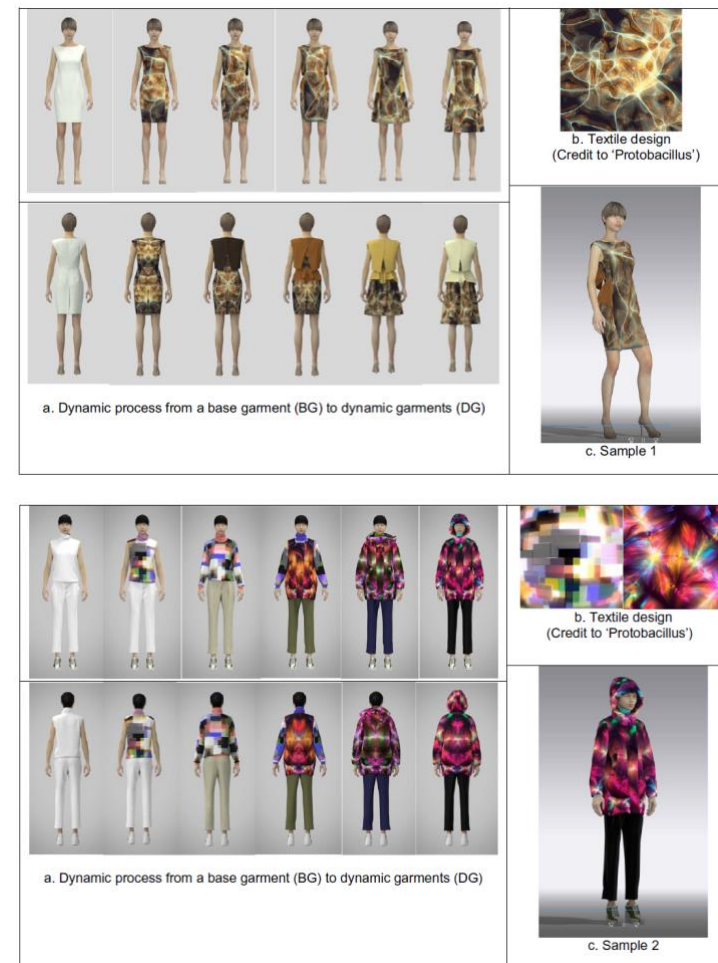
Através do sistema de edição de fotografias Photoshop, as animações GIF de têxteis digitais, produzidas por Protobacillus, foram mapeadas e desmontadas, para se escolherem os melhores materiais a utilizar na base dinâmica, antes de serem transformados, através do CLO3D, em 15 roupas 3D. Para cada peça foram ainda criadas capturas de vídeo com funções de animação, na plataforma giratória de raios V (funcionalidade do sistema CLO3D).

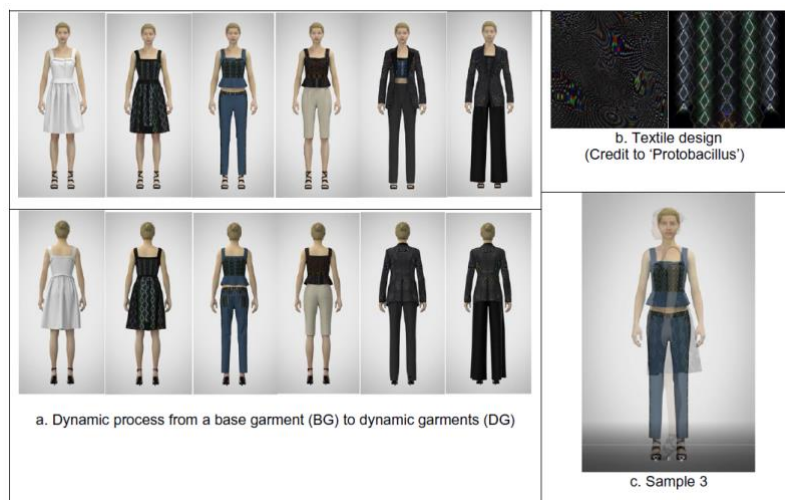
Importa referir que todas as capturas de vídeo foram combinadas para formar um grupo de vídeos no Aftereffects. Editado por vários efeitos de Aftereffects, obtiveram-se modelos de roupa dinâmica em 3D.

Na segunda fase deste estudo, foram realizadas entrevistas a vários *focus group* constituídos por designers de moda e especialistas do universo digital para se avaliar o potencial de conceção e desenvolvimento de vestuário em 3D de forma dinâmica e para se identificarem tendências socioculturais e industriais decorrentes desta evolução.

A maioria dos participantes destacou que os avatares dos atuais sistemas de simulação virtual 3D ainda não são adequados para projetar e vender roupas na indústria. Se, por um lado, não permitem obter as expressões faciais e a precisão de tamanho pretendidas, por outro lado, os próprios clientes tendem ainda a privilegiar ver as roupas em modelos, em detrimento dos que são apresentados em avatares, que não logram verossimilhança.

A Figura 4 ilustra alguns dos exemplos de simulação dinâmica 3D que foram realizados neste caso de estudo.





Não obstante o reconhecimento unânime sobre uma clara necessidade de os sistemas de simulação virtual integrarem novos processos de desenvolvimento tecnológico, identifica-se que estes softwares têm potencial para oferecerem aos designers de moda uma ferramenta de simulação e avaliação, sem recurso a qualquer amostra física. Este artigo destaca que a tendência será a da indústria da moda começar a criar roupas apenas digitalmente para seus os modelos virtuais, abrindo espaço para novos modelos de negócio assentes na personalização/customização de produtos têxteis.

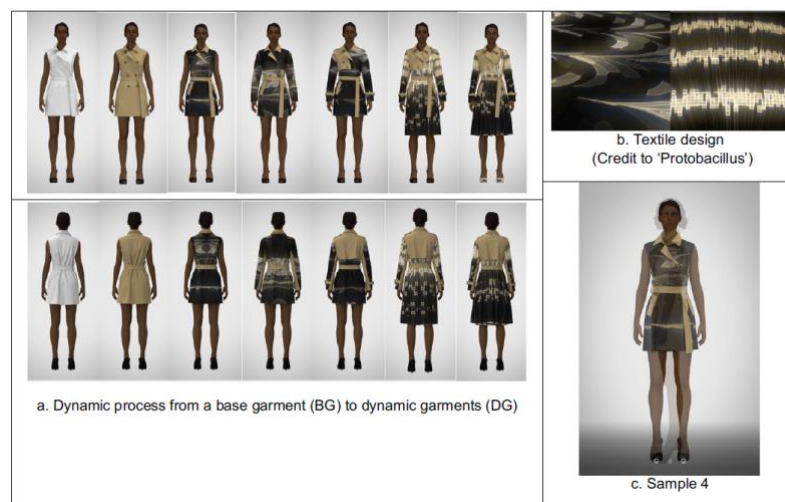


Figura 4: imulação dinâmica 3D

CERÂMICA / VIDRO / PEDRA

No setor da cerâmica, vidro e pedra, selecionou-se um caso de estudo sobre a criação de valor das tecnologias da Indústria 4.0 na manufatura flexível italiana sob uma perspectiva de sustentabilidade que incluiu três dimensões: económica, ambiental e social (Margherita & Braccini, 2020).

Os autores escolheram um fabricante de cerâmica sanitária que implementou um processo 100% automatizado com recurso a braços robóticos, transportadores e empilhadoras integrado, no qual a função dos trabalhadores passou a ser supervisionar e ajustar estas máquinas controladas por IoT.

Antes desta transformação digital, o processo de produção da empresa era perigoso para a saúde dos trabalhadores. Existia a inalação de pó macio (giz), contacto com um ambiente de alta temperatura (a temperatura do forno ronda os 1200°C), e esforços com cargas pesadas. Com o manuseamento manual de máquinas e materiais pela linha de montagem, existiam ocorrências relacionadas com a qualidade e desperdícios de produto. Por outro lado, todas as informações sobre o processo de produção eram coletadas manualmente e limitadas à quantidade de saídas na expedição.



Para a realização do caso de estudo, os investigadores tiveram a oportunidade de visitar, durante três horas, a organização, para observar as linhas de produção, o funcionamento de máquinas inteligentes e sistemas de controlo, e as atividades realizadas pelos trabalhadores de linha, bem como realizar entrevistas semiestruturadas com operadores-chave e gestores.

Os gestores foram questionados sobre: tipo e extensões de tecnologias I4.0 implementadas, motivações e condições que acionam as tecnologias I4.0, ações realizadas durante a implementação das tecnologias, consequências para os processos de produção após implementação, valores económico, social e sustentável das tecnologias, e dimensões organizacionais (número de funcionários, anos de atividade e nível de rotatividade).

Já o guião do questionário realizado aos operadores-chave contemplou: tipo e natureza do trabalho executado na organização, experiência com o processo de produção tradicional, benefícios para o trabalhador após adoção das tecnologias, sensibilização sobre os benefícios da adoção das tecnologias, e mudanças nas condições de trabalho antes e depois da transformação digital.

Com a adoção de tecnologias I4.0, foi possível controlar e monitorizar, em tempo real, todo o processo produtivo. Isto é, as máquinas, operações e matérias-primas que o sustentam. Outra grande mudança diz respeito à análise contínua dos dados produzidos, com a presença de relatórios sobre o OEE dos equipamentos e de previsões sobre tendências futuras de produção. Deste modo, a intervenção humana é hoje direcionada para a supervisão de operações e os processos de melhoria contínua.

A empresa criou um departamento interno de Investigação & Desenvolvimento, introduziu um sistema CAD-3D, contratou designers CAD, e ofereceu aos trabalhadores uma formação especializada, que acompanhou os cinco anos de implementação do projeto.

O caso de estudo mostra que as tecnologias da Indústria 4.0 permitem alcançar valor organizacional sustentável quando são implantadas com uma abordagem centrada no trabalhador. No caso de estudo em análise, a empresa teve ganhos de produção na ordem dos 30%, o lead time diminuiu, mesmo com uma variedade maior de produtos, os defeitos diminuíram dos 30% para os 9% e o uso de recursos (energia, água, calor e matérias-primas) foi otimizado. A Figura 5 ilustra o valor criado com a transformação digital.

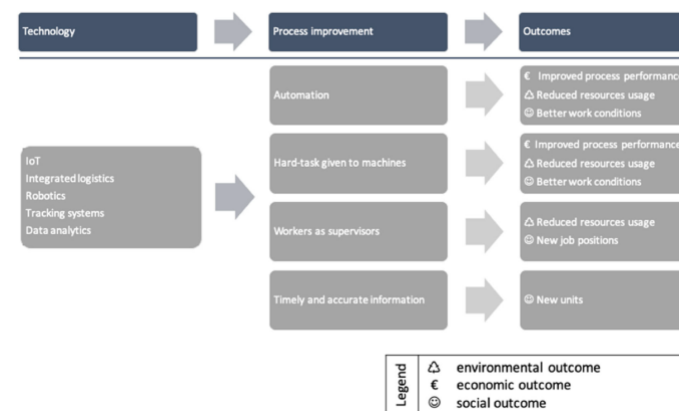


Figura 5: Criação de valor sustentável pela adoção das tecnologias I4.0.

4. GUIA PARA A REALIZAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

É objetivo do Projeto SHIFT2FUTURE, e do presente trabalho, contribuir para a implementação de estratégias de digitalização, promovendo o desenvolvimento de ações de benchmarking junto de um grupo de empresas, representativas dos setores industriais da Aeronáutica, Automóvel, Metalomecânica, Moldes, Agroalimentar, Calçado, Têxtil, Cerâmica, Vidro e Pedra, e propor um Roadmap setorial para a Transição Digital (Manual de Tendências de Implementação da Indústria 4.0) no setor da Metalomecânica, bem como a elaboração de ferramentas multimédia.

Neste sentido, é constituído um Focus Group de 10 empresas (8 PME e 2 Não PME, das quais 3 são internacionais) com o objetivo de se observar e sistematizar boas práticas, estratégias, metodologias e abordagens, bem como identificar denominadores comuns, quer ao nível das necessidades, quer principalmente ao nível das dificuldades sentidas nos processos de transição digital para se compreender como foram ultrapassadas.

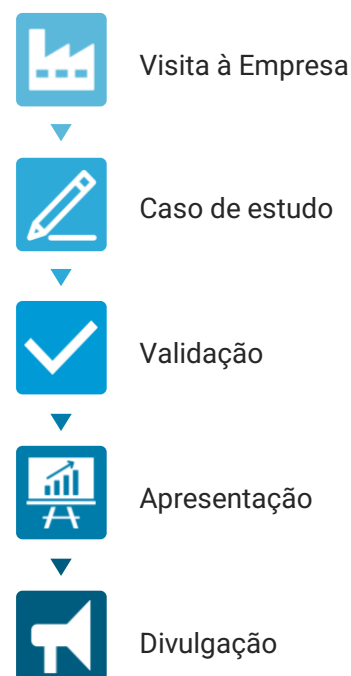


Figura 6: Guião para a elaboração de casos de estudo

Para a elaboração dos casos de estudo é proposto o Guião que se ilustra na Figura 6 e que se descreve de seguida:

1. **Escolha das Empresas e Validação**, descrição, características, área de atuação e país de origem das empresas selecionadas para os casos de estudos, fazendo-se acompanhar por uma breve justificação e respetiva validação por parte da UA, o que permitiu avançar para a realização e análise dos casos de estudo.
2. **Visitas à Empresa** alvo do caso de estudo, reunião com os responsáveis das áreas chave com o intuito de se avaliar, pelo menos, os seguintes aspetos, que estão organizados segundo o diagnóstico Shift2Future e resposta ao questionário, caso a empresa ainda não o tenha realizado.

Estratégia e Organização

- 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.

Recursos Humanos

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

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 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.
- 3. **Escrita do caso de estudo** com destaque das boas práticas que podem ser replicadas noutras empresas e em outros setores de atividade, salvaguardando requisitos de confidencialidade.

Propõe-se a seguinte estrutura para a descrição dos casos de estudo, com adaptações em função das suas especificidades.

- A. Introdução
- B. A Empresa (apresentação da empresa)
- C. O Desafio inicial
- D. Solução implementada (para a transição digital)
- Âmbito
- Descrição
- Desafios e constrangimentos
- Investimentos
- Resultados
- Capacitação das pessoas
- Lições aprendidas
 - E. Boas práticas
 - F. Testemunhos
 - G. Ponte para o futuro
 - H. Conclusões
- 4. Validação pela empresa do Caso de Estudo.



- 5. Sessão de apresentação do Caso de Estudo.
- 6. Divulgação ampla do Caso de Estudo.

5. CONCLUSÕES

Da elaboração do presente documento, obtém-se um guião para a realização das atividades de benchmarking junto de um Focus Group de 10 empresas dos setores alvo: Aeronáutica, Automóvel, Metalomecânica, Moldes, Agroalimentar, Calçado, Têxtil, Cerâmica, Vidro e Pedra.

É intuito, com este guião, identificar as boas práticas e os denominadores comuns, por exemplo, ao nível de:

- Modelos de gestão do projeto de transição digital e capacitação das pessoas.
- Tecnologias adotadas em prol de se obterem infraestruturas, operações e produtos inteligentes, bem como os riscos associados.
- Mecanismos de cibersegurança e disaster recovery adotados para assegurar a continuidade das operações em caso de acidente e/ou ataques cibernéticos.
- Estratégias de integração para garantir um fluxo contínuo de dados e a rastreabilidade da informação.

- Sistemas de informação e sua usabilidade.
- Métodos de análise dos dados e disseminação do conhecimento da organização.
- Investimentos realizados e custos de manutenção.
- Grau de customização e de escalabilidade das soluções.
- Lições aprendidas.

Para melhor se perceber as áreas a analisar e uniformizar este exercício, foram analisados artigos científicos publicados, entre 2015 e 2022, em revistas e congressos científicos internacionais de prestígio. Seleccionaram-se 5 artigos dos quais se destaca:

1. O recurso às tecnologias de realidade virtual com o ambiente CAD/CAM para o desenvolvimento de protótipos e definir processos de produção e montagem na indústria aeronáutica.
2. A integração de soluções de código aberto em ambientes de produção, que dão respostas às necessidades de planeamento e gestão a um baixo custo,

adotado numa empresa metalomecânica.

3. Um guião para apoiar as empresas na implementação de uma estratégia de cibersegurança na indústria alimentar.
4. A utilização da simulação 3D dinâmica para o desenvolvimento de novas peças e conceitos de vestuário.
5. A transformação digital ocorrida numa empresa do setor da cerâmica que teve ganhos de produção na ordem dos 30%, o lead time diminuiu, mesmo com uma variedade maior de produtos, os defeitos diminuíram dos 30% para os 9% e o uso de recursos (energia, água, calor e matérias-primas) foi otimizado.

Na sequência deste trabalho segue-se a realização dos casos de estudo no terreno e posteriormente a definição de roteiros que acelerem a transição digital nas empresas.

GUIÃO DE APOIO

AO BENCHMARKING E IDENTIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

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.
MOVING WITH A PURPOSE.

PROJETO CO-FINANCIADO POR:

COMPETE
2020

PORTUGAL
2020



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional