METALSHOE
FABLAB NETWORK

02

Referencial Técnico

DIGITALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE GESTÃO / PROCESSOS FABRIS

catim
centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica

ctcp
centro tecnológico do calçado de portugal

NORTE 2020
PROGRAMA OPERACIONAL REGIONAL DO NORTE
PORTUGAL 2020
UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

METALSHOE
FABLAB NETWORK

02

www.metalshoefablab.pt

Referencial Técnico

DIGITALIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE GESTÃO / PROCESSOS FABRIS

Ficha técnica

Título
02 Referencial Técnico - Digitalização dos processos de gestão / processos fabris

Coordenação
Cristina Marques e Vânia Pacheco

Projecto gráfico e paginação
SALTO ALTO ctcp criativo

Textos
Cristiano Figueiredo
Gonçalo Costa
Luís Rocha

Com o apoio de
Expandindústria – Estudos, Projectos e Gestão de Empresas, S.A.

Março 2022 . TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Versão 01

Este referencial foi desenvolvido no âmbito do projeto Metalshoe Fablab Network
Operação Nº NORTE-02-0853-FEDER-037621

catim centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica

ctcp centro tecnológico do calçado de portugal

NORTE 2020 PROGRAMA OPERACIONAL REGIONAL DO NORTE

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

ÍNDICE

Lista de Acrónimos	**4**
Introdução	**5**
Descrição da Tecnologia	**6**
Estado da Arte Softwares de digitalização dos processos de gestão	**7**
Enquadramento no MetalShoe FabLab Network	**24**
Referências	**25**

Lista de Acrónimos

CTCP	Centro Tecnológico do Calçado de Portugal
CATIM	Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica
CPS	Cyber Physical Systems
CRM	Customer Relationship Management
SCM	Supply Chain Management
FRM	Financial Resource Management
HRM	Human Resource Management
PLM	Product Lifecycle Management
MRP	Material Requirement Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
ERP	Enterprise Resource Planning
PLC	Programmable Logic Controller
MES	Manufacturing Execution System
RFID	Radio Frequency IDentificacion
RTLS	Real Time Locating System
RAMI 4.0	Reference Architecture Model Industrie 4.0

INTRODUÇÃO

O presente referencial está integrado num conjunto de documentos técnicos a disponibilizar no âmbito do projeto MetalShoe FabLab Network, apoiado pelo NORTE2020 e promovido pelo Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP) e pelo Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica (CATIM). Procura-se, assim, apoiar a indústria dos setores do calçado, metalúrgico e metalomecânico no uso de tecnologias avançadas e no desenvolvimento de produtos inovadores recorrendo à utilização de determinadas tecnologias, algumas delas emergentes, outras já conhecidas e integradas pelo tecido industrial, mas ainda sem uso generalizado por estes setores.

Num contexto marcado pela mudança de paradigma tecnológico e industrial, também conhecido por indústria 4.0 (i4.0), a digitalização assume um papel central, sendo essencial para a gestão de informação, a troca e análise de dados e para o controlo e automação.

Trata-se de um processo que envolve a desmaterialização dos processos físicos, transformando-os em digitais, envolvendo desde procedimentos simples como a digitalização de documentos em papel que passam a existir no mundo digital, a comunicação pelos meios digitais, podendo chegar ao controlo integrado de todo o processo fabril com acompanhamento imediato, informação em tempo real, centralizada e adaptada às necessidades e capacidade de intervenção no momento, alimentando modelos de manutenção preventiva com suporte de inteligência artificial.

Como conceito, a i4.0 surgiu na Feira de Hannover, em 2011, como um impulso do governo alemão à indústria, tentando encapsular as mudanças tecnológicas e as prioridades para o setor da manufatura, mantendo a competitividade da indústria desse país. Esta transformação na indústria é também conhecida como quarta revolução industrial, tendo como objetivo interconectar todos os sistemas e processos suportados em sistemas cyber-físicos (no inglês CPS, Cyber Physical Systems), a internet das coisas (IoT, Internet of Things) e a internet dos serviços (IoS, Internet of Services). Trata-se de uma abordagem orientada para a digitalização de todos os processos fabris, não esquecendo os processos de gestão, sustentados em redes de alta velocidade, permitindo a comunicação entre equipamentos, o armazenamento de dados e a computação remota.

Para a indústria do calçado, metalúrgica e metalomecânica, a digitalização permite alcançar ganhos substanciais de eficiência nas várias tarefas do dia a dia das empresas, desde a gestão dos cliente, compras, vendas, etc., à própria gestão das operações, permitindo o acesso e registo de todo o processo fabril [1].

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A digitalização dos processos de gestão e processos fabris é uma ferramenta de base tecnológica de uso potencial nos diversos tipos de indústrias de forma transversal e independente da dimensão da empresa. Esta ferramenta apresenta uma forte ligação com a IoT, uma vez que compreende a ligação entre os equipamentos, a digitalização da informação por estes produzida, bem como o armazenamento em bases de dados locais ou na cloud (armazenamento remoto em servidores externos à empresa), mantendo-se todos os processos interligados a partir de redes de comunicação de alta velocidade.

Atualmente, a digitalização desempenha um papel fundamental na comunicação entre os diversos intervenientes da cadeia de valor, não só entre a fábrica e os seus clientes e fornecedores, mas também nas próprias comunicações internas da empresa [1]–[3].

ESTADO DA ARTE

A digitalização dos processos de gestão permite gerir e controlar as diversas etapas da produção industrial, desmaterializando-as em informação digital, possibilitando a sua consulta e análise imediata, facilitando e acelerando a tomada de decisões. Desta forma, permite automatizar e aumentar a eficiência dos processos e sistemas, uma vez que cada interveniente terá, idealmente, acesso à informação mais relevante quando dela necessita, de forma a poder intervir atempadamente.

Na perspetiva da gestão digital de uma empresa, é possível identificar vários softwares que permitem ter um sistema integrado de aplicações para gerir e agregar as várias operações de fabrico. Os dados passam, assim, a estar centralizados em servidores locais ou na cloud, resultando numa melhor fluidez de informação em todo o processo de fabrico. Com o apoio destes softwares e consequente aumento da eficiência em todo o processo, as empresas conseguem aumentar a capacidade e celeridade na resposta aos pedidos dos clientes [3].

Dentro da digitalização dos processos de gestão e no que concerne aos softwares disponíveis existem várias vertentes, podendo ser vistos individualmente ou como módulos de soluções integradas. Destes, fazem parte:

Dentro da digitalização dos processos de gestão existem várias vertentes nos softwares disponíveis, podendo ser vistos individualmente ou como módulos de soluções integradas. Destes módulos, fazem parte:

CRM
Customer Relationship Management
Gestão de Relacionamento com o Cliente.

SCM
Supply Chain Management
Gestão da Cadeia de fornecimento.

FRM
Financial Resource Management
Gestão Recursos Financeiros.

HRM
Human Resource Management
Gestão de Recursos Humanos.

PLM
Product Lifecycle Management
Gestão do ciclo de vida do produto.

MRP
Material Requirement Planning
Planeamento/gestão das necessidades de materiais.

MRP II
Manufacturing Resourse Planning
Planeamento/gestão dos recursos de produção.

Para uma melhor compreensão segue uma breve descrição de cada um dos módulos supra identificados.

CRM

O CRM é dedicado à gestão das informações de clientes atuais (como por exemplo, nome, endereço, número de telefone, etc), podendo também reunir informação acerca de potenciais clientes. Além das informações características de cada cliente, pode também reunir as interações e meios de contacto com a empresa, incluindo, sites, trocas de e-mails e ligações telefónicas. Possibilita uma interconexão entre toda a equipa em qualquer dispositivo, simplificando tarefas repetitivas, tendo a possibilidade de ser expandido e personalizado, acompanhando o crescimento da empresa. Permite, ainda, realizar análises às vendas e ao desempenho das ações de marketing. Em síntese, trata-se de uma ferramenta de gestão da relação entre a empresa e o cliente [4].

Figura 1
Ilustração de um programa CRM [5].

SCM

SCM, pode ser definido como [6]::

" Supply Chain Management is the management of relationships in the network of organizations, from end customers through original suppliers, using key cross-functional business processes to create value for customers and other stakeholders"

A gestão da cadeia de fornecimento corresponde, assim, à gestão da rede de relações entre as empresas, desde os fornecedores de matérias-primas até aos clientes finais, usando processos chave transversais, de forma a criar valor para os clientes e todas as partes envolvidas.

O SCM foca-se, fundamentalmente, na gestão do fluxo de bens, dados e registos financeiros, do produto ou serviço, deste a matéria-prima até à entrega do produto no destino final. É, muitas vezes, confundido com a logística, constituindo esta uma das suas componentes, contudo o SCM compreende mais informação acerca de toda a cadeia de valor [7].

Figura 2
Representação de SCM [8].

FRM

Focado na gestão da área financeira, não só dos movimentos de entrada e saída de capital, incluindo salários dos trabalhadores, mas também dos investimentos realizados, o FRM permite que vários membros da organização trabalhem a partir de qualquer posto, proporcionando que diferentes departamentos e fornecedores trabalhem em conjunto.

Um dos grandes desafios que as empresas enfrentam corresponde à previsão do pagamento das faturas por parte dos clientes que registam atrasos, que por sua vez causam constrangimentos no fluxo de caixa, afetando também o planeamento a longo prazo, assim como a produção diária. O FRM, com base em algoritmos de análise histórica de encomendas feitas pelos mesmos clientes, poderá prever quando as faturas serão pagas e contribuir, consideravelmente, para o planeamento e gestão interna das empresas [9], [10].

HRM

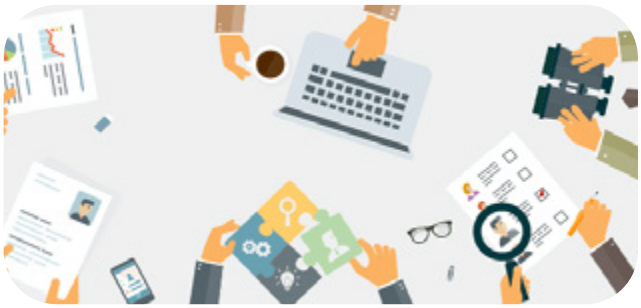

Figura 3
HRM no contexto da gestão dos recursos humanos [12].

Este software confere uma maior autonomia aos funcionários das empresas para intervirem nos seus processos, reduzindo desta forma a burocracia e trabalho administrativo dos Recursos Humanos (RH), podendo esta equipa dedicar-se a outras tarefas de maior valor acrescentado.

O HRM confere total autonomia aos funcionários para preencherem os seus dados pessoais, anexarem documentos ao processo, consultarem recibos de vencimento, apresentarem despesas de representação, justificarem ausências, ao mesmo tempo que, de forma centralizada, poderão receber notificações ou comunicados, efetuar pedidos/marcação de férias, ou realizar a sua autoavaliação.

Por sua vez, as equipas de chefia ganham autonomia para gerir as suas equipas de trabalho onde, por exemplo, podem comparar sobreposições de férias ou aprovar as despesas dos funcionários, com ganhos notáveis de eficiência pela diminuição de burocracias e simplificação dos processos, assim como, poupança de tempo [11].

PLM

O software PLM é utilizado para acompanhar todo o ciclo de desenvolvimento do produto, contribuindo para a rastreabilidade e a partilha de dados ao longo de toda a produção e toda a cadeia de valor, desde o projeto inicial até à comercialização. Desta forma, é possível agregar toda a informação de um determinado produto como, por exemplo, diferentes versões, tempo de produção, fichas de materiais, projeto de industrialização, documentos de caracterização laboratorial, entre outros. Deverá ser configurável às necessidades da empresa e aos requisitos do produto.

O PLM é um instrumento facilitador de inovação, pela contribuição no desenvolvimento de novos produtos, com custos mais baixos e uma mais rápida comercialização. Este software pode ser um catalisador para a cooperação entre as várias equipas, diminuindo as barreiras entre elas, ao mesmo tempo que facilita a comunicação. As equipas conseguirão canalizar o tempo libertado para se concentrarem na introdução de processos de inovação e na exploração de novas ideias, permitindo uma rápida identificação de informações críticas para o desenvolvimento. O PLM acompanha, assim, as cinco fases principais do ciclo de vida de um produto: conceito e design, desenvolvimento, produção e comercialização, serviço e apoio, e o final de vida, figura 4 [13].

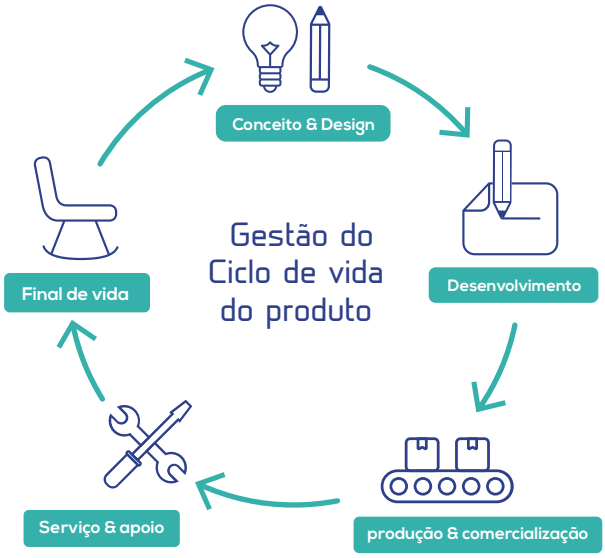

Figura 4 Representação de PLM

MRP e MRP II

O MRP, como o nome indica, é dedicado à gestão dos materiais, tendo sido um dos primeiros softwares de gestão a ser introduzidos na indústria. Como característica principal, permite a identificação e planeamento dos materiais necessários para a produção de um determinado bem, facilitando a monitorização e gestão das existências em stock, a identificação dos materiais necessários, e com estes elementos avançar com a gestão da produção [14], [15].

O MRP II resulta da evolução do MRP, indo para além das necessidades dos materiais. Este tipo de software compreende a gestão dos recursos de produção, inclui capacidades alternativas, como o cálculo da capacidade de produção de cada máquina, tempo de produção de cada produto, mapas de produção com prazos e métodos para cada processo, sequência de ordens de produção, capacidade de recolha de dados do chão de fábrica, procedendo ao controlo do stock e da qualidade. O software MRPII permite, ainda, automatizar o planeamento dos materiais, a programação da produção, partindo de 3 informações fundamentais [14], [15]:

- Quantidade de produtos vendidos e a prevista a ser vendida;
- Quantidade de produtos e matéria-prima em stock;
- Listagem de elementos que compõem o produto acabado.

No que respeita à implementação destes softwares, estes podem ter uma implementação local, em servidores localizados nas instalações das empresas, ou na cloud, onde serão acedidos remotamente.

Estes dois tipos de implementação possuem vantagens e limitações, as quais se encontram descritas na Tabela 1 [16], [17].

Tabela 1. Vantagens e limitações conforme o tipo de aplicação destes softwares.

Software na Nuvem	Software na Local
Vantagens: • Acessível 24 horas por dia, 7 dias por semana • Acessível em qualquer lugar, via dispositivos móveis • Investimento inicial mais reduzido • Não requer manutenção, por parte do cliente, de hardware (servidores, dispositivos de acesso à rede segurança) por parte da empresa e as atualizações são feitas de forma automática • Acompanha o crescimento da empresa de forma escalável	**Vantagens:** • Maior controlo do software pela equipa de TI (Tecnologia da informação) • Informação fica localizada nas instalações da empresa, sem intervenção de terceiros
Desvantagens: • É dependente da ligação com a Internet, mas pode sincronizar com dados offline • Pode-se não se conhecer onde os dados estão armazenados.	**Desvantagens:** • Falta de energia pode atrasar o uso do sistema • Investimento inicial elevado • É necessário contratar uma equipa de TI para gerir o software e a manutenção • Atualizações podem ser caras • Necessidade de implementação de sistemas de backup e redundância.

ERP e MES

Obtenção de informação, integração de módulos e funcionamento

Na digitalização dos processos de gestão e, particularmente, dos processos fabris, é importante perceber onde começar, como serão recolhidos os dados, que tipo de instrumentos de controlo (sensores, válvulas, motores, atuadores, etc) serão usados para interpretar e registar os dados que, posteriormente, serão enviados para o servidor, e como serão tratados estes dados até à entrada no sistema ERP (Enterprise Resource Planning) [3], [15].

A Figura 5 representa as diferentes etapas de todo este processo, assumindo a forma de uma pirâmide de automação/digitalização industrial.

Na base da pirâmide, a fase inicial do processo de automação industrial, encontra-se a engenharia elétrica, incluindo as máquinas, todos os componentes ou instrumentos de leitura e de ligação entre equipamentos, bem como a comunicação com ou sem fios com softwares de gestão e processamento dados.

Na camada seguinte surgem os PLC (Programmable Logic Controller - Controladores lógicos programáveis), responsáveis pelo controlo automático de todos os componentes referidos anteriormente (como por exemplo, um sensor pode detetar uma peça e um motor ligar durante 5 segundos). O PLC tem capacidade de controlar automaticamente vários equipamentos simultaneamente, usando uma linguagem de programação denominada de linguagem ladder (Figura 6).

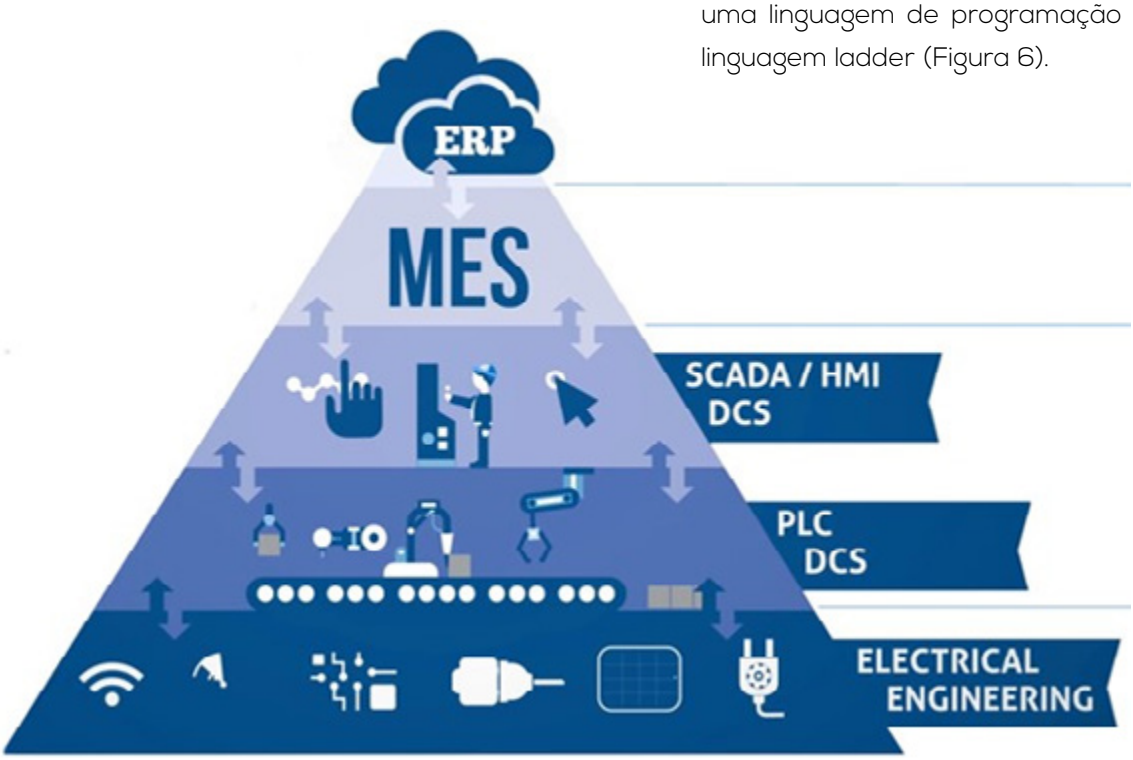

Figura 5
Etapas de todo o processo, na forma de uma pirâmide de automação/digitalização industrial [18].

Aumentando o nível de complexidade, pela integração de informação adicional, e para gerir e tomar decisões de forma imediata com base nos dados disponibilizados a partir do SCADA/HMI, surge o software MES (Manufacturing Execution System), responsável por um controlo mais focado nas linhas de produção da empresa. Desta forma, é possível incluir e analisar, ao nível da gestão da produção, informação diversa relacionada com o layout da produção, as ordens de produção, a gestão de recursos, a análise de desempenho, informações acerca do produto e todo o processo de transformação desde a matéria-prima ao produto final, entre outros, contribuindo para alcançar ganhos de eficiência e competitividade.

No topo da pirâmide de automação encontramos os softwares do tipo ERP, que permitem complementar o trabalho do MES, de uma forma mais eficaz, abrangendo mais áreas da empresa, o qual será abordado de seguida, de uma forma mais detalhada.
No nível seguinte ao do PLC, aparece o SCADA/HMI (Supervisory Control And Data Acquisition / Human Machine Interface) (Figura 7) [20]. Estando a um nível superior dos PLC, trata-se de um sistema de controlo industrial de supervisão destes e outros equipamentos associados à produção (referente à componente SCADA), com uma componente de interface homem/máquina (correspondente à parte HMI).

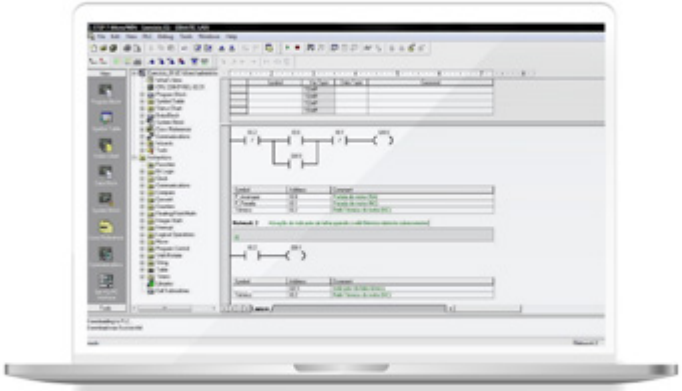

Figura 6
Exemplo de programação Ladder de um PLC [19].

Figura 7
SCADA/HMI [20].

Tratando-se de sistemas de supervisão, garantem que o sistema de produção está a ir ao encontro do que foi projetado, sendo também usado para tomar decisões e operações de controlo, como, por exemplo, controlar se uma determinada máquina tem de trabalhar mais rápido para responder às necessidades de produção ou, no extremo oposto, se é necessário interromper a atividade de um equipamento.

Conseguem armazenar dados provenientes dos equipamentos e/ou dos sensores integrados. Como exemplo, sensores de temperatura e humidade implementados numa máquina, com monotorização em tempo real, ou um sensor na "porta" de saída da máquina que contabilize o número de peças produzidas. Através dos sistemas de SCADA/HMI consegue-se um acesso centralizado a todos esses dados, de uma forma integrada, numa interface acessível para o utilizador, contribuindo para a tomada de decisão nas operações de produção.

No topo da pirâmide de automação, encontramos os softwares do tipo ERP, que aparecem de forma a complementar o trabalho do MES, de uma forma mais eficaz, englobando mais áreas da empresa, abordado de uma forma mais profunda de seguida.

ERP

O software ERP é um sistema de gestão modular, podendo englobar todos os módulos que foram descritos anteriormente ou, de acordo com as necessidades específicas de cada empresa, apenas alguns deles. Permite integrar vários sistemas chave num único sistema, integrando departamentos já referidos anteriormente, como finanças, produção, recursos humanos, cadeia logística, serviços, despesas, compras, entre outros (Figura 8) [15], [21].

O ERP, enquanto software de gestão de recursos empresarias, pode ser dividido em alguns módulos principais, tais como a gestão de negócio, a administração e controlo e o módulo de produção. Com este tipo de software procura-se, principalmente, eliminar os desperdícios e o erro. Dependendo do grau de complexidade da solução, pode ter a capacidade de prever o erro e, desta forma, tomar medidas antes que este aconteça, resultando numa fluidez dos processos, com minimização de interrupções, como por exemplo, prever a falta de um material ou matéria-prima, com mecanismos de alerta e/ou reposição automática de stock, ou onde, por monotorização das máquinas, se podem antecipar erros e problemas [22].
A complexidade destes sistemas, devido à integração dos diversos módulos, pode trazer a desvantagem da confusão no seu uso, sendo por isso necessário investir algum tempo na formação. Cumprindo-se a curva de aprendizagem necessária, tem como vantagens uma maior flexibilidade, acompanhada de maior segurança e privacidade, com a qualidade da informação obtida em tempo real a ser decisiva para a eficiência dos processos das empresas[23].

Os ERP distinguem-se dos softwares de gestão individuais tradicionais, que na sua generalidade apenas recolhem e sumarizam informação, pela integração dos dados, pelas possibilidades de controlo e gestão, de forma mais avançada, bem como pela capacidade de previsão.

A implementação deste tipo de software está dependente dos requisitos de funcionamento, orientados pela estratégia e procedimentos de cada empresa, devendo as soluções serem adaptadas à especificidade e procedimentos de cada empresa.
monotorização das máquinas, se podem antecipar erros e problemas [17].

A complexidade destes sistemas, devido à integração dos diversos módulos, pode trazer a desvantagem da confusão no seu uso, exigindo algum tempo de formação. Cumprindo-se a curva de aprendizagem necessária, tem como vantagens mais flexibilidade, acompanhada de segurança e privacidade, com a qualidade da informação obtida em tempo real a ser decisiva para a eficiência das empresas [18].

Figura 8 Módulos comuns de um software ERP [24].

Implemetação do ERP

Semelhante ao já anteriormente exposto para os módulos individuais, e com as mesmas características de vantagens e limitações, o ERP pode ter uma implementação em servidores locais ou na cloud. Atualmente, verifica-se um crescimento da introdução do ERP baseado na cloud, com benefícios comparativamente às instalações tradicionais no local [17], [24], nomeadamente:

- Rapidez e facilidade na instalação;
- Custos mais reduzidos sem necessidade de hardware onde instalar e manutenção do mesmo;
- Atualizações do software imediatas, com acesso mais rápido às últimas inovações do produto.

A escolha de um fornecedor e implementação de software ERP deverá ser feita com base nas características da solução, mas também nas opções de implementação e no suporte dado. Poderão ser oferecidas as opções de executar o ERP na nuvem ou localmente. De outra forma, poderá também ser equacionado uma solução do tipo SaaS (Software as a Service) com toda a implementação incluída ou, de outra forma, uma licença para utilização da aplicação.

Exemplo de aplicação

Considerando os modelos de negócio adotados por cada empresa [25], o ERP auxilia a empresa a olhar para a perspetiva do cliente de uma outra forma. Isto é, considerando um exemplo na indústria do calçado, em que um cliente tenciona comprar um novo par de sapatos o cliente procura informação sobre os produtos da empresa para, neste caso, selecionar um par de sapatos com determinadas características. Por sua vez, o cliente pretende fazer a sua encomenda de forma rápida e fácil, tendo ainda a expectativa de uma entrega rápida, de receber exatamente o produto que encomendou, e uma assistência técnica permanente. O cliente não tem necessidade de saber quanto tempo o seu par de sapatos demorou a ser produzido e, só recentemente, se começou a interessar pela sua produção, comercialização e transporte associados às preocupações ambientais e de sustentabilidade e os impactos no meio ambiente. Efetivamente, os clientes são cada vez mais rigorosos e impacientes.

Desta forma, o software ERP é fundamental para toda esta transição, desde a procura do produto pelo cliente, a entrada da encomenda no sistema, até à saída do produto para o cliente. Torna todos os processos mais interligados entre si, tornando-os mais rápidos, com menos desperdícios de tempo, permitindo que a encomenda realizada pelo cliente lhe seja entregue o mais rápido possível. Por outro lado, sendo uma grande parte da indústria do setor do calçado dedicada ao setor da moda que, por suas características, está em constantemente transformação, as empresas têm a necessidade de acompanhar as tendências, quer ao nível dos materiais, dos processos de fabrico, ou mesmo das próprias linhas de produção, tornando-se o ERP, neste contexto, uma ferramenta fundamental, sendo facilmente moldável a estas mudanças, ajudando a perceber em que parâmetros atuar para se tirar maior proveito das diferentes áreas da empresa.

- Maior eficiência operacional, pela gestão integradas das várias áreas da empresa;
- Disponibilidade na cloud, possibilitando acesso em tempo real a qualquer pessoa da empresa, colaborador ou fornecedor, com configuração personalizada dos diferentes níveis de acesso;
- Possibilidade de atualizações contínuas, caso o software seja implementado na cloud;
- Maior satisfação e fidelidade do cliente, pela capacidade de serviço melhorada.

Assim, os modernos sistemas ERP conseguem trazer várias vantagens para as empresas, entre elas [23]:

- Produção de produtos de acordo com tendências de mercado, pela flexibilidade que o software possui;
- Reposição automática de stocks, com gestão avançada de existências e encomendas;
- Suporta produção automática;
- Processamento e envio rápido de pedidos;
- Maior eficiência operacional, pela gestão integrada das várias áreas da empresa;
- Disponibilidade na cloud, possibilitando acesso em tempo real a qualquer pessoa da empresa, colaborador ou fornecedor, com configuração personalizada dos diferentes níveis de acesso;
- Possibilidade de atualizações contínuas, caso o software seja implementado na cloud;
- Maior satisfação e fidelidade do cliente, pela capacidade de serviço melhorada.

Alguns fornecedores deste tipo de software dividem-no em 3 grandes áreas, ou módulos [26]:

- Módulo de gestão do negócio: Área de gestão, pedidos e projetos;
- Módulo de administração: Área de administração e gestão financeira;
- Módulo de produção.

Podem, assim, ser incluídas funções como, por exemplo, painéis para consulta rápida de informação adequada a cada utilizador e ao seu papel na organização da empresa, desde a gestão do dia-a-dia (Figura 10), dos processos, da produção (Figura 11), até às encomendas e gestão de materiais. Estas informações podem ser consultadas num computador ou usando terminais móveis, como tablets e telemóveis Figura 12.

Figura 10
Painel para consulta rápida de informação e ao seu papel na organização da empresa, exemplo do software Primavera [27] e SoftGI [28].

Figura 11
Software SoftGI [28].

Figura 12
Consultar as informações no computador ou terminais móveis, como tablets e telemóveis Software SoftGI [28].

A Tabela 2 apresenta um resumo dos principais softwares ERP encontrados na indústria dos setores do calçado, metalúrgico e metalomecânico. Tratando-se de ferramentas bastante dinâmicas e em constante evolução, apresentam-se as suas principais características e a ligação para informações adicionais e mais atualizadas.

Tabela 2. Principais ERP

Empresa	Nome	Setor	Principais Características	Link
SAP	SAP ERP	Genérico	– Gestão de Ativos – Gestão de Finanças – Gestão de Produção – I&D e Engenharia – Gestão de Vendas – Apoio ao Cliente – Gestão de rede e despesas – Cadeia Logística	www.sap.com/products/enterprise-management-erp.html
	SAP S/4HANA Cloud	Genérico	– IA – Machine learning – Funções analíticas avançadas – Base de dados in-memory	www.sap.com/portugal/products/s4hana-erp.html
PRIMAVERA	ERP PRIMAVERA	Genérico	– Gestão – Eficiência logística – Maximização das operações – Automação de armazenamento – Eficácia comercial – Performance financeira – Manutenção inteligente – Digitalização e Indústria 4.0	pt.primaverabss.com/pt/pagina/industria
Microsoft	Dynamics 365	Genérico	– Vendas – Marketing – Serviços – Finanças – Operações – Comércio – RH	dynamics.microsoft.com/pt-pt
Softideia	SoftGi	Calçado e outros	– Produtividade – Rapidez de resposta – Monitorização do desempenho – Boa comunicação com clientes e fornecedores	www.softideia.com
Oficinaware	Wingiic	Calçado, confeção e marroquinaria	– Novas funcionalidades – Usabilidade melhorada – Gestão – Produção	oficinaware.pt/produtos/wingiic-software
PHC CS	ERP PHC CS	Genérico	– Gestão – BPM – Financeira	phccs.net/erp
Olifel	ERP- VisualGest	Calçado	– Assistência simples – Tecnologia para todos – Software à medida – Parcerias - Inovação	www.olifel.pt

Digitalização dos produtos e do chão de fábrica

Breve abordagem

A digitalização dos processos fabris passa, também, pela digitalização dos produtos, tanto no chão de fábrica, para se saber em que fase do processo se encontram, como no armazém para se saber, por exemplo, se está concluído e onde se encontra. Isto pode ser conseguido através de códigos de barras, códigos QR ou outros dispositivos como antenas RFID, que podem ser incorporadas no produto ou reutilizáveis [22], [29].

O uso de RFID (Radio Frequency IDentificacion - Identificação por radiofrequência) é útil para leituras sem linha de vista, em ambientes menos controlados, para a identificação simultânea de grandes quantidades com alta velocidade e com a possibilidade de um elevado alcance de leitura. Por outro lado, a incorporação de RFID nos produtos poderá ser um elemento-chave na sua rastreabilidade, havendo uma ligação do produto a uma base de dados onde podem ser consultadas as suas características.

Outra possibilidade de localização em chão de fábrica, é o RTLS (Real Time Locating System), usado para identificar e procurar automaticamente a localização dos produtos ou das pessoas em tempo real [31].

Tem como objetivos principais, automatizar e otimizar processos e percursos, reduzir tempos de procura de ativos, melhorar a gestão de inventário e garantir a segurança e saúde das pessoas.

Figura 13
Ilustração do uso de RFID para leitura em armazém [30].

A digitalização do chão de fábrica, passa também pela incorporação da tecnologia de IoT industrial, alvo de outro referencial desta série. Os dados fornecidos pelos sensores das máquinas e seus operadores e funcionários da empresa poderão ser enviados para a cloud, devendo ser garantida a segurança de acesso aos dados exclusivamente a quem lhe for permitido para tal [3].

Figura 14
RTLS (Real Time Locating System).

Figura 15
Exemplo de implementação do armazenamento de dados na cloud [32].

Digital Twins

Gémeos Digitais

Os avanços tecnológicos recentes permitem também o uso de Digital Twins (Gémeos Digitais), podendo ser usados em processos fabris, resultando na representação, de forma digital, dos equipamentos e processos existentes no espaço físico.

Desta forma, torna-se possível, a obtenção de modelos digitais e sua atualização de forma constante, replicando o equipamento físico, ao qual está diretamente ligado, usando dados em tempo real através de sensores e modelação, como ilustrado nas Figura 16 e Figura 17.

Recorrendo a estes modelos, podem ser realizados testes e simulações no formato digital, usando dados reais, minimizando o erro e otimizando processos, evitando possíveis impactos associados a um mau funcionamento caso fosse diretamente testado no equipamento real [33], [34].

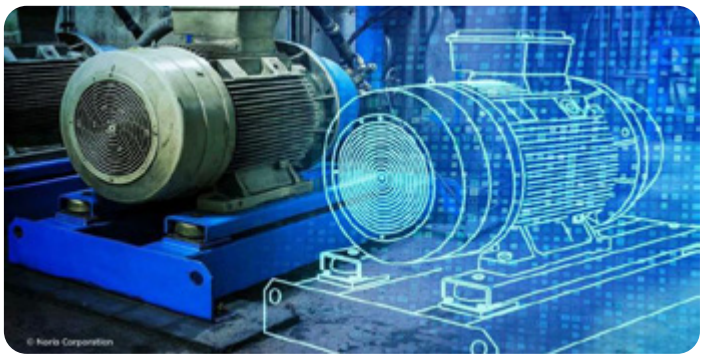

Figura 16
Exemplo de digital twin [35].

Figura 17
Digital twin, fábricas inteligentes e manufatura preditiva [36].

Exemplos de aplicação

Um exemplo da aplicação de um Digital Twin é a unidade criada pela Hugo Boss, que em 2018 anunciou um projeto em curso de otimização de produção e a criação de uma "fábrica do futuro" [27]. Esta fábrica materializou-se numa unidade industrial em Esmirna, Turquia.

Foi realizado um investimento de 1,3 milhões de euros, com um retorno passados 18 meses, excedendo as expectativas iniciais de um retorno a 2 anos. Em entrevista ao Portugal Têxtil, o diretor-geral do departamento associada às indústrias têxteis da empresa explicou: "*Temos uma fábrica digital e uma física. A "gémea" digital tem muito a ver com simular a realidade e depois de a simularmos e a otimizarmos, damos esse conhecimento aos operadores e eles executam...*" Assim, num curto espaço de tempo, o layout do chão de fábrica pode ser mudado para uma produção mais eficiente, tendo os funcionários capacidade de comunicar rapidamente os possíveis problemas através dos 800 tablets implementados na unidade.

Neste enquadramento, todas as tecnologias abordadas constituem elementos facilitadores na digitalização e integração de sistemas. Estas tecnologias, entre outras, facilitam a ligação entre diversos componentes de um sistema (integração vertical), e/ou dois ou mais sistemas (integração horizontal). Podem também fornecer interfaces para ligar objetos físicos e virtuais de um sistema (integração de ponta a ponta). Para esta integração, a digitalização é um passo necessário, para além de se adotarem boas práticas e referências normativas, como o modelo RAMI 4.0 (Reference Architecture Model Industrie 4.0) (Figura 19). Este modelo referencial de arquitetura base no âmbito da Indústria 4.0, consiste numa estrutura conceptual e metodológica uniforme e constitui uma base para garantir que as várias áreas (hardware, software, gestão, etc) se integrem com esta complexidade e usem terminologias comuns [38].

Figura 18
Exemplo de aplicação da tecnologia Digital Twins [37].

No que concerne à indústria do setor metalúrgico e metalomecânico, a transição para o digital tem vindo a ganhar mais ritmo nos últimos anos. Um caso de sucesso e um exemplo nesta área é a Tool Division do grupo Simoldes [28]. Carlos Seabra, Diretor Comercial da Tool Division, recorda que a indústria dos moldes foi pioneira no fabrico sem utilização de mão de obra na fase de maquinação, com as máquinas de comando numérico a surgirem no início da década de 80. Refere ainda que "A nossa ligação com a digitalização e a utilização de meios informáticos não é recente. Temos alguns clientes com os quais trabalhamos em plataformas digitais já há alguns anos, nomeadamente no setor automóvel".

O responsável afirma que a digitalização trouxe impactos significativos, nomeadamente na relação com o cliente, uma vez que deixou de haver a necessidade de produzir protótipos físicos, passando esta tarefa a ser executadas virtualmente em 3D.

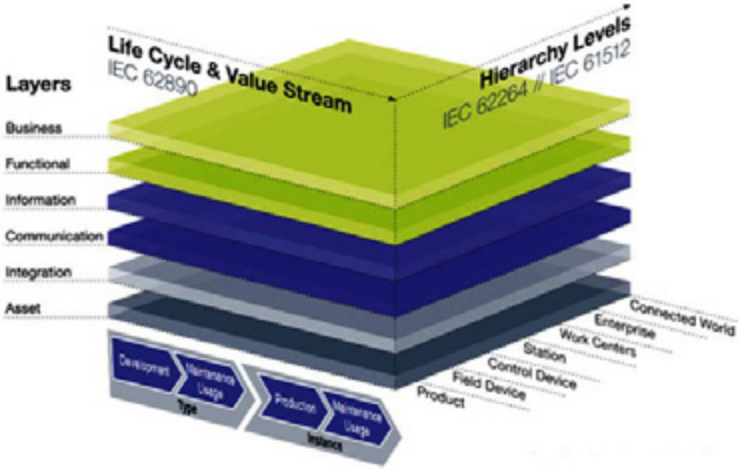

Figura 19
Modelo RAMI 4.0 [38].

Os clientes conseguem, assim, fazer a construção dos produtos sem que haja a necessidade de se fazer peças protótipo para se passar a avançar para o fabrico definitivo dos moldes. Um outro exemplo é o grupo Polisport, especializado em acessórios para bicicletas, onde a transição para uma lógica digital faz parte do ADN da empresa. Paulo Freitas, Chief Operating Officer, refere que a inovação na Polisport não está associada apenas ao produto, mas sim a todo o processo, destacando, por exemplo, a maior facilidade de comunicação com clientes e fornecedores e o total controlo da produção online garantidos pelo processo de digitalização.

Refere, ainda, que esta evolução permitiu um controlo completo da cadeia de valor e o encurtamento da cadeia de distribuição, com a vantagem de estar cada vez mais próximo do cliente final. A empresa tem já previsto para um futuro próximo novos investimentos, permitindo integrar uma equipa de Business Intelligence, bem como utilizar algoritmos de inteligência artificial no apoio à decisão [39].

Enquadramento no MetalShoe FabLab

O FabLab que resulta do projeto em apreço tem como missão estimular a criatividade e a inovação, aliadas à digitalização, promover iniciativas intersectoriais e a articulação com as entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, por forma a garantir que existe uma linha de pensamento e de ação híbrida, onde o design, a estética e a funcionalidade de produto desempenham papeis de elevada importância.

Dentro do MetalShoe FabLab e dos centros tecnológicos onde este se instala, encontra-se uma equipa capacitada para apoiar a indústria no âmbito da digitalização da gestão e dos processos indústrias.
O CTCP possui experiência no desenvolvimento de soluções informáticas para a gestão industrial da área do calçado, podendo ao mesmo tempo servir de interface entre as empresas do calçado e os fornecedores desta tecnologia.

Existe também a capacidade de diagnosticar o grau de digitalização das empresas, podendo ser feito um acompanhamento por parte da equipa na definição por parte das empresas dos passos a tomar para a digitalização, com análise e discussão das soluções e uma definição do caderno de encargos do processo.

No que diz respeito ao CATIM, este possui larga experiência no suporte, na especificação e acompanhamento de implementações de soluções e sistemas, para a gestão industrial em diversos setores industriais. Após análise e levantamento de necessidades, o CATIM poderá auxiliar a empresa nesta vertente, através de projetos de implementação ou projetos de investigação, se for adequado. Neste âmbito, o MetalShoe FabLab pode ser um elemento facilitador da relação entre as empresas e quem fornece as tecnologias.

REFERÊNCIAS

[1] Y. Lu, "Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues," J. Ind. Inf. Integr., vol. 6, pp. 1–10, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.jii.2017.04.005.

[2] C. H. Lee, T. J. Ding, and L. Z. Han, "Integration of ERP and Internet of Things in intelligent enterprise management," Proc. - 2018 1st Int. Cogn. Cities Conf. IC3 2018, pp. 246–247, 2018, doi: 10.1109/IC3.2018.00-11.

[3] E. Oztemel and S. Gursev, "Literature review of Industry 4.0 and related technologies," J. Intell. Manuf., vol. 31, no. 1, pp. 127–182, Jan. 2020, doi: 10.1007/s10845-018-1433-8.

[4] M. Honarvar, "Internet services: customer relationship management (CRM) using internet of things (IoT)," 2021.

[5] "Como um bom CRM pode ajudar no aumento das vendas?" https://runsmart.cloud/blog/2018/02/19/como-crm-pode-ajudar-no--aumento-das-vendas

[6] D. M. Lambert and M. G. Enz, "Issues in Supply Chain Management: Progress and potential," Ind. Mark. Manag., vol. 62, pp. 1–16, 2017, doi: 10.1016/j.indmarman.2016.12.002.

[7] "What is SCM (Supply Chain Management)?" https://www.oracle.com/pt/scm/what-is-supply-chain-management/ (accessed Jan. 21, 2022).

[8] "Responsible supply chains. "https://www.sc.com/en/about/hereforgood/supply-chain"

[9] "Dynamics 365 Finance capabilities. "https://dynamics.microsoft.com/en-ie/finance/capabilities/?accordion=finance-capabities-accordion&panel=p1&tab=t1 (accessed Jan. 21, 2022).

[10] "What Is A Financial Management System?" https://www.oracle.com/erp/what-is-financial-management-system/ (accessed Jan. 21, 2022).

[11] C. E. Oehlhorn, C. Maier, S. Laumer, and T. Weitzel, "Human resource management and its impact on strategic business-IT alignment: A literature review and avenues for future research," Journal of Strategic Information Systems. Elsevier B.V., 2020. doi: 10.1016/j.jsis.2020.101641.

[12] Insperity, "Strategic HR: 5 Critical Steps for HR Professionals." https://www.insperity.com/blog/5-critical-steps-to-future-proofing-your-human-resources-strategy/ (accessed Jan. 21, 2022).

[13] "What Is Product Lifecycle Management (PLM)?" https://insights.sap.com/what-is-product-lifecycle-management/ (accessed Jan. 21, 2022).

[14] V. Sridharan and R. L. Laforge, "The Evolution of Enterprise Resource Planning," in Innovations in Competitive Manufacturing, Boston, MA: Springer US, 2000, pp. 59–66. doi: 10.1007/978-1-4615-1705-4_6.

[15] F. Robert Jacobs and F. C. 'Ted' Weston, "Enterprise resource planning (ERP)-A brief history," J. Oper. Manag., vol. 25, no. 2, pp. 357–363, Mar. 2007, doi: 10.1016/j.jom.2006.11.005.

[16] "CRM: o que é." https://www.salesforce.com/br/crm/ (accessed Jan. 21, 2022).

[17] E. Bjelland and M. Haddara, "Evolution of ERP Systems in the Cloud: A Study on System Updates," Systems, vol. 6, no. 2, p. 22, Jun. 2018, doi: 10.3390/systems6020022.

[18] "No Title." http://www.ese.co.th/wp/

[19] B. De Mesquita, R. V. Coelho, S. Andrade, J. Antônio, and C. Pinto, "Desenvolvimento de um sistema supervisório para uma planta didática de nível," 2014, doi: 10.13140/2.1.4294.8802.

[20] ESA, "The Future of SCADA/HMI: Features and Challenges," 2020. https://www.esa-automation.com/en/the-future-of-scada-hmi-features-and-challenges/ (accessed Jan. 21, 2022).

[21] P. S. Azevedo, M. Romão, and E. Rebelo, "Advantages, Limitations and Solutions in the Use of ERP Systems (Enterprise Resource Planning) – A Case Study in the Hospitality Industry," Procedia Technol., vol. 5, pp. 264–272, 2012, doi: 10.1016/j.protcy.2012.09.029.

[22] M. A. A. Majeed and T. D. Rupasinghe, "Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry," Int. J. Supply Chain Manag., vol. 6, no. 1, pp. 25–40, 2017.

[23] D. Pradhan and J. F. Brazel, "The effect of enterprise resource planning system (ERP) implementations on the properties of analyst forecasts," 2021.

[24] IFS, "What Is ERP?" https://www.ifs.com/pt/solutions/enterprise-resource-planning/what-is-an-erp-system/ (accessed Jan. 21, 2022).

[25] E. F. Monk, Concepts in enterprise resource planning. Mason, OH: Course Technology, 2012.

[26] "Feet IN 4.0." https://www.feetin40.eu/results.asp?id=4 (accessed Jan. 21, 2022).

[27] Primavera, "ERP PRIMAVERA V10." https://pt.primaverabss.com/pt/pagina/novidades-v10/ (accessed Jan. 21, 2022).

[28] Softideia, "SoftGI." https://www.softideia.com/ (accessed Jan. 21, 2022).

[29] E. Welbourne et al., "Building the internet of things using RFID: The RFID ecosystem experience," IEEE Internet Comput., vol. 13, no. 3, pp. 48–55, 2009, doi: 10.1109/MIC.2009.52.

[30] IMR, "RFID: SAIBA O QUE É E COMO UTILIZAR NA SUA EMPRESA," 2019. https://www.imr.pt/pt/noticias/rfid-saiba-o-que-e-e-como-utilizar-na-sua-empresa (accessed Jan. 21, 2022).

[31] "Localizar pessoas e objetos em tempo real." https://wavecom.pt/rtls/ (accessed Jan. 21, 2022).

[32] Ewon, "Talk2M." https://www.ewon.biz/products/Talk2M

[33] W. Kritzinger, M. Karner, G. Traar, J. Henjes, and W. Sihn, "Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification," IFAC-PapersOnLine, vol. 51, no. 11, pp. 1016–1022, 2018, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.08.474.

[34] F. Jiang, L. Ma, T. Broyd, W. Chen, and H. Luo, "Building digital twins of existing highways using map data based on engineering expertise," Autom. Constr., vol. 134, p. 104081, 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2021.104081.

[35] G. Lawton, "Why Accenture lists 'digital twins' as top-five technology trend in 2021," 2021. https://venturebeat.com/2021/03/12/why--accenture-lists-digital-twins-as-top-five-technology-trend-in-2021/ (accessed Jun. 06, 2022).

[36] C. Sailer, "Digital Twin, Smart Factory und Predictive Maintenance: Axians baut auf Mixed Reality," 2018. https://news.microsoft.com/de-de/digital-twin-axians/?utm_content=buffer0b51d&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer (accessed Jun. 06, 2022).

[37] "Hugo Boss replica fábrica 4.0," 2020. https://www.portugaltextil.com/hugo-boss-replica-fabrica-4-0/ (accessed Jan. 21, 2022).

[38] "Reference Architecture Model Industrie 4.0." https://www.sci40.com/english/rami4-0/ (accessed Jan. 21, 2022).

[39] "Metalomecânica, um setor pioneiro na transição para a economia digital," 2019. https://www.dinheirovivo.pt/empresas/metalomecanica-um-setor-pioneiro-na-transicao-para-a-economia-digital-12777117.html (accessed Jan. 21, 2022).

METALSHOE
FABLAB NETWORK

catim
centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica

ctcp centro tecnológico do calçado de portugal

NORTE 2020
PROGRAMA OPERACIONAL REGIONAL DO NORTE

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional