

SHIFT2

FUTURE

ROADMAP PARA A

TRANSIÇÃO DIGITAL DO SETOR DO VIDRO

CONTEÚDOS

1. O Setor do Vidro	2
2. Produção de Produtos em Vidro.....	4
3. Grau de Maturidade Digital do Setor do Vidro.....	6
4. Roadmap para o Setor do Vidro.....	8
4.1. Diagnóstico.....	11
4.2. Visão da Estratégia de Digitalização	12
4.3. Plano de Ação e Equipa	14
4.4. Execução.....	16
4.5. Avaliação	17
5. Conclusões	19
6. Referências	21

SHIFT 2

FUTURE

1. O SETOR DO VIDRO

As cerca de 6 mil milhões de embalagens de vidro produzidas anualmente pela indústria do vidro em Portugal conferem ao país a distinção de maior produtor per capita de vidro de embalagem entre os Estados-Membros (Gonçalves, 2022), contribuindo para a União Europeia ser a maior produtora mundial de vidro. A sua quota de mercado é de, aproximadamente, um terço da produção mundial e o vidro de embalagem corresponde a 54% da totalidade da produção na indústria do vidro (IAPMEI, 2022).

Integrado na “Fabricação de Outros Produtos Minerais Não Metálicos” das Indústrias Transformadoras (IAPMEI, 2022), o setor vidreiro encontra-se subdividido pelos seguintes subsectores (Prevenir, 2009): Vidro plano (CAE 23110), Moldagem e transformação de vidro plano (CAE 23120), Vidro de embalagem (CAE 23131) e Cristalaria (CAE 23131).

De acordo com as mais recentes estatísticas industriais (IAPMEI, 2022), no ano de 2020 existiam 350 empresas a atuar no setor do vidro. Eram responsáveis pela criação de 6719 empregos diretos (média de 19 trabalhadores por empresa) e agregavam um volume de negócio de 929 milhões de euros. Destes dados, há que destacar o facto de o setor da produção de vidro de embalagem ser responsável pela criação de 3500 empregos e assumir um papel de extrema importância na balança comercial do país, uma vez que 50% da produção é exportada.

Enquanto a exportação atingiu os 509 milhões de euros, as importações têm igualmente um valor

expressivo de 449 milhões de euros. Ainda assim, a balança comercial nacional obteve em 2020 um saldo positivo de 60 milhões de euros.

A história da indústria vidreira conta-se na Marinha Grande. Na conhecida “capital do vidro”, a abundância de matérias-primas essenciais à produção do vidro (madeira, sílicas e argilas) atraiu o estabelecimento de um grande número de empresas na região centro, após o impulso inicial do industrial inglês Guilherme Stephens no século XV.

Nos últimos anos, o setor, que se caracteriza por um grande consumo energético, tem evidenciado uma forte capacidade de investimento em inovação e desenvolvimento de produtos e de processos produtivos. Enquanto a inovação no produto surge para dar resposta às novas necessidades do mercado, especialmente ao nível do design e do peso, a inovação em processo é vista como uma oportunidade para tornar o setor mais competitivo em relação a outros materiais de embalagens e mais eficiente energeticamente (Gonçalves, 2022).

O principal desafio do setor do vidro é a Investigação & o Desenvolvimento Tecnológico de soluções que permitam utilizar energias alternativas aos combustíveis fósseis, não só nos fornos, mas ao longo de todo o processo produtivo. Neste âmbito, as projeções setoriais identificam que a progressiva substituição de embalagens de plástico por vidro irá aumentar a produção do setor.

Se recuarmos duas décadas, só o setor do vidro de embalagem reduziu 66% do consumo de água, 92% da emissão de partículas expelidas nas chaminés, 30% da emissão de dióxido de enxofre e 28% da emissão de gases com efeitos de estufa (GEE), no seguimento da reconversão do fuel para o gás natural (Gonçalves, 2022).

Recentemente, o primeiro ano da pandemia de Covid-19 foi responsável pelo desregulamento das cadeias logísticas do setor, que recuperou em 2021 ao entrar em novos mercados. Contudo, a guerra na Ucrânia está a aumentar exponencialmente os custos das empresas com matérias-primas e energia (Pinto, 2022).

Colocando a indústria vidreira marinhense no centro das atenções pela sua importância no contexto nacional, sabe-se que esta não sobreviveria caso não tivesse existido uma forte aposta na evolução tecnológica (Antunes, 2023). A crescente automatização das empresas, além de tornar a produção mais eficiente, tem permitido que a falta de mão de obra e o aumento dos custos de matérias-primas não paralise a produção do vidro (Antunes, 2023; Pinto, 2022).

O setor tem um modelo de negócio constituído por processos fabris com dinâmicas complexas. Os fornos de fusão a gás natural, por exemplo, laboram 24/7, 365 dias por ano, que necessitam de uma temperatura estável. Eles não podem parar, sob pena de serem “destruídos”. Mesmo que não estejam a produzir vidro para embalagem, eles têm de estar sujeitos a um fluxo contínuo de produção de vidro, mesmo que o seu fim seja a destruição para voltar a ser integrado no processo produtivo.



2. PRODUÇÃO DE PRODUTOS EM VIDRO

O vidro é um material milenar, transparente e luminoso que nasce da ação do fogo sobre um específico tipo de areias (Rocha, 2003). A Revolução Industrial no vidro, que desencadeou um movimento em direção à mecanização e especialização, não extinguiu o caráter tradicional, manual e artesanal da produção vidreira.

No início do século XXI, anunciava-se o surgimento de uma nova fase da modernização industrial. A terceira revolução do vidro é caracterizada pela sua relação com o design, a marca e a inovação do produto (Gato, 2017), após a invenção da cana do vidreiro e a automatização do fabrico.

O design industrial é a disciplina multidisciplinar que tem permitido conceber, produzir e lançar no mercado qualquer tipo de produto, uma vez que agrega as questões técnicas de produção, semióticas, ergonómicas, estéticas, económicas e de mercado (Rocha, 2003). Significa que está interligada com o trabalho da Engenharia de Produção, sendo preponderante o seu nível de cooperação desde o início de todo o processo, para prevenir a correção tardia de erros e, assim, exponenciar as possibilidades de inovação.

Conforme se ilustra na Figura 1 e descrito de seguida, o processo de produção do vidro é composto por oito etapas (Prevenir, 2009) que decorrem de forma contínua, tipicamente 365 dias por ano, 24 horas por dia.

1. RECEÇÃO E PREPARAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

- A areia (SiO_2), calcário (CaCO_3), soda (Na_2CO_3), dolomite (MgO), feldspato e outras matérias-primas são recebidas em silos.
- Proceda-se à mistura das matérias-primas consoante as características do vidro a ser fabricado.

2. FUSÃO

- A composição é fundida a temperaturas por volta dos 1550 °C.
- Os fornos de fusão de vidro de embalagem possuem tamanhos, configurações e tecnologias distintos, em função do tipo e quantidade de vidro. O forno mais comum é o regenerativo contínuo de chama em U, que é capaz de fundir diariamente até 400 toneladas de vidro.

3. FABRICAÇÃO/MOLDAÇÃO

- A massa fundida passa à zona de trabalho através de canais aquecidos, geralmente com gás natural, que alimentam as máquinas de moldação.
- No âmbito da produção de vidro de embalagem, as máquinas possuem um dispositivo de corte gota-a-gota, que distribui cada gota para o molde. O recipiente é formado num segundo molde após a aplicação de sopro de ar comprimido.
- Na produção de vidro plano, método “float”, a massa fundida quando sai do forno desliza sobre um banho de estanho fundido, com o qual é imiscível, levando à formação de uma camada contínua de vidro sobre o estanho, que vai deslizando e arrefecendo sendo no final cortadas secções, que originam chapas perfeitamente planas.

4. RECOZIMENTO

- O produto após moldação é encaminhado para as arcas de recozimento para aliviar tensões internas que possam resultar do seu arrefecimento, evitando a quebra do material.

5. ACABAMENTO

- O produto pode ser alvo de operações de acabamento, como cortes e afins.

6. INSPEÇÃO

- Os produtos são inspecionados, manual e/ou automaticamente, com o objetivo de identificar defeitos.
- O produto rejeitado é reciclado na forma de casco.

7. DECORAÇÃO

- Uma parte dos produtos é serigrafada, pirogravada, rotulada ou revestida.

8. EMBALAGEM E EXPEDIÇÃO

- Paletização automática de produtos e sua expedição.

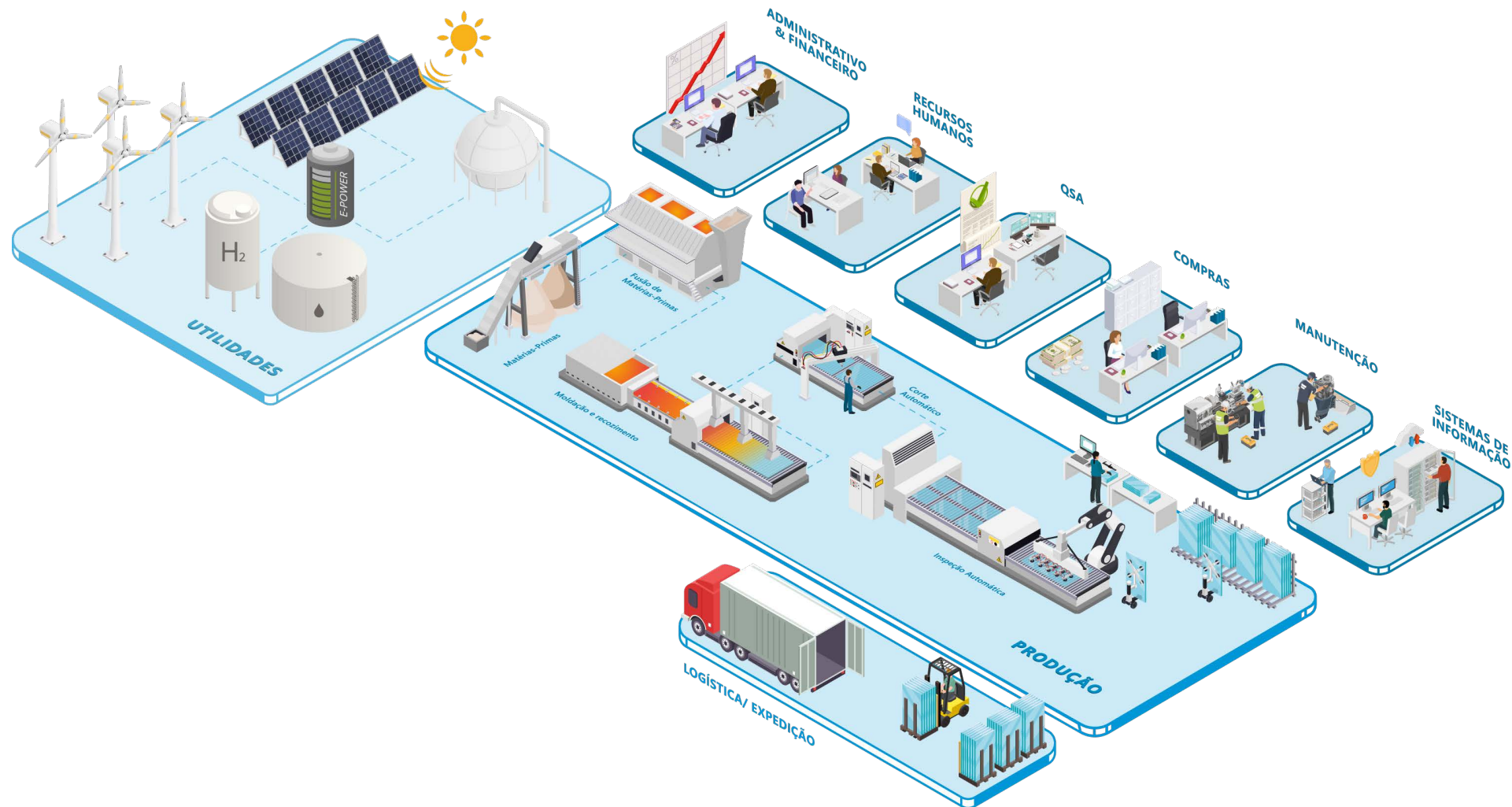


Figura 1: Processo de produção de produtos em vidro.

3. GRAU DE MATURIDADE DIGITAL DO SETOR DO VIDRO

Segundo os diagnósticos presentes na Plataforma Shift2Future, a Indústria Transformadora (N = 396) tem uma média do nível de maturidade digital de 1,25 numa escala de 0 a 5.

Apesar de não ser possível extrapolar os resultados para o universo que compõe o setor, uma análise detalhada aos diagnósticos realizados para empresas do setor do vidro permite identificar um nível médio de maturidade superior, nomeadamente de 1,75 (N = 4).

Os processos de produção encontram-se frequentemente digitalizados em processos de laboração contínua (365 dias por ano e 24 horas por semana), onde são utilizados sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) para monitorizar e controlar as variáveis de produto e processo. Deste modo, o principal desafio está em analisar a Big Data gerada a cada segundo. Esta análise é crítica para otimizar as diversas operações, a qualidade do produto, os consumos energéticos, responder rapidamente às mudanças no mercado e fundamentar decisões de investimento, por exemplo, em tecnologias i4.0.

O recurso a algoritmos de IA/ML (Inteligência Artificial e Machine Learning) para avaliar tendências no comportamento dos dados permite agilizar a manutenção preditiva de equipamentos e, consequentemente, a melhoria contínua dos processos, bem como minimizar defeitos e desperdícios de produto.

A comunicação passa a ser centrada num fluxo contínuo de dados, ao dispor de operadores, engenheiros de processo, gerentes e administradores.

Outro grande desafio na transformação digital do setor está em definir uma estratégia de descarbonização que preconize a alteração das utilidades usadas para gerar calor por fontes de energia renováveis (como o Hidrogénio e o Biogás). Geralmente, estas empresas integram o CELE (Comércio de Licenças de Emissão da União Europeia), que exigem o cumprimento de parâmetros de consumo de gás natural e baixos níveis de emissões GEE.

O CELE é um sistema criado pela União Europeia (UE) para reduzir as emissões de GEE de forma economicamente eficiente. O sistema funciona da seguinte forma:

- A UE define um limite máximo para a quantidade de GEE permitida para determinados setores industriais, como o do vidro.
- De seguida, a UE emite um número limitado de licenças de emissão para esses setores.
- Se uma empresa emitir menos GEE do que o permitido pode vender as licenças não utilizadas.
- Se uma empresa emitir mais GEE do que o permitido, tem de comprar licenças adicionais no mercado para cobrir o excesso de emissões.
- O preço das licenças é determinado pelo mercado, com base na oferta e procura. Isso significa que as empresas que investem em tecnologias de baixo carbono e reduzem suas emissões podem vender as suas licenças extras a preços mais altos.

O objetivo do CELE é, assim, incentivar as empresas a reduzirem suas emissões de GEE, através da adoção de tecnologias mais sustentáveis e baixas em carbono.

Analisando-se os diagnósticos realizados para empresas da indústria vidreira através da Plataforma Shift2Future (N = 4), observa-se que:

Estratégia e Organização

- A Indústria 4.0 faz parte do processo estratégico de todas as empresas e já se encontra a ser implementada através de iniciativas piloto numa empresa.
- As empresas não planearam estratégias para a digitalização através de roteiros de ação, levando a cabo algumas pequenas iniciativas de implementação isolada de tecnologias I4.0.
- Verifica-se a existência de pelo menos um sistema de gestão da tecnologia e inovação.
- Existe potencial de melhoria dos processos para uma visão global das organizações, com a implementação de sistemas de gestão da tecnologia e inovação por áreas-chave.

Infraestrutura Inteligente

- Grande parte das empresas conta já com algum alinhamento entre os sistemas de informação e os processos de negócio.
- Alguns equipamentos podem ser controlados por TI e apresentam capacidade de comunicação (M2M) ou interoperabilidade.
- As empresas possuem alguma modelação digital, uma vez que já recolhem dados dos equipamentos e dos processos durante a produção.
- Algumas áreas são suportadas por sistemas TI e estão integradas.
- Constata-se um potencial de melhoria em termos de cibersegurança.

Operações Inteligentes

- As empresas encontram-se numa fase de preparação dos sistemas de produção para a recolha de dados, em tempo real, de toda a cadeia de valor.
- A partilha de informação já está a ocorrer internamente em alguns departamentos das empresas.
- Existe um potencial de melhoria ao nível da automação de processos operativos (produção e logística interna).
- A maioria das empresas utiliza serviços baseados em nuvem para armazenar os seus dados.
- Em nenhuma empresa os produtos são capazes de se orientar autonomamente pela produção.

Produtos Inteligentes

- Ausência de produtos que utilizem mais do que uma funcionalidade TIC, tais como memória, autoinformação, integração, localização, serviço de apoio, monitorização ou identificação automática.
- As empresas não recolhem dados sobre a utilização dos produtos.

Serviços Baseados em Dados

- Metade das empresas oferecem serviços baseados em dados.
- As empresas começam a ajustar timidamente o seu modelo de negócios para promoverem serviços auxiliares aos produtos principais.
- Existe um potencial para o desenvolvimento de infraestruturas de desenvolvimento de serviços adicionais, resultando em produtos inteligentes, por meio de dados recolhidos diretamente dos produtos e serviços.

Recursos Humanos

- Existe pouca mão-de-obra qualificada e com formação em tecnologias I4.0 empregada nas empresas.
- Dificuldades por parte das empresas em disponibilizar aos colaboradores ações de formação regulares sobre o uso das tecnologias I4.0.

4. ROADMAP PARA O SETOR DO VIDRO

Tendo em conta o nível “intermédio” de maturidade digital em que se encontra o setor do vidro, apresenta-se um Roadmap que visa oferecer às empresas um guião para a sua transformação digital. Pretende-se que este instrumento auxilie o setor a aumentar o seu nível de maturidade, tendo como base a escala proposta pelo modelo Shift2Future ilustrado na Figura 2.

O Roadmap é composto por cinco etapas, designadamente diagnóstico, visão da estratégia de digitalização, plano de ação e equipa, execução e avaliação.

Em cada etapa, investigam-se, definem-se, planeiam-se, executam-se e avaliam-se as sete dimensões propostas pelo modelo de maturidade digital Shift2Future: estratégia e organização; infraestrutura inteligente; operações inteligentes; produtos inteligentes; serviços baseados em dados; recursos humanos; e gestão do conhecimento.

A estas dimensões propostas pelo diagnóstico Shift2Future, acrescenta-se uma componente transversal de “**Gestão do Conhecimento**” com o intuito de se avaliar:

- A utilização de sistema colaborativos ou *sharepoints* 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.



Figura 2: Estados de maturidade digital do modelo Shift2Future.



ROADMAP PARA O SETOR DO VIDRO





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:

- As operações que integram a cadeia de valor e o seu grau de digitalização.
- Sistemas de informação que suportam cada uma das operações (CRM, ERP, SCADA, Controlo remoto de máquinas).
- Níveis de integração e de rastreabilidade da informação.
- A automatização de tarefas da inspeção e manuseamento do produto para evitar quebras e defeitos.
- A substituição de fontes de calor fósseis por renováveis, preconizando uma política de Net-Zero.

AVALIAR:

- Recurso a tecnologias digitais para o desenvolvimento e prototipagem de novos produtos (realidade virtual, CAD 3D, etc).
- Potencial de economia circular dos subprodutos e resíduos.
- Modelos inteligentes de venda dos 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 dos 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 ou sharepoints 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 e não é âmbito da transição digital.
- Sistemas de informação que estão previstos para cada operação ou 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 âmbito da digitalização.
- Um ERP para a gestão global da empresa.
- Sistemas de informação que suportam cada uma das operações (CRM, ERP, SCADA, etc).
- Matriz de integrações.
- Sistemas automação e de controlo remoto a serem incorporados nas máquinas e equipamentos para aumentar a segurança dos colaboradores, eficiência e precisão.
- Estratégias de atualização de hardware e software.
- Planos de controlo, monitorização e análise das operações.

DEFINIR:

- Sistemas de informação necessários ao desenvolvimento de produtos.
- 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, por exemplo, através da valorização dos resíduos do vidro, como é o caso da transformação em lâ de vidro.
- 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 constituem 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 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 estratégia de digitalização e definir, com cada um, os respetivos planos de implementação, assegurando pontos de integração.
- Caracterizar os sistemas a automatizar e a controlar remotamente.
- 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.
- Selecionar, no mercado, soluções de automação das operações.
- Definir o mapa de indicadores de avaliação do desempenho das operações.

- Verificar a atualização dos sistemas de informação e a sua capacidade de integração com outros sistemas.
- Avaliar o potencial de mercado de novos modelos de negócio que decorrem, por exemplo, de estratégias de economia circular.

- 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 sistema 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 o sharepoint 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 automação e o controlo remoto das operações
- Reunir, junto dos fornecedores de tecnologia a respetiva 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 do vidro, dependendo da área de atividade, poderá ser importante selecionar um CRM para a gestão comercial, um ERP para a gestão global da empresa e um sistema SCADA para monitorizar e controlar as variáveis críticas do produto e processo, bem como de um sistema de análise de dados, em tempo real.
- A utilização de sistemas de inspeção automática de defeitos que inclusive possa ajustar o processo em função dos defeitos detetados é crítico para evitar desperdícios e maximizar a eficiência do processo.

- Desenvolver produtos à base de vidro de forma mais inovadora e com menor impacto ambiental.
- Maximizar a economia circular com transformação dos resíduos de vidro em novos produtos, como é exemplo a lâ de vidro.

- 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 a equipa para a gestão das mudanças e para a utilização dos novos sistemas de informação.
- Capacitar a equipa com conhecimentos no âmbito da análise global de dados e com 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 a 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 feedback dos colaboradores 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, recomenda-se 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,

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 questionário *online* 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 defina uma visão da estratégia de digitalização, um plano de ação, custos e equipa, bem como instrumentos de financiamento.

05

Organização de uma sessão de apresentação

e discussão do relatório de diagnóstico, envolvendo o mais 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, incluir toda a cadeia de valor da empresa e contribuir para “criar um todo verdadeiro que é maior do que a soma das suas partes” (Peter Drucker), conforme ilustrado na figura 3. 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 4.

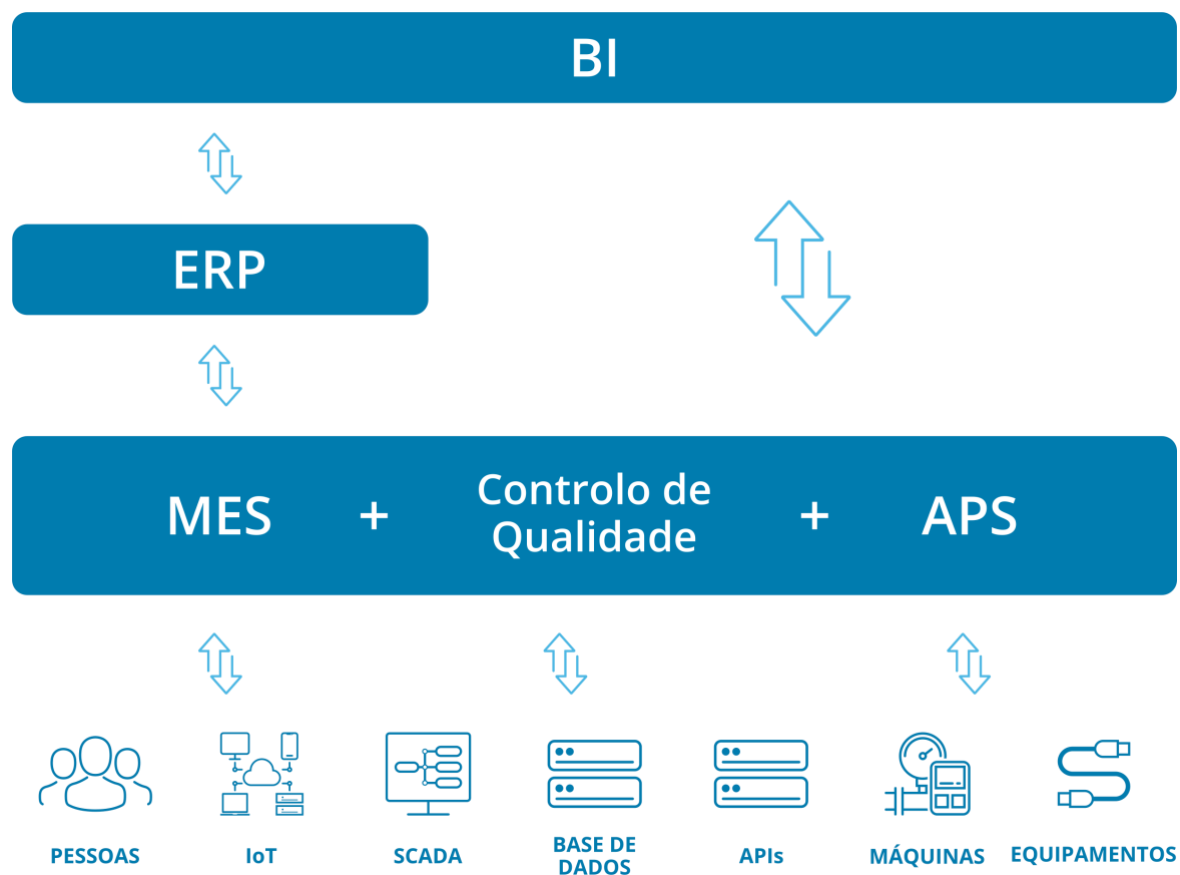


Figura 3: Visão da estratégia de digitalização.

01. Identificar as variáveis críticas de cada operação/processo que integram a cadeia de valor da empresa.

02. Perceber como são medidas estas variáveis e como são rastreadas.

03. Definir os indicadores de desempenho (KPIs) 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 *folhas de cálculo*, com uma categorização insuficiente, que dificulta a sua análise.

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

06. Ligar máquinas e equipamentos a sistemas de informação.

07. Definir um fluxo contínuo de dados que seja capaz de ligar variáveis, de forma, automática, na cadeia de valor (ex: consumos energéticos, percentagem de defeitos, etc).

08. Integrar sistemas de informação para evitar duplicação de tarefas e assegurar um fluxo contínuo (ex: o CRM - *Customer Relationship Management* com o ERP - *Enterprise Resource Planning*, o SCADA para a monitorização e controlo, etc).

09. Identificar, nos sistemas de informação, “estados” ou ações que impliquem uma mudança de fase.

10. Definir uma estratégia de análise estatística adequada a cada tipo de variável.

11. Desenhar os *dashboards* a desenvolver para cada tipo de variável ou conjunto de KPIs (*Key Performance Indicators*).

12. Desenvolver um sistema de *Business Intelligence* 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 4: Metodologia a adotar.



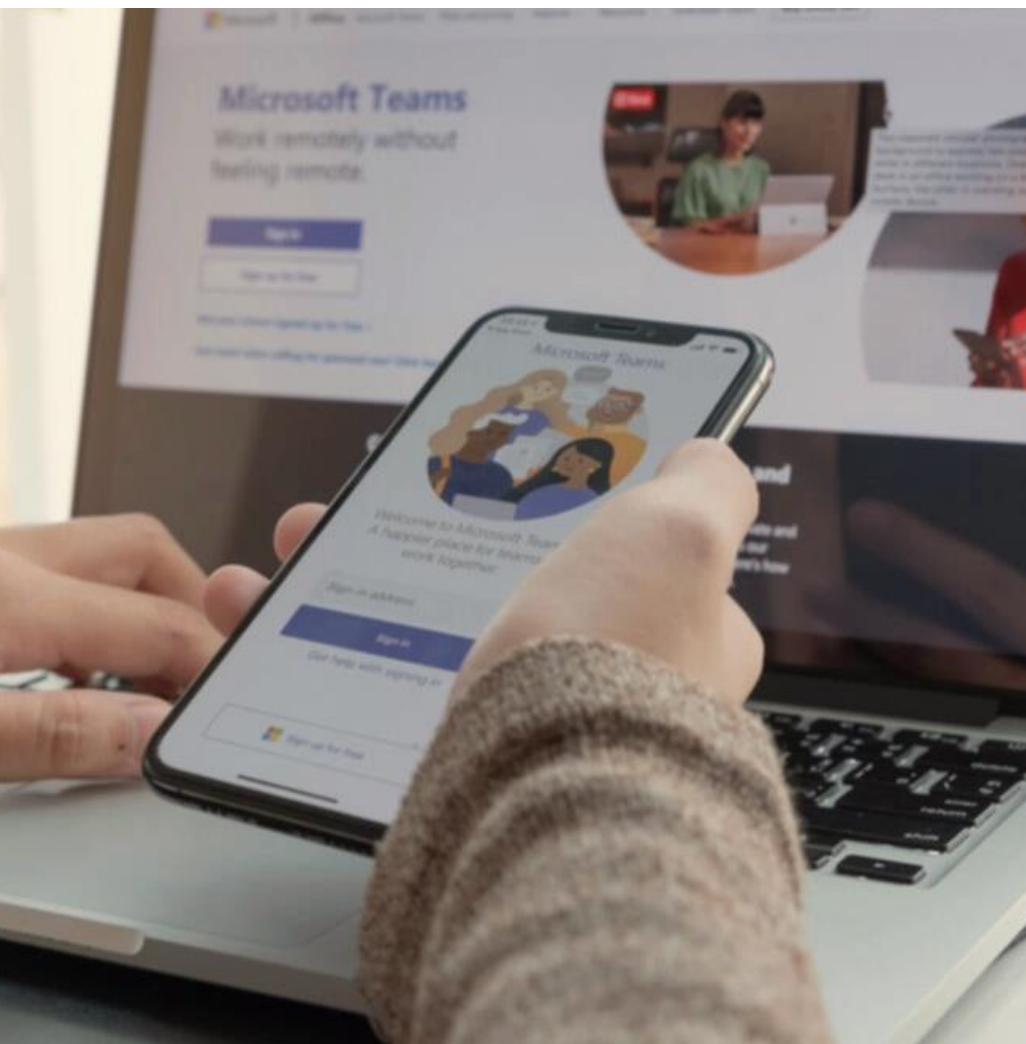
4.3. PLANO DE AÇÃO E EQUIPA

Em função do diagnóstico realizado e da definição da estratégia de digitalização, deve ser traçado um plano de ação e respetivo cronograma, sendo apresentado um exemplo na Tabela 1. Neste exemplo, indicam-se possíveis atividades e entregáveis a obter na digitalização das áreas-chave do setor do vidro, tais como: I&D para o desenvolvimento de novos produtos, I&D no âmbito da otimização da qualidade do produto e dos processos e descarbonização, gestão da cadeia de abastecimento, gestão de clientes, manutenção industrial, análise da Big Data, venda, gestão e administração, gestão de pessoas e formação, entre outras.



Tabela 1: Exemplo de plano de implementação da estratégia de digitalização, cronograma 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> do desempenho comercial da empresa.
T2.3 I&D	- Sistema de design, desenho CAD, de realidade virtual, entre outros que acelerem o desenvolvimento de novos produtos. - Estratégias de economia circular. - Estratégias de descarbonização da indústria e de redução das emissões de GEE. - Estratégias de automatização de operações com recurso a robots e outros mecanismos.
T2.4 Gestão da produção.	- 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 os sistemas MES de chão de fábrica, máquinas, robots, etc, para garantir um processo lean. - Caso exista, lista de alterações a realizar no ERP para garantir uma gestão lean, ágil e eficiente do planeamento e da produção. - Design do <i>dashboard</i> da gestão da produção.
T2.5 Gestão da qualidade, ambiente e segurança.	Indicar um sistema que permita o controlo das variáveis críticas da qualidade, ambiente e segurança e que integre com o ERP.
T2.6 Gestão logística	- Processo logístico revisto 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.
T2.7 Análise de Big Data	- Design da matriz de integração de sistemas, para assegurar um fluxo contínuo e lean de dados rastreados e fiáveis. - Design da estratégia de análise estatística dos KPIs da organização e que podem ser obtidos por via manual ou de forma automática, através da integração entre 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 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 (ex: Microsoft Teams) e respetivo *sharepoint* para facilitar a comunicação e a partilha de documentos entre as equipas responsáveis pela implementação do plano de ação.
- A utilização de uma plataforma colaborativa (ex: JIRA, *Smartsheet*) 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 e OPEX.
- A realização e documentação periódica de reuniões.
- A elaboração de relatórios intercalares que sejam capazes de “contar a história do projeto”.
- O desenvolvimento 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 ao questionário Shift2Future.

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 kick off 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 executado/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 e 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

Atualmente, as empresas estão a assumir mandatos de diferenciação, crescimento, expansão e internacionalização através do desenvolvimento de modelos de negócio ambiciosos, para os quais as capacidades técnicas desempenham um papel de extrema importância na eficiência organizativa.

Neste percurso, é fundamental a definição de estratégias que preconizem a eficiência, a sustentabilidade e a responsabilidade social, por meio da adoção dos princípios da Indústria 4.0 e do novo paradigma de Sociedade 5.0. Esta transição ocorre nas vertentes interna e externados modelos de negócios. As pessoas são colocadas no centro da transformação tecnológica e de inovação, com o intuito de melhorar a sua qualidade de vida.

Para alcançar o conceito de organização super-humana, inteligente, conectada, eficiente e sustentável, o processo de capacitação das empresas e suas equipas com ferramentas de gestão estratégica e operacional necessitam de imprimir agilidade ao trabalho, contribuir para a sua segurança e bem-estar, bem como transformar a informação contida nos dados, medidos em toda a cadeia de valor, em conhecimento e valor. Partindo destas premissas, o presente documento pretende ser um guião para aumentar a maturidade digital das empresas, dando resposta aos seguintes desafios:

- Desenvolvimento de uma cultura contínua de inovação, capaz de gerar valor diferenciador para o mercado, de forma rápida e incisiva.
- Definição de uma estratégia que envolva, desde muito cedo, os colaboradores no processo de mudança e que conduza a uma solução integrada de gestão das operações, da informação e do conhecimento.
- Implementação, com recurso à integração entre sistemas, digitalização de operações, automação e IoT (*Internet of Things*), um modelo de “*Smart Factory*”, que assegure eficiência e um fluxo contínuo de informação, produtos e materiais.
- Desenvolvimento de um sistema de *Business Intelligence* que permita explorar a *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.
- Promoção da 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.
- Identificação dos requisitos da infraestrutura tecnológica a adotar.
- Capacitação das pessoas para a implementação destas mudanças.



Compreender que esta revolução implica uma mudança de atitude e a clara percepção 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, assume-se como o ponto de partida para “fazer acontecer”.

6. REFERÊNCIAS

- Antunes, H. (2023, 5 de fevereiro). Indústria do vidro da Marinha Grande sobrevive graças à tecnologia. *Antena 1*. https://www.rtp.pt/noticias/economia/industria-do-vidro-da-marinha-grande-sobrevive-gracas-a-tecnologia_a1383127 (Consultado no dia 13 de março de 2023).
- Gato, A. F. (2017). *Design & Vidro: A herança da Indústria Nacional da Marinha Grande* [Dissertação de Mestrado em Design de Equipamento]. Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/34899/2/ULFBA_TES1153_AURORA_GATO_6823.compressed.pdf
- Gonçalves, R. (2022, 27 de setembro). Portugal é maior produtor per capita de embalagens de vidro da europa. *Hipersuper*. <https://www.hipersuper.pt/2022/09/27/portugal-maior-produtor-per-capita-embalagens-vidro-da-europa/> (Consultado no dia 13 de março de 2023).
- IAPMEI. (2022). *Setor do vidro*. https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Industria-e-Sustentabilidade/Informacao-Setorial/DOCS_InfSetorial/FichaVidro_022022.aspx
- Jiao, Y., Finley, J. J., Ydstie, B. E., Polcyn, A., & Figueroa, H. (2022). Digital transformation of glass industry: The adaptive enterprise. *Computers & Chemical Engineering*, 157, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2021.107579>
- Pinto, I. (2022, 21 de maio). Já há fábricas a parar por falta de matérias-primas e de produtos para embalagem. *Dinheiro vivo*. <https://www.dinheirovivo.pt/economia/nacional/ja-ha-fabricas-a-parar-por-falta-de-materias-primas-e-de-produtos-para-embalagem-14875413.html> (Consultado no dia 13 de março de 2023).
- Prevenir. (2009). *Manual de boas práticas: Indústria da Cerâmica e do Vidro*. Segurança e saúde no trabalho. Multitema.
- Rocha, C. S. (2003). *O design como estratégia de revitalização do setor do vidro e da cristalaria manual e automática em Portugal: Caso Marinha Grande MGlass 2000-2003*. MDI.

Imagens:

Stoelzle Glass Group. (s/d). *The glass production process*. <https://www.stoelzle.com/corporation/glass-production/>. (extraída no dia 8 de março de 2023).

ROADMAP PARA A TRANSIÇÃO DIGITAL
DO SETOR DO VIDRO

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
MOVENDO PORTUGAL
MOVENDO-NOS PARA O FUTURO

PROJETO CO-FINANCIADO POR:

COMPETE
2020

PORTUGAL
2020



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional