

FURN5.●

Manual para promover a adoção das práticas da Indústria 5.0 no setor do mobiliário na UE

Um Guia no sentido de um fabrico inteligente centrado no
ser humano, sustentável e resiliente

© AMBIT 2026
Av. Generalitat, 66 – 43560
La Sénia (Tarragona) ESPANHA
Tel. +34 977 57 01 22
ambitcluster.org

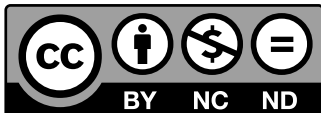
Esta publicação foi produzida com apoio financeiro da União Europeia.

Este projeto foi financiado pela convocatória da Comissão Europeia: Apoio ao Diálogo Social (SOCPL-2023-SOC-DIALOG). Referência do Acordo de Subvenção 101145616. O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um endosso dos conteúdos, que refletem apenas as visões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nela contidas.

Este guia foi elaborado com a contribuição de uma equipa multidisciplinar de especialistas:

Alessandra Cecchini, Francesco Balducci, Valentina Vedovi – Manifaktura S.r.l. (Candidatura: 7) | Alessandro Fumagalli, Anna Pellizzari, Claudia Reeder – Materialmente (Candid: 4) | Alfredo Ferrer Marco, Gonzalo Ruiz Manzanares – Kampal Data Solutions (Candid.: 15) | Amaia Castelruiz Aguirre (Candid.: 8-9), Imanol Ordoñez Zaragoza (Candid: 5, 6), Ivan Arakistain Markina (Candid: 10, 11) – TECNALIA | Héctor Zapata Cebrián – Tetravol S.L. (Candid: 2) | Inmaculada Soler Ramos – Sciling (Candid: 12, 13, 14) | Manuel Vinagre Ruiz, Raúl Zaragoza Sacristán da LEITAT (Candid: 1) | Ramon Morera i Cuatrecasas – PRODUKTIA (Candid: 3) | Ricardo García Bahamonde (Introdução).

Sob a orientação e supervisão técnica da equipa do AMBIT: Julio Rodrigo Fuentes, Massimiliano Rumignani, Francesc Reolid Sanz, Jaisiel Madrid Sánchez, Lluís Ferrés Solé, Joaquim Solana Monleón, e com contributos dos parceiros de projeto FEDERLEGNOARREDO e EFIC. Design: srbeardman.com



NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International
(CC BY-NCND 4.0). creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en

Deve dar o devido crédito, fornecer um link para a licença e indicar se foram feitas alterações. Pode fazê-lo de qualquer forma razoável, mas não de uma forma que sugira que o licenciante o apoia ou apoia o seu uso.

Nem modificações nem utilizações comerciais são permitidas.

Não pode usar o material para fins comerciais.

Se remisturar, transformar ou desenvolver a partir do material, não poderá distribuir o material modificado.

Agradecimentos	5
Uma introdução aplicada	7
Aplicações das tecnologias da Indústria 5.0	
1 Interação homem-máquina (HRI, Human-Robot Interaction) na indústria do mobiliário	16
2 Realidade Estendida (XR Reality) nos processos de design de produto e prototipagem	22
3 Aproveitar a realidade estendida para a formação da mão de obra e o desenvolvimento de competências na indústria do mobiliário	28
4 Funcionalidades inteligentes aplicadas ao setor do mobiliário	34
5 Processos de desenvolvimento de produtos inteligentes com a adoção de tecnologias de Gémeos Digitais	40
6 Aumentar a segurança e produtividade dos processos de fabrico enquanto se minimiza o seu Impacto Ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gémeos Digitais	50
7 Rastreabilidade de produtos no setor do mobiliário através do Passaporte Digital de Produto (DPP, Digital Product Passport)	60
8 Ciência de Dados aplicada ao fabrico do mobiliário	68
9 Interoperabilidade homem-máquina	76
10 A IoT para fabrico inteligente	84
11 A jornada da IoT e da conectividade	92
12 IA generativa para design personalizado e prototipagem rápida	98
13 Sistemas de gestão do conhecimento impulsionados por IA	106
14 Otimizar processos de marketing e vendas com IA generativa: automação e personalização de conteúdos	114
15 Tomada de decisões inteligentes no setor do mobiliário através da correlação de dados e análises potenciadas por IA	122
Estado da arte da Indústria 5.0 e recomendações das partes interessadas	
- Relatório sobre a Indústria 5.0 na indústria transformadora na UE	129
- Relatório sobre o nível de maturidade da Indústria 5.0 na indústria do mobiliário na UE	130
- Necessidades de competências e recomendações para os intervenientes do setor do mobiliário	131
Anexos	
A1 Ferramenta de Autoavaliação da Indústria 5.0	134
A2 Testemunhos de empresas	136
A3 Relatório sobre os resultados da fase piloto da ferramenta de autoavaliação online	142

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos nossos colegas dos parceiros do FURN5.0 Chiara Terraneo, Giorgia Von Berger, Greta Maravai – FederlegnoArredo, Gabriella Kemendi e Nicole Gaglioti – EFIC. Forneceram informações e conhecimentos relevantes que inspiraram e apoiaram o desenvolvimento deste guia e das várias atividades do projeto.

Estamos gratos ao pessoal da Comissão Europeia pelo seu apoio durante todo o processo do projeto.

Gostaríamos de reconhecer as contribuições importantes dos especialistas externos da Indústria 5.0 que contribuíram para a preparação deste guia:

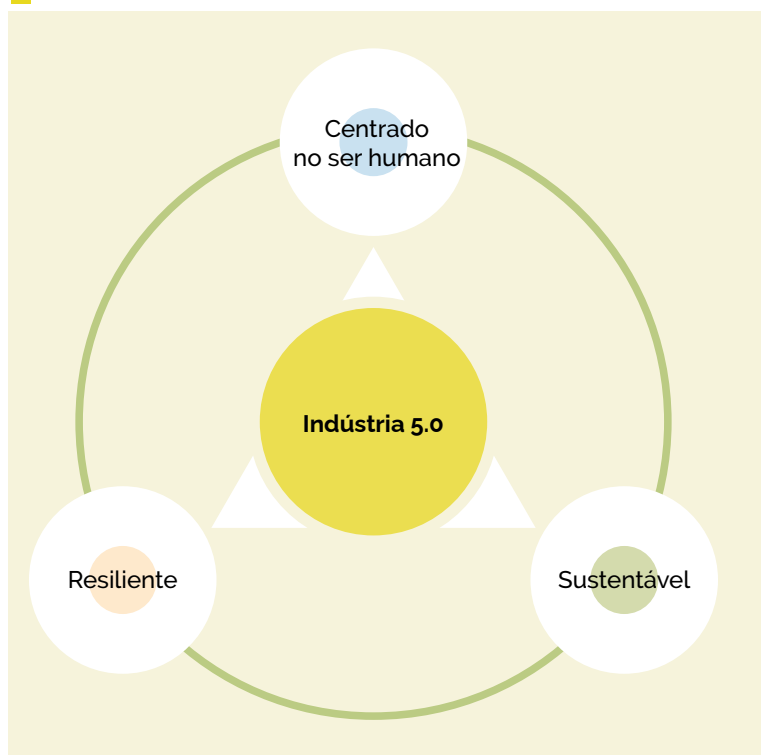
Alessandra Cecchini, Alessandro Fumagalli, Alfredo Ferrer Marco, Amaia Castelruiz Aguirre, Anna Pellizzari, Claudia Reder, Francesco Balducci, Gonzalo Ruiz Manzanares, Héctor Zapata Cebrián, Imanol Ordoñez Zaragoza, Inmaculada Soler Ramos, Ivan Arakistain Markina, Manuel Vinagre Ruiz, Ramon Morera i Cuatrecasas, Raúl Zaragoza Sacristán, Ricardo Garcia Bahamonde e Valentina Vedovi.

Gostaríamos também de agradecer a todos os especialistas que contribuíram para a revisão dos cartões FURN5.0 e participaram no workshop de especialistas que, com o seu feedback multidisciplinar e complementar, ajudaram a construir uma melhor compreensão e uma abordagem mais prática da Indústria 5.0 no setor do mobiliário. Para além dos especialistas acima citados, gostaríamos de agradecer:

Alba Tomàs, Albert Graçon Padilla, Alessio Gnaccarini, Àlex Jiménez, Anaïs Le Corvec, Andrea Berra, Antonio Torrente Ortiz, Dermot O'Donovan, Emilio Arasa, Giada Fioretti, Gil Arasa, Heiner Strack, Irene Pellecchia, Javier Portolés, Jeroen Doom, Joan Ortega, Jordi Sort, Juan Carlos Alonso, Juan Sala Martínez, Leonardo Cavo, Marco Denni, Matteo Bottenghi, Mattia Calogero, Nathalie Bekx, Rebecca Squeri, Ricardo Garcia Bahamonde, Ruben Sagone, Santiago Pérez de la Hoz, Stefano Santoni, Vittorio Riponi e Xavier Pi i Palomés.

A implementação do projeto FURN5.0 só foi possível graças ao financiamento do concurso de propostas da CE Apoio ao diálogo social (SOCPL-2023-SOC-DIALOG).

1



A Indústria 5.0 e o futuro inteligente do mobiliário

A Indústria 5.0 representa a próxima evolução da indústria moderna, ultrapassando os objetivos tradicionais de eficiência e produtividade para adotar uma abordagem mais **centrada no ser humano, sustentável e resiliente**. Em termos simples, a Indústria 5.0 trata de *utilizar tecnologias avançadas de forma a capacitar os trabalhadores, beneficiar a sociedade e respeitar o ambiente*. Este capítulo introdutório explica o que a Indústria 5.0 significa para o setor do mobiliário, as principais tecnologias que a sustentam e uma coleção de aplicações relevantes apresentadas mais adiante no relatório. Este manual FURN5.0 oferece aos executivos e técnicos da indústria do mobiliário ferramentas práticas e validadas para a transição estratégica da Indústria 5.0, abordando o desafio crítico de atrair e reter talento, ao mesmo tempo que melhora o bem-estar dos trabalhadores. Através de exemplos práticos, executivos e técnicos do setor terão uma visão clara do futuro inteligente da indústria do mobiliário e aprenderão ações concretas que podem implementar para impulsionar a digitalização e a competitividade do setor.

O que é a Indústria 5.0 no setor do mobiliário?

A Indústria 5.0 é um novo paradigma industrial formulado pela Comissão Europeia que *"visa para além da eficiência e produtividade como os únicos objetivos"* da indústria transformadora. Em vez disso, **coloca o bem-estar dos trabalhadores no centro da produção e persegue objetivos sociais e ambientais mais amplos**, complementando o quadro existente da Indústria 4.0. Em essência, a Indústria 5.0 assenta em três pilares principais: **centricidade no ser humano, sustentabilidade e resiliência** (ver Figura 1). O FURN5.0 promove o bem-estar dos trabalhadores, maior segurança e o desenvolvimento das competências necessárias. Esta abordagem centrada no ser humano fortalece o diálogo social crítico para uma transição social e justa para a indústria na UE. Isto significa que as fábricas do futuro não são apenas inteligentes e automatizadas, mas também desenhadas em função das necessidades das pessoas, ecologicamente responsáveis e capazes de resistir a interrupções.

1 Os três pilares fundamentais da Indústria 5.0

Antes de mais, a Indústria 5.0 no setor do mobiliário é **centrada no ser humano**. Em vez de tratar a tecnologia como um substituto das pessoas, melhora as competências e a criatividade humanas. Robôs colaborativos assumem tarefas repetitivas ou perigosas; interfaces intuitivas como RA/RV tornam a formação, a configuração e a resolução de problemas mais claras e rápidas; e as ferramentas de conhecimento ajudam os trabalha-

dores a aceder e partilhar conhecimentos. O resultado são ambientes de trabalho e funções mais seguros e limpos, mais atrativos para novos talentos, apoiando o desenvolvimento de competências e a inclusão em toda a mão de obra.

Aproveitando a digitalização da Indústria 4.0, a Indústria 5.0 reformula a adoção em torno do bem-estar dos trabalhadores, qualidade do trabalho e colaboração significativa entre humanos e máquinas, ao mesmo tempo que permite uma personalização em massa orientada pela técnica e pela intenção de design. Estes ganhos centrados no ser humano ligam-se naturalmente a objetivos mais amplos: operações resilientes através de decisões baseadas em dados e sistemas interoperáveis, e sustentabilidade através da redução do desperdício, escolhas de materiais mais inteligentes e transparência ao longo do ciclo de vida (por exemplo, passaportes digitais de produtos). O panorama político europeu – refletido em iniciativas como a FURN5.0 – incentiva esta transição, não só promovendo tecnologias facilitadoras, mas também apoiando o diálogo social, o desenvolvimento de competências e uma visão apelativa da indústria moderna. Em suma, a Indústria 5.0 alinha tecnologia avançada com empregos melhores, produtos melhores e mais sustentáveis, e crescimento responsável, colocando as pessoas no centro enquanto fortalece a competitividade e o desempenho ambiental. Em segundo lugar, a Indústria 5.0 no setor do mobiliário também está alinhada com a **sustentabilidade** (por exemplo, design circular e eficiência de recursos). Iniciativas europeias como o Pacto Verde, o novo Pacto da Indústria Limpa, a Bússola para a Competitividade e outros regulamentos estão a pressionar os fabricantes de mobiliário a reduzir resíduos e documentar a pegada ambiental dos produtos. Na Indústria 5.0, a tecnologia torna-se um meio para estes fins: por exemplo, usar **dados e sensores para monitorizar o consumo de energia e materiais**, ou adotar **materiais e processos** circulares para minimizar impactos ambientais. Em suma, a Indústria 5.0 oferece uma *"visão da indústria que (...) utiliza novas tecnologias para proporcionar prosperidade para além do emprego e do crescimento, respeitando os limites de produção do planeta"*. Para as empresas de mobiliário, isto pode significar desenhar produtos para longevidade e reciclabilidade, usar materiais de base biológica e aproveitar sistemas inteligentes para otimizar a produção de forma ecológica.

Finalmente, a **resiliência** – o terceiro pilar – é altamente relevante para o fabrico de mobiliário num mundo globalizado pós-pandemia, estendendo-se para além das paredes das fábricas até ao território onde as empresas operam. Construir resiliência significa maior flexibilidade

na produção, cadeias de abastecimento transparentes e diversificadas, e forças de trabalho ágeis e continuamente qualificadas. Significa também ancorar valor localmente: fortalecer as redes regionais de fornecedores, encurtar rotas logísticas e fomentar a simbiose industrial (por exemplo, serviços compartilhados, circuitos circulares de materiais e comunidades energéticas). A Indústria 5.0 incentiva a revisão das cadeias de valor e das práticas energéticas não só para resistir a choques, mas para codesenvolver com o ecossistema local, que é exatamente o efeito de competitividade há muito destacado pela teoria dos clusters (formulada por Michael Porter), onde os laços profundos entre empresas, instituições e talento aumentam a produtividade e a inovação. No mobiliário, isto traduz-se em capacidades como mudança rápida de linha de produto, formação cruzada de equipas com competências digitais

e utilização de plataformas digitais para encontrar e vender, priorizando parceiros regionais; Inclui também o mapeamento da proveniência, o desenvolvimento de opções de segunda fonte nas proximidades e a utilização de organizações de clusters para testes partilhados, formação e acesso ao mercado. O resultado é um setor mais robusto face a disrupções – e mais competitivo – porque é incorporado, colaborativo e localmente regenerativo.

No geral, a Indústria 5.0 no setor do mobiliário alinha a inovação tecnológica com um vasto leque de competências e capacidades humanas – criatividade, artesanato, julgamento crítico, resolução de problemas, colaboração, adaptabilidade e aprendizagem contínua – juntamente com a responsabilidade ambiental, para que o setor possa prosperar económica, social e ecológica.

Tecnologias facilitadoras que impulsionam a Indústria 5.0

A Indústria 5.0 é impulsionada por um conjunto de **tecnologias avançadas** que tornam possível a sua visão centrada no ser humano e sustentável. Muitas destas tecnologias são evoluções das ferramentas da Indústria 4.0, agora aplicadas de forma mais inteligente, colaborativa e empática, colocando assim as necessidades humanas, o bem-estar e a criatividade no centro da inovação industrial. Segundo a Comissão Europeia, as principais tecnologias que sustentam a Indústria 5.0

incluem **"interação homem-máquina personalizada, tecnologias inspiradas na natureza e materiais inteligentes, gémeos digitais e simulação, tecnologias para transmissão / armazenamento / análise de dados, inteligência artificial e tecnologias para eficiência energética e autonomia"**. Na prática, as seguintes áreas tecnológicas são especialmente relevantes no contexto do fabrico de mobiliário:



Interação Colaborativa Homem-Máquina

Uma característica distintiva da Indústria 5.0 é que humanos e máquinas trabalham juntos de forma fluida. Incluído está o uso de **robôs colaborativos (cobots)** que operam lado a lado com os trabalhadores no chão da fábrica. Ao contrário dos robôs industriais tradicionais que ficam atrás de vedações de segurança, os cobots são concebidos com sensores e limites de força para poderem partilhar o espaço de trabalho em segurança com as pessoas. Assumem tarefas pesadas, repetitivas ou ergonomicamente difíceis – por exemplo, levantar painéis pesados, lixar grandes superfícies ou realizar perfurações precisas – **melhorando assim a segurança e eficiência dos trabalhadores**. Crucialmente, estes robôs são *"colaborativos e cognitivos"*, ou seja, conseguem adaptar-se às intenções humanas e fornecer feedback (por exemplo, usando IA para interpretar as ações ou comandos de voz de um trabalhador). Para além da robótica, **interfaces avançadas homem-máquina** como a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) estão a capacitar os trabalhadores da indústria do mobiliário. A RA/RV pode sobrepor informação digital ao mundo real ou simular ambientes virtuais, o que

se revela *"útil para tarefas de formação, manutenção e design"* na produção. Por exemplo, um novo montador de mobiliário pode usar óculos RA que mostram as diretrizes de montagem passo a passo, ou um designer de produto pode usar RV para percorrer um protótipo virtual de uma nova peça de mobiliário. Estas interfaces intuitivas facilitam a interação dos colaboradores com máquinas e processos complexos, incorporando o ideal da Indústria 5.0 de *"interação individualizada homem-máquina"*.



Materiais inteligentes e sustentáveis

A Indústria 5.0 também adota **materiais inteligentes e inspirados na natureza** para inovar produtos e reduzir o impacto ambiental. Materiais "inteligentes" ou "smart" podem reagir ao seu ambiente – por exemplo, tecidos que mudam de propriedades com a temperatura, ou compósitos de madeira incorporados com sensores. No mobiliário, pode **significar funcionalidades inteligentes incorporadas em peças de mobiliário** (como uma mesa que pode carregar dispositivos ou ajustar a altura automaticamente, ou cadeiras que monitorizam

a postura). Inclui também materiais de base biológica e *materiais circulares* (recicláveis, recursos renováveis) que estão alinhados com os objetivos de sustentabilidade. Ao utilizar materiais avançados, os fabricantes de mobiliário podem criar produtos mais duráveis, personalizáveis ou amigos do ambiente. Esta área tecnológica sobrepõe-se frequentemente à inovação de design: os engenheiros estão a experimentar a **biomimética** (aprender com os designs da natureza) para criar materiais de mobiliário que sejam leves mas resistentes, ou com revestimentos autoregenerativos que prolongam a vida útil do produto. Embora estas "tecnologias inspiradas na natureza e materiais inteligentes" possam não ser tão visivelmente de alta tecnologia como os robôs ou a IA, são uma parte crucial do esforço da Indústria 5.0 para a inovação sustentável. Uma empresa de mobiliário que adote a Indústria 5.0 poderá explorar, por exemplo, **compósitos semelhantes à madeira feitos a partir de fibras recicladas** ou **têxteis inteligentes** que respondam às necessidades dos utilizadores, combinando assim o artesanato tradicional com a tecnologia de nova geração.



Gêmeos digitais e simulação

Um gêmeo digital é uma **réplica virtual de um produto físico, de um processo ou de toda uma fábrica**. A Indústria 5.0 utiliza gêmeos digitais e simulação avançada para otimizar a produção e prever resultados sem necessidade de tentativa e erro dispendiosa no mundo real. No setor do mobiliário, os gêmeos digitais podem ser revolucionários. Imagine um modelo digital de uma peça de mobiliário que se atualiza em tempo real à medida que o produto é fabricado, permitindo assim aos engenheiros testar ajustes virtualmente ou antecipar necessidades de manutenção. Da mesma forma, as fábricas podem ter gêmeos digitais das suas linhas de produção para simular alterações no fluxo de trabalho ou integrar uma nova máquina no software antes de o fazerem no chão de produção. Uma aplicação especial relevante para o objetivo de sustentabilidade da Indústria 5.0 é **simular impactos ambientais e sociais**. Antes de implementarem alterações a materiais ou processos, as empresas podem usar software para modelar como estas alterações afetarão a sua pegada de carbono, a produção de resíduos ou até a ergonomia dos trabalhadores. O projeto FURN5.0 destaca tecnologias para *"simulação e medição do impacto ambiental e social"*, sublinhando a importância de utilizar ferramentas digitais para impulsionar a sustentabilidade no design e produção. A adoção da tecnologia dos gêmeos digitais permite aos fabricantes de mobiliário tornarem-se **mais proativos e orientados por dados**, resolvendo problemas virtualmente (como modificar um design para usar menos material) e garantindo resultados ótimos tanto em termos de eficiência como de sustentabilidade.



Conectividade de Dados e Rastreabilidade

Na Indústria 5.0, **os dados são o tecido conjuntivo** que liga todas as partes da cadeia de valor. Baseando-se na IoT (Internet das Coisas) da Indústria 4.0, as fábricas de mobiliário irão empregar redes de sensores e dispositivos inteligentes – em máquinas, em armazéns, até em produtos entregues – para recolher dados em tempo real. O objetivo é criar um ciclo contínuo de feedback para melhoria e transparência. Utilizar **IoT e Big Data para recolher e analisar informação em tempo real pode melhorar significativamente a gestão de recursos e a tomada de decisões**. Por exemplo, sensores numa linha de produção podem monitorizar o consumo de energia, e a análise pode então sugerir formas de poupar energia ou agendar manutenção nos momentos ótimos. Outro aspeto crítico é a **interoperabilidade**, que significa que diferentes máquinas e sistemas de software partilham dados de forma fluida ao longo da fábrica e da cadeia de abastecimento. A Indústria 5.0 promove a *"interoperabilidade de dados e sistemas"* para que todas as partes interessadas (desde fornecedores de materiais a pontos de venda) possam estar ligadas num ecossistema digital. Uma iniciativa concreta na Europa que exemplifica a transparência orientada pelos dados é o **Passaporte Digital de Produto (DPP)**. Essencialmente, um DPP é um registo digital que acompanha um produto, contendo informações detalhadas sobre os seus materiais, origem, fabrico e instruções de fim de vida. Num futuro próximo, as empresas de mobiliário serão obrigadas a fornecer esses dados para cada produto, de modo a cumprir as regulamentações de sustentabilidade. Digitalizar um simples código QR num móvel pode revelar toda a sua "história de vida", permitindo práticas de economia circular como reciclagem mais fácil e aprovisionamento responsável. No nosso contexto, **a rastreabilidade do produto através de um DPP é uma aplicação chave** que garante que cada etapa da vida útil de um produto de mobiliário é transparente. Não só ajuda o ambiente, como também acrescenta valor aos consumidores que querem saber como os seus móveis foram feitos. No geral, infraestruturas de dados robustas – desde sensores IoT no chão de fábrica até plataformas cloud que agregam big data – são tecnologias fundamentais que permitem a *natureza inteligente, conectada e transparente* da Indústria 5.0.



Inteligência Artificial e Automatização

A IA é o motor que dá sentido a todos os dados e complexidade nos sistemas da Indústria 5.0. Num quadro centrado no ser humano, a Inteligência Artificial atua como uma ferramenta de aumento para a tomada de decisões e criatividade humanas. Existem aqui duas grandes categorias de aplicações de IA: *IA analítica* e *IA generativa*. IA analítica refere-se à utilização de

algoritmos de aprendizagem automática para detetar padrões, prever resultados e apoiar decisões. Para um fabricante de mobiliário, a IA analítica pode ser aplicada à previsão da procura, controlo de qualidade ou otimização de processos – por exemplo, um sistema de IA que analisa dados de produção para prever falhas de máquinas ou para assinalar defeitos nos materiais (melhorando a resiliência e a qualidade). Uma das aplicações descritas no manual FURN5.0 foca-se na *"análise de IA e análise de padrões"*, analisando como a IA pode analisar grandes conjuntos de dados para encontrar tendências que os humanos possam ignorar. A IA generativa, por outro lado, envolve sistemas de IA capazes de criar novos conteúdos ou designs. Esta é uma área em crescimento, com perspetivas entusiasmantes não só para o design e marketing de mobiliário, mas também para a eficiência organizacional. Imagine uma IA capaz de gerar centenas de variações personalizadas de design de mobiliário com base nas preferências do cliente ou produzir protótipos rapidamente num ambiente virtual, algo que poderia acelerar muito a fase de design. Essa *"IA generativa para design personalizado e prototipagem rápida"* é uma das aplicações apresentadas neste projeto. De forma semelhante, a IA generativa pode ser aproveitada para melhorar a gestão operacional e a eficiência, por exemplo, simplificando e criando novas formas de gestão do conhecimento, automatizando a documentação e melhorando a interação com o cliente. Por exemplo, um sistema de conhecimento orientado por IA poderia permitir aos colaboradores consultar uma base de dados em linguagem natural (como um assistente de IA que conhece as regras de design da empresa e projetos anteriores). Em vendas e marketing, as ferramentas de IA generativa podem criar automaticamente conteúdos de marketing personalizados ou visualizações de design de interiores para os clientes, melhorando a experiência do cliente. O fio condutor é que a IA, quando usada de forma responsável, amplifica as capacidades humanas – seja criatividade no design ou eficiência na produção – em vez de substituir o papel humano. A Indústria 5.0 enfatiza *"uma abordagem centrada no ser humano para tecnologias digitais, incluindo IA"*, garantindo que as soluções de IA sejam desenvolvidas com o bem-estar e o empoderamento do trabalhador em causa.



Energia sustentável e autonomia

Completando o conjunto tecnológico estão as inovações em **eficiência energética, energias renováveis e sistemas autónomos**. Embora não sejam exclusivas do setor do mobiliário, estas tecnologias são vitais para alcançar o pilar de sustentabilidade da Indústria 5.0. Podem incluir desde fábricas que instalam painéis solares e sistemas inteligentes de gestão energética para reduzir a sua pegada de carbono, até à exploração de logística autónoma (como empilhadores autónomos ou drones

de entrega), que podem aumentar a resiliência das operações. A tecnologia focada em energia não apareceu como uma secção autónoma no manual FURN5.0, mas sustenta o contexto mais amplo: em última análise, muitas melhorias da Indústria 5.0 (incluindo máquinas eficientes, processos otimizados via IA, uso de gémeos digitais para reduzir desperdícios) contribuem para **poupanças de energia e uma produção mais ecológica**. A estratégia europeia da Indústria 5.0 destaca explicitamente a importância das "tecnologias para eficiência energética, energia renovável, armazenamento e autonomia" como parte deste futuro modelo industrial. Numa fábrica de mobiliário, por exemplo, pode manifestar-se na implementação de um sistema de climatização e iluminação inteligentes que respondam a condições em tempo real, ou na utilização da energia recolhida dos processos de produção para alimentar outras operações. A ênfase é que a tecnologia deve ajudar a minimizar a pegada ambiental da produção, alcançando assim a *sustentabilidade* não só através dos materiais, mas também através da forma como alimentamos e gerimos as nossas fábricas.

Em resumo, as tecnologias facilitadoras da Indústria 5.0 formam uma caixa de ferramentas interligada.

A robótica colaborativa e RA/RV focam-se no aspeto *humano*, materiais inteligentes e *sustentabilidade* da tecnologia limpa, e os gémeos digitais, IoT e IA garantem *resiliência* e inteligência. Importa referir que muitas destas tecnologias já estão a emergir em empresas avançadas hoje em dia (como refere um relatório de 2024, *"estão presentes em empresas já avançadas no caminho da digitalização"*). No entanto, a Indústria 5.0 prevê a sua adoção em todo o setor transformador de forma integrada e centrada nas pessoas. Para as empresas de mobiliário que iniciam esta jornada, compreender estas tecnologias é o primeiro passo. No entanto, pesquisas recentes mostram que existe uma **lacuna de conhecimento**: em média, *50% das empresas de mobiliário inquiridas na UE admitiram saber pouco sobre as tecnologias da Indústria 5.0 (com algumas tecnologias a terem até 70% de baixo conhecimento)*. É aqui que os materiais educativos do projeto FURN5.0 entram como recursos úteis, ajudando a colmatar essa lacuna ao ilustrar o que estas inovações significam na prática.

O que esperar deste manual – Visão geral das aplicações

O núcleo do manual do projeto FURN5.0 é uma coleção de **aplicações da Indústria 5.0** – estudos de caso práticos concisos ou fichas informativas – cada uma destacando uma aplicação específica da tecnologia da Indústria 5.0 no setor do mobiliário. Estas aplicações são concebidas para serem facilmente legíveis e informativas, para que executivos de empresas de fabrico de mobiliário, colaboradores ou outros leitores interessados possam perceber rapidamente como funciona uma determinada tecnologia e que benefícios oferece. Este capítulo introdutório apresenta um esboço das

secções do manual, explicando os tipos de conteúdos abordados e como os navegar.

As aplicações estão organizadas por domínio tecnológico, alinhando-se com as categorias de tecnologia habilitadora discutidas acima. Este agrupamento temá-

tico ajuda os leitores a ligar tópicos relacionados e a ter uma visão mais ampla. Os principais domínios e as suas aplicações associadas são os seguintes:



Interação homem-máquina e robótica

O conteúdo deste domínio mostra como o fabrico de mobiliário se pode tornar mais centrado no ser humano através de *robótica colaborativa e interfaces imersivas*. Por exemplo, uma aplicação específica foca-se na **Interação Homem-Robô (HRI)** (N.º 1) em fábricas de mobiliário, mostrando como *robôs colaborativos ('cobots')* podem ajudar os trabalhadores em tarefas como montagem ou acabamento de superfícies. Outra aplicação abrange o uso de **Realidade Estendida (XR)** (N.º 2) – ou seja, Realidade Aumentada e Virtual – no design e prototipagem de produtos. Existe também uma aplicação para **aproveitar a XR para a formação e desenvolvimento de competências da mão de obra** (n.º 3) na indústria do mobiliário. Através destes exemplos, os leitores verão como os operadores podem trabalhar *lado a lado com máquinas inteligentes*: desde usar óculos AR para visualizar um novo design de cozinha em 3D antes de ser construído, até programar um cobot simplesmente guiando-o através de um movimento (em vez de codificação complexa). A conclusão é que as tecnologias da Indústria 5.0 podem tornar o ambiente da fábrica mais interativo, intuitivo e seguro para as pessoas.



Materiais e funcionalidades inteligentes

Neste domínio, uma das aplicações é dedicada a **funcionalidades inteligentes aplicadas ao setor do mobiliário** (n.º 4), explorando materiais avançados e tecnologias embutidas que conferem ao mobiliário novas capacidades. Por exemplo, pode apresentar protótipos de mobiliário inteligente, como uma **mesa que integra carregamento sem fios e sensores**, ou a utilização de **materiais com memória de forma** que permitem que os componentes se autoajustem. O conteúdo irá destacar como materiais inteligentes podem acrescentar valor (mobiliário que se adapta aos utilizadores ou ao ambiente) e melhorar a sustentabilidade (materiais que duram mais ou são mais fáceis de reciclar). Ao analisar esta aplicação, executivos e técnicos da indústria compreenderão o conceito de *"materiais inteligentes"* na Indústria 5.0 e como a ciência dos materiais é tão importante quanto a ciência da computação na construção do futuro do mobiliário.



Gêmeos digitais e simulação

Duas aplicações se enquadram neste domínio, ilustrando o poder da virtualização e da modelação. O primeiro aborda **gêmeos digitais de produtos e processos** (n.º 5) e explica como criar um espelho digital de uma peça de mobiliário ou de uma linha de produção inteira pode ajudar no design, testes e manutenção. A segunda diz respeito às **tecnologias de simulação e medição do impacto ambiental e social** (n.º 6) no fabrico de mobiliário. Esta aplicação é particularmente orientada para o futuro: mostra ferramentas que podem simular um processo (como acabar uma mesa) e calcular as suas emissões de carbono ou até impacto ergonómico nos trabalhadores. Os leitores aprenderão como as simulações digitais podem orientar a tomada de decisões rumo a configurações de produção mais sustentáveis e ergonómicas. Em conjunto, estas aplicações enfatizam uma ideia fundamental da Indústria 5.0: *"medir duas vezes, cortar uma vez"*, ou seja, usar modelos digitais para aperfeiçoar processos e produtos virtualmente, poupando tempo e recursos no mundo real.



Integração e rastreabilidade de dados

Este domínio engloba a espinha dorsal orientada por dados da Indústria 5.0 no mobiliário. Várias aplicações abordam-no sob diferentes ângulos:

- **Rastreabilidade de Produtos através do Passaporte Digital de Produto (DPP)** (N.º 7): uma das aplicações introduz o conceito de Passaporte Digital de Produto para mobiliário. Detalha como um sistema DPP pode rastrear um móvel desde a matéria-prima até ao fim da sua vida útil, armazenando informações como origem da madeira, adesivos utilizados, pegada de carbono e instruções de reciclagem. Esta informação está diretamente ligada às próximas regulamentações de sustentabilidade da UE e apresenta uma ferramenta prática para conformidade e transparência.
- **Processamento de Dados para Processos de Aprendizagem** (N.º 8): esta aplicação examina como as empresas podem transformar dados brutos em conhecimento acionável na Indústria 5.0, onde fábricas, máquinas e sistemas geram vastos dados; esta secção discute métodos como aprendizagem automática ou análise de dados que *aprendem* a partir de dados de produção para otimizar operações (por exemplo, analisar dados

de linhas de produção para identificar ineficiências ou treinar modelos de IA para prever problemas de qualidade). Destaca que simplesmente recolher dados não é suficiente – é necessário processá-los e *aprender* com eles para uma melhoria contínua.

- **Interoperabilidade de Dados e Sistemas** (N.º 9): esta aplicação lida com o desafio de integrar vários sistemas e equipamentos de TI para que comuniquem eficazmente. Em muitas empresas de mobiliário, software de design, sistemas de execução de fabrico, bases de dados de inventário, etc., podem estar isolados. A aplicação abordará estratégias ou padrões de interoperabilidade (como o uso de formatos de dados comuns ou plataformas de IoT) para alcançar uma fábrica mais conectada, tornando-se assim um trampolim para a Indústria 5.0, onde tudo está ligado num ecossistema digital.
- **IoT e Integração de sensores na produção e produtos:** Duas aplicações intimamente relacionadas focam-se em sensores de rede, uma ao nível da **cadeia de fabrico** (n.º 10) e outra ao **nível do produto** (n.º 11). A primeira mostra como a integração da IoT no processo de produção (o chão de fábrica) permite monitorização em tempo real e uma automação mais inteligente. Por exemplo, sensores em maquinaria podem permitir manutenção preditiva – antecipar avarias antes que ocorram – melhorando assim a resiliência. A segunda aborda **IoT nos próprios produtos** de mobiliário. Pode variar desde mobiliário de escritório inteligente que se ajusta às preferências ergonómicas, até mobiliário doméstico ligado que interage com dispositivos do utilizador. Ao agrupar estes temas, os leitores podem apreciar todo o alcance da conectividade: desde processos internos até à experiência do utilizador final, os dados fluem para cima e para baixo na cadeia de valor. No geral, as secções deste conjunto de dados/rastreabilidade demonstram como **a informação se torna tão importante quanto o produto físico** na Indústria 5.0, permitindo rastreabilidade, tomada de decisões mais inteligentes e novos serviços.



Aplicações em Inteligência Artificial

Os conteúdos incluídos neste domínio exploram **as inovações impulsionadas por IA** na indústria do mobiliário. Quatro aplicações ilustram casos de uso distintos da IA:

- **IA Generativa para Design Personalizado e Prototipagem Rápida** (N.º 12): Esta aplicação discute como os algoritmos generativos podem criar variações de design ou até protótipos visuais rapidamente. Por exemplo, uma IA poderia gerar dezenas de designs de cadeiras com base no briefing de um designer ou até no feedback dos consumidores, acelerando significativamente o processo de iteração. Pode incluir exemplos de designs de mobiliário gerados por IA ou como a impressão 3D pode ser combinada com IA para criar protótipos rapidamente.

- **Sistemas de Gestão do Conhecimento Baseados em IA** (N.º 13): Aqui, o foco está na utilização de IA para captar e organizar o conhecimento dentro de uma empresa de mobiliário. Pode significar uma base de dados inteligente que utiliza consultas em linguagem natural (permitindo aos colaboradores fazer perguntas como *"Como foi resolvido o problema do estofo deste modelo no ano passado?"* e obter respostas de registos anteriores), ou chatbots de IA que ajudam a formar novos colaboradores respondendo a questões técnicas. Apresenta a IA como uma ferramenta de apoio para reter a especialização e orientar os colaboradores, alinhando-se com a filosofia centrada no ser humano.
- **Otimizar Marketing e Vendas com IA Generativa** (N.º 14): Esta aplicação analisa o lado voltado para o cliente, mostrando como a IA pode personalizar e automatizar conteúdos. Os retalhistas e fabricantes de mobiliário muitas vezes precisam de produzir catálogos, visualizações de divisões ou textos de marketing – a IA generativa pode automatizar partes disto, criando materiais de marketing personalizados para diferentes públicos ou designs interativos de divisões para clientes em tempo real. Exemplifica como, mesmo para além da fábrica, a IA pode acrescentar valor à indústria do mobiliário ao aumentar o envolvimento do cliente e desbloquear a criatividade no marketing.
- **Análise de IA e Padrões** (N.º 15): A última aplicação de IA trata do uso de IA para análise de dados e apoio à decisão. Abrange o uso de análises avançadas ou aprendizagem automática para encontrar padrões em conjuntos de dados complexos – como tendências nas preferências dos consumidores, padrões de desempenho das máquinas ou estrangulamentos na cadeia de abastecimento – e para apoiar gestores em decisões estratégicas. Ao implementar esta IA analítica, as empresas de mobiliário podem avançar para estratégias orientadas por dados, tornando o negócio mais resiliente e responsivo à mudança (um resultado essencial da Indústria 5.0).

Ao explorar estas aplicações focadas em IA, os leitores obterão uma perceção de como a **inteligência artificial serve como uma ferramenta versátil na Indústria 5.0** – desde o design criativo até operações empresariais mais inteligentes – sempre com o objetivo de complementar as competências humanas e melhorar a produtividade de forma sustentável.

Manual FURN5.0: estrutura de conteúdos

O conteúdo do manual FURN5.0 está estruturado sob os cinco domínios tecnológicos indicados acima:

2 Manual FURN5.0 Estrutura de Conteúdos

A tabela seguinte resume as aplicações mencionadas (numeradas) incluídas em cada domínio tecnológico.

3 Aplicações do manual FURN5.0

Os conteúdos seguem um **fluxo lógico, começando pelas tecnologias de interação homem-máquina, passando pela infraestrutura digital e culminando na IA**. Dentro de cada domínio, secções individuais abordam aplicações específicas conforme descrito.

Esta classificação tem duas vantagens:

Espelha a estrutura das tecnologias da Indústria 5.0

apresentadas anteriormente, reforçando a compreensão do leitor ao agrupar tópicos relacionados (por exemplo, depois de ler sobre robôs colaborativos e AR/RV na introdução, o leitor encontrará imediatamente a secção correspondente na secção HMI).

Destaca as **interligações** entre as secções. Leitores interessados num aspeto particular (por exemplo, conectividade) podem facilmente encontrar todas as secções relacionadas com dados em conjunto, obtendo assim uma visão abrangente de como a rastreabilidade, interoperabilidade e IoT contribuem coletivamente para um ecossistema Indústria 5.0 conectado.

Algumas aplicações abrangem múltiplos domínios (por exemplo, um cobot usa IA para visão, ou uma ferramenta de design de IA pode também ser uma forma de interação homem-máquina). Nesses casos, a classificação baseia-se no foco principal da secção. A ordem proposta não é a única forma de organizar o conteúdo, mas proporciona um fluxo claro e pedagógico desde as inovações tangíveis do chão de fábrica (robôs, materiais) até às inovações digitais e intangíveis (dados, IA).

Resumo

Este capítulo introdutório destina-se a ajudar os leitores a navegar pelas aplicações do manual FURN5.0. O manual descreve o que significa a Indústria 5.0 – especialmente para fabricantes de mobiliário – e identifica as principais tecnologias que permitem esta transformação. Em resumo, o foco da **Indústria 5.0 é integrar tecnologia avançada com um toque humano e uma abordagem ambientalmente consciente**: é a fábrica de mobiliário onde os artesãos trabalham lado a lado com cobots, onde o design é acelerado pela IA mas inspirado pela natureza e sustentabilidade, e onde cada produto carrega um passaporte da sua jornada sustentável. As quinze aplicações incluídas no manual ilustram estes conceitos com exemplos concretos e casos de uso.

Ao apresentar as aplicações de forma estruturada (agrupadas por domínio), os leitores podem facilmente encontrar temas de interesse e compreender como cada peça se enquadra no quadro mais amplo da Indústria 5.0. Quer seja um gestor ou técnico de uma empresa de mobiliário a avaliar uma estratégia de inovação, um colaborador curioso sobre o futuro do seu trabalho, ou simplesmente um entusiasta do design inteligente, há algo a aprender em cada secção. **A era da Indústria 5.0 no mobiliário está a nascer**, e promete um futuro onde tecnologia e artesanato se unem para criar uma indústria do mobiliário mais inteligente, sustentável e com mais recursos humanos.

Em última análise, o projeto FURN5.0 pretende dotar as partes interessadas do conhecimento e das ferramentas necessárias para navegar esta transição. Ao compreender os conhecimentos destas secções, os executivos da indústria estarão melhor preparados para participar na construção de um "futuro inteligente do mobiliário."

Bem-vindo à Indústria 5.0!

2

Estrutura de conteúdo do manual de aplicações FURN5.0

1	Interação Homem-Máquina
2	Materiais Inteligentes
3	Gémeos Digitais e Simulação
4	Integração de Dados e IoT
5	Inteligência Artificial

3

Aplicações FURN5.0

1	Interação Humano-Robô (HRD)
2	Realidade Estendida (XR)
3	Aproveitamento da XR para formação e requalificação da força de trabalho
4	Funcionalidades inteligentes aplicadas ao setor do mobiliário
5	Gémeos digitais de produtos e processos
6	Tecnologias para simulação e medição do impacto ambiental e social
7	Rastreabilidade de produtos através do Passaporte Digital do Produto (DPP)
8	Processamento de dados para processos de aprendizagem
9	Interoperabilidade de dados e sistemas
10	Integração de IoT e sensores na cadeia de fabrico de produção e produtos
11	Integração de IoT e sensores nos produtos
12	IA generativa para design personalizado e prototipagem rápida
13	Sistemas de gestão do conhecimento orientados por IA
14	Otimização de marketing e vendas com IA generativa
15	Análise de dados e análise de padrões com IA

Aplicações das tecnologias da Indústria 5.0

Um Guia no sentido de um fabrico inteligente centrado
no ser humano, sustentável e resiliente



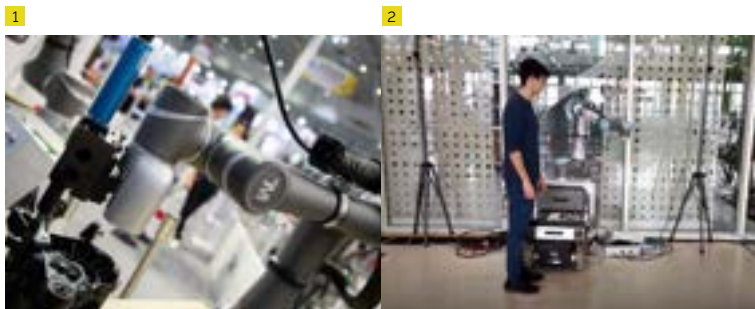
Descrição

Na transição para a Indústria 5.0, a interação homem-robô evolui para além da colaboração física para abraçar a interação cognitiva, o controlo intuitivo e o empoderamento humano em tempo real. No setor do fabrico de mobiliário, implica robôs e sistemas de IA concebidos para se adaptarem às necessidades, competências e intenções humanas, em vez de exigir que sejam os trabalhadores se adaptarem à máquina.

1 *O braço colaborativo Techman Robot realiza operações de aparafusamento guiadas pelo seu sistema integrado de visão artificial para montagem automatizada. Fonte: Techman Robot*

Tendo este aspeto em conta, a primeira abordagem da robótica para a Indústria 5.0 é que deve ser colaborativa com os humanos. Robôs colaborativos são aqueles que cumprem os requisitos das normas ISO10218 e ISO TC 15066. São robôs concebidos para limitar a sua força e energia de impacto. Ao contrário dos robôs industriais tradicionais (que normalmente operam atrás de vedações de segurança), os cobots incorporam sensores de força e funções de limitação de movimento para que possam partilhar um espaço de trabalho com pessoas em segurança. Algumas das características mais relevantes a considerar nestes robôs são a capacidade de carga útil, alcance e repetibilidade para facilitar tarefas pesadas que exigem precisão.

A robótica colaborativa é necessária, mas não suficiente para as exigências da robótica na Indústria 5.0. A robótica deve estar equipada com a capacidade de raciocínio inteligente, garantindo que pode proporcionar ao humano uma consciência situacional ambiental contínua. A robótica cognitiva aproveita o contexto atual da IA como tecnologia emergente para interpretar ações humanas, dados ambientais e contexto de produção, permitindo comportamentos adaptativos (por exemplo, ajustar a atuação da força dependendo da dureza do material ou da deteção de defeitos enquanto informa o humano).



Dificuldade de implementação: **Baixa**Viabilidade econômica: **Média-Alta**

Interação Homem-Robô (HRI) na indústria do mobiliário

Neste momento, é pertinente reconhecer a importância do relato não invasivo em conjunto com a disponibilização de informação ambiental abrangente e intenções das máquinas aos humanos. Estratégias como o Looming fornecem aos operadores uma visualização visual dos planos de movimento dos robôs, movimentos futuros e intenções (projeções de luz no espaço de trabalho), garantindo que sabem sempre o que o robô está prestes a fazer, reduzindo assim a incerteza e o stress.

2 *O robô colaborativo UR5 da Universal Robots a testar a estratégia do Looming. O humano pode observar as projeções de luz no chão para saber a intenção do movimento do robô. Fonte própria.*

Outra estratégia para a interação robô-humano é através da integração de IA conversacional. Os modelos de processamento de linguagem natural permitem aos operadores colocar questões ao robô, emitir instruções ou pedir explicações em linguagem falada natural, facilitando assim um controlo intuitivo e acessível. Esta abordagem garante que os operadores estão sempre atentos às ações futuras do robô, minimizando assim a incerteza e o stress.

A Interação Homem-Robô também implica equipar o operador com as competências e capacidades necessárias para controlar o robô. Isto é conseguido simplificando os controlos dos robôs. Dizem respeito à geração automática de trajetórias robóticas a partir de formatos visuais de uma peça ou do móvel montado. Esta é uma solução eficaz para operações de tratamento de superfícies, onde o caminho é gerado automaticamente a partir de um ficheiro CAD.

3 *Simulação de um sistema automático de geração de trajetórias que programa caminhos. OnRobot*

Outra abordagem que pode ser adotada é facilitar o acesso à programação de processos. A programação em blocos é um método visual e guiado de planeamento da sequência de tarefas a executar pelo robô. Esta metodologia permite que operadores sem formação específica gerem programas que o robô é capaz de interpretar e executar.

4 *Programação robótica baseada em blocos com dependentes de ensino KUKA. Fonte: KUKA*



Aplicação

A robótica colaborativa e cognitiva tem uma aplicação direta no setor do fabrico de mobiliário devido à grande liberdade de movimento oferecida pelos 6 eixos (pa-drão), à carga que conseguem suportar (5-10 kg) e à sua repetibilidade. Ao mesmo tempo, oferecem maior segurança ao trabalhador, pois não estão expostos a condições perigosas ou sujas.

Algumas tarefas na indústria do mobiliário às quais a robótica colaborativa pode ser aplicada:

- Moagem de madeira: A fresagem robótica oferece um enorme grau de flexibilidade em comparação com outras formas de automação da fresagem. Estratégias como o Looming podem trazer maior segurança e confiança à interação homem-robô. Por outro lado, o sistema de fresagem pode ser mais amigável para o operador se puder ser programado visualmente.
- Lixamento e tratamento de superfícies: A grande vantagem de usar robôs para lixar é a consistência do acabamento superficial que proporcionam. A robótica colaborativa permite programar o percurso do robô através do ensino e o robô irá mover o meio abrasivo sobre a superfície do material sempre da mesma forma. Estas tarefas podem ser realizadas de forma mais eficiente com processos automáticos de geração do percurso da ferramenta, que percorrem a superfície da peça ao introduzirem o CAD correspondente.
- 9** *O robô Dobot-Robots CR5 equipado com uma cabeça de lixamento realiza lixamento adaptativo da superfície usando controlo constante da força. Fonte: Dobot-Robôs.*
- Pintura e revestimento: Os robôs de pintura são uma opção perfeita para melhorar a eficiência da sua tarefa de pintura de móveis. Semelhante à tarefa de lixamento, a trajetória do robô para a pintura pode ser gerada automaticamente a partir do CAD da superfície a pintar.
- 10** *Robô colaborativo da Universal Robots a realizar uma tarefa de revestimento em pó numa estrutura metálica. Fonte: Universal Robots*
- Montagem dos componentes: Os cobots podem ajudar a segurar, alinhar ou conduzir fixadores. Na prática, os cobots podem lidar com passos repetitivos (por exemplo, inserção de cavilhas, encaixe de dobradiças) enquanto os humanos realizam ajustes finos. Quadros avançados de planeamento mostram potencial para linhas de montagem mistas homem-robô em fábricas de mobiliário. Através da orientação por voz baseada em comandos sequenciais em linguagem natural, a eficiência e ergonomia da

Interação Homem-Robô (HRI) na indústria do mobiliário

montagem do mobiliário podiam ser melhoradas.

11 *Cobot Omron com sistema de visão integrado para inspeção automática de qualidade, focado principalmente na detecção de anomalias.*

Fonte: Site Omron, Caso de Uso UNIKA.

- **Inspeção:** Os robôs podem ser integrados com sistemas de visão, scanners de ultrassons e outros sensores. Isto acelera o processo de inspeção do mobiliário.
- **Escala dimensional:** Uma das grandes vantagens de usar robôs para o fabrico de mobiliário é o seu grande espaço de trabalho. Pode aumentar o tamanho do espaço de trabalho de quase qualquer robô simplesmente adicionando eixos externos. Este fator é de extrema utilidade quando se trabalha com móveis grandes, facilitando a ampliação e, assim, reduzindo os tempos em comparação com outras formas de automação.
- **Paletização:** Já existem soluções de paletização em que humanos e robôs colaborativos interagem, proporcionando maior segurança e precisão na Recolha e Colocação (Pick & Place). Marcadores visuais projetados na área de trabalho dão ao operador maior confiança e segurança.

12 *Robô KUKA com braço para manuseamento de materiais de madeira*

descarrega-se software de um repositório e instala-se diretamente, ficando o robô pronto para funcionar. Não precisas de configurar nada; o sistema fá-lo automaticamente.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

A viabilidade económica da implementação de robôs colaborativos na indústria de fabrico de mobiliário é média-alta, devido ao seu equilíbrio entre o custo inicial e os benefícios operacionais. Com preços que variam entre 25.000 € e 50.000 €, os cobots podem automatizar tarefas repetitivas sem necessidade de dedicar recursos de segurança (gaiolas de segurança, elementos de segurança ativa, etc.) exclusivamente à sua operação, melhorando a produtividade e reduzindo lesões relacionadas com o trabalho. A sua facilidade de programação e flexibilidade para se adaptar a diferentes processos tornam-nos lucrativos a médio prazo, especialmente em ambientes de produção variáveis ou personalizados.

Considera-se que um robô industrial custa 33% para o robô + 33% para periféricos e elementos adicionais + 33% para programação e comissionamento. Um robô colaborativo pode reduzir a necessidade de periféricos e programação. Estima-se uma redução de 27,5% ao utilizar robótica colaborativa.

■ Fatores humanos

A integração de robôs colaborativos (cobots) no fabrico de mobiliário transforma significativamente a forma como os trabalhadores humanos interagem com a tecnologia, as tarefas e entre si. Embora os cobots sejam concebidos para operar em segurança perto de seres humanos, é comum que os trabalhadores tenham hesitação inicial, muitas vezes devido à falta de familiaridade, eventuais riscos ou preocupação com a perda do emprego. Abordar estas preocupações requer comunicação transparente, demonstrações práticas e uma articulação clara de como os cobots apoiam (e não substituem) o papel dos seres humanos. Do ponto de vista psicológico, os cobots devem ser vistos como colegas prestáveis em vez de máquinas intrusivas. Os trabalhadores que se sentem envolvidos na sua implementação e conseguem influenciar a forma como os cobots são integrados têm maior probabilidade de aceitar e adotar a tecnologia.

A confiança é fomentada através do comportamento consistente dos cobots, feedback claro (por exemplo, sinais visuais ou auditivos) e zonas de segurança bem definidas. Importa referir que os cobots devem cumprir regulamentos de segurança, nomeadamente no que se refere aos requisitos das normas ISO 10218 e ISO/TS 15066, que definem requisitos para interação física segura e limitações de força na colaboração homem-robô. A interação regular e as transferências graduais de



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Baixa

O ecossistema da maioria dos robôs colaborativos foi concebido para uma implementação rápida e fácil. Como estes robôs são geralmente pequenos, são frequentemente fixados às próprias bancadas de trabalho. O controlador do robô também é geralmente pequeno em comparação com os controladores industriais. A maioria dos fabricantes oferece acesso a tutoriais para autoaprendizagem, mas também oferece formação em comissionamento. O ambiente de programação de um robô colaborativo para realizar operações simples, por exemplo, movimentos e ações de Recolha e Colocação (Pick & Place), é muito fácil de usar.

Além disso, os robôs colaborativos são programados de forma padrão por demonstração, movendo o robô manualmente até aos pontos de interesse. O robô repete depois os movimentos. Acima de tudo, a maioria tem sistemas de programação gráfica, que se afastam da programação tradicional baseada em texto e simplificam o processo.

A maioria dos robôs colaborativos tem um ecossistema de hardware/software semelhante a uma loja de aplicações para telemóveis. Compra-se um hardware específico (por exemplo, uma pinça), monta-se no robô,

tarefas ajudam os trabalhadores a ganhar familiaridade e confiança ao longo do tempo.

Os operadores devem ser treinados não só nos aspetos técnicos da programação e supervisão de cobots, mas também no planeamento colaborativo de tarefas e na resolução básica de problemas. Os cobots modernos utilizam frequentemente interfaces fáceis de usar e low-code ou programação baseada em gestos, o que encurta a curva de aprendizagem, se for bem orientada. Ao descarregar tarefas fisicamente intensivas ou repetitivas, os cobots reduzem a fadiga, previnem lesões musculoesqueléticas e permitem que trabalhadores mais velhos ou como menos capacidade física continuem a dar o seu contributo. No entanto, estes benefícios ergonómicos devem ser reforçados por um design adequado das estações de trabalho. Os ambientes colaborativos devem ser projetados em conjunto com a contribuição dos operadores para garantir conforto, fluxo de tarefas e visibilidade. Layouts mal planeados podem originar confusão ou problemas de segurança. Em última análise, os cobots são mais bem-sucedidos quando vistos não como substitutos, mas como facilitadores de um ambiente de trabalho mais equilibrado, seguro e gratificante.

Fatores ambientais

A implementação de robôs colaborativos (cobots) na indústria de fabrico de mobiliário levanta importantes considerações ambientais, tanto ao nível do espaço de trabalho como ao longo do ciclo de vida do produto. Em termos de condições de trabalho imediatas, o espaço físico é um fator crítico: os cobots requerem espaço suficiente para interação humana segura, acesso a ferramentas e materiais. Soluções de montagem compactas e flexíveis (chão, mesa, teto) ajudam a otimizar layouts em oficinas com espaço limitado. A iluminação e a visibilidade também desempenham um papel vital, especialmente para cobots que utilizam sistemas de visão, onde a iluminação estável melhora a precisão e reduz o desperdício de materiais resultantes de erros de inspeção ou retrabalho. O pó do processamento da madeira, juntamente com elevada humidade

ou temperatura, pode afetar sensores e juntas, exigindo proteção ou manutenção preventiva.

Do ponto de vista do ciclo de vida, os impactos ambientais dos cobots abrangem várias fases. A extração de materiais para metais (por exemplo, alumínio, aço) e elementos de terras raras (por exemplo, neodímio) tem uma elevada pegada ecológica. A fase de fabrico é intensiva em energia, enquanto na fase de utilização os cobots podem melhorar a eficiência dos recursos ao reduzir o desperdício e permitir fluxos de trabalho just-in-time. No entanto, a robótica impulsionada por IA depende frequentemente de centros de dados e infraestruturas cloud que também consomem energia e água em quantidades significativas. Além disso, os cobots acabam por contribuir para o lixo eletrónico; o seu complexo design mecatrónico pode complicar a desmontagem e a reciclagem.

Por outro lado, a integração de robótica cognitiva alimentada por IA permite um planeamento de movimentos mais preciso e um comportamento adaptativo, o que minimiza movimentos desnecessários, reduz o consumo de energia e melhora a utilização dos materiais. Para uma implementação verdadeiramente sustentável, os avanços em processadores energeticamente eficientes, chips neuromórficos e otimização de IA na periferia são essenciais para reduzir a pegada ambiental dos sistemas robóticos inteligentes.

Alinhamento com certificações e regulamentos

A robótica colaborativa é principalmente regulada pelo disposto nas normas ISO 10218-1/2 e ISO/TS 15066, que estabelecem requisitos de segurança para robôs industriais e colaborativos. A ISO 10218 define diretrizes gerais para o design e operação seguros, enquanto a ISO/TS 15066 complementa estes requisitos para aplicações colaborativas ao especificar limites de força, pressão e contacto seguro entre robô e pessoa.

A instalação do robô colaborativo requer certificação global, incluindo o robô, as ferramentas e o software. Existem empresas especializadas em certificar o uso de cobots de acordo com os padrões atuais, fazendo medições físicas e verificando que os limites permitidos não são ultrapassados.



Interação Homem-Robô (HRI) na indústria do mobiliário



Soluções



Célula de lixamento automatizado

Mirka + Universal Robots

Finlândia / Dinamarca ↔

Uma solução flexível de lixamento à base de cobots, concebida para acabamento superficial na produção de madeira e mobiliário. O sistema integra perfeitamente a lixadora elétrica da Mirka® com os braços colaborativos da Universal Robots, oferecendo movimentos programáveis e repetíveis. Suporta troca rápida de ferramentas, controlo ajustável de pressão e compatibilidade com vários tipos de lixa, tornando-o ideal para superfícies planas e curvas de mobiliário.



Interface NoCode para programação de montagem robótica

YK-Robotics

Itália ↔

Esta solução robótica de colagem e dosagem está otimizada para processos de montagem de madeira e mobiliário. Apresenta uma interface NoCode, orientada a objetos, que permite uma programação simples, intuitiva e flexível de células robóticas. Tanto os programadores como os operadores de máquinas podem criar e modificar programas sem experiência prévia em programação, permitindo uma rápida adaptação a novas geometrias de produtos ou adesivos.



Manuseamento Robótico de Materiais para Mobiliário

Dexterity

Estados Unidos ↔

A Dexterity oferece robôs impulsionados por IA para tarefas complexas de manuseamento de materiais, como recolha, paletização e triagem de componentes volumosos de mobiliário. Estes robôs operam em segurança juntamente com humanos, adaptam-se em tempo real a ambientes imprevisíveis e requerem um esforço mínimo de integração. Os seus braços ágeis e sistemas de perceção manuseiam objetos irregulares ou frágeis com precisão.



Programação Robótica Orientada por IA

Programação Robótica Orientada por IA

Canadá ↔

O RoboDK é uma poderosa plataforma de programação offline e simulação para robôs industriais. Permite aos utilizadores importar modelos CAD, definir percursos de ferramenta e gerar programas robóticos sem interrom-

per a produção. As aplicações incluem soldadura, fresagem, pintura, inspeção e Recolha e Colocação (Pick & Place), com funcionalidades melhoradas por IA para otimização de percursos e prevenção de colisões.



Assistente Robótico Inteligente Multisensorial (MAiRA, Multisensing Intelligent Robotic Assistant) para mobiliário

Neura Robotics

Alemanha ↔

A MAiRA é um robô cognitivo tudo-em-um que combina visão computacional, inteligência artificial, perceção ambiental e controlo de voz/gestos. No fabrico de mobiliário realiza tarefas de lixamento, perfuração, colagem e inspeção, adaptando-se a diversos tipos de materiais e formas. Permite uma colaboração homem-robô segura e intuitiva sem vedações, melhorando a qualidade e a flexibilidade no chão de produção.



Acelerador de IA

Universal Robots (com a empresa-mãe Teradyne Robotics Mobile Industrial Robots - MiR), em parceria com a NVIDIA (plataforma robótica IsaacTM)

Estados Unidos ↔

Os cobots potenciados pela IA adquirem a capacidade de aprender, adaptar-se e tomar decisões informadas baseadas nas suas entradas sensoriais, lidando com tarefas complexas como recolher diversos tipos de objetos. Os cobots compreendem melhor o ambiente, planeiam os melhores percursos e executam tarefas de forma segura e eficiente. Por exemplo, o MiR1200 Pallet Jack consegue lidar com requisitos complexos de armazém e ambientes dinâmicos usando LiDAR para navegação totalmente autónoma.



Revestimento pulverizado para objetos de grande porte com cobot e câmara 3D

Cefla

Itália ↔

O iGiotto é um robô antropomórfico avançado de 6 eixos com revestimento pulverizado, concebido para acabar objetos grandes e intrincados, como portas, molduras de janelas e vários componentes de mobiliário. Com o scanner opcional 2D/3D c-Vision, pode gerar percursos de pulverização precisos de forma autónoma, eliminando até 50% a necessidade de programação manual e tempo de montagem de corte. A sua capacidade de pulverização em linha permite controlo em tempo real, incluindo o abrandamento ou a pausa do transportador, sempre que necessário.



Exemplos



Alnea
Polónia



Embalagem de móveis em caixa plana: O sistema robótico de embalagem de mobiliário da Alnea utiliza visão avançada para recolha inteligente e controlo de trajetória. O cobot integra reconhecimento de imagem impulsionado por IA para localizar peças, adaptar-se às suas posições e planejar percursos sem colisões em tempo real. Isto garante uma embalagem eficiente e sem danos de diversos componentes de mobiliário, especialmente em linhas de produção variáveis.



Techman Robots
Taiwan



Cobot cognitivo para operações de lixamento: A aplicação colaborativa de lixamento da Techman Robots combina IA, sistemas de visão e controlo de forças para se adaptar a diferentes superfícies de mobiliário. Estes cobots identificam formas de objetos, ajustam dinamicamente a pressão de lixamento e executam trajetórias precisas. A sua visão inteligente incorporada torna-os ideais para tarefas automatizadas de acabamento de madeira na produção de mobiliário.



Pickle Robot
Estados Unidos



Despaletização robótica alimentada por IA: A Pickle Robot oferece despaletização robótica alimentada por IA para cargas não estruturadas, como caixas de móveis. O sistema utiliza perceção em tempo real para identificar, compreender e mover itens mistos de forma eficiente. Sem necessidade de layouts pré-definidos, permite o descarregamento flexível e autónomo, otimizando o fluxo de mão-de-obra e operacional na logística do mobiliário.



CMA Robotics
Itália



Acabamento automatizado da madeira: A CMA Robotics implementou sistemas robóticos avançados para a pintura automatizada de componentes de mobiliário em madeira, incluindo cadeiras, mesas e painéis. Estes sistemas utilizam tecnologia de visão 3D para identifi-

car e pintar com precisão várias formas, melhorando a qualidade dos acabamentos e a eficiência da produção na indústria do mobiliário.



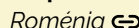
Medienos Era
Lituânia



Automação de embalagens personalizadas: A Medienos Era, um fabricante lituano de mobiliário em madeira maciça, implementou a solução RoboCut desenvolvida pela Industrial Robotics Company. Este sistema robótico permite a produção interna de embalagens de cartão personalizadas, reduzindo desperdícios e melhorando a eficiência logística. A tecnologia garante qualidade consistente e maior flexibilidade no manuseamento de diferentes dimensões do produto.



Becker Romania (subsidiária da empresa alemã Becker Brakel)
Roménia



Tarefas de montagem: adoção de dois robôs colaborativos (UR10) a trabalhar em conjunto para tratar da distribuição de cola e tarefas de recolha e colocação na linha de fabrico de madeira moldada, com operadores humanos a trabalhar em conjunto com os dois robôs colaborativos. A configuração é controlada por botoeira (Teach Pendant), tendo sido adotado o programa pré-definido CircleMove para programação; variáveis específicas da aplicação foram definidas para interagir com os operadores, por exemplo, para avisá-los quando é necessário substituir adesivo



Industrial Robotics
Lituânia



Carpinteiro robótico: A solução de Fabrico de Componentes em Madeira da Industrial Robotics utiliza uma célula RoboMill de 6 eixos equipada com trocadores automáticos de ferramentas para perfuração, fresagem, roteamento e rebitemento. Este sistema robótico flexível lida com peças complexas de estrutura em madeira. A sua configuração programável permite a produção em pequenos lotes e geometrias variadas, reduzindo a dependência de mão de obra qualificada. Quando os projetos CAD/CAM são criados, o operador basta introduzir o número e a quantidade da encomenda, carregar as peças em branco no transportador e iniciar o sistema. O carpinteiro robótico executa então as tarefas de forma autónoma.

Realidade Estendida nos processos de design e prototipagem de produtos



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade económica: **Média-Alta**

Realidade Estendida nos processos de design e prototipagem de produtos



Descrição

A Realidade Estendida (XR) abrange todo o espectro de tecnologias imersivas, incluindo Realidade Virtual (RV), Realidade Mista (RM) e Realidade Aumentada (RA). No contexto do design e prototipagem de mobiliário, a tecnologia XR permite a interação com modelos digitais tridimensionais em ambientes virtuais e físicos, proporcionando uma experiência altamente realista. Esta tecnologia baseia-se na integração de hardware especializado (auscultadores, controladores, sensores) e software para criar ambientes simulados ou sobrepor informação digital a cenários do mundo real.

A XR representa uma mudança de paradigma. Antes do seu surgimento, o design de objetos tridimensionais como mobiliário era sempre realizado através de interfaces planas – fosse papel e lápis ou rato e ecrã. Agora, é possível desenhar mobiliário diretamente em três dimensões, verificando instantaneamente e com precisão as dimensões, funcionalidade e ergonomia.

Durante a fase de conceptualização, a XR permite aos designers visualizar um protótipo em escala real com grande fidelidade, avaliando a sua ergonomia, estética e funcionalidade antes de avançar para a produção física. Também permite a iteração rápida de múltiplas variantes de design, reduzindo custos e encurtando os prazos de desenvolvimento. Os utilizadores podem andar virtualmente à volta de um modelo de cadeira, verificar as suas proporções ou até simular sentar-se para testar o conforto da forma.

Por outro lado, a Realidade Aumentada permite a interação com objetos virtuais no espaço físico. No design de mobiliário personalizado, os clientes podem usar um dispositivo móvel ou óculos RA para seleccionar acabamentos, cores ou dimensões enquanto observam a peça sobreposta no seu próprio ambiente. Eleva-se assim o nível de cocriação, dado que o cliente participa ativamente no processo de design e prototipagem,

ajustando parâmetros em tempo real e visualizando imediatamente o resultado.

A XR integra-se naturalmente com outros facilitadores digitais, como gémeos digitais ou a Internet das Coisas (IoT). Por exemplo, dados de sensores (materiais, tensão, resistência) podem ser obtidos e visualizados em tempo real num modelo 3D imersivo. Isto apoia a tomada de decisão baseada em dados, minimiza erros e promove a sustentabilidade ao evitar a necessidade de protótipos físicos em múltiplas iterações.

Em última análise, a Realidade Estendida traz benefícios tangíveis à indústria do mobiliário: protótipos mais rápidos e precisos, maior personalização do produto com base nas preferências do cliente e um processo de design altamente flexível e colaborativo. Tudo isto resulta em menor desperdício, tempos de desenvolvimento mais curtos e uma experiência para o utilizador final mais satisfatória. A XR, através das suas capacidades imersivas e de manipulação virtual, é uma ferramenta fundamental na transformação digital da indústria do mobiliário, impulsionando-a para modelos de negócio centrados na inovação, eficiência e responsabilidade ambiental.



Aplicação

A Realidade Estendida tem um impacto decisivo no processo de design e prototipagem do mobiliário ao oferecer uma plataforma imersiva para visualizar, iterar e validar ideias rapidamente, sem depender apenas de protótipos físicos. O seu maior valor reside na capacidade de recriar espaços de trabalho virtuais onde equipas de design, clientes e outras partes interessadas podem examinar um modelo 3D altamente detalhado e realista. Em primeiro lugar, simulações imersivas usando RV permitem uma avaliação eficaz de características formais e estéticas. O mobiliário ganha vida num espaço virtual em escala real, oferecendo perspetivas impossíveis de

5



6



Realidade Estendida nos processos de design e prototipagem de produtos

alcançar com desenhos tradicionais em 2D. Obtêm-se deste modo ajustes precoces à ergonomia ou dimensões sem consumir materiais ou recursos em protótipos físicos.

A XR também permite a cocriação direta com os clientes. Usando RA, um protótipo digital pode ser sobreposto ao ambiente do utilizador – como uma sala de estar ou escritório – onde cores, texturas ou configurações estruturais podem ser modificadas. Desta forma, o cliente define ativamente o produto, observando instantaneamente as mudanças e avaliando se este se adequa à estética e ao espaço disponíveis. Esta dinâmica aumenta a satisfação ao mesmo tempo que reduz as devoluções e erros de produção. Outras características, como o feedback físico, diferenças nas texturas físicas dos materiais e até os cheiros a madeira e outros materiais, continuam a ser um problema a resolver para alcançar a imersão mais completa e abordar mais fatores de decisão que não são necessariamente objetivos do ponto de vista da engenharia, e mais relacionados com percepções emocionais.

Outra aplicação importante é a validação funcional em fases iniciais. O protótipo virtual pode ser submetido a simulações de "testes de uso" para analisar o seu comportamento sob diferentes condições de carga, tensão ou movimento. Quando integrado com ferramentas de análise de dados e sensores (gémeos digitais), obtêm-se leituras mais precisas para testes estruturais, melhorando a qualidade e segurança do projeto final. A colaboração é outro fator crítico. Engenheiros, designers e fornecedores podem conectar-se simultaneamente a um ambiente de realidade virtual partilhado para discutir e rever aspetos do protótipo em tempo real, independentemente da localização. Esta comunicação fluida facilita, em última análise, a tomada de decisões, evita mal-entendidos e promove a criatividade coletiva.

Por fim, a XR influencia significativamente a otimização de recursos nos processos de inovação de produtos ao minimizar a necessidade de múltiplos protótipos físicos. Enquanto a prototipagem física tradicional custa entre 2.000 e 15.000 dólares por iteração de peça de mobiliário, a implementação da XR reduz este valor em 60-80%, com um período de retorno tipicamente de 8 a 12 meses para empresas de mobiliário de média dimensão. A redução média do tempo de desenvolvimento é de 30-50% com base em estudos de caso da indústria. Cada iteração virtual é um passo concreto rumo à versão final, com menor utilização de materiais, o que não só apoia a sustentabilidade ambiental, como também alivia a pressão económica durante as fases iniciais do design do mobiliário.



Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

Adotar XR para design e prototipagem requer investimento inicial em equipamento (headsets, software especializado) e formação do pessoal. Embora a tecnologia esteja madura, integrá-la nas rotinas diárias do negócio pode implicar mudanças organizacionais e culturais. São necessárias atualizações de fluxo de trabalho e coordenação entre equipas multidisciplinares (designers, engenheiros, programadores). No entanto, a curva de aprendizagem fica estabilizada com o tempo: a proficiência básica em RV pode normalmente ser alcançada em 2 a 3 semanas, os fluxos de trabalho avançados de design em 2 a 3 meses, e a integração total da equipa em 4 a 6 meses, com um custo de formação entre 1.500 e 3.000 dólares por designer. As soluções comerciais oferecem normalmente apoio abrangente e boas práticas adequadas às PME.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

Apesar do investimento em hardware e formação, a redução de erros e protótipos físicos justifica rapidamente o custo. Ao encurtar os ciclos de desenvolvimento e permitir uma maior personalização, as empresas podem otimizar inventários, reduzir custos de retrabalho e responder rapidamente às exigências dos clientes. O valor acrescentado das experiências interativas acelera a tomada de decisões e melhora a satisfação do cliente. A médio prazo, o ROI (retorno do investimento) é reforçado por vendas mais direcionadas e redução do desperdício.

■ Fatores humanos

A integração das tecnologias XR nos processos de design e prototipagem afeta significativamente a forma como as equipas de trabalho da indústria do mobiliário colaboram e operam. Em primeiro lugar, a adoção bem-sucedida depende da formação contínua e do desenvolvimento digital de competências: designers, engenheiros e operadores de instalações devem adquirir as competências necessárias para operar dispositivos imersivos com confiança e eficácia. Esta curva de aprendizagem ajuda a reduzir a resistência, aumenta a confiança e permite uma integração mais fluida das ferramentas XR nas rotinas diárias de inovação. Além disso, a RV e a RA promovem uma maior colaboração ao proporcionar uma linguagem partilhada, visual e interativa. Reduzem-se assim as barreiras de comunicação entre departamentos, alinhando as equipas em torno de protótipos visuais e feedback em tempo real. Como resultado, os trabalhadores tornam-se mais envolvidos e sentem-se proprietários do processo criativo,

vendo a sua contribuição materializar-se diretamente no ambiente virtual.

No entanto, o uso de XR também traz considerações ergonômicas e de saúde. O uso prolongado de ambientes imersivos pode causar fadiga ocular, desorientação ou enjoo de movimento – tornando essencial definir protocolos claros de uso, como estabelecer pausas entre sessões de XR. É também importante notar que a cinetose é uma barreira comum de implementação que afeta inicialmente entre 15 a 25% dos utilizadores. Da mesma forma, a AR exige que os utilizadores façam a gestão da atenção entre elementos físicos e virtuais, exigindo medidas de segurança específicas para evitar sobrecarga cognitiva ou acidentes.

Quando aplicada com uma abordagem centrada no ser humano, a XR pode potenciar a aprendizagem, o envolvimento e o bem-estar – desde que os aspetos ergonômicos, cognitivos e organizacionais sejam devidamente tratados para garantir um ambiente de trabalho seguro e inclusivo.

■ Fatores ambientais

Aplicar XR na indústria do mobiliário ajuda a reduzir o consumo de materiais e a geração de resíduos, uma vez que a maioria dos testes e validações é realizada virtualmente. Já não é necessário produzir protótipos físicos para cada iteração ou variante do produto, reduzindo assim a pegada de carbono associada ao transporte de componentes e à eliminação de peças descartadas.

Além disso, a possibilidade de cocriar remotamente com clientes reduz a necessidade de reuniões presenciais e amostras físicas. O que se traduz em menos emissões e num impacto logístico menor. Além disso, sistemas de análise de dados integrados por XR – como gémeos digitais e ferramentas de simulação – permitem o design de mobiliário com critérios de ecodesign e eficiência energética, otimizando o uso de matérias-primas e minimizando o desperdício.

Por outro lado, do ponto de vista do ciclo de vida, os dispositivos de suporte à XR incluem materiais e componentes de alto impacto (por exemplo, ecrãs montados na cabeça (HMD), sensores, controladores e, por vezes, computadores externos ou smartphones), que contêm uma mistura de plásticos, metais, elementos de terras raras (REE) e circuitos eletrónicos complexos. Estes componentes envolvem processos de extração e fabrico ambientalmente intensivos. Este peso ambiental é agravado pela curta vida útil de muitos dispositivos de

suporte XR para consumidores, frequentemente substituídos em 2–3 anos devido a rápidos avanços tecnológicos. Na fase de utilização, os requisitos de energia variam consoante o sistema, mas o uso contínuo de HMD e unidades de processamento topo de gama pode levar a um consumo cumulativo significativo de energia ao longo do tempo. No final da vida útil, dispositivos que suportam XR agravam o crescente problema dos resíduos eletrónicos, utilizando componentes como baterias de lítio, ecrãs LED e sensores que podem ser perigosos se não forem devidamente manuseados.

Em suma, a XR pode oferecer um equilíbrio ambiental positivo quando implementada de forma consciente, mantendo um foco global na poupança de recursos e no design sustentável.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

Os projetos XR no design de mobiliário devem, antes de mais, alinhar-se com os quadros de gestão horizontal: A ISO 45001 fornece o sistema de saúde e segurança ocupacional que regula a ergonomia dos headsets, a duração das sessões e o dever geral de cuidado; o RGPD da UE regula todos os dados pessoais recolhidos durante sessões imersivas, desde contas de utilizador a quaisquer vestígios biométricos, e exige uma Avaliação de Proteção de Impacto de Dados onde o rastreamento ocular ou o mapeamento espacial podem revelar traços sensíveis; entretanto, a ISO 14001 estende a mesma disciplina do ciclo de vida ao desempenho ambiental, garantindo que a prototipagem virtual compensa realmente a pegada em matéria-prima, energia e resíduos eletrónicos dos dispositivos XR.

Com base nessa linha de referência, os fabricantes de mobiliário devem consultar a ISO/IEC 23053:2022 para a arquitetura global do sistema XR/AI e a série IEEE 2048 para taxonomia de dispositivos, latência, formatos de media e segurança da interface de utilizador; em conjunto, fornecem uma linguagem comum para fornecedores e auditores. No local de trabalho, a orientação de formação virtual da OSHA trata a formação imersiva como "adequada" apenas quando melhora de forma demonstrável a consciência sobre riscos, reforçando a necessidade de revisões de risco antes da implementação. Por fim, o hardware enviado para a UE deve cumprir as Diretivas de Rádio, EMC e Baixa Tensão e ostentar a marca CE; os ficheiros técnicos devem documentar a conformidade com as normas acima.

Realidade Estendida nos processos de design e prototipagem de produtos



Soluções



VR Sketch

Baroque Software



Multinacional ↻

Plugin colaborativo de RV para SketchUp que permite a múltiplos utilizadores desenhar e editar modelos 3D num ambiente imersivo. Acelera a validação e reduz erros de design ao proporcionar visualização em tempo real e em escala total. Destinado ao trabalho conjunto entre engenheiros e criativos.



Gravity Sketch

Gravity Sketch Group



Reino Unido ↻

Software profissional focado em modelação 3D imersiva. Integra curvas NURBS e ferramentas intuitivas em ambientes de RV ou RA, permitindo a cocriação em tempo real. Utilizado na indústria do mobiliário para gerar protótipos e validar geometrias complexas antes da produção final.



Enhance

Enhance XR



Espanha ↻

Plataforma para desenvolver soluções de comércio eletrónico de mobiliário utilizando tecnologia 3D e RA. Permite aos utilizadores personalizar móveis de forma interativa em tempo real.



Moblo

MYTIforge



França ↻

Software multiplataforma concebido para gerar modelos básicos de mobiliário para visualização em RV e RA (apenas móvel). Permite modelação básica a partir de blocos editáveis, bem como a geração de bibliotecas de materiais. A sua interface é simples e ágil, mas carece de capacidades multiutilizador.



ShapesXR

ShapesXR Inc.



Dinamarca ↻

Plataforma colaborativa de design RV que permite a equipas multidisciplinares criar e iterar protótipos de mobiliário em tempo real. Inclui ferramentas especializadas de medição ergonómica, capacidades de análise de tensões de materiais e simulação biomecânica. Compatível com múltiplos headsets de RV (Meta Quest, HTC Vive, Pico) e oferece exportação direta para software de fabrico, incluindo programação CNC e preparação para impressão 3D.



Exemplos

**Bakken & Bæck**

Noruega



Techno Carpenter – Esculpir Mobiliário em RV: Um projeto experimental que utiliza IA e gestos naturais num ambiente de realidade virtual para esculpir mobiliário único. Os utilizadores moldam as suas ideias com movimentos manuais, que o sistema traduz em modelos 3D prontos para impressão ou fabrico, incentivando a cocriação e a inovação

**Paolo de Jesus e XR+**

Alemanha – França



Thinking Woman's Chair: Uma iniciativa do Projeto de Parceria WORTH que propõe uma cadeira de baloiço concebida para fabrico por CNC. Inclui instruções baseadas em AR que orientam os utilizadores durante a montagem. A experiência imersiva promove o envolvimento e a personalização, oferecendo uma abordagem mais humana e criativa ao desenvolvimento de mobiliário

**Damiano Latini & Nicholas Baker**

Itália



Esta empresa adotou a realidade virtual no seu processo de design conceptual e prototipagem. Um caso de destaque é a "Super Chair", desenvolvida com o designer Nicholas Baker, totalmente modelada em 3D usando RV antes de qualquer protótipo físico ser criado.

**Matt Antes & Cullan Kerner**

Estados Unidos



Chair1: Uma cadeira protótipo feita de PETG reciclado, concebida em RV para permitir prototipagem rápida e ajustes virtuais antes da produção sustentável através de impressão 3D industrial. Desenhado usando o Gravity Sketch.

**UIMAGE ApS**

Dinamarca



Realidade Aumentada Uimage: Aplicação de AR para cocriação e prototipagem de interiores virtuais. O site deles apresenta uma função AR que permite aos utilizadores ver as lâmpadas e mobiliário da UIMAGE em escala real nas suas próprias casas antes de comprar.

**Roche Bobois**

França



A aplicação móvel Mah Jong 3D permite aos utilizadores criar e personalizar digitalmente uma composição de sofá Mah Jong, escolhendo configurações de módulos e aplicando vários tecidos (incluindo Jean Paul Gaultier, Kenzo Takada, Missoni, etc.), visualizando o resultado em 3D e AR.

**IKEA**

Suécia



Em 2017, a IKEA lança o IKEA Place, que facilita tomar decisões de compra no seu próprio espaço, inspirar-se e experimentar muitos produtos, estilos e cores diferentes em cenários reais, com um simples deslizar do dedo no seu dispositivo Apple.

**Natuzzi Italia**

Itália



Natuzzi Augmented Store: O maior fabricante de mobiliário de Itália implementou uma solução XR abrangente chamada "Augmented Store" em colaboração com a Microsoft e a Hevolus Innovation. Usando o Microsoft HoloLens 2, os clientes entram numa versão digital da sua própria casa em RV para visualizar e personalizar peças de mobiliário Natuzzi. O conceito de loja aumentada combina imersão em RV com visualização doméstica em RA e foi implementado em mais de 1.000 localizações em Natuzzi em todo o mundo.



Descrição

A Realidade Estendida (XR) engloba um conjunto de tecnologias imersivas que fundem os mundos físico e digital. Inclui três ramos principais: Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM), cada uma oferecendo diferentes graus de imersão e interação.

Realidade Virtual (RV)

A Realidade Virtual imerge totalmente os utilizadores num ambiente digital tridimensional através do uso de headsets ou óculos dedicados. Esta tecnologia é particularmente adequada para simular oficinas de carpintaria ou linhas de produção de mobiliário, permitindo a aquisição de competências complexas num ambiente seguro e controlado. Os operadores podem ensaiar movimentos específicos, manusear ferramentas virtuais e seguir procedimentos passo a passo sem riscos físicos ou desperdício de materiais. A interação dentro do ambiente simulado permite a replicação de exercícios da vida real, incluindo a avaliação de desempenho baseada em sucessos e erros. A formação baseada em RV revela-se valiosa tanto para a instrução inicial como para a melhoria ou requalificação em processos mecânicos ou automatizados. Estudos do setor demonstraram que a formação em RV melhora significativamente a retenção de conhecimento (até 80%) e acelera a aquisição de competências em comparação com os métodos tradicionais. Além disso, permite o registo de métricas de progresso, a identificação de erros comuns e a adaptação do conteúdo da formação ao ritmo de aprendizagem individual de cada trabalhador. ¹

Realidade Aumentada (RA)

A Realidade Aumentada sobrepõe informação digital ao ambiente real, acessível através de óculos inteligentes transparentes ou dispositivos móveis. É particularmente valiosa em processos de montagem, manutenção

1



2



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade econômica: **Alta**

Aproveitando a realidade estendida para a formação da mão de obra e o desenvolvimento de competências na indústria do mobiliário

e controlo de qualidade, onde a precisão em tempo real é essencial. Instruções passo a passo podem ser projetadas diretamente em componentes de mobiliário ou maquinaria, guiando o operador através de tarefas com pistas contextuais. Graças às câmaras integradas, formadores ou especialistas técnicos podem prestar assistência remota ao visualizar o campo visual do trabalhador e enviar apoio visual sincronizado. A RA também permite a interação com modelos 3D ancorados dentro do espaço de trabalho físico, melhorando a compreensão de estruturas, componentes ou sequências operacionais. Além disso, facilita a autoformação no trabalho, pois os recursos instrucionais podem ser acedidos diretamente no ambiente de trabalho sem interromper as atividades de produção. Além disso, a RA permite atualizações fáceis e rápidas do conteúdo instrucional digitalmente, reduzindo a necessidade de manuais impressos e facilitando uma disseminação mais rápida das alterações de processo ²

Realidade Mista (RM)

A Realidade Mista representa uma convergência avançada entre RV e RA, permitindo a integração de objetos virtuais interativos no ambiente físico em tempo real. Ao contrário da RV, a RM não isola o utilizador, mas melhora o ambiente envolvente com conteúdo digital contextual. É utilizado através de dois tipos principais de dispositivos: headsets óticos transparentes (por exemplo, HoloLens) e headsets opacos equipados com câmaras externas (por exemplo, Meta Quest 3, Apple Vision Pro). A RM permite aos operadores trabalhar com maquinaria real enquanto recebem instruções virtuais sobrepostas no seu campo de visão. As orientações podem incluir destacar áreas específicas, mostrar esquemas de montagem ou emitir alertas visuais de segurança. Em contextos de design e supervisão, a RM permite validação de protótipos, verificação dimensional e revisão colaborativa em tempo real sem interromper os fluxos de trabalho de produção. A escolha do headset depende do nível de detalhe exigido e da natureza da tarefa, que vai desde supervisão leve até simulação

técnica avançada. A RM também reforça a colaboração remota, permitindo que múltiplos utilizadores interajam com o mesmo modelo digital a partir de diferentes locais simultaneamente.

Coletivamente, estas três tecnologias oferecem um vasto leque de soluções de formação adaptáveis a vários perfis profissionais dentro da indústria do mobiliário (desde operadores de chão a designers técnicos), com um forte impacto na eficiência, segurança e padronização dos processos. ³



Aplicação

A indústria do mobiliário, caracterizada por processos altamente manuais e mestria especializada, está a adotar cada vez mais tecnologias de Realidade Estendida (XR) como ferramentas importantes para a formação da mão de obra e o desenvolvimento contínuo de competências técnicas.

A **Realidade Virtual (RV)** permite a simulação de ambientes de trabalho reais, como oficinas de carpintaria, linhas de montagem ou configurações de maquinaria CNC, sem necessidade de materiais físicos. Utilizando headsets de realidade virtual, os trabalhadores podem praticar tarefas complexas, como montagem de mobiliário, utilização de ferramentas elétricas ou a programação de maquinaria automatizada num ambiente totalmente imersivo e seguro. Isto reduz os riscos profissionais. As empresas que adotam formação em RV reportaram reduções de até 70% nas lesões no local de trabalho, uma vez que os trabalhadores podem praticar operações de alto risco de forma virtual em segurança. Também minimiza o consumo de recursos e encurta as curvas de aprendizagem.

A **Realidade Aumentada (RA)** revela-se particularmente eficaz em tarefas de montagem e manutenção. Através de óculos inteligentes transparentes ou dispositivos móveis, os trabalhadores podem visualizar instruções

3



4



5



6



Aproveitando a realidade estendida para a formação da mão de obra e o desenvolvimento de competências na indústria do mobiliário

passo a passo sobrepostas diretamente a componentes físicos. Isto facilita a aprendizagem em tempo real sem necessidade de supervisão constante e aumenta a precisão em operações repetitivas ou de alta precisão. No setor do mobiliário, aplica-se especialmente à montagem de estruturas complexas, procedimentos de controlo de qualidade e ajustes personalizados.

A Realidade Mista (RM) vai mais longe ao permitir que elementos virtuais interajam com o ambiente físico. Por exemplo, um estagiário pode visualizar um modelo 3D de um móvel projetado numa superfície real, manipulá-lo virtualmente e obter uma melhor compreensão da sua estrutura antes da construção física. Adicionalmente, a RM (Video See-Through) baseado em vídeo pode simular cenários operacionais inteiros, como a gestão de uma linha de produção, permitindo a interação direta entre ambientes reais e digitais.

Estas tecnologias podem ser particularmente eficazes nos seguintes processos:

- Formação na utilização de maquinaria CNC e ferramentas especializadas.
- Montagem e instalação de componentes modulares.
- Controlo de qualidade apoiado por instruções guiadas.
- Design de produto e personalização para fabrico sob demanda.

Os designers industriais podem aproveitar a RV para iterar rapidamente em protótipos 3D, avaliando proporções, materiais e funcionalidades de produtos de mobiliário em ambientes imersivos, evitando assim a necessidade de maquetes físicas. Esta visualização avançada também suporta a revisão colaborativa do modelo antes da validação técnica. ⁴

No ambiente da fábrica, os instrutores podem usar a RA para padronizar procedimentos, projetando instruções visuais diretamente na estação de trabalho, garantindo formação prática e consistente para tarefas de montagem, corte ou usinagem. Isto é particularmente benéfico para a integração de novos trabalhadores ou para gerir rotações internas de pessoal, permitindo que os operadores sigam cada etapa diretamente sobre os componentes reais. ⁵

Entretanto, a RM é especialmente vantajosa para perfis técnicos intermédios e gestores de produção. Estes profissionais podem interagir com modelos digitais de linhas de montagem, identificar estrangulamentos ou sugerir melhorias de processos sem perturbar as operações reais. A RM também pode ser usada para validar configurações personalizadas de produtos antes da montagem física. ⁶



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

A integração da XR na indústria do mobiliário é viável, embora exija investimento em hardware, software e formação de colaboradores. A RV para formação de trabalhadores é relativamente fácil de adotar utilizando soluções de mercado existentes, tornando-se mais complexa quando são necessárias soluções personalizadas e não genéricas específicas para cada empresa. A RM e a RA podem apresentar desafios de implementação maiores do que a RV devido à necessidade de sincronização do ambiente real. Os recursos dedicados à preparação de ativos e simulações devem ser considerados para que os sistemas sejam rentáveis a médio prazo. Como em qualquer economia de escala, o impacto destes desenvolvimentos e atualizações metodológicas nas operações é um dos maiores fatores de risco ao adotar novas ferramentas, sejam físicas ou digitais.

■ Viabilidade económica: Alta

A utilização de XR no setor do mobiliário pode reduzir significativamente os custos de design e produção, minimizar erros e prevenir acidentes de trabalho. As empresas que adotam RM, RA e RV para formação e desenvolvimento de competências podem alcançar ganhos substanciais na eficiência dos processos, o que justifica o investimento inicial (especialmente para empresas com elevados volumes de produção e rotatividade de pessoal). O custo de certos dispositivos é relativamente baixo, e a implementação é simples usando soluções já existentes.

■ Fatores humanos

A adoção da Realidade Aumentada e Virtual (RA/RV) na indústria do mobiliário introduz um conjunto de fatores humanos críticos que influenciam a implementação bem-sucedida.

Uma consideração importante é a curva de aprendizagem do utilizador associada a tecnologias imersivas, particularmente para trabalhadores pouco familiarizados com ecrãs montados na cabeça (HMD), navegação espacial ou interação baseada em gestos. Sem formação e exposição suficientes, os colaboradores podem sentir-se desorientados ou resistentes a interagir com ambientes virtuais.

Desconforto, fadiga ou enjoo cibernético – especialmente em contextos de realidade virtual – podem representar desafios para o uso prolongado, sobretudo se a ergonomia ou a calibração não forem devidamente tratadas. Isto sublinha a necessidade de hardware de alta qualidade, ergonomicamente desenhado e protocolos

de utilização personalizados (por exemplo, duração da sessão, postura sentada, ajustes visuais).

O envolvimento dos trabalhadores é outro fator central. Se os colaboradores perceberem a RA/RV como desligada das necessidades operacionais reais ou apenas como mais uma "experiência tecnológica", a sua motivação para a adotar pode diminuir. Por outro lado, quando os trabalhadores estão envolvidos desde – por exemplo, na criação de conteúdos ou no teste de cenários – a sua participação aumenta significativamente.

A confiança no conteúdo virtual também é crucial. Simulações imprecisas ou mal contextualizadas reduzem a confiança e podem levar os trabalhadores a regressar aos métodos tradicionais. Manter uma alta fidelidade nos visuais e na interação melhora não só a imersão, mas também a confiança do utilizador no valor da tecnologia.

Além disso, as soluções de RA/RV devem ser inclusivas. As soluções devem considerar as variações das capacidades físicas e cognitivas entre os utilizadores, como aqueles com deficiências visuais ou redução de destreza. Isto inclui ajustar o tamanho da fonte, complexidade da interface e modos de interação (por exemplo, controlo por voz vs. mão).

Finalmente, a implementação de RA/RV requer uma mudança cultural. Incentivar a experimentação, criar sandboxes digitais para prática e promover a aprendizagem entre pares ajuda a reduzir a ansiedade e aumentar a confiança. Os gestores desempenham um papel fundamental ao enquadrar ferramentas imersivas como auxílios de trabalho em vez de sistemas de vigilância de desempenho. Com uma estratégia de design e implementação centrada no ser humano, as tecnologias RA/RV podem tornar-se poderosos facilitadores do empoderamento dos trabalhadores, aprendizagem operacional e ambientes conscientes da saúde.

■ Fatores ambientais

A adoção de tecnologias XR para formação, desenvolvimento de competências e requalificação na indústria do mobiliário pode contribuir significativamente para a sustentabilidade ambiental, desde que seja implementada a partir de uma perspetiva de uso responsável. Uma das principais vantagens ambientais da XR na aprendizagem industrial reside na sua capacidade de substituir o uso intensivo de materiais físicos por ambientes virtuais imersivos. Os trabalhadores podem formar em tarefas de design, prototipagem, montagem ou manutenção sem consumir recursos reais como madeira, ferragens, adesivos ou revestimentos. Através de simulações interativas, podem ser cometidos erros, processos repetidos e múltiplos cenários avaliados sem gerar resíduos ou esgotar matérias-primas.

A utilização da XR na formação técnica também permite um melhor planeamento das operações das instalações e oficinas, otimizando fluxos de trabalho e o uso

de maquinaria, ferramentas e espaços de produção. É possível deste modo reduzir deslocações desnecessárias, minimizar o consumo de energia e diminuir as emissões resultantes de atividades logísticas ou descentralizadas de formação presencial, que frequentemente envolvem deslocações entre locais ou intervenções no local por pessoal técnico especializado.

É também importante considerar a pegada ambiental da infraestrutura necessária para soluções XR. A produção e manutenção de headsets, sensores, controladores e servidores envolvem plástico, metais e materiais eletrónicos com elevado impacto ambiental (ou seja, matérias-primas críticas, elementos de terras raras, etc.) e que são frequentemente difíceis de reciclar no final da sua vida útil, contribuindo para um impacto ecológico não negligenciável. Além disso, o processamento gráfico intensivo e a transferência contínua de dados podem levar a um aumento do consumo de energia durante a utilização se não forem geridos através de estratégias eficientes de recursos. Além disso, a renderização baseada na cloud, ambientes multijogador, sincronização de dados em tempo real e ambientes melhorados por IA requerem suporte a centros de dados e computação de borda, que são grandes consumidores de eletricidade e água.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

As tecnologias XR aplicadas ao setor do mobiliário devem estar alinhadas com normas de segurança ocupacional como a ISO 45001, permitindo formação realista em identificação e prevenção de riscos, garantindo ambientes de trabalho seguros mesmo em simulações virtuais. Estas tecnologias também podem apoiar o cumprimento de normas ambientais, como certificações FSC ou PEFC, permitindo sistemas digitais de rastreabilidade e visualização dos ciclos de vida dos materiais. Além disso, a formação técnica baseada em XR pode ajudar a reforçar a conformidade com os padrões de qualidade e os regulamentos de prevenção de riscos ocupacionais.

Aproveitando a realidade estendida para a formação da mão de obra e o desenvolvimento de competências na indústria do mobiliário



Soluções



Streaming XR para marcenaria

Felder Group

Áustria ↔

Utilização de XR para treinar operadores em manuseamento de máquinas CNC, reduzindo a curva de aprendizagem e melhorando a eficiência da produção.



Formação SimLab XR para mobiliário

SimLab Soft

Alemanha ↔

Simulador de montagem de mobiliário baseado em RV e RA, permitindo aos operadores receber formação prática antes de manusear materiais físicos.



Simulador de carpintaria em RV

UP360

Canadá ↔

Simulador de Realidade Virtual que permite aos trabalhadores praticar ferramentas e técnicas de carpintaria num ambiente seguro e controlado.



Formação de pintor SimSpray em RV

VRSim, Inc

Estados Unidos ↔

A SimSpray oferece formação em pintura e revestimentos baseada em simulação, fácil de usar. Ensinar processos HVLP, Airless ou Airassisted Airless. Poupe tempo, reduza desperdícios e acelere o treino com tecnologia de RV imersiva.



Guias Dynamics 365 para formação de técnicos de madeira

Microsoft

Estados Unidos ↔

Aplicação de Realidade Mista para orientar a formação e o fluxo de trabalho de trabalhadores/estudantes em maquinaria real no ambiente de trabalho. Os prompts holográficos tridimensionais orientam os técnicos ao mesmo tempo que executam as suas tarefas em materiais físicos e maquinaria. O desenvolvimento de conteúdos personalizado e interno é fácil e rápido; o software é compatível com diferentes headsets XR.



KIT-RA – KIT-Assist & Insight

KIT-AR

Portugal / Reino Unido ↔

Um conjunto de ferramentas industriais de realidade aumentada destinadas a fornecer instruções 3D passo a passo e análises de processos.



Simuladores de realidade virtual para formação profissional

VRFP

Espanha ↔

Um simulador concebido para ensinar o uso correto de maquinaria de carpintaria, com o qual os alunos aprendem a identificar as peças de uma serra de esquadria, uma serra de bancada e uma serra de fita, bem como as funções de cada uma destas ferramentas.



Exemplos

**Fologram***Austrália*

Demonstração de carpintaria em Realidade Mista: Um projeto de RA e RV concebido para melhorar a montagem de componentes pré-fabricados em carpintaria e construção. Através da plataforma Twinbuild, os aprendizes de carpintaria podem montar estruturas complexas de madeira usando orientação virtual e assistência em tempo real.

**Human Interface Technology Lab (HITLab)-****Howest University of Applied Sciences –****Howest University of Applied Sciences***Bélgica*

Woodcraft VR é uma aplicação educativa de realidade virtual disponível para o Meta Quest, onde os utilizadores podem aprender técnicas básicas de carpintaria e trabalhar virtualmente com ferramentas manuais numa oficina simulada.

**Innoarea Projects S.L***Espanha*

A RV é um projeto de realidade virtual desenvolvido para formar profissionais do setor da madeira e do mobiliário na utilização de maquinaria específica. Permite a simulação segura de ambientes industriais e reforça a formação técnica através de cenários imersivos.

**SCM Group***Itália*

O SCM Maestro Smartech AR é um dispositivo sem fios de realidade aumentada que permite aos seus técnicos ajudar o cliente de forma eficiente, mesmo remota, empregando: transmissão de vídeo em direto para técnicos remotos; visualização e interação de dados sem usar as mãos; partilha bidirecional de projetos, esquemas e listas de verificação; anotações em tempo real, comunicação por texto e voz com equipas remotas. ▶

**Artwood Academy***Itália*

Formação em Realidade Mista para estudantes de maquiagem de madeira na ArtwoodAcademy. Um projeto de RM, desenvolvido com os Dynamics 365 Guides e HoloLens2, para formação no terreno na utilização de maquinaria de carpintaria, como CNC e coladeiras de bordas. Ao seguir instruções holográficas em vídeo, texto e 3D, os técnicos conseguem utilizar a maquinaria em tempo real: prompts e instruções orientam os alunos na execução de procedimentos padrão, manutenção regular e resolução de problemas. ▶

**JYSK***Dinamarca*

Em 2023, a retalhista de mobiliário JYSK lançou "The Right Sales Attitude", uma ferramenta de formação virtual realista baseada em WebVR que envolve a equipa da loja em cenários interativos e gamificados para o cliente, melhorando as competências de vendas e atendimento ao cliente.

**CETEM-EU***Espanha*

XR4Crafts. Desenvolvimento de material de formação utilizando realidade estendida XR, juntamente com luvas hápticas, para simular processos de fabrico e construção, tais como: carpintaria, pintura mural, construção de telhados e instalação de tábuas flutuantes.

4



Descrição

Os materiais inteligentes, também conhecidos como materiais inteligentes ou responsivos, são soluções concebidas cujas propriedades podem mudar de forma controlada quando expostos a estímulos externos como stress mecânico, pressão, humidade, campos elétricos ou magnéticos, luz, temperatura ou químicos específicos.

No mobiliário e no design, aumentam a funcionalidade e a adaptabilidade, aumentando o desempenho e apoiando soluções sustentáveis.

Estes materiais podem ser categorizados em três grupos principais com base nas características estruturais e operacionais, cada um contribuindo com vantagens distintas para a evolução do mobiliário.

O primeiro grupo de materiais inteligentes são aqueles obtidos por **estruturas de engenharia**. Esta categoria abrange todos aqueles materiais com estruturas "inteligentes" que são concebidos para reagir melhor a tensões mecânicas, por exemplo, em têxteis, espumas ou compósitos; ou à luz, como em superfícies manipuladas através da gravação a laser de moldes para controlar a reflexão e transmissão da luz. Outros exemplos incluem estruturas têxteis para assentos; espumas projetadas (memória, drenagem, etc.) e outras soluções de acolchoamento; e todos **os metamateriais**, materiais artificialmente projetados concebidos para terem propriedades que derivam da sua estrutura interna e não da sua composição química. Os metamateriais podem ser obtidos através de estruturas impressas em 3D, com o objetivo de reforço, redução de peso e substituição de materiais acolchoados em espuma.

Uma segunda categoria é a **dos materiais condutores**. Estes podem apresentar circuitos embutidos ou impressos que facilitam a integração do mobiliário na infraestrutura mais ampla de casas inteligentes. Ao incorporar tintas condutivas, filmes ou placas de circuito, as peças de mobiliário podem servir como componen-



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade econômica: **Média-Alta**

Funcionalidades inteligentes aplicadas ao setor do mobiliário

tes interativos, atuando como interfaces de controlo, estações de carregamento ou nós de aquisição de dados, aumentando a conveniência e o envolvimento do utilizador num ambiente doméstico tecnologicamente integrado. Por exemplo, mesas e bancadas de escritório podem ser transformadas em superfícies de controlo integrando propriedades condutoras em materiais tipicamente não capacitivos, como lajes de madeira ou cerâmica.

A condutividade também ajuda a criar uma "infraestrutura" para sensores e atuadores, proporcionando uma resposta dinâmica ao toque, como o feedback háptico, permitindo que o mobiliário responda a entradas que oferecem sensações táteis que podem melhorar experiências em realidade virtual ou cenários de relaxamento.

Por fim, o conjunto mais amplo de **revestimentos funcionais e aditivos** tem talvez as características mais interessantes para a indústria do mobiliário. Vão desde materiais verdadeiramente inteligentes que têm uma resposta ativa e reversível a estímulos externos, como materiais de mudança de fase, até materiais que exibem funcionalidades passivas com valor acrescentado, como superfícies anti-impressão digital.

Estes revestimentos e aditivos podem proporcionar proteção, decoração e realce funcional aos substratos e oferecem uma variedade de características interessantes como hidrofobia, proteção contra manchas, resistência a riscos, comportamento antiestático, termocrômico, fotoluminescência, propriedades autorregenerativas, controlo de luz e temperatura, antibacteriano, toque suave, cor, efeitos estéticos especiais e muitos mais.

Os aditivos são frequentemente incorporados durante o processo de formulação para melhorar as propriedades do material. Aditivos inteligentes podem contribuir para funcionalidades avançadas como regulação de temperatura e secagem rápida. Os materiais de mudança de fase (PCM, Phase Change Materials), por exemplo, regulam a temperatura em estofos e camas mudando reversivelmente os estados para absorver e libertar calor, prevenindo o sobreaquecimento. O carvão

ativado integrado nos tecidos proporciona absorção de odores e secagem rápida. A nanotecnologia aumenta a área superficial do carvão ativado, facilitando a rápida dispersão e evaporação da humidade.

Os revestimentos são aplicados na superfície do material, onde aderem ao substrato. Frequentemente, os revestimentos podem proporcionar benefícios funcionais e estéticos às superfícies. Por exemplo, um revestimento pode proporcionar um acabamento hidrofóbico, ultramate, suave ao toque e capacidades de autorreparação para microrriscos.

- 1 *Eletrónica flexível que permite a funcionalização (interruptores suaves, sensores) de tecido, couro, superfícies de folheado – fabricante: Loomia* ⇄
- 2 *Ilustração das potenciais funcionalidades de uma superfície tátil inteligente (imagem Materially)*
- 3 *Pigmentos e corantes termocrómicos por Olikrom* ⇄
- 4 *Espuma de poliuretano com mudança de fase Termofresh da Pelma* ⇄
- 5 *Sistema de tecido absorvente de poluentes theBreath®* ⇄

Aplicação

As aplicações práticas dos materiais inteligentes no design de mobiliário abrangem uma vasta gama de domínios, oferecendo soluções inovadoras que melhoraram a funcionalidade, o conforto, a estética e a sustentabilidade.

Em **assentos, estofos e roupa de cama**, os materiais inteligentes são usados principalmente para melhorar o conforto e a ergonomia. Estes materiais são concebidos para suportar a carroçaria e redistribuir o peso de forma eficiente, ou para reduzir a necessidade de acolchoamento convencional. No setor da roupa de cama, espumas reguladoras de temperatura que incorporam materiais de mudança de fase são usadas nos colchões para absorver e libertar calor e manter uma temperatura ideal para dormir.

Ainda não amplamente disponível, mas promissor para o futuro é o desenvolvimento de **absorvedores acústicos inteligentes**. Estes materiais inovadores serão capazes de ajustar dinamicamente as suas propriedades de absorção em resposta ao ambiente sonoro envolvente



Funcionalidades inteligentes aplicadas ao setor do mobiliário

e poderão contribuir para a criação de um interior acústico inteligente.

Outro aspeto do bem-estar geral nos interiores está relacionado com a **qualidade do ar interior**. Produtos multicamadas com estrutura sanduíche contêm elementos interiores ocultos que retêm poluentes provenientes de sistemas de aquecimento ou produtos químicos. A versatilidade destes produtos permite a sua aplicação em edifícios comerciais e residenciais e contribui para um habitat mais saudável. São concebidos para combinar elementos funcionais com uma superfície decorativa e personalizável, sendo adequados para serem usados como divisórias de quartos, cortinas e revestimento de mobiliário. Materiais inteligentes também são usados para melhorar a **interação** e a **conectividade** em casa, em escritórios, comércio e ambientes públicos. Superfícies multifuncionais integradas por sensores são aplicadas a tampos de mesa e cozinha para oferecer controlos intuitivos e sensíveis ao toque para iluminação e multimédia, integrando a tecnologia de forma fluida no mobiliário do dia a dia.

No **mobiliário de retalho**, prateleiras inteligentes integradas com sensores de pressão podem monitorizar o inventário em tempo real e adaptar a iluminação ou a disposição das exposições com base no movimento do cliente. Em **espaços públicos**, instalações interativas – com superfícies responsivas ou estética dinâmica – podem envolver os utilizadores de formas significativas, enriquecendo o ambiente.

Para **mobiliário exterior**, os revestimentos hidrofóbicos repelem água e manchas, facilitando a limpeza e melhorando a durabilidade – especialmente importante em ambientes de grande movimento ou expostos. No **mobiliário de cozinha**, os acabamentos hidrofóbicos e oleofóbicos não só simplificam a manutenção, como também aumentam a durabilidade das superfícies, reduzindo os custos de conservação.

No design de **iluminação**, superfícies inteligentes transparentes estruturalmente projetadas podem modular a transmissão de luz, reduzir o brilho e adaptar-se dinamicamente a diferentes necessidades de iluminação tanto para aplicações residenciais como comerciais.

Do ponto de vista **estético**, os materiais inteligentes oferecem tanto beleza como funcionalidade. Os revestimentos anti-impressão digital mantêm a clareza em acabamentos brilhantes ou metálicos, enquanto super-

fícies micro ou nanoestruturadas podem criar efeitos de mudança de cor que transformam mobiliário estático em peças visualmente dinâmicas.

A **sustentabilidade** é também um ponto fundamental. Ao aumentar a durabilidade e reduzir a necessidade de substituições, os materiais inteligentes ajudam a diminuir o impacto ambiental. Os polímeros com capacidade de autorreparação, por exemplo, podem reparar autonomamente riscos, fissuras ou rasgões menores, prolongando a vida útil do produto e reduzindo o desperdício. Isto está alinhado com os princípios da economia circular e apoia práticas de design mais sustentáveis.

Numa perspetiva mais futurista, estações de **trabalho de captação de energia** com materiais piezoelétricos poderiam converter energia mecânica da digitação ou do movimento em energia elétrica, que pode ser usada para operar dispositivos embutidos ou carregar eletrónica – trazendo eficiência energética diretamente para o espaço de trabalho.

6 *Cama com dossel onde funções interativas relacionadas com entretenimento, saúde e bem-estar são controladas através da App (Hi-interiors) ↻*

7 *Desk Pad com revestimento antibacteriano enriquecido com grafeno (Deskpad ↻ Secondo Piano por Giulio Iacchetti para Danese Milano, Revestimento com Grafeno por Directa Plus)*



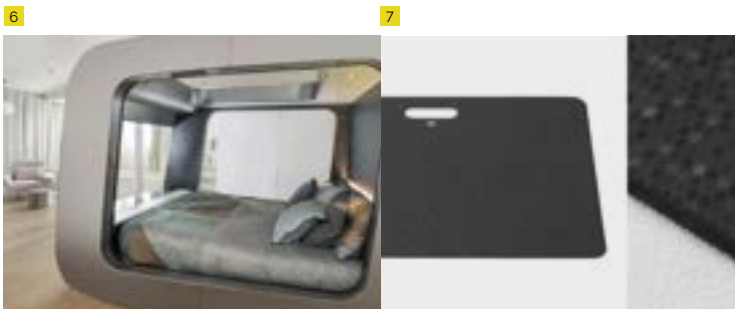
Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

Integrar materiais inteligentes no design de mobiliário exige especialização em ciência e engenharia de materiais. Os fabricantes devem investir em investigação e desenvolvimento para compreender plenamente as propriedades e comportamentos destes materiais avançados. Adaptar os processos de produção, garantir a durabilidade e manter a segurança do utilizador pode ser um desafio. Enquanto algumas soluções estão prontas para aplicação imediata, outras exigem etapas adicionais de fabrico. Materiais condutores, frequentemente parte de sistemas maiores, necessitam de uma integração cuidadosa com IoT e tecnologias de controlo doméstico para garantir comunicação e funcionalidade fluidas.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

Os custos de incorporação de materiais inteligentes são geralmente mais elevados devido aos custos de investigação e desenvolvimento e dos materiais. No entanto, em muitos casos a diferença de preço no produto final não é tão impactante (por exemplo: anti-impressões digitais, nanosuperfícies reparáveis vs laminado padrão).



Além disso, à medida que a tecnologia avança e a produção aumenta, espera-se que os custos diminuam, melhorando a viabilidade econômica.

Por fim, soluções inteligentes como a RFID para logística podem dar frutos a longo prazo.

■ Fatores humanos

A integração de materiais inteligentes no design de mobiliário tem um impacto significativo tanto nos utilizadores finais como na mão de obra envolvida na produção.

Para os utilizadores, mobiliário que se adapta às necessidades individuais aumenta o conforto e a ergonomia, conduzindo a um maior bem-estar e satisfação. Características como superfícies de autorreparação e revestimentos fáceis de limpar reduzem os esforços de manutenção, contribuindo para uma melhor experiência do utilizador.

Estas funcionalidades são intuitivas, tornando-as facilmente adotáveis pelos utilizadores.

A crescente integração de dispositivos de tecnologia de comunicação nas nossas vidas diárias deverá impulsionar uma maior oferta de mobiliário inteligente, interligado e interiores domóticos. No entanto, a introdução de eletrónica e sensores embutidos pode exigir apoio para garantir uma utilização eficaz e segura.

Ao avaliar a integração de materiais inteligentes, é importante reconhecer que o setor do mobiliário e estofos é tradicionalmente conservador, e os utilizadores podem resistir à complexidade ou a alterações nas suas interações habituais com objetos.

Aplicar princípios de design centrado no utilizador pode facilitar esta transição e promover uma aceitação mais ampla.

A colaboração entre designers, engenheiros e equipa de produção torna-se cada vez mais importante para garantir que a implementação de materiais inteligentes esteja alinhada com as intenções de design e as capacidades de fabrico.

Para os trabalhadores do setor, a adoção de materiais inteligentes requer desenvolvimento de competências para lidar com novos materiais e tecnologias.

Os programas de formação devem abranger conhecimentos técnicos e aspetos colaborativos e de segurança, promovendo uma compreensão partilhada entre os departamentos.

Além disso, os protocolos de segurança no local de trabalho podem precisar de ser atualizados para lidar com quaisquer novos riscos associados a estes materiais.

O envolvimento precoce dos trabalhadores, a integração de novos perfis digitais e uma comunicação clara sobre o propósito e os benefícios dos materiais inteligentes podem reduzir a resistência e aumentar o envolvimento no processo de transformação.

■ Fatores ambientais

De um modo geral, a maioria dos materiais inteligentes utiliza materiais mais escassos e são mais complexos de fabricar, consome mais energia e recursos, resultando frequentemente numa pegada ambiental mais elevada em comparação com os materiais convencionais. Devido à sua composição complexa – como o uso de aditivos químicos, revestimentos ou o seu estatuto de materiais de nicho como ligas com memória de forma – muitos materiais inteligentes não são atualmente compatíveis com fluxos de reciclagem estabelecidos. Os materiais condutores usados para integrar eletrónica fazem parte de sistemas completos, consistindo em múltiplos componentes como placas de circuito, fios ligados a suportes flexíveis, juntas soldadas, adesivos, pontos e camadas isolantes, o que torna a reciclagem ainda mais complicada.

Além disso, produtos que contenham tais componentes elétricos ou eletrónicos podem ser classificados como REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos) e podem necessitar de ser separados, tratados e descartados como tal.

Por outro lado, alguns materiais inteligentes podem ajudar a reduzir o consumo de energia e o carbono operacional das habitações, por exemplo, proporcionando uma sensação mais fresca aos colchões através de PCM sem necessidade de ar condicionado, mas o equilíbrio global deve ser verificado.

Realizar uma Avaliação do Ciclo de Vida (LCA, Life Cycle Assessment) pode fornecer informações valiosas sobre o impacto global da mineração, fabrico, eliminação e consumo de energia associado a cada material inteligente específico.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

Atualmente, não existem regulamentos específicos para materiais inteligentes no mobiliário. No entanto, os produtos devem cumprir as diretivas gerais de segurança (GPSR), químicas (REACH, RoHS) e elétricas (LVD, EMC) se a eletrónica estiver integrada. Organismos de normalização como **ISO**, **CEN**, **IEC** e **ASTM** estão a desenvolver estruturas para sistemas inteligentes noutros setores, que podem estender-se ao mobiliário. Os projetistas devem avaliar a segurança dos materiais, durabilidade e impacto ambiental, e garantir conformidade ao integrar sensores, iluminação ou funcionalidades de captação de energia.



Soluções



Treliças e materiais espumosos (estruturas projetadas)

EcoLattice

Reino Unido, Índia ↔

Estruturas de treliça e espuma personalizáveis criadas através de processos avançados de fabrico aditivo utilizando TPU reciclado. Dependendo do tipo de polímero utilizado, estas estruturas leves e respiráveis podem ser flexíveis ou rígidas, duras ou macias, e a sua estrutura complexa pode também contribuir para a absorção sonora. As aplicações incluem acolchoamento, coberturas para acessórios de mobiliário e iluminação.



Touch Surface(Condutora)

Loxona

Áustria, Global ↔

A superfície tátil (Touch Surface) é um botão invisível que permite integrar elementos de controlo tátil diretamente em mobiliário rígido e superfícies, podendo assim transformar bancadas, mesas e outras superfícies interiores e exteriores para se tornarem elementos inteligentes para controlar funções de automação doméstica, como luz, som, sombreamento, aquecimento e arrefecimento.



Têxteis Inteligentes Personalizados (Condutores)

Embro GmbH

Alemanha ↔

Têxteis inteligentes personalizados, criados com tecnologia de bordado para integrar condutores elétricos em substratos têxteis. As aplicações incluem sensores de pressão e movimento, elementos de aquecimento, LED e interfaces táteis, tornando os têxteis adequados para uso em mobiliário e outros sectores



Tempotest Home® (revestimentos e aditivos funcionais)

Parà

Itália ↔

Tecidos de mobiliário com acabamento hidrofóbico e resistente aos raios UV que também facilita a remoção de substâncias oleosas. Recentemente, o acabamento foi atualizado e está agora livre de substâncias perfluoroalquílicas e polifluoroalquílicas (PFAS), que estão atualmente a ser avaliadas pelo programa REACH para serem restringidas na UE.



Têxteis Inteligentes Reguladores de Temperatura (Revestimentos e aditivos funcionais)

Outlast Technologies GmbH

Alemanha ↔

Têxteis inteligentes avançados que incorporam materiais microencapsulados de mudança de fase (PCM, Phase Change Materials) que gerem proativamente o calor e a humidade. Originalmente desenvolvida para a NASA, esta tecnologia absorve, armazena e liberta o excesso de calor corporal, mantendo um microclima estável. Estudos indicam uma possível redução da transpiração até 48%, levando a um sono mais reparador.



Exemplos

**Arper***Itália*

O design essencial da mesa é ainda mais destacado pelo Fenix, um material de superfície ultramate que cobre o tampo da mesa. O laminado combina uma série de características que respondem aos sentidos visuais (baixa refletividade da luz, aparência ultramate), háptica (toque suave) com propriedades de baixa manutenção (resistente à água, acabamento anti-impressões digitais) e a possibilidade de cicatrização térmica de microrriscos superficiais.

**TPBtech***Austrália*

Uma superfície multifuncional que contém uma placa de indução invisível. A superfície altamente resistente em porcelana-cerâmica é reforçada por uma camada de alumínio dissipadora de calor e contém um sistema de controlo sensível ao toque incorporado na superfície da placa de indução. Pode ser usado como superfície para cortar, cozinhar e empratar e também se pode servir de mesa.

**Cassina***Itália*

A cama está equipada com materiais de apoio ao bem-estar. A purificação do ar é conseguida através do uso do tecido theBreath®, uma tecnologia patenteada que captura e decompõe contaminantes para favorecer a circulação natural de ar limpo; enquanto o conforto acústico é obtido através da inclusão de painéis absorventes de som Soundfil®, feitos de um material reciclado e higiénico, capaz de diminuir as frequências sonoras vibracionais.

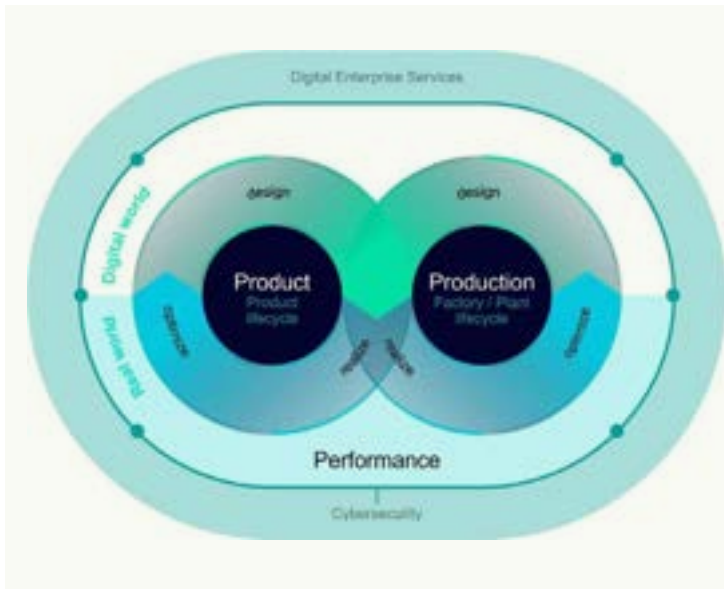
**Bauformat***Alemanha*

O fabricante de cozinhas incorpora materiais inteligentes como superfícies de autorreparação, laminados termorreativos e acabamentos antimicrobianos. Estes materiais respondem a estímulos como temperatura e humidade, aumentando a durabilidade e a higiene do mobiliário de cozinha. Além disso, integram tecnologias como iluminação automatizada e soluções inteligentes de armazenamento, otimizando a funcionalidade e eficiência do espaço culinário.

Otimize os processos de desenvolvimento de produtos com a adoção de Tecnologias de Gémeos Digitais



1



2



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade econômica: **Alta**

Otimize os processos de desenvolvimento de produtos com a adoção de Tecnologias de Gêmeos Digitais



Descrição

As empresas vivem ou morrem pela sua capacidade de desenvolver e lançar novos produtos. Neste contexto, as empresas procuram melhorar as suas capacidades de desenvolvimento de produtos digitais, vendo estas tecnologias como uma forma de acelerar os ciclos de design e engenharia, ao mesmo tempo que reduzem custos através da otimização de processos de I&D.

As abordagens de desenvolvimento de produtos digitais também estão a evoluir rapidamente, baseando-se nos avanços em poder computacional, análises e inteligência artificial. Isto levou ao surgimento dos gêmeos digitais (DT, Digital Twins): réplicas digitais de produtos atuais ou futuros que podem simular todas as características dos seus equivalentes físicos. Interagir ou modificar um produto num espaço virtual pode ser mais rápido, fácil e seguro do que fazê-lo no mundo real.

1 *Fabrico Flexível e Eficiente (SRC ↔)*

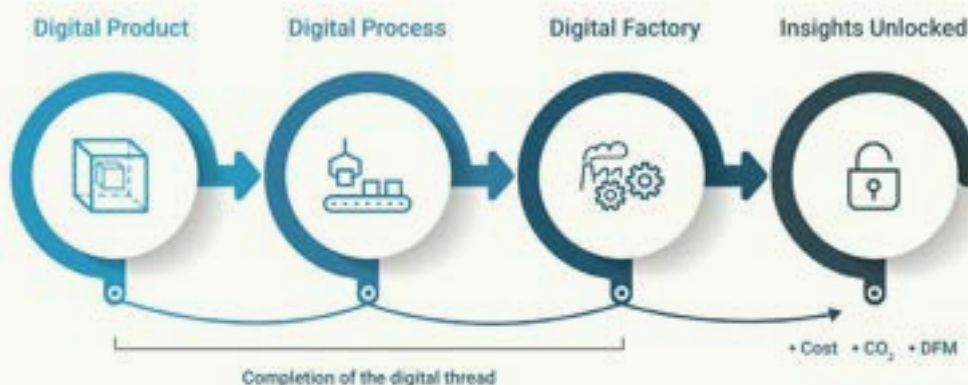
Os líderes de desenvolvimento de produto esperam que os DT acelerem os processos de desenvolvimento de produtos e melhorem os resultados, tudo isto enquanto reduzem custos. A implementação de DT na indústria de fabrico de mobiliário **melhora o design e a prototipagem ao criar réplicas virtuais dos produtos**, permitindo aos fabricantes testar e refinar os designs, reduzindo desperdícios e acelerando o desenvolvimento. Ao integrar dados em tempo real de dispositivos de IoT e sensores, os DT **otimizam os processos de pro-**

dução, permitindo manutenção preditiva e minimizando o tempo de inatividade. Também permitem **simulação e previsão de cenários**, ajudando as empresas a prever problemas e avaliar várias soluções antes de fazer alterações no mundo real. Além disso, os DT **promovem a sustentabilidade** ao reduzir o consumo de materiais e energia através de testes virtuais eficientes e otimização.

Uma empresa com uma plataforma digital robusta, por outro lado, pode realizar simulações completas de produto num ambiente virtual antes de qualquer projeto proposto ser aprovado pelo cliente. Como as máquinas complexas normalmente utilizam uma combinação de elementos existentes e de novos projetos, as empresas podem manter uma biblioteca de modelos de gêmeos digitais de componentes essenciais, combinando-os com os modelos de novas peças para criar o gêmeo digital completo. Esse gêmeo pode ser usado para demonstrar a solução proposta ao cliente e verificar se o novo design responde às suas necessidades. E os modelos gêmeos digitais dos novos componentes podem então ser adicionados à biblioteca, tornando-os disponíveis para futuros projetos com requisitos semelhantes.² *Processos de Análise de Dados dentro dos DT (SRC ↔)*

Assim, os DT oferecem aos fabricantes de mobiliário uma ferramenta poderosa para melhorar a precisão do design, otimizar a produção, envolver os clientes e promover a responsabilidade ambiental. Adotar esta tecnologia posiciona as empresas para prosperar num

Connecting Digital Twins = Seamless Digital Thread



Otimize os processos de desenvolvimento de produtos com a adoção de Tecnologias de Gémeos Digitais

mercado cada vez mais competitivo e ecologicamente consciente.

No entanto, construir uma plataforma gêmea digital não é tão fácil quanto poderia ser. Ou seja, um programa digital gêmeo bem-sucedido é um esforço de gestão da mudança, exigindo compromisso e apoio da gestão sénior, e uma equipa forte de gestão do programa para acompanhar os marcos, desenvolver novos processos e apoiar a sua adoção pela organização.

3 Roteiro Digital de Fabricantes e Fábricas (SRC ↔)

Para ultrapassar estes potenciais obstáculos, as empresas podem adotar uma abordagem faseada à adoção dos gémeos digitais. As três primeiras fases abordam os desafios tecnológicos da seleção da plataforma, design da arquitetura e integração: **Inteligência competitiva e definição do âmbito**, onde a organização avalia as soluções disponíveis e estima o seu valor potencial; **Definição de Stack de Design de Arquitetura e Stack de Software**, que envolve a seleção dos componentes de software necessários e a definição da arquitetura do sistema; e **Desenvolvimento de Software**, onde a organização desenvolve os processos e capacidades necessários para construir, integrar e lançar a sua plataforma gêmea digital. As fases seguintes focam-se na transformação organizacional necessária para apoiar novos processos e práticas de trabalho.



Aplicação

Os DT no setor do mobiliário podem ser aplicados de diferentes formas, dependendo das necessidades específicas dos fabricantes, designers e até dos utilizadores finais. Têm a capacidade de **revolucionar a indústria do mobiliário** ao tornar o fabrico mais inteligente, melhorar

a experiência do cliente, otimizar o design do produto e promover a sustentabilidade. Seguem-se algumas aplicações importantes que poderiam ser aplicadas, todas categorizadas pelo seu propósito:

Aplicação inteligente de fabrico e otimização de processos

Os DT podem simular e otimizar os processos de produção de mobiliário para reduzir desperdícios, melhorar a eficiência e prever potenciais falhas nas máquinas. Tendo isso em consideração, uma fábrica de mobiliário poderia integrar um DT na sua linha de produção para analisar o desempenho em tempo real e detetar estrangulamentos em diferentes processos, como corte, montagem ou pintura (entre outros). Para esse efeito, é essencial a utilização de sensores IoT para monitorizar o consumo de matérias-primas e o desempenho das máquinas, prevenindo avarias antes que ocorram. Além disso, a implementação de simulações baseadas em IA ajuda na redução de desperdícios ao sugerir padrões de corte mais eficientes para painéis de madeira. Esta aplicação pode levar a uma redução de 15-30% no desperdício de materiais e a uma melhoria de 10-20% na velocidade de produção através de análise de dados em tempo real e manutenção preditiva.

4 Aplicação inteligente de fabrico e otimização de processos

Aplicação de prototipagem virtual e personalização

Os DT permitem que designers de mobiliário e clientes criem protótipos virtuais, testem diferentes configurações e personalizem mobiliário antes da produção física. Tendo isto em conta, uma empresa especializada em mobiliário de escritório poderia criar um DT de secretárias e cadeiras personalizáveis, permitindo aos seus clientes ajustar dimensões, materiais e cores num ambiente virtual. O DT simula então a ergonomia com



base nos dados do utilizador, garantindo que o mobiliário se adapta às necessidades do utilizador final antes da produção, e o módulo RV/RA permite visualizar em tempo real como o mobiliário personalizado ficará num escritório ou num ambiente doméstico. Esta aplicação pode levar a um ciclo de desenvolvimento de produto mais curto, reduzindo a prototipagem física e a uma maior satisfação do cliente com designs personalizados e validação ergonómica.

5 Aplicação de prototipagem virtual e personalização

Aplicação de manutenção preditiva

Os DT podem monitorizar o desempenho de máquinas inteligentes ou industriais em tempo real e prever as necessidades de manutenção. Por exemplo, uma empresa que fabrica estações de trabalho inteligentes pode integrar sensores nas suas células de produção para monitorizar padrões de utilização, integridade estrutural e vibrações dos motores. O DT analisa estes dados para detetar sinais de desgaste, permitindo-lhe prever quando componentes específicos necessitam de manutenção ou substituição. Esta abordagem proativa ajuda os gestores de instalações a resolver problemas antes de ocorrerem falhas, reduzindo tempos de inatividade inesperados e diminuindo os custos de manutenção.

6 Conceito principal de manutenção através de sensores (SRC ↔)

Rastreio sustentável de materiais e economia circular

Os DT ajudam a acompanhar materiais ao longo de todo o ciclo de vida do mobiliário, apoiando iniciativas de fabrico sustentável e economia circular. A título de exemplo, uma marca de mobiliário sustentável cria DT de todos os seus produtos, rastreando a origem da madeira, tecidos e componentes metálicos. Aliado a isso, e apoiando-se na integração com tecnologia IoT, os utilizadores

poderão verificar a reciclabilidade de cada componente e, quando o mobiliário atingir o fim do seu ciclo de vida, o gêmeo digital sugere reutilizar ou reciclar peças específicas, evitando desperdício. Esta aplicação poderá levar ao apoio de objetivos de design ecológico e sustentabilidade e permitir modelos de mobiliário como serviço, onde os clientes podem atualizar peças em vez de substituir produtos inteiros.

7 Conceito de Passaporte de Produto Digital (SRC ↔)



Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

A adoção de DT na produção sustentável oferece benefícios significativos, mas também apresenta desafios. Os principais obstáculos incluem a integração de métricas de produção e sustentabilidade num modelo unificado, que pode permitir decisões baseadas em dados que equilibram eficiência e responsabilidade ambiental. Além disso, a escalabilidade e a prontidão da mão de obra são críticas, exigindo colaboradores qualificados e formação económica, que os DT podem facilitar através de simulações virtuais. Os fabricantes também enfrentam a complexidade de ligar todos os processos e máquinas, juntamente com preocupações com a precisão, segurança e privacidade dos dados.

Para ultrapassar estes obstáculos, uma abordagem gradual, começando com simulação de processos e escalonando ao longo do tempo, pode reduzir o risco. Além disso, fomentar uma cultura de inovação e capacitar os colaboradores é essencial para uma implementação bem-sucedida. A integração e interoperabilidade de

6

Figure 1: Evolution of maintenance



Otimize os processos de desenvolvimento de produtos com a adoção de Tecnologias de Gémeos Digitais

dados entre diversos sistemas e equipamentos legados continuam a ser um desafio significativo para a implementação em larga escala de DT.

■ Viabilidade económica: Alta

A implementação da tecnologia de gémeos digitais (DT) requer um investimento inicial significativo em sensores, dispositivos de IoT, software, infraestruturas e pessoal qualificado, o que pode ser uma barreira à entrada. No entanto, apesar dos elevados custos iniciais de capital (CAPEX), os benefícios a longo prazo, incluindo poupanças de custos operacionais, melhoria da eficiência e crescimento das receitas, resultam frequentemente num forte retorno do investimento (ROI). Focar-se em áreas como otimização de ativos, manutenção preditiva e eficiência operacional é fundamental para maximizar o valor da tecnologia dos gémeos digitais.

A adoção da tecnologia dos gémeos digitais na manufatura continua limitada a **grandes empresas** com recursos financeiros e técnicos suficientes. A complexidade e a escala da implementação tornam desafiante para as pequenas e médias empresas (PME) implementarem os DT de forma eficaz. Embora as capacidades de simulação e as melhorias na gestão de produção oferecidas pelos DT sejam significativas, o panorama atual do mercado mostra que a sua utilização generalizada ainda está concentrada entre líderes da indústria.

■ Fatores humanos

Adotar a tecnologia dos gémeos digitais requer frequentemente mudanças organizacionais e uma transformação cultural. A resistência à mudança, o analfabetismo digital ou a baixa consciência dos benefícios podem dificultar uma adoção bem-sucedida. Para garantir a continuidade, os colaboradores devem aprimorar competências e ultrapassar a divisão digital sem perturbar as operações.

Assim, os DT devem ser entendidos não como substitutos de trabalhadores, mas como facilitadores de tarefas mais inteligentes e de valor acrescentado. Novos percursos profissionais estão a emergir na interseção da colaboração entre homem e máquina – como Operadores de Gémeos Digitais, Analistas de Inteligência de Processos e Designers de Simulação XR. Os trabalhadores transitam de operadores tradicionais para cocriadores em ambientes híbridos, sendo responsáveis por supervisionar a automação, tomar decisões baseadas em dados e afinar processos.

Em conclusão, a fábrica do futuro não pretende substituir os humanos – mas sim potenciar as suas capacidades. À medida que as máquinas realizam tarefas rotineiras, os trabalhadores humanos ganham um papel central na orientação, adaptação e melhoria dos sistemas inteligentes. O desafio reside em equipar as pessoas com as

competências, mentalidade e sistemas de apoio certos para prosperarem nesta realidade laboral aumentada.

■ Fatores ambientais

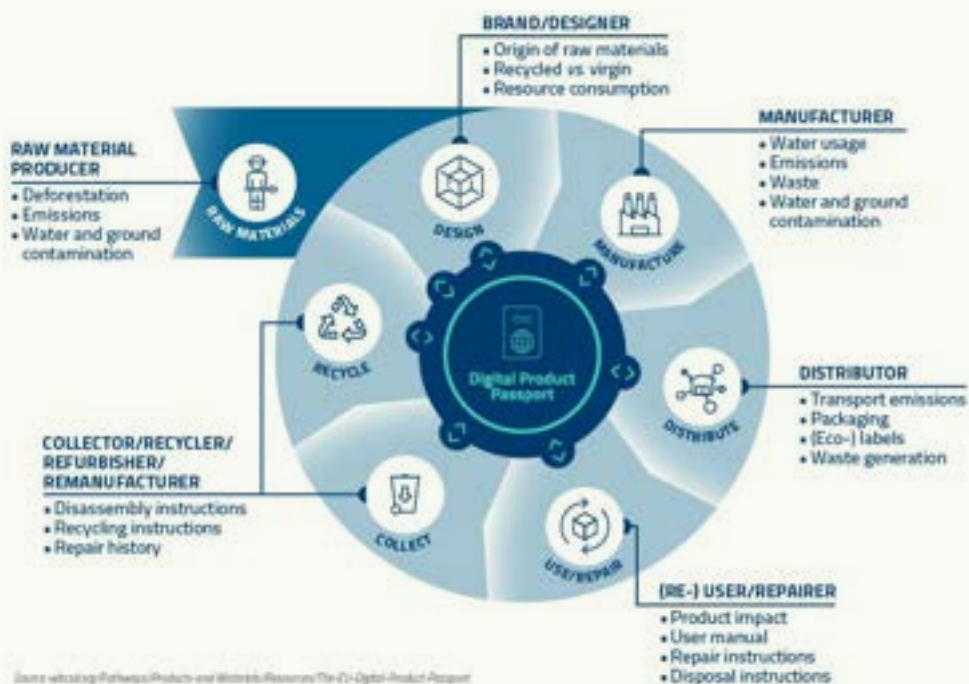
A implementação dos DT reduz a pegada de carbono ao otimizar o consumo de energia, minimizar o desperdício e melhorar a eficiência no fabrico de mobiliário, pois podem ser usados principalmente para simular processos de fabrico que conduzem à poupança de energia e recursos, prevenção de resíduos, redução de testes físicos e otimização de rotas logísticas, diminuindo as emissões de CO₂ e outros impactos ambientais. Aliado a isso, os DT podem ser entendidos como um facilitador da manutenção preditiva, prolongando a vida útil dos equipamentos e reduzindo intervenções desnecessárias. Todas estas aplicações dos DT podem contribuir para diminuir significativamente o impacto ambiental, garantindo que os processos do fabricante estão alinhados com as especificações e regulamentos ambientais.

Além disso, ao implementar um DT na produção, vários fatores ambientais devem ser considerados. Estes incluem o consumo de energia proveniente do processamento de dados e hardware, o consumo de energia e água dos centros de dados e infraestruturas, e o uso de recursos (utilização de materiais escassos), especialmente no que diz respeito à eficiência dos materiais e aos resíduos eletrónicos. Além disso, os fabricantes devem focar-se em otimizar a sustentabilidade da cadeia de abastecimento, gerir o armazenamento de dados de forma eficiente e garantir que o DT contribui para a redução de resíduos e otimização energética na produção. O cumprimento das regulamentações ambientais, as avaliações do ciclo de vida e a aplicação dos critérios de ecodesign são também considerações fundamentais para minimizar o impacto ambiental do DT.

Outro aspeto é a conectividade através de dispositivos da Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e análise de dados em tempo real. O fabrico e manutenção de redes de sensores usados para recolher dados de telemetria – como acelerómetros, sensores térmicos e etiquetas RFID – envolve impactos ambientais em materiais e energia. Estes dispositivos utilizam frequentemente elementos de terras raras, baterias de lítio e semicondutores especializados, cuja extração e processamento contribuem significativamente para as emissões de GEE, **consumo de energia**, poluição da água e resíduos **tóxicos e, em geral, para serem difíceis de reciclar no final da sua vida útil**.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

A implementação de um DT numa fábrica envolve o cumprimento de vários regulamentos e normas relacionados com a segurança de dados (ISO/IEC 27001, IIC Security Framework), privacidade (RGPD), cibersegurança (NIST), interoperabilidade (IEC 62264 / ISA-95), impacto ambiental (Acordo de Paris e Objetivos de Neutralidade Líquida, ISO 14001) e requisitos específicos do setor (CCPA, AI Act, ISO 50001). Estas regras e normas são cruciais para garantir a privacidade dos dados, cibersegurança, eficiência energética e práticas de fabrico sustentáveis.



Otimize os processos de desenvolvimento de produtos com a adoção de Tecnologias de Gémeos Digitais



Soluções



Gémeo Digital para fabrico

TWINZO

Eslováquia ↔

A Twinzo é uma plataforma digital 3D em tempo real e projetada para dispositivos móveis, que oferece uma visibilidade abrangente das operações de fabrico e logística. Permite aos utilizadores criar réplicas digitais ao vivo de instalações – como fábricas, armazéns ou cidades inteiras – que integram dados de sensores IoT, RTLS (Sistemas de Localização em Tempo Real) e métricas operacionais num ambiente 3D interativo acessível através de smartphones, tablets ou desktops.



Gémeo Digital para fabrico

Siemens

Alemanha ↔

A Siemens Xcelerator é uma plataforma digital abrangente de negócios que ajuda as empresas a otimizar o design, fabrico e operações de produtos através de uma poderosa combinação de software, hardware e serviços. Para a indústria do mobiliário, permite a criação de gémeos digitais detalhados para produtos e linhas de produção, suporta designs personalizados e modulares, e oferece ferramentas para simulação de fábricas, integração com IoT e desenvolvimento de aplicações "low-code". Com soluções como o Teamcenter para PLM, Tecnomatix para otimização de processos e Mindsphere para insights inteligentes das fábricas, capacita os fabricantes de mobiliário a melhorar a eficiência, reduzir desperdícios e acelerar a inovação desde o conceito até ao cliente.



TopSolid Wood

TopSolid

França ↔

O TopSolid Wood é um software integrado CAD/CAM adaptado para a indústria da madeira, permitindo a gestão de projetos de ponta a ponta desde o design até à produção. Oferece modelação 3D ilimitada, funções de maquinagem personalizáveis e integração perfeita com optimizadores CAM e de corte, aumentando a produtividade para profissionais e fabricantes de carpintaria.



Gémeo Digital para fabrico

Microsoft

Estados Unidos ↔

A Azure Digital Twins é uma plataforma da Microsoft que permite a criação de modelos digitais abrangentes de ambientes do mundo real, como edifícios, fábricas ou cadeias de abastecimento inteiras. Utiliza uma linguagem de modelação aberta (DTDL) para definir entidades, relações e comportamentos, tornando-a ideal para simular sistemas complexos em tempo real. No contexto de indústrias como o fabrico de móveis ou o retalho, pode modelar tudo, desde fluxos de trabalho de fábricas a layouts de lojas, acompanhar ativos com dados IoT e alimentar análises inteligentes para otimização e sustentabilidade. Integrado profundamente com o ecossistema Azure, suporta soluções de gémeos digitais escaláveis, seguras e inteligentes.



Gémeo Digital para fabrico

Bentley's Systems

Estados Unidos ↔

A plataforma iTwin da Bentley é sobretudo conhecida não só pela sua infraestrutura e engenharia, mas também porque oferece ferramentas poderosas para modelar e simular ambientes industriais e de fabrico. Permite a criação de gémeos digitais ricos em tempo real que integram dados de design (provenientes de BIM/CAD), feeds de sensores e sistemas operacionais numa única visão conectada. Para a produção, isto significa que pode visualizar layouts de fábricas, monitorizar o desempenho dos equipamentos, simular processos e otimizar operações ao longo do ciclo de vida do ativo. Com forte apoio à modelação da realidade e integração com plataformas IoT, os gémeos digitais da Bentley ajudam a melhorar a fiabilidade dos ativos, a eficiência dos fluxos de trabalho e a tomada de decisões baseada em dados em instalações de fabrico complexas.



Software de simulação de réplicas

B SOLID Digital para CNC

BIESSE

Itália ↔

O B-SOLID oferece aos utilizadores uma perspetiva da sua máquina CNC ao criar um gémeo digital, permitindo-lhes desenhar um programa de maquinagem para qualquer projeto específico, executar uma simulação 3D realista dessa tarefa, verificar a velocidade de maquinagem, a seleção da ferramenta e estimar o tempo de conclusão do trabalho. Realizar uma verificação de colisão no ambiente virtual permite destacar qualquer contacto entre peças da máquina, evitando conflitos entre a cabeça da máquina e a mesa de trabalho.

Gêmeo Digital para fabrico

PTC Inc.

 *Estados Unidos* ↔

A ThingWorx, desenvolvido pela PTC, é uma plataforma robusta de IoT industrial e gêmeos digitais, concebida para ligar, analisar e otimizar ativos físicos e operações. Permite aos fabricantes criar representações digitais em tempo real de produtos, máquinas ou linhas de produção inteiras, combinando dados de sensores, sistemas (como ERP/PLM) e entradas dos utilizadores. A ThingWorx destaca-se no suporte à manutenção preditiva, monitorização remota e otimização de desempenho, especialmente em ambientes de fabrico. Também se integra com a Vuforia para realidade aumentada, permitindo aos utilizadores interagir com gêmeos digitais de forma imersiva – ideal para formação, resolução de problemas ou visualização personalizada de produtos. A sua flexibilidade e ferramentas low-code tornam-na uma escolha ideal para empresas que pretendem acelerar a transformação digital em engenharia e operações.

Software Digital Twin para máquinas CNC

SIEMENS

 *Alemanha* ↔

O Siemens NX, combinado com o Sinumerik One, permite o desenvolvimento de um verdadeiro gêmeo digital do sistema CNC, simulando com precisão o comportamento das máquinas-ferramenta. Esta tecnologia avançada foi adotada pela CMS (parte do SCM Group) na sua plataforma híbrida CMS Kreator. Ao aproveitar o gêmeo digital, a CMS pode validar trajetórias de ferramentas, prevenir colisões e otimizar processos de fabrico antes da execução física. O sistema também incorpora MindSphere e Edge Computing para monitorização em tempo real e manutenção preditiva. Esta abordagem é particularmente valiosa para os fabricantes de máquinas de carpintaria, ajudando a reduzir os tempos de comissionamento e a aumentar a eficiência operacional global.

Design de mobiliário sustentável através dos Gêmeos Digitais


AMUEBLA

Espanha ↔

No projeto AMUEBLA, desenvolvido com a SANCAL e a AIDIMME, os gêmeos digitais são usados para validar regulamentos e designs sustentáveis antes do fabrico físico. Este caso é um forte exemplo de como a tecnologia dos gêmeos digitais apoia os objetivos de conformidade e sustentabilidade na indústria do mobiliário.

Circularise


Circularise

 *Países Baixos* ↔

Plataforma baseada em blockchain para rastrear a origem do material, ciclo de vida e reciclabilidade para fabrico circular.

Dassault Systèmes DELMIA

Dassault Systèmes

 *França* ↔

Permite simulação e otimização avançada do fabrico, ajudando os produtores de mobiliário a otimizar a produção, gerir recursos e reduzir os tempos de inatividade.

SAP Predictive Asset Insights


SAP

Alemanha

Prevê as necessidades de manutenção de mobiliário inteligente usando IoT e análises de aprendizagem automática.

Autodesk Configurator 360

Autodesk

 *Estados Unidos* ↔

Plataforma de configuração 3D baseada na web para criar modelos de mobiliário personalizáveis que integram design CAD paramétrico.

Otimize os processos de desenvolvimento de produtos com a adoção de Tecnologias de Gémeos Digitais



Exemplos



Twinzo

Eslováquia



Gémeo Digital para gestão de armazéns: Os operadores logísticos percorrem a instalação, procurando materiais para entregar ou embalagens vazias para remover da linha, muitas vezes de forma aleatória ou seguindo ciclos pré-definidos. Esta prática leva frequentemente a períodos de inatividade na produção ao longo do dia devido à escassez de materiais, resultando em tempos de inatividade acumulados. Além disso, existe um problema prevalente de utilização desigual dos condutores, com alguns operadores sobrecarregados enquanto outros a envolverem-se em atividades não produtivas, como navegar nas redes sociais.



Siemens

Alemanha



Transformar a indústria para o futuro: A DMG MORI, um fabricante global líder de máquinas-ferramenta, oferece o primeiro Digital Twin de ponta a ponta de uma máquina-ferramenta no Siemens Xcelerator Marketplace. Desenvolvida em estreita cooperação com a Siemens, esta inovação pioneira representa um verdadeiro marco para a indústria – uma solução que pode ser escalada para satisfazer as necessidades individuais dos clientes.



Visual Components

Finlândia



Digital Twin para produção de armários de casa de banho: Os clientes de hoje exigem produtos personalizados contando também com a oferta de preços baixos, o que cria um desafio para os fabricantes. Esta aparente contradição surge porque a variedade do produto aumenta a complexidade da produção. No entanto, a personalização em massa oferece uma solução, como se vê em indústrias como o mobiliário automóvel e de casa de banho. Empresas como a MBFZ Toolcraft GmbH especializam-se em tecnologias avançadas, como soluções robóticas individuais prontas a usar, ajudando os fabricantes a adaptar-se a esta tendência. A MBFZ, fundada em 1989, tornou-se líder nesta área, oferecendo soluções inovadoras para indústrias como aeroespacial, tecnologia médica e automóvel, permitindo às empresas gerir a personalização de forma eficiente em grande escala.



Siemens

Alemanha



A Girsberger simula e otimiza operações de corte de madeira offline usando um gémeo digital: Descreve como a Girsberger otimizou os seus processos de fabrico através da adoção de tecnologias de gémeos digitais, podendo testar e otimizar as operações de corte de madeira offline usando o gémeo digital da máquina, poupando tempo e tentativas falhadas e evitando colisões.



Dassault Systèmes

França



Testes virtuais utilizando PowerFLOW: Testes virtuais utilizando PowerFLOW: A cozinha tornou-se um ponto central para as famílias e para receber visitas em casas modernas. O design e a funcionalidade das cozinhas estão a evoluir para acomodar mais atividades, refletindo uma mudança de espaço prático para um espaço de vida versátil. Investigadores do Instituto Silestone publicaram um Estudo Global da Cozinha, que concluiu que as cozinhas de hoje em dia transcendem os papéis tradicionais ao funcionarem como centros vibrantes para várias atividades, incluindo socializar, trabalhar e jantar. Layouts abertos com assentos confortáveis e elementos de design inovadores podem transformar cozinhas em espaços sociais convidativos onde as pessoas gostam de se reunir, proporcionando ao mesmo tempo o conforto prático para criar snacks e refeições deliciosas.



Digitiza Designs

Estados Unidos



Transformar o Design de Interiores com Tecnologia de Digitalização 3D: As medidas exatas são essenciais e, ao contrário da maioria dos retalhos online, o mobiliário muitas vezes precisa de ser avaliado pessoalmente quanto à textura, conforto e estilo. A Rooms To Go procurou ultrapassar estes desafios criando modelos digitais de mobiliário tão realistas que possam ser usados por decoradores de interiores para avaliar virtualmente a decoração, alcançar o aspeto e a sensação perfeitos e concretizar as suas visões criativas.



Girsberger Holding AG

Suíça



Otimizar a produção de mobiliário com um Gémeo Digital: A Girsberger, uma empresa de mobiliário, otimiza o corte de madeira usando um gémeo digital para evitar colisões e aumentar a eficiência da produção. Esta implementação prática ajuda a ilustrar as capacidades do ThingWorx de forma tangível e relacionável.

**Beamo***República da Coreia*

Caso de candidatura ao Gêmeo Digital na indústria da hotelaria: A plataforma de gêmeos digitais da Beamo utiliza câmaras e smartphones de 360 graus para criar réplicas virtuais, encontrando aplicações para além das indústrias tradicionais. Uma instalação hoteleira implementou com sucesso a tecnologia para marketing e representação. Alcançando poupanças de custos, redução de despesas com dados e melhoria do fluxo de trabalho e documentação. As aplicações versáteis da tecnologia dos gêmeos digitais continuam a evoluir, demonstrando o seu impacto positivo em diferentes setores.

**Denodo Technologies***Estados Unidos*

Um Estudo de Caso de tempo real e dados: Descreve como a CITY Furniture pegou no sucesso de um sistema de dados em tempo real para vendas e o expandiu por vários departamentos. A jornada começa com um engenheiro de software e um mainframe IBM e termina com uma iniciativa de democratização de dados. Há muitas paragens interessantes ao longo do caminho – uma camada de streaming, um armazém de dados na cloud IBM, uma miscelânea de armazenamentos de dados, um tecido de dados e virtualização de dados.

**Cetem***Espanha*

Um gêmeo digital para mobiliário permitirá antecipar testes de protótipos para conformidade com as regulamentações da indústria e legais: A AMUEBLA candidatou-se a um projeto inovador em conjunto com a ALDIMME, CETEM, ARVET e a empresa SANCAL, que visa melhorar o design do protótipo através de simulações de gêmeos digitais para conformidade legal e industrial antes do seu fabrico, reduzindo também custos devido ao incumprimento da norma.

**-***China*

Um modelo de workshop de gêmeos digitais foi aplicado ao processo de embalagem no fabrico de mobiliário de painéis para melhorar a integração com sistemas de informação. Implementado na Empresa W, identificou ineficiências, propôs otimizações e, através de simula-

ção e testes reais, aumentou a eficiência das linhas de embalagem em 20%, reduzindo a mão de obra em 5–6 trabalhadores. O modelo suporta manufatura inteligente e atualizações de sistemas.

**Hamon***França*

Modernização de maquinaria obsoleta: No projeto de retrofit de uma máquina usada para cortar tábuas de madeira a dimensões e qualidades uniformes, foi implementado um gêmeo digital (pelo integrador do sistema Actemium, baseado no software Emulate 3D Dynamic Digital Twin da Rockwell Automation), para desenvolver e testar os novos programas de automação offline, otimizar o código do programa e antecipar potenciais problemas antes dos testes da máquina real. Foi alcançada uma redução significativa do tempo de inatividade

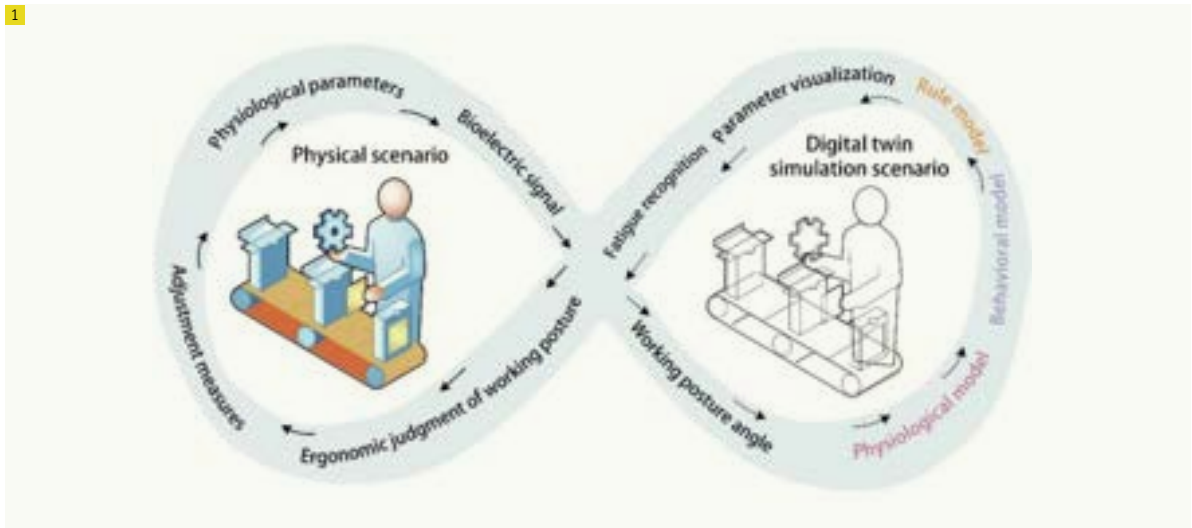
**Simplan***Alemanha*

Simulação Digital Twin para analisar os processos de produção: O software Siemens Plant Simulation é utilizado pela Nolte-Möbel, um fabricante alemão de mobiliário, para otimizar os seus complexos fluxos de trabalho de pré-produção. O software cria um gêmeo digital do ambiente de produção, integrando dados reais do Excel para modelação precisa. A Nolte usa-o para simular cenários de planeamento e variações de processos sem perturbar as operações em curso. A ferramenta proporciona visibilidade total sobre o fluxo de materiais e a utilização de recursos.

**FlexSim Software Products, Inc***Estados Unidos*

Modelação dupla do processo personalizado de mobiliário FlexSim: Estudo baseado em simulação da produção em massa de mobiliário personalizado usando o software FlexSim 3D numa empresa polaca. Analisa como o aumento dos volumes de produção afeta a carga de trabalho da máquina e a eficiência do sistema. As recomendações incluem a adição de equipamentos e a otimização do fluxo de materiais para permitir uma produção escalável e eficiente, suportando um crescimento até dez vezes a capacidade atual.

Aumentar a segurança e a produtividade dos processos de fabrico, minimizando o seu impacto ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gémeos Digitais



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade económica: **Alta**

Aumentar a segurança e a produtividade dos processos de fabrico, minimizando o seu impacto ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gêmeos Digitais



Descrição

Os gêmeos digitais (DT) estão a tornar-se essenciais para impulsionar a sustentabilidade no setor transformador em evolução. As suas capacidades preditivas ajudam a reduzir tempos de inatividade, prolongar a vida útil dos equipamentos e minimizar o desperdício através de manutenção proativa e mitigação de riscos. Ao integrar dados em tempo real de sensores e máquinas, os DT criam réplicas virtuais precisas de sistemas físicos, permitindo aos fabricantes simular cenários, otimizar processos e identificar problemas sem interromper a produção. Assim, a comparação contínua entre dados em tempo real e dados obtidos da simulação pode ser usada pelo software para melhorar a compreensão do DT sobre a questão do mundo real, resultando assim em **simulações mais precisas**, contribuindo assim enormemente para a sustentabilidade dos processos de fabrico.

Além disso, na era da Indústria 5.0, a abordagem centrada no ser humano na indústria transformadora é crucial. Tendo em conta o envelhecimento da mão de obra e o número crescente de mulheres que ingressam em empregos tradicionalmente dominados por homens, é crucial incorporar esta diversidade no design ergonómico dos sistemas e ambientes, ao mesmo tempo que adaptamos os locais de trabalho para todos os indivíduos.

Tendo isto em conta, a utilização de DT juntamente com **simulação ergonómica** tem contribuído recentemente para aumentar tanto a segurança como a produtividade no local de trabalho.

1 Abordagem de Gêmeos Digitais para simulação de ergonomia humana (SRC ☞)

O campo da ergonomia evoluiu nas últimas décadas para incluir tanto simulações em ambientes 3D como técnicas de Inteligência Artificial para estimar distúrbios musculoesqueléticos (MSD) relacionados com o trabalho. Com os avanços na velocidade das simulações e interfaces intuitivas, o tempo necessário para desenvolver simulações ergonómicas diminuiu drasticamente e tornou-as mais práticas. A análise ergonómica tradicional envolvia o uso de tabelas MTM e regras práticas genéricas para incorporar fatores de segurança e heurísticas para garantir a segurança no trabalho. Esta abordagem tornava frequentemente difícil avaliar tarefas únicas ou forçava os engenheiros a errar do lado

das soluções dispendiosas para garantir a segurança. Para reduzir esta lacuna, a abordagem DT ao design e gestão de processos colocou ferramentas melhores ao dispor do engenheiro mais rapidamente do que nunca, pois a DT permite avaliar a ergonomia a partir de uma perspetiva física e cognitiva.

A **Simulação Ergonómica Física** consiste em avaliar o ambiente ergonómico físico, analisar o alcance do operador, avaliar as tensões e tensões no corpo, medir as quilocalorias gastas para determinar a fadiga e analisar posturas e movimentos utilizando ferramentas baseadas na observação como RULA (Avaliação Rápida do Membro Superior), REBA (Avaliação Rápida de Todo o Corpo), OWAS (Sistema de Análise de Postura de Trabalho Ovako) e OCRA (Índice de Ações Repetitivas Ocupacionais). Ao avaliar o alcance, as simulações facilitam a alteração da antropometria do manequim na simulação para garantir que a menor fêmea ou o maior macho consigam ambos realizar uma tarefa facilmente. Com base num padrão ou peso específico escolhido, a simulação pode ser configurada para avaliar a posição do corpo durante uma tarefa. As simulações também podem ser usadas para avaliar a acessibilidade de tarefas específicas, determinando o tempo de ciclo e verificando se a postura do trabalhador se mantém num estado aceitável durante toda a tarefa.

2 Ergonomia física em processos de fabrico (SRC ☞)

Os movimentos e posturas dos manequins são frequentemente determinados pelos dados obtidos através da utilização de dispositivos óticos ou sensores inerciais montados no corpo da pessoa rastreada em cenários reais. Embora robustos, estes sistemas são dispendiosos, têm limitações de configuração e desafiam-nos em ambientes de trabalho reais para fazer simulações fiáveis e realistas. A aprendizagem automática, e em particular as técnicas de Deep Learning, permitem que as articulações do corpo humano sejam reconhecidas por vídeos captados por câmaras RGB e avaliem diretamente índices ergonómicos ou simulações de suporte.

A **Simulação Ergonómica Cognitiva** analisa o lado mental de uma tarefa. Muitas vezes, refere-se aos sinais visuais fornecidos a um trabalhador para o ajudar a realizar as suas tarefas e minimizar o stress mental relacionado com o trabalho. O campo da ergonomia cognitiva está a abraçar o conceito de DT para permitir que os trabalhadores experimentem um ambiente de trabalho antes de este ser construído, pois está de alguma forma demonstrado que com uma ergonomia cognitiva deficiente vem o esforço cognitivo: perturbações

Aumentar a segurança e a produtividade dos processos de fabrico, minimizando o seu impacto ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gémeos Digitais

(por exemplo, fala, ruído e elementos em movimento, etc.); interrupções (por exemplo, colegas a pedir ajuda, tecnologias de interação e notificações, informação em falta ou decisões que bloqueiam a continuidade do trabalho, etc.); sobrecarga de informação (por exemplo, multitarefa, monitorização e observação de várias coisas em paralelo, mudança entre tarefas enquanto se trabalha, etc.).

- 3 Fontes de tensão cognitiva nos processos de fabrico (SRC ⇄)



Aplicação

É amplamente conhecido que os DT desempenham um papel fundamental na redução do impacto ambiental da manufatura, promovendo a sustentabilidade em todos os processos. Permitem a otimização de recursos através da análise de dados de utilização de materiais, resíduos e energia para identificar ineficiências. Através de simulações virtuais, os DT ajudam a reduzir o consumo de energia mantendo a qualidade da saída. Por exemplo, os Gémeos Digitais permitem a criação de protótipos virtuais realistas que replicam produtos ou processos, reduzindo a necessidade de protótipos físicos dispendiosos e demorados. Isto permite identificar e corrigir defeitos durante a fase de projeto, reduzindo os custos de materiais, mão de obra e tempo, bem como o consumo de energia. As modificações podem ser testadas rapidamente, acelerando o desenvolvimento e o tempo de lançamento no mercado, ao mesmo tempo que melhoram a qualidade do produto final. Também apoiam a redução de resíduos ao permitir manutenção preditiva e prolongar a vida útil dos equipamentos. Adicionalmente, os DT facilitam modelos de produção circular como reciclagem e remanufatura, otimizando os fluxos de materiais e a recuperação de recursos. Tendo isto em conta, os DT também podem ser usados para simular o comportamento dos trabalhadores, de modo a melhorar a segurança, rapidez e eficiência na produção. A resposta é sim, mas surgem desafios na replicação dos movimentos humanos e da ergonomia.

Um desafio significativo reside em alcançar representações precisas dos movimentos humanos, tendo em conta a precisão dos sensores e as limitações da modelação biomecânica. Problemas de latência e sincronização dos dados também dificultam a resposta em tempo real, criando discrepâncias entre movimentos simulados e reais. A integração de diversas fontes de dados e tecnologias acrescenta complexidade devido a questões de compatibilidade e restrições de interoperabilidade. As preocupações de privacidade e ética relativamente à recolha e processamento de dados sobre movimentos humanos evidenciam ainda mais a

necessidade de salvaguardas que protejam os direitos individuais.

- 4 *Gémeos Digitais para avaliação da ergonomia em processos de fabrico*

Simular a interação homem-robô requer algoritmos avançados de modelação e controlo para alcançar uma colaboração fluida. Problemas de escalabilidade, falta de padronização e ausência de boas práticas dificultam ainda mais a adoção, sublinhando a necessidade de diretrizes a nível da indústria. Enfrentar estes desafios através de técnicas avançadas de modelação, aprendizagem automática, aprendizagem profunda, integração melhorada de dados e quadros éticos é essencial para desbloquear todo o potencial dos DT na simulação humana.

Além disso, os DT poderiam ser usados para visualizar toda a mão de obra em diferentes cenários, mostrando como os colaboradores teriam melhor desempenho em condições específicas e permitindo um planeamento preciso de recursos. A representação virtual de cada colaborador permite uma supervisão preditiva, garantindo que os problemas são antecipados e resolvidos de forma proativa.

- 5 *Gémeos Digitais para controlo e planeamento da equipa*

Os DT oferecem potencial transformador para a gestão da mão de obra ao permitir que as organizações simulem e otimizem decisões relacionadas com os colaboradores antes da implementação. Melhoram as previsões com projeções precisas e baseadas em dados, reduzem riscos de mudança organizacional e apoiam o planeamento estratégico. Ao mapear competências e desempenho em tempo real, as empresas podem alocar recursos de forma mais eficaz, criar percursos profissionais personalizados, otimizar o agendamento e adaptar-se rapidamente às exigências em mudança.

No geral, os DT aumentam a eficiência, garantem um melhor alinhamento dos papéis e apoiam o desenvolvimento contínuo da mão de obra e a agilidade. Simplificando, os DT ajudam as organizações a prepararem-se para eventos inesperados como mudanças na procura da mão de obra, rotatividade ou novos projetos. Podem ser vistos como ferramentas para antecipar desenvolvimentos a longo prazo, identificando riscos e oportunidades. Ao contrário dos modelos fixos, os DT utilizam informação em tempo real para representar a mão de obra dinamicamente, simulando as reações da equipa a cenários como alterações na carga de trabalho ou agendas revistas.



Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

Implementar simulação de processos de fabrico, especialmente para ergonomia, apresenta desafios como a integração de dados em tempo real, a necessidade de conhecimento técnico e a resistência da equipa. As barreiras relacionadas com o ser humano incluem o ceticismo em relação às ferramentas digitais, falta de consciência ergonómica e receios de vigilância ou avaliação do trabalho. Além disso, os gestores podem dar prioridade à produtividade em detrimento da ergonomia. Superar estes desafios requer comunicação clara, planeamento inclusivo, formação e demonstração do valor da ergonomia tanto para a segurança como para a eficiência. Uma implementação cuidadosa e gradual, com o software e os recursos adequados, pode apoiar uma adoção bem-sucedida.

■ Viabilidade económica: Alta

As barreiras económicas podem impactar significativamente a adoção de tecnologias de simulação ergonómica, especialmente para pequenos e médios fabricantes, devido aos elevados custos iniciais de software, hardware, formação e consultoria. Estas empresas frequentemente priorizam a produtividade a curto prazo em detrimento dos benefícios ergonómicos a longo prazo, o que pode ser mais difícil de quantificar financeiramente. No entanto, com planeamento estratégico, comunicação clara dos ganhos a longo prazo e implementação gradual, a simulação pode, em última análise, conduzir a operações mais seguras, eficientes e rentáveis.

A implementação total de um gêmeo digital para controlo completo de processos continua a ser um desafio significativo. Requer uma **extensa parametrização, integração de sistemas e alinhamento contínuo de dados**, o que pode exigir tempo, experiência e investimento financeiro substanciais. Por isso, as empresas devem **priorizar as áreas de implementação** com base no potencial de impacto, começando por processos de alto consumo ou alto risco.

■ Fatores humanos

Um fator humano importante na simulação ergonómica é a aceitação e o envolvimento do utilizador. Trabalhadores e gestores podem resistir a ferramentas digitais se estas forem percebidas como intrusivas, controladoras ou concebidas principalmente para avaliação de desempenho, em vez de auxiliares de apoio. Este ceticismo intensifica-se quando tecnologias como a captura de movimento ou a realidade virtual são introduzidas sem uma explicação clara do seu propósito e benefícios. A implementação bem-sucedida requer não só uma compreensão básica das ferramentas e princípios ergonómicos, mas também programas de formação e integração bem estruturados. A literacia digital varia muito entre funções – operadores, engenheiros e supervisores podem ter familiaridades diferentes com plataformas avançadas – criando uma adoção desigual se não for abordada.

Outra armadilha ocorre quando as simulações são desenvolvidas exclusivamente por equipas técnicas, sem intervenção dos que executam as tarefas. Esta abordagem de cima para baixo produz frequentemente modelos que falham nas subtilidades dos fluxos de trabalho ou dos desafios práticos. Estabelecer processos participativos onde os trabalhadores contribuam para o design, testes e validação garante a precisão, fortalece a responsabilidade e melhora a aceitação. Uma comunicação clara sobre objetivos, benefícios e limitações também promove a confiança e a colaboração.

Por fim, as preocupações éticas devem ser geridas. Os colaboradores podem temer vigilância, uso indevido de dados pessoais ou perda de autonomia quando os seus movimentos são registados e analisados. A má interpretação dos dados pode minar a confiança. As organizações devem, portanto, estabelecer políticas transparentes que regulem a utilização dos dados, obter consentimento informado e garantir práticas de tratamento seguras. Abordar proativamente as questões de privacidade e promover a transparência constrói um ambiente baseado na confiança, onde a tecnologia é vista como uma ferramenta colaborativa concebida para apoiar, em vez de ameaçar, os trabalhadores.

5



6



Aumentar a segurança e a produtividade dos processos de fabrico, minimizando o seu impacto ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gémeos Digitais

■ Fatores ambientais

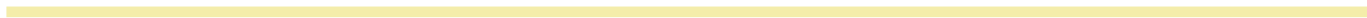
Os fatores ambientais também influenciam a precisão e utilidade das simulações ergonómicas. A disposição de uma instalação deve ser modelada de forma realista para garantir avaliações eficazes. Condições como iluminação, temperatura, humidade e ruído podem afetar significativamente o conforto e o desempenho dos trabalhadores. Ambientes deficientes podem aumentar o stress, reduzir a concentração e agravar os riscos ergonómicos. Incluir estas variáveis nas simulações de DT proporciona uma compreensão mais holística das condições de trabalho.

A sustentabilidade é outra consideração essencial. Os próprios DT consomem recursos: processamento de dados, hardware e infraestruturas de suporte como centros de dados requerem energia e água significativas, enquanto utilizam materiais escassos que contribuem para resíduos eletrónicos. Gerir o armazenamento de dados de forma eficiente e aplicar os princípios do ecodesign ajuda a reduzir o impacto ambiental. As avaliações do ciclo de vida e o cumprimento de regulamentos como a ISO 14001 são fundamentais para minimizar a pegada dos DT.

A conectividade acrescenta desafios adicionais. Os DT dependem de dispositivos de IoT, computação em nuvem e análises em tempo real. O fabrico e manutenção de redes de sensores – acelerómetros, sensores térmicos, etiquetas RFID – envolve custos de materiais e energia. Estes dispositivos utilizam frequentemente elementos de terras raras, baterias de lítio e semicondutores, cuja extração e processamento geram emissões de gases com efeito de estufa, poluição da água, resíduos tóxicos e dificuldades de reciclagem.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

A implementação de um Digital Twin (DT) na produção exige conformidade com normas importantes, incluindo ISO/IEC 27001:2022 para segurança de dados, RGPD (2016) para privacidade, NIST (2018) para cibersegurança, ISO 14001:2015 para impacto ambiental, ISO 50001:2018 para gestão de energia e ISO 45001:2018 para segurança no trabalho. A ergonomia e interoperabilidade são abordadas pela ISO 9241 (2019), EN 1335:2020 e IEC 62264 (2013), garantindo operações sustentáveis, seguras e eficientes.



Aumentar a segurança e a produtividade dos processos de fabrico, minimizando o seu impacto ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gémeos Digitais



Soluções



Fabrico focado no ser humano

Siemens

Alemanha ↔

A Tecnomatix é uma suite abrangente de software de fabrico digital desenvolvida pela Siemens Digital Industries Software. Permite aos fabricantes planear, simular e otimizar digitalmente os processos de produção, facilitando a transformação de ideias inovadoras em produtos tangíveis. Ao integrar dados em tempo real de várias disciplinas de fabrico, ajuda a sincronizar engenharia de produto, engenharia de produção, execução de produção e engenharia de serviços, maximizando assim a eficiência de fabrico.



Modelação digital humana em ergonomia virtual

Dassault Systèmes

França ↔

A DELMIA ajuda engenheiros de produção a projetar locais de trabalho seguros e eficientes virtualmente para evitar erros dispendiosos no mundo físico. O nosso software de Ergonomia Virtual permite a designers e engenheiros ultrapassar problemas de postura simulando a interação humana e o comportamento ergonómico entre um produto e um sistema desde as fases iniciais do processo de design. Os designers de produto e engenheiros de produção podem resolver problemas ergonómicos virtualmente o mais cedo possível para aumentar o bem-estar dos colaboradores, diminuir os custos de lesões relacionadas com o trabalho e aumentar a produtividade no mundo real. Além disso, podem tomar decisões rápidas e eficientes para alcançar os seus objetivos de design, fornecendo orientações relevantes a designers de produtos e locais de trabalho, mesmo aqueles com baixa formação ergonómica.



Software de prevenção de riscos ocupacionais alimentado por IA

Siali Technologies

Espanha ↔

A Safe é a plataforma que automatiza o EHS (Ambiente, Saúde e Segurança) da sua empresa, antecipando qualquer acidente para melhorar a segurança dos seus colaboradores. É uma ferramenta ativa na prevenção de riscos. Deteta e alerta em tempo real sobre todas as situações potencialmente perigosas, como falta de EPI, caminhos obstruídos, velocidade dos veículos. para agir antes que a situação se torne séria.



Gémeo digital ergonómico

Moovency

França ↔

A KIMEA é uma solução inovadora de gémeos digitais ergonómicos, concebida para avaliar e prevenir distúrbios musculoesqueléticos (MSD) em ambientes de trabalho. Ao utilizar câmaras de deteção de profundidade, como o Microsoft Kinect, a KIMEA capta dados esqueléticos 3D dos trabalhadores a realizar tarefas. Estes dados são depois processados através de algoritmos avançados para corrigir potenciais oclusões e imprecisões, garantindo uma análise precisa mesmo em contextos industriais complexos. O sistema cria um gémeo digital em tempo real do operador, convertendo automaticamente gestos e posturas em indicadores ergonómicos. Isto permite uma análise dinâmica dos riscos de MSD, possibilitando às organizações priorizar intervenções de forma eficaz e implementar estratégias de prevenção direcionadas.



Análise inteligente de segurança

Soter

Estados Unidos ↔

SoterAI, a plataforma pioneira em IA que oferece aos responsáveis de EHS uma visibilidade de risco e um poder preditivo sem precedentes. A plataforma analisa de forma segura dados complexos de segurança empresarial de várias fontes para identificar riscos emergentes e prever potenciais incidentes antes que ocorram. Fornece as informações acionáveis de que necessita para mitigar proativamente riscos, garantir a conformidade em todos os locais e otimizar a sua estratégia global de EHS para resultados de negócio mensuráveis.



DT para a análise do ciclo de vida dos ativos industriais

Hexagon

Suécia ↔

A HxGN SDx2 é uma plataforma nativa da nuvem desenvolvida pela Hexagon para gerir todo o ciclo de vida dos ativos industriais. Integra visualizações 2D/3D em tempo real, dados de engenharia e operacionais, permitindo manutenção preditiva, melhoria da segurança e decisões baseadas em dados. Construída sobre o Microsoft Azure, suporta ambientes de gémeos digitais para eficiência industrial e sustentabilidade.

**HEGO***Emoj**Itália* ➞

O Body Tracker da Emoj, chamado HEGO, é um sistema não invasivo alimentado por IA, concebido para monitorizar em tempo real a postura e os movimentos dos trabalhadores. Avalia os riscos ergonómicos analisando várias posições e ângulos do corpo, como a flexão da cabeça e do tronco, movimentos dos braços e ângulos das articulações. O sistema calcula índices ergonómicos internacionais como REBA, RULA e OCRA, fornecendo uma avaliação detalhada de risco para distúrbios musculoesqueléticos (MSD). Os dados são acessíveis através de um painel de controlo tanto para empresas como para ergonomistas, permitindo intervenções proativas e ajustes personalizados no local de trabalho. Totalmente em conformidade com o RGPD, o Body Tracker melhora a segurança e a ergonomia no local de trabalho sem necessidade de equipamentos intrusivos

**Fabrico sustentável***Instituto de Tecnologias Industriais e Automação (ITIA) – Conselho Nacional de Investigação (CNR)**Itália* ➞

O projeto "Fabrico Sustentável", liderado pelo ITIA-CNR e envolvendo grandes parceiros como o Politecnico di Milano e a Università Politecnica delle Marche, visa desenvolver tecnologias e metodologias facilitadoras para o design sustentável de produtos e fábricas ao longo de todo o ciclo de vida do produto. Promove o ecodesign, o uso eficiente dos recursos e a produção centrada nas pessoas. As aplicações abrangem formulação de polímeros, fábricas ecológicas e desfabrico. As principais inovações incluem sistemas energeticamente eficientes, vestuário de trabalho equipado com sensores, interfaces multimodais intuitivas e realidade aumentada para monitorização em fábricas. O projeto também desenvolve novos modelos de negócio para o fabrico circular. Apoiado por uma vasta rede de empresas, reforça a liderança italiana em sistemas de fabrico de alto desempenho e sustentáveis. Durante o projeto, foi dada especial atenção ao teste de diferentes ferramentas de avaliação ergonómica integradas com DT das fábricas envolvidas, de modo a identificar potenciais aplicações para reduzir MSD, melhorar o design dos postos de trabalho e, em geral, a sustentabilidade industrial.

**Formação em saúde e segurança através dos gémeos digitais***PREVU3D**Canadá* ➞

O PrevU3D é um software gêmeo digital para visualizar ativos em 3D, permitindo monitorização em tempo real do seu estado operacional e dados históricos. A plataforma oferece modos de navegação imersivos, desde vistas panorâmicas até vistas CAD de cima para baixo, melhorando a visibilidade e o alinhamento entre as equipas. A sua avançada capacidade de digitalização 3D e processamento de malhas permitem o planeamento da capacidade e simulam alterações de layout sem presença física. A PrevU3D também capacita as organizações a melhorar a formação dos colaboradores através de testes de cenários 3D imersivos, ajudando a priorizar a segurança e minimizar riscos operacionais.

**Soluções digitais cognitivas para líderes do setor***Cognitwins**Estados Unidos* ➞

A CogniTwins ajuda a aproveitar o poder dos Gêmeos Digitais Cognitivos, "threads" e "swarms" para transformar com sucesso o negócio atual e criar novas linhas de Produtos, Soluções e Serviços inteligentes à prova de futuro.

Aumentar a segurança e a produtividade dos processos de fabrico, minimizando o seu impacto ambiental, através da adoção de técnicas de simulação nos Gémeos Digitais



Exemplos



Ford

Estados Unidos



Ergonomia encontra a engenharia imersiva: Trabalhar numa linha de montagem não é fácil. Produzir um veículo a cada 60 segundos exige muito alongamento, alcance, levantamento, puxar e empurrar. Ao levar o rastreamento de movimentos e a simulação a um novo patamar na engenharia imersiva, a Ford Motor Co. está a alcançar grandes progressos através de análises ergonómicas, reduzindo drasticamente as lesões na montagem. Como se isso não bastasse, a qualidade também melhorou.



BMW Group

Áustria



Redução do consumo energético ao longo do ciclo de vida dos motores com o Plant Simulation: Os fabricantes de automóveis normalmente fabricam internamente a maioria das peças e componentes essenciais dos seus motores. O cárter, a cambota, a cabeça do cilindro e as bielas são torneados, fresados, perfurados, retificados e afiados em sofisticadas linhas de produção e transferência em fábricas como a BMW Motoren GmbH, a maior fábrica de motores do Grupo BMW localizada em Steyr, Áustria, a cerca de três horas de carro da sede em Munique, Alemanha.



Electrolux

Estados Unidos



Planeamento mundial de fábricas 3D e fluxos de materiais: Com as boas possibilidades de visualização do Tecnomatix, posso mostrar à administração uma fase inicial do planeamento que torna os processos plausíveis. A tecnologia 3D ajuda na verificação dos conceitos de montagem, bem como na seleção de fornecedores para soluções de automação, e fornece insights que eu não tinha antes.



KONE

Finlândia



À procura de uma ferramenta de simulação 3D e planeamento de layout: A KONE decidiu que era altura de procurar uma solução que não só os ajudasse no planeamento e design de novas soluções de produção, mas que também melhorasse a comunicação com as partes interessadas durante o processo de planeamento e desenvolvimento.



Volkswagen

Alemanha



A ferramenta "Virtual Human" melhora a ergonomia:

Ergonomia costumava ser uma palavra estrangeira que pouco significava para as empresas, mas hoje em dia pode ter um grande impacto nos níveis de produtividade. Imagine que a ergonomia de uma estação de trabalho é ignorada – os resultados podem ser desastrosos. Considere este cenário: uma ligação de parafuso específica é difícil de alcançar para um trabalhador e, conseqüentemente, é difícil para o trabalhador apertar o parafuso. A linha de montagem continua a uma velocidade implacável, e o trabalhador tem dificuldade em acompanhar, tornando a sua posição já desconfortável ainda mais dolorosa ao tentar continuar a trabalhar. O resultado disso pode ser que toda a linha de produção pare abruptamente – um resultado que nenhuma empresa pode suportar. Em algumas situações, pode nem ser possível cumprir os prazos de entrega.



CETEM

Espanha



O gémeo digital deteta onde melhorar a segurança do mobiliário e propõe reformulações para novos protótipos: O sistema baseado em Inteligência Artificial Preditiva para testes de mobiliário apoiará a eficiência e produtividade do setor do mobiliário espanhol e poupará custos, mas não substituirá os testes físicos tradicionais, necessários para certificações nacionais e internacionais de produtos através de laboratórios acreditados.



TuMeke Ergonomics

Estados Unidos



Plataformas baseadas em IA para avaliação de risco: A plataforma da TuMeke baseada em IA permite monitorizar em tempo real a postura e os movimentos no local de trabalho através de visão computacional, identificando automaticamente os riscos ergonómicos. Centraliza os dados em vários locais num painel unificado, eliminando inconsistências e permitindo uma avaliação padronizada. O sistema fornece alertas instantâneos sobre comportamentos perigosos (como levantar pesos perigosos ou movimentos repetitivos), permitindo intervenções atempadas. Acelera as avaliações de risco até 20 vezes em comparação com os métodos tradicionais e reduz as lesões em até 68%, melhorando a segurança no local de trabalho.

**Universidade da Campania Luigi Vanvitelli***Itália*

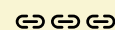
Gêmeo Digital para monitorização da ergonomia durante a produção industrial: Na era das fábricas inteligentes, no que diz respeito à ergonomia relacionada com os processos de produção, o Gêmeo Digital (DT) é a chave para criar modelos inovadores para monitorizar o desempenho das atividades de trabalho manual, capazes de fornecer resultados quase em tempo real e apoiar o processo de tomada de decisão para melhorar as condições de trabalho. Este artigo pretende propor uma estrutura metodológica que, ao implementar um DT humano, apoie a monitorização e a tomada de decisão relativamente ao desempenho ergonómico das linhas de produção manuais. É apresentado um estudo de caso, realizado em laboratório, para demonstrar a aplicabilidade e a eficácia do quadro proposto. Os resultados mostram como é possível identificar os problemas operacionais de uma estação de trabalho manual e como é possível propor e testar soluções de melhoria

**KITT4SME***Itália*

Saúde, segurança e ERGOnimics para a futura fábrica centrada no ser humano: O projeto, financiado pela Chamada Aberta Tipo-A da KITT4SME (n.º 952119), envolveu o desenvolvimento de uma ferramenta ergonómica de avaliação baseada em IA aplicada na Salvarani, um fabricante de maquinaria agrícola sediado em Reggio Emilia. O sistema de IA analisou os movimentos e posturas dos trabalhadores em tempo real, calculando automaticamente índices de risco ergonómicos como REBA e RULA. Os resultados demonstraram que a avaliação baseada em IA não só era comparável aos métodos tradicionais usando manequins virtuais e observações de especialistas, como, em alguns casos, até mais precisa e consistente. A ferramenta permite uma monitorização contínua e não invasiva, oferecendo uma solução escalável para melhorar a ergonomia no local de trabalho em ambientes industriais.

**Grupo Biesse***Itália*

Gêmeo Digital para o setor da madeira e do mobiliário: O Grupo Biesse utiliza B_SOLID, um software Digital Twin que simula máquinas CNC de marcenaria em 3D. Permite testes virtuais de processos de maquinagem, prevenindo erros, otimizando percursos de ferramenta e melhorando a eficiência da produção. Esta inovação melhora a qualidade do produto, reduz o desperdício e apoia a manutenção preditiva na indústria do mobiliário em madeira.

**Grupo Biesse e Università Politecnica delle Marche***Itália*

O projeto Intelligence 5.0, realizado pela Università Politecnica delle Marche e pela Biesse (um dos principais fabricantes de maquinaria para processamento de mobiliário), abordou a crescente necessidade de manutenção preditiva e diagnóstica no setor mecatrónico, aproveitando as tecnologias da Indústria 4.0. Estes serviços, embora promissores, têm sido frequentemente subutilizados devido à complexidade, falta de especialização e retornos incertos. O projeto desenvolveu uma nova geração de máquinas "autoconscientes", integrando Digital Twin, IA, Gestão do Conhecimento e Realidade Aumentada. Estes sistemas recolhem dados em tempo real, processam-nos através de modelos cognitivos e sugerem estratégias ótimas de manutenção e produção. Uma abordagem centrada no utilizador garantia o alinhamento com as necessidades operacionais reais. O resultado: maior fiabilidade das máquinas, redução do tempo de inatividade e decisões mais inteligentes no design, operação e logística.

**BMW Group***Alemanha*

Simulação humana 3D inovadora para planear e treinar para produção futura: A Fábrica do Grupo BMW em Regensburg utiliza tecnologia avançada de "simulação humana 3D" integrada no Digital Twin da fábrica para planear a produção da nova geração de veículos NEUE KLASSE com anos de antecedência. Esta simulação digital reproduz fielmente não só o ambiente da fábrica e as linhas de montagem, mas também os movimentos e tarefas dos operadores, permitindo análises ergonómicas e otimizações de fluxos de trabalho. Os operadores também podem ser treinados cedo usando óculos de RV que os imergem num ambiente virtual realista, melhorando a eficiência e a segurança antes do início da produção real. Este projeto representa um passo importante para a fábrica inteligente e conectada do futuro da BMW, reduzindo o tempo e os custos de planeamento, ao mesmo tempo que melhora a qualidade do trabalho humano no chão de fábrica.

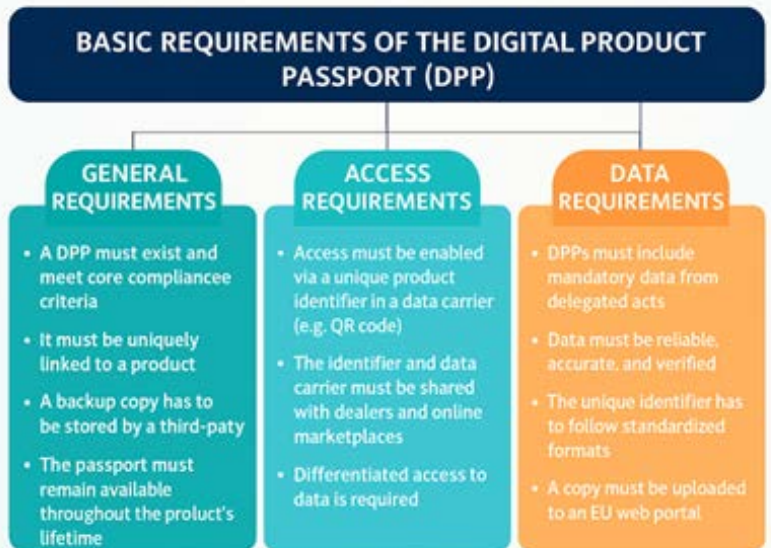
Rastreabilidade de produtos no setor do mobiliário através do Passaporte Digital de Produto (DPP)



1



2



Dificuldade de implementação: **Alta**

Viabilidade económica: **Média**

Rastreabilidade de produtos no setor do mobiliário através do Passaporte Digital de Produto (DPP)



Descrição

A rastreabilidade do produto refere-se à capacidade de rastrear a origem, a história e o movimento de um produto e dos seus componentes ao longo de toda a cadeia de valor. É um dos principais facilitadores da produção sustentável, conformidade regulamentar e transparência do consumidor. Neste contexto, o Passaporte Digital de Produto (DPP) surge como uma ferramenta central para estruturar e partilhar dados relacionados com produtos ao longo do seu ciclo de vida. O DPP é um elemento central do Regulamento Europeu do Ecodesign para Produtos Sustentáveis (ESPR), destinado a reforçar a transparência, a circularidade e a sustentabilidade. Embora o DPP não seja uma tecnologia em si, a sua implementação baseia-se num conjunto de ferramentas digitais que permitem a partilha de dados estruturada, segura e em tempo real.

No centro do DPP estão as tecnologias facilitadoras que permitem identificar cada produto físico de forma única e ligar digitalmente a informação verificada. Estas incluem:

códigos QR, códigos de barras, etiquetas RFID ou NFC, que atuam como portadores de dados embutidos no produto para garantir acesso seguro à sua identidade digital;

plataformas baseadas na cloud, que gerem e armazenam de forma segura dados estruturados do ciclo de vida;

Tecnologias blockchain, que podem proporcionar integridade dos dados, transparência e autenticação;

Sistemas de gémeos digitais, que criam uma representação virtual de cada produto, fornecendo informação sobre o que é, quem tem controlo sobre ele, onde está localizado geograficamente ao longo da cadeia de abastecimento e atualizando-se continuamente com dados sobre materiais, processos e métricas de sustentabilidade.

Estas tecnologias permitem a recolha segura e a partilha controlada de uma vasta gama de informações, como a obtenção de matérias-primas, detalhes de fabrico, pegada de carbono, conteúdo reciclado, conformidade de segurança, instruções de reparação e opções de fim de vida.

1 DPP – Partilha de informação

Consumidores, reguladores e intervenientes da cadeia de abastecimento podem aceder instantaneamente a dados selecionados, digitalizando um código ou interagindo com uma interface digital.

2 DPP - Tecnologia de códigos QR

O ESPR define requisitos mínimos para a implementação do DPP, incluindo um identificador único do produto, interoperabilidade com outros sistemas, precisão e verificação dos dados, e níveis de acesso diferenciados. Uma cópia de segurança deve ser armazenada de forma segura por um fornecedor terceiro de confiança, e o DPP deve permanecer disponível durante toda a vida útil do produto.

3 DPP - Requisitos básicos

Em setores como o do mobiliário, onde os materiais e componentes frequentemente provêm de fontes diversas, as tecnologias que facilitam DPP oferecem uma estrutura robusta para gerir a rastreabilidade. Facilitam o cumprimento da legislação da UE, incluindo o Regulamento Geral de Segurança dos Produtos (GPSR), o Regulamento Europeu sobre Desflorestação (EUDR) e o REACH, ao mesmo tempo que permitem um design de produtos mais sustentável e uma comunicação transparente com os consumidores. É importante notar que se espera que informações mais detalhadas sobre os requisitos dos DPP sejam divulgadas pela UE ao abrigo de atos delegados nos próximos meses.

Em conclusão, o DPP é possível graças a um ecossistema tecnológico que liga os produtos físicos às suas identidades digitais, tornando a rastreabilidade não só viável, mas central para cadeias de abastecimento circulares e conformes para o futuro.



Aplicação

Imagine digitalizar o código QR de uma cadeira e descobrir instantaneamente de onde vêm os seus materiais, como foi fabricada, quanto tempo durará e como reciclá-la no final da sua vida útil.

4 DPP - Aplicação ao setor do mobiliário

Esta é a promessa do Passaporte Digital de Produto (DPP) no setor do mobiliário. Concebido para melhorar a sustentabilidade, transparência e rastreabilidade, o DPP está a tornar-se uma ferramenta essencial para empresas que adotam princípios da economia circular e uma maior responsabilidade ambiental.

5 DPP - Rastreabilidade e Inovação

6 DPP - LCA e Circularidade

Rastreabilidade de produtos no setor do mobiliário através do Passaporte Digital de Produto (DPP)

Rastreabilidade de materiais e transparência da produção

Com o DPP, cada peça de mobiliário torna-se uma história documentada. Os materiais podem ser rastreados até fontes geridas de forma responsável ou recicladas, e a sua pegada ambiental torna-se visível. Uma simples digitalização dá aos consumidores acesso a detalhes de fornecimento, cadeias de abastecimento e dados de produção. Revela também quanto CO₂ foi gerado durante o fabrico e quais os componentes que podem ser reciclados ou reutilizados.

Certificações, normas e conformidade regulamentar

O DPP pode incluir certificações relevantes relacionadas com a qualidade do produto, segurança e desempenho ambiental, como materiais de baixas emissões ou resistência ao fogo. No contexto da evolução das regulamentações europeias, o passaporte apoia a conformidade legal, reduz riscos e reforça a credibilidade da empresa nos relatórios de sustentabilidade.

Medição da sustentabilidade e do impacto ambiental

As empresas podem usar o DPP para monitorizar e comunicar o desempenho ambiental dos seus produtos. Isto inclui dados sobre consumo de energia, emissões de carbono e indicadores de circularidade como reciclabilidade ou compostabilidade. Tornar esta informação visível apoia compras informadas e reforça os valores ambientais da marca.

Manutenção, garantia e cuidados com o produto

Os consumidores podem aceder facilmente às instruções de cuidados, manuais e detalhes das peças sobressalentes. Com o tempo, o histórico de reparações e os registos de manutenção podem ser adicionados ao passaporte, transformando-o numa ferramenta dinâmica para manutenção preditiva. Isto ajuda a prolongar a vida útil do produto e incentiva a reparação em vez da substituição precoce.

Gestão de fim de vida e orientação para reciclagem

O DPP fornece instruções claras de desmontagem e identifica os materiais, facilitando a separação dos componentes para reciclagem. Isto simplifica os processos de recolha, aumenta a eficiência da reciclagem e apoia a gestão circular de recursos.

Apoio a modelos de negócio de design circular e reutilização

Ao manter um registo digital rastreável da vida útil de um produto, o DPP apoia modelos de negócio inovadores como leasing, programas de recompra, revenda de mobiliário usado e acondicionamento. O passaporte pode ser atualizado sempre que um produto é reparado ou modificado, preservando o seu valor e utilidade ao longo de vários ciclos de vida.

Envolver os consumidores através de informação transparente

A transparência fortalece a confiança dos consumidores. O DPP oferece acesso instantâneo a informações verificadas sobre composição, origem e sustentabilidade do produto. Isto capacita os clientes a fazerem escolhas conscientes e responsáveis e apoia uma mudança para padrões de consumo mais éticos.

Otimização do planeamento de inventário e produção

Quando integrado em sistemas digitais como plataformas ERP, o DPP melhora o fluxo de dados entre departamentos. Informação precisa e em tempo real sobre cada produto ajuda a otimizar o inventário, alinhar a produção com a procura e reduzir o desperdício na logística e nas operações da cadeia de abastecimento.



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Alta

A implementação do Passaporte Digital de Produto (DPP) no setor do mobiliário é incerta e complexa. Requer a avaliação de várias tecnologias (por exemplo, blockchain, ecossistemas de serviços de dados), garantir a interoperabilidade e integrar o DPP nos sistemas existentes. Surgem desafios adicionais da estrutura do setor: muitas pequenas e médias empresas (PME) com diferentes níveis de prontidão digital, e uma cadeia de abastecimento altamente fragmentada envolvendo inúmeros fornecedores e subcontratados. Controlo eficaz de acessos, segurança de dados e mecanismos de verificação também são essenciais.

■ Viabilidade económica: Média

A viabilidade económica do Passaporte de Produto Digital (DPP) no setor do mobiliário pode ser considerada média, pois os custos iniciais relacionados com a adoção de novas tecnologias, formação de pessoal e atualizações de sistemas informáticos são significativos, especialmente para as PME. No entanto, a médio e longo prazo, o DPP oferece benefícios económicos claros: aumento da eficiência, acesso a mercados orientados pela sustentabilidade, melhoria da imagem da marca e redução de resíduos. Modelos colaborativos de cadeia de abastecimento e incentivos públicos podem melhorar ainda mais a sustentabilidade económica da iniciativa.

■ Fatores humanos

A implementação do Passaporte Digital de Produto (DPP) no setor da madeira e do mobiliário envolve mais do que apenas inovação tecnológica; exige uma transformação centrada no ser humano. Os trabalhadores

desempenham um papel central nesta transformação, e a sua capacidade de se adaptar, aprender e envolver-se ativamente com novos sistemas é um fator decisivo para o sucesso do DPP.

Para responder a estas novas exigências, os profissionais devem desenvolver uma vasta gama de competências digitais. Estas incluem proficiência tecnológica, consciência da segurança dos dados e uma base sólida em ferramentas TIC, gestão de dados e processos de documentação digital.

No entanto, dominar a tecnologia é apenas uma parte da equação.

A transição para processos digitais exige também competências interpessoais como adaptabilidade, pensamento analítico, colaboração e comunicação eficaz, que são fundamentais para fomentar o alinhamento entre fluxos de trabalho digitais e práticas de mundo real. Uma consideração humana fundamental é a necessidade de promover uma mentalidade de aprendizagem contínua. À medida que as ferramentas e sistemas digitais evoluem, os trabalhadores devem ser apoiados através de formação acessível, mentoria e iniciativas de aprendizagem entre pares, especialmente aqueles que possam estar menos familiarizados com as tecnologias digitais.

Incentivar a aprendizagem contínua garante que todos possam participar com confiança na inovação em vez de ficarem para trás.

Também é importante abordar os aspetos emocionais e psicológicos da mudança. A digitalização pode levar à incerteza, resistência ou ansiedade, especialmente se a transformação parecer de cima para baixo, demasiado técnica ou desligada das necessidades do dia a dia. É por isso que construir uma cultura organizacional de apoio e inclusividade é crucial. Os colaboradores devem estar envolvidos no processo de transição, sentir-se ouvidos e receber um sentido de agência, reconhecimento e oportunidades de crescimento.

Em última análise, o sucesso do DPP depende não só das ferramentas introduzidas, mas também do nível de formação das pessoas envolvidas e capacitadas para

se envolverem com eles como parte do seu papel em evolução na organização.

■ Fatores ambientais

A introdução do Passaporte Digital de Produto (DPP) no setor da madeira e do mobiliário representa um passo significativo para uma maior sustentabilidade ambiental. Esta ferramenta digital permite a recolha, o acompanhamento e a partilha de informações detalhadas sobre o ciclo de vida de um produto, desde a obtenção de matérias-primas até à produção, distribuição, utilização e fim de vida.

Neste contexto, os fatores ambientais desempenham um papel central, influenciando diretamente a forma como os produtos são concebidos, fabricados e descartados. Através do DPP, as empresas podem monitorizar e reportar indicadores-chave ambientais, como pegada de carbono, consumo de energia, reciclabilidade de materiais, presença de produtos químicos perigosos e níveis de circularidade. Estes dados não só permitem uma melhor avaliação do impacto ambiental de um produto, como também incentivam práticas mais responsáveis e estratégias de design ecológicas.

Além disso, o DPP promove a transparência e a responsabilização em toda a cadeia de valor, desde os fabricantes aos consumidores, permitindo decisões de compra mais informadas e orientadas para a sustentabilidade. Também melhora a gestão do fim de vida útil ao simplificar o acesso à informação sobre materiais e componentes, facilitando a reutilização, reciclagem ou eliminação adequada. No entanto, a sustentabilidade ambiental dos próprios sistemas DPP deve também ser avaliada criticamente, tendo em conta a infraestrutura digital, a gestão de dados e as dependências de hardware que suportam a sua implementação.

Os DPP dependem de identificadores específicos do produto, como etiquetas RFID, códigos QR e sensores IoT integrados, que estão ligados a bases de dados baseadas na cloud e a sistemas de informação centralizados ou blockchain. O fabrico destes identificadores e etiquetas digitais envolve plásticos, chips à base de

5



Rastreabilidade de produtos no setor do mobiliário através do Passaporte Digital de Produto (DPP)

silício, antenas e, em alguns casos, baterias. Isto levanta preocupações sobre o uso de recursos, resíduos eletrônicos e materiais tóxicos, especialmente quando os DPP são implementados em larga escala em milhões de produtos.

Além disso, a infraestrutura de dados que sustenta os DPP, como servidores ou plataformas cloud, introduz um uso significativo de recursos e necessidades de energia e água. Os sistemas DPP baseados em blockchain, embora ofereçam transparência e imutabilidade dos dados, têm sido criticados pela elevada intensidade energética. Mesmo abordagens baseadas na cloud ou híbridas envolvem transmissão contínua, armazenamento e operações de segurança de dados, que contribuem para o impacto ambiental das cadeias de abastecimento digitais.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

O DPP no setor do mobiliário deve alinhar-se com regulamentos da UE, como o **Regulamento Ecodesign para Produtos Sustentáveis (ESPR)**, o **Regulamento REACH**

(incluindo restrições ao formaldeído), o **Regulamento Geral de Segurança de Produtos (GPSR)**, o **Regulamento da UE sobre Desflorestação (EUDR)** e os critérios de **Contratação Pública Verde (GPP)**.

A **marcação CE** pode aplicar-se dependendo do tipo de produto. Esquemas voluntários como **FSC**, **PEFC**, **ECO da UE** e **EPD** apoiam a transparência e são valiosos quando integrados no DPP para comunicação de sustentabilidade e conformidade.

Referências aos regulamentos da UE:

- Regulamentação do Ecodesign para Produtos Sustentáveis (ESPR): ↗
- Regulamento REACH (incluindo restrições ao formaldeído): ↗
- Regulamento Geral de Segurança de Produtos (GPSR): ↗
- Regulamento da UE sobre o Desmatamento (EUDR): ↗
- Critérios de Aquisição Pública Verde (GPP): ↗

How the Digital Product Passport supports traceability and innovation in furniture sector



6

How the Digital Product Passport connects lifecycle phases and supports circularity



7

Rastreabilidade de produtos no setor do mobiliário através do Passaporte Digital de Produto (DPP)



Soluções



Blockchain

EZ Lab

Itália ↔

A EZ Lab desenvolveu a plataforma Made in Block para criar passaportes digitais para produtos de mobiliário, utilizando tecnologia blockchain para garantir a rastreabilidade e imutabilidade dos dados ao longo de toda a cadeia de produção. Digitalizar um código QR no produto dá acesso a detalhes sobre produção, origem de matérias-primas e certificações de sustentabilidade, garantindo transparência e apoiando a preparação para o cumprimento futuro do ESPR (Regulamento Ecodesign para Produtos Sustentáveis).



Código QR

ScanTrust

Suiça ↔

A ScanTrust oferece uma solução baseada em CÓDIGO QR para apoiar a implementação do Passaporte Digital de Produto (DPP). A plataforma permite aos fabricantes ligar cada produto a um CÓDIGO QR dinâmico, seguro e rastreável que se liga a um perfil digital contendo informações detalhadas sobre origem do material, sustentabilidade, processo de produção, instruções de utilização, reparação, reutilização e reciclagem.



NFC (Comunicação em Campo Próximo)

Smartrac (Avery Dennison)

Países Baixos ↔

A Smartrac, parte do grupo Avery Dennison, oferece soluções NFC (Comunicação em Campo Próximo) para rastrear produtos e melhorar a interação com o consumidor. A sua tecnologia NFC é usada para criar experiências personalizadas e fornecer informações detalhadas sobre os produtos, como a sua origem, autenticidade e dados de sustentabilidade. As etiquetas NFC permitem aos consumidores interagir facilmente com produtos através de smartphones, acedendo a conteúdos exclusivos ou informações adicionais simplesmente aproximando o seu dispositivo do produto.



Plataforma baseada na cloud

WOOD.BE

Bélgica ↔

A WOOD.BE, em colaboração com a TripleR.io, está a desenvolver o FurniPASS, um passaporte digital de produto adaptado ao setor do mobiliário. Como parte da iniciativa belga "BBBC 2023", o projeto visa criar um protótipo funcional alinhado com os futuros requisitos da ESPR. O FurniPASS dirige-se aos intervenientes de toda a cadeia de valor (fabricantes, recicladores, consumidores e instituições) e inclui atividades como mapeamento da cadeia de abastecimento, diretrizes de ecodesign e testes num ambiente de demonstração. O projeto decorre de 2024 até meados de 2026 ↔



Digital Twin

HARTING

Alemanha ↔

Mais áreas da vida estão a ser eletrificadas e setores estão a ser inteligentemente interligados. Para alcançar a verdadeira neutralidade climática, as empresas devem também examinar criticamente os componentes dos seus produtos. É aqui que entra a HARTING: o gémeo digital é a chave para determinar a informação de sustentabilidade de um bem no contexto da digitalização. O DPP enriquece o gémeo digital com dados abrangentes sobre cada componente do produto e torna-o rastreável.



Exemplos



Projeto R-evolve EU

Itália



A R-evolve é um Projeto Horizon – financiado pela UE – que visa acelerar a transição para uma economia circular no setor europeu do mobiliário. A iniciativa procura integrar modelos de negócio circulares, design sustentável, o uso de materiais de base biológica ou reciclados, e ferramentas digitais como o Passaporte Digital de Produto (DPP). "R-evolve" envolve toda a cadeia de abastecimento de mobiliário, incluindo consumidores privados, empresariais e públicos, e implementa nove projetos-piloto com fabricantes, retalhistas e prestadores de serviços por toda a Europa para testar as inovações propostas.

Para garantir um impacto duradouro, a "R-evolve" planeia desenvolver diretrizes práticas, materiais de formação e uma Comunidade de Prática para facilitar a partilha de conhecimento e a troca de boas práticas sobre transição circular entre os vários intervenientes da cadeia de abastecimento, coordenada pela FederlegnoArredo.



System 180 GmbH

Alemanha



A System 180 é uma empresa alemã que projeta e fabrica mobiliário para espaços contemporâneos de trabalho e habitação. Como parte do projeto agora concluído "Detecção de Objetos Suportada por IA para Aumentar a Eficiência dos Recursos", a empresa contribuiu para o desenvolvimento de um modelo de economia circular ao melhorar a eficiência dos recursos na produção de mobiliário. O projeto centrou-se na implementação de tecnologias de visão computacional para a deteção e classificação de componentes de mobiliário e as suas condições. Um resultado chave foi a integração destes dados ao nível do objeto no Passaporte Digital de Produto (DPP), permitindo uma rastreabilidade mais precisa, um potencial de reutilização melhorado e uma tomada de decisão orientada por dados ao longo do ciclo de vida do produto.



NORNORM

Dinamarca



O NORNORM é o serviço de aluguer de mobiliário circular orientado pela tecnologia, que minimiza o desperdício de recursos com soluções adaptáveis às necessidades em evolução dos espaços de trabalho. O Passaporte Circular da NORNORM utiliza códigos QR em cada artigo de mobiliário, dando aos utilizadores acesso às especificações do produto, dados de pegada de carbono e ao histórico de utilização do artigo, bem como a questões de reporte. Esta ferramenta melhora o serviço ao cliente ao permitir a reporte de problemas e apoia o compromisso da empresa com a circularidade através do acompanhamento transparente do ciclo de vida. ➡



AkzoNobel Protective Coatings

Países Baixos



A AkzoNobel Protective Coatings introduziu uma solução segura de rastreabilidade para combater a falsificação e melhorar a comunicação digital com os clientes. Cada recipiente de tinta apresenta um código QR único e seguro que permite a verificação instantânea da autenticidade do produto através de smartphone. Após a digitalização, os utilizadores são encaminhados para um espaço digital dedicado onde podem aceder a fichas técnicas específicas de cada região, documentos de segurança e instruções de aplicação. Um painel centralizado acompanha as interações em tempo real, oferecendo informações sobre o comportamento e as preferências dos clientes. Ao passar da documentação em papel para a digital, o sistema não só melhora a transparência e a experiência do utilizador, como também reduz o impacto ambiental e apoia o cumprimento normativo.



Tonin Casa

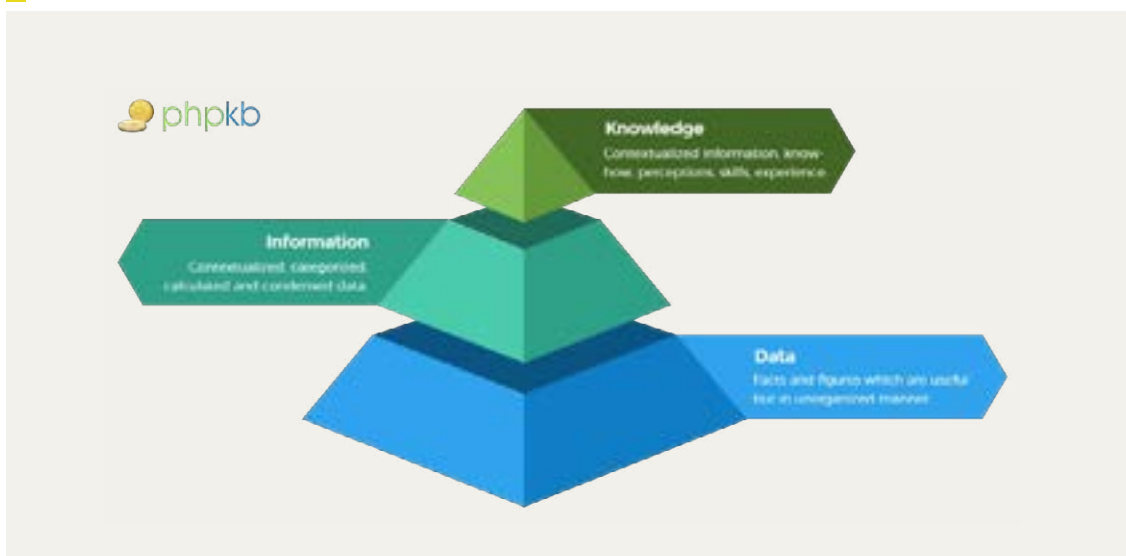
Itália



A Tonin Casa, uma marca italiana de mobiliário com mais de 45 anos de experiência, adotou um Passaporte Digital de Produto integrado com tecnologia blockchain para aumentar a transparência e a rastreabilidade. Esta iniciativa apoia o compromisso da empresa com o artesanato autêntico feito em Itália e prepara as próximas regulamentações de sustentabilidade da UE. Durante o Salone del Mobile, produtos como a cadeira Lisa mostraram toda a sua jornada de produção através de códigos QR, permitindo aos utilizadores aceder a informações detalhadas sobre materiais, segurança e origem.



1



Dificuldade de implementação: **Baixa-Média**

Viabilidade económica: **Média-Alta**

Ciência de dados aplicada ao fabrico de mobiliário



Descrição

Ciência de dados refere-se à análise de dados para extrair conhecimento que pode ser utilizado pelas empresas para tomar decisões baseadas em dados. Hoje em dia, as empresas geram grandes quantidades de dados em todas as fases do processo: desde as fases iniciais do design do produto até à fabricação, e em todas as interações com clientes e fornecedores. A análise destes dados pode ajudar as empresas a obter insights sobre os seus processos, melhorar o seu desempenho, tomar decisões empresariais informadas e impulsionar a inovação.

1 Caminho de dados para conhecimento ↔

Alguns dos dados gerados por empresas da indústria de fabrico de mobiliário incluem: dados da cadeia de abastecimento, design de produtos e materiais, custos de produção, dados de vendas e de clientes. Além disso, as tecnologias IoT podem recolher informação adicional em tempo real, como informações ambientais (temperatura, níveis de ruído, poluição ou qualidade do ar) ou monitorização do processo de fabrico (consumo de energia ou água, uso e estado das máquinas, deteção de falhas e erros e métricas de eficiência).

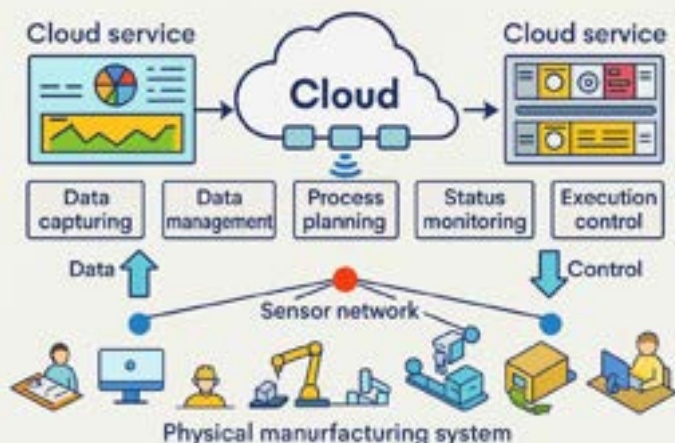
2 Arquitetura de sistemas de fabrico baseados na cloud
Através das técnicas de análise adequadas, é possível extrair informação significativa dos dados. Deve notar-se que, independentemente do tipo de análise aplicada, é

importante garantir a qualidade dos dados de entrada, que devem cumprir as seguintes características: precisão (quão corretos ou isentos de erros são os dados), completude (quantidade de dados correta ou completa), fiabilidade (consistência dos dados com outras fontes de confiança), relevância (se os dados são úteis e apropriados para a tarefa) e pontualidade (os dados estão atualizados).

Uma vez assegurada a qualidade dos dados, a sua análise pode ajudar a tomada de decisão das empresas em várias áreas diferentes. Dependendo do resultado desejado, podem ser necessárias diferentes técnicas analíticas. Estas técnicas podem incluir análise estatística, processamento de dados, visualização de dados ou algoritmos de inteligência artificial.

3 A estrutura conceptual para o fabrico inteligente de mobiliário baseada em tecnologia orientada por big data (Fonte: autor)

O setor do fabrico de mobiliário pode beneficiar do processamento de dados ao longo de todo o seu ciclo de vida: desenhar e desenvolver novos produtos alinhados com as tendências e necessidades dos clientes, medir a eficácia das campanhas e compreender melhor o comportamento e as preferências dos clientes para estratégias de envolvimento e retenção mais eficazes; previsão de oferta e procura, possibilitação do planeamento da produção impulsionada pela procura dos clientes e otimização da logística e transporte de produtos; garantir a qualidade do produto fabricado através da monitorização em tempo real do processo



de fabrico; a aplicação de algoritmos de deteção de falhas para antecipar falhas nas máquinas e prevenir avarias, levando à manutenção preditiva; ou reduzir os consumos de energia através de algoritmos de gestão energética, reagendamento e processos de otimização. Para além da otimização das operações e do design do produto, os dados também podem ser aproveitados para melhorar o desenvolvimento da mão de obra através **de formação baseada em dados**. Esta abordagem representa outra aplicação estratégica da ciência de dados dentro das organizações. Ao analisar métricas de desempenho dos colaboradores, dados de análise de trabalho, restrições financeiras e contributos das partes interessadas, as empresas podem desenhar programas de formação direcionados, eficientes e alinhados com os objetivos do negócio. A formação baseada em dados permite às equipas de desenvolvimento humano identificar lacunas de competências, monitorizar o progresso em tempo real e avaliar a eficácia das intervenções de formação. Não se trata apenas de melhor conteúdo, trata-se de decisões mais inteligentes e baseadas em evidências que ligam diretamente os resultados de aprendizagem ao desempenho empresarial.



Aplicação

Como indicado acima, existem muitas formas pelas quais as tecnologias de processamento de dados podem ser aplicadas no setor do mobiliário. As fontes de dados disponíveis podem ser combinadas e exploradas através de diversas técnicas, proporcionando às empresas

melhorias em diferentes áreas. Estes desenvolvimentos incluem:

- Aplicações destinadas a **otimizar a eficiência operacional do processo de fabrico** através de monitorização baseada em IoT, análise de dados e automações. Estas tecnologias podem ser usadas para supervisão contínua e detalhada dos processos de produção, deteção de comportamentos anómalos, melhoria da cibersegurança industrial e estabelecimento de estratégias de manutenção preditiva para minimizar os tempos de inatividade, aumentar a produtividade e a qualidade, e reduzir custos e desperdícios de manutenção.

4 Tipos de manutenção (Fonte: G3)

- Aplicações para otimizar **a cadeia de abastecimento de fabrico e distribuição**. A previsão de vendas é crucial para antecipar a procura dos clientes finais e comerciais. A análise de dados pode identificar os produtos mais vendidos, tendências de mercado e o comportamento dos clientes para prever esta procura futura. A informação proveniente de sistemas ERP e políticas de vendas também pode ser analisada para identificar tendências dos clientes. Para que estas previsões sejam precisas, requerem a colaboração entre as equipas de vendas, marketing, operações e logística. Uma vez obtidas, as previsões podem ser aplicadas para otimizar os inventários – evitando tanto carências como excessos de inventário –, e para minimizar os custos de fabrico. Em combinação com a manutenção preditiva do equipamento e aplicações de controlo de qualidade, podem ser identificados potenciais problemas para **evitar atrasos**. De forma semelhante, quando combinados com algoritmos de otimização de rotas, podem ajudar a otimizar **a logística e a entrega**,

3



minimizando os custos de transporte e distribuição.

5 *Planeamento da cadeia de abastecimento através de análises preditivas*

- Aplicações relacionadas com **sustentabilidade e redução de resíduos** que incluem processamento de dados para avaliar automaticamente o impacto ambiental associado às diferentes fases do ciclo de vida dos produtos, ou a pegada de carbono dos mesmos. Podem também referir-se a uma análise dos padrões de geração de resíduos, identificando oportunidades para reduzir resíduos e aumentar a reciclagem.
- Aplicações relacionadas com **controlo de qualidade e inspeção**, baseadas em dados de imagem e sensores, processados através de Machine Learning (ML). Estas tecnologias podem ajudar a detetar irregularidades e defeitos nos produtos automaticamente, garantindo a qualidade do produto antes da sua distribuição.

6 *Diagrama esquemático do sistema de deteção de defeitos*

- Aplicações relacionadas com **o design e prototipagem de produtos**. Os **algoritmos de design generativo** podem ajudar os projetistas na geração de múltiplas opções baseadas em instruções e regras estabelecidas pelos designers, fornecendo novas abordagens de modelação. As tecnologias também permitem gerar novos designs baseados em anteriores, baseados na natureza, usando formas complexas ou modelando produtos personalizados. Podem fornecer uma vasta gama de resultados, permitindo a modificação de parâmetros como materiais, dimensões ou funcionalidade.
- Aplicação para **marketing e melhoria da experiência do cliente**. A análise de dados pode ser aplicada aos perfis de clientes para fazer recomendações personalizadas de produtos, adaptar campanhas de

marketing e, de um modo geral, melhorar o serviço ao cliente. As tecnologias de Processamento de Linguagem Natural (PLN) e chatbots oferecem a possibilidade de prestar apoio ao cliente 24/7.

4





Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Baixa/Média

Dada a natureza generalizada das soluções relacionadas com o processamento de dados no fabrico, é difícil avaliar a sua dificuldade de implementação. No geral, existem tecnologias estáveis que fornecem boas soluções para melhorar diferentes aspectos do processo com baixa dificuldade. Se a solução envolver algoritmos de Inteligência Artificial, uma das principais dificuldades reside em fornecer ao sistema dados precisos suficientes para treinar os algoritmos.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

O custo relacionado com a implementação da solução dependerá das licenças de software, dos custos de desenvolvimento ou personalização e, especialmente, das diferentes necessidades de hardware (que podem variar desde dispositivos de IoT de baixo custo até robótica ou maquinaria automatizada). Em cada caso, deve ser realizada uma análise de viabilidade económica para avaliar os benefícios económicos e as reduções de custos alcançadas (através da otimização da manutenção, minimização de stock, etc.) e calcular o Retorno do Investimento da implantação.

■ Fatores humanos

As tecnologias de processamento de dados podem levantar certas preocupações entre os trabalhadores, como o receio pelos seus empregos e questões relacionadas com a privacidade. Os trabalhadores podem recear que estas novas tecnologias, como a automação ou a inteligência artificial, coloquem os seus empregos em risco. No entanto, estas tecnologias também podem criar novas oportunidades de emprego, como a operação e manutenção de novas máquinas ou a com-

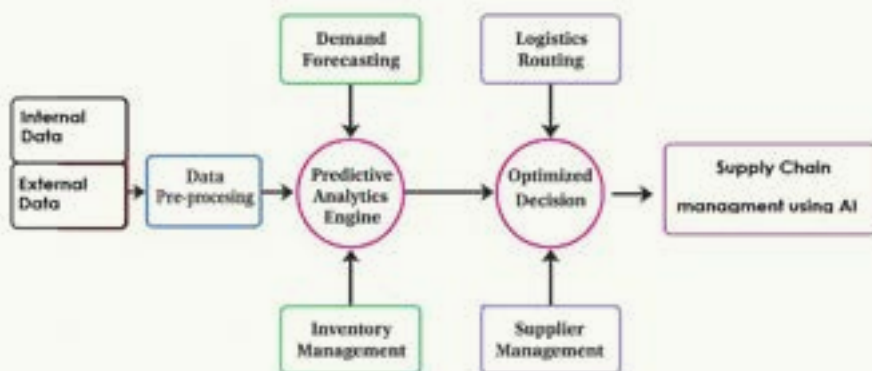
preensão e aproveitamento da análise de dados. Para promover uma transição suave, é crucial comunicar proativamente que estas ferramentas foram concebidas para apoiar – e não substituir – a experiência humana. Os programas de formação podem ajudar os trabalhadores a adaptar-se às novas oportunidades e a mitigar deslocções de empregos.

No que diz respeito à privacidade, a utilização da análise de dados envolve a recolha e processamento de grandes quantidades de dados, que podem incluir informações pessoais dos trabalhadores. Garantir que a informação recolhida é tratada de forma ética e em conformidade com as regulamentações de privacidade é fundamental. Uma compreensão clara da informação que está a ser recolhida, de como será utilizada e do propósito dessa análise também será benéfica para a aceitação destas soluções. Transparência, consentimento informado e conformidade com o RGPD são pilares essenciais da governação ética dos dados.

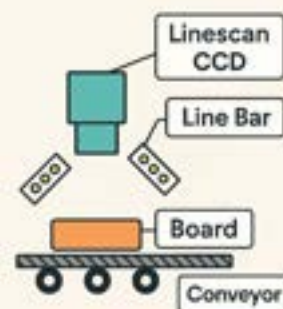
Ao mesmo tempo, as tecnologias de processamento de dados podem também melhorar as condições de trabalho ao aumentar a sua segurança através da previsão de potenciais perigos e da prevenção de acidentes através da monitorização das instalações. Também podem melhorar a ergonomia e reduzir o esforço físico ao automatizar ou otimizar tarefas de alto risco ou repetitivas.

Em resumo, a implementação bem-sucedida das tecnologias de processamento de dados depende não só da implementação técnica, mas também da construção de confiança digital, salvaguarda dos direitos dos trabalhadores e integração do design centrado no ser humano em sistemas e fluxos de trabalho.

5



6



■ Fatores ambientais

Existem vários fatores ambientais que apoiam a adoção de tecnologias de processamento de dados no setor. Por exemplo, estas tecnologias podem trazer uma melhoria na eficiência dos recursos consumidos. As tecnologias de processamento de dados têm a capacidade de otimizar a utilização de materiais, reduzir desperdícios e minimizar a pegada de carbono dos processos de fabrico. A análise dos dados de produção permite identificar áreas onde os recursos podem ser utilizados de forma mais eficiente. Além disso, a monitorização das máquinas e das instalações de produção permite uma melhor gestão dos consumos de energia, aumentando a sua eficiência e reduzindo as emissões de gases com efeito de estufa.

Estas tecnologias também apoiam a implementação do ecodesign, avaliando o impacto dos diferentes processos ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos e materiais, bem como dos princípios da economia circular, acompanhando-os ao longo da cadeia de abastecimento e facilitando os seus processos de reciclagem e upcycling. Os resíduos podem também ser geridos de forma mais eficiente através da identificação das fontes e tipos de resíduos gerados, para as suas atividades otimizadas de reciclagem e eliminação.

Por fim, as tecnologias de processamento de dados podem ajudar os fabricantes a cumprir regulamentos ambientais, simplificando e gerando automaticamente relatórios sobre métricas e indicadores ambientais diversos, e apoiando os processos de certificação ambiental e a adesão às normas da indústria.

No entanto, no cerne do processamento de dados encontra-se uma infraestrutura física de servidores, dispositivos de armazenamento, equipamentos de rede e sistemas de arrefecimento, maioritariamente localizados em centros de dados centralizados ou de borda. Estas instalações requerem eletricidade e água significativas para funcionar, não só para alimentar tarefas de computação, mas também para manter o arrefecimento e ga-






rantir redundância. A fase de fabrico de hardware também implica um custo ambiental substancial durante a mineração e refinamento dos materiais usados (metais, terras raras, etc.) e componentes (eletrónica, etc.). Além disso, ciclos rápidos de obsolescência em hardware de TI (frequentemente 3-5 anos) agravam a geração de resíduos eletrónicos, grande parte dos quais não é devidamente reciclada devido à sua complexidade.

Uma das aplicações de processamento de dados que mais consome energia é a IA e a aprendizagem de máquina (Machine Learning), mas uma área de impacto crescente é o armazenamento e a redundância de dados. Esta informação armazenada mas não utilizada contribui para as cargas do servidor e o consumo de energia sem acrescentar valor.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

Alinhamento com certificações e regulamentos

Existem várias regulamentações e certificações que se aplicam à indústria de fabrico de mobiliário e que podem estar ligadas às tecnologias de processamento de dados. Por exemplo,

- Podem ajudar os fabricantes a cumprir certificações e regulamentos ambientais, como o Regulamento de Produtos Sustentáveis da UE (ESPR ) e gerar Passaportes de Produtos Digitais (DPP)
- O Regulamento Geral sobre Proteção de Dados (RGPD ) deve ser considerado ao gerir as informações dos clientes ou trabalhadores.
- Os padrões de cibersegurança ajudam a manter a integridade dos dados e a prevenir violações de segurança. (ISA/IEC 62443 Série de Normas – ISA ) (Diretiva NIS2: novas regras sobre cibersegurança de redes e sistemas de informação | Moldando o futuro digital da Europa) (Lei de Resiliência Cibernética | Moldando o futuro digital da Europa).



Soluções



Manutenção preditiva de maquinaria industrial

DRIBIA

Espanha ↔

Deteção de comportamentos anómalos baseada em aprendizagem automática em máquinas, com o objetivo de aumentar a produtividade, reduzir desperdícios, melhorar a qualidade do produto e diminuir o tempo e custos associados a reparações, manutenção, interrupções e desligamentos de máquinas. O sistema pode identificar condições que não são ótimas ou que podem levar a desligamentos de máquinas.



Sistema de gestão de armazém

TESY Software

Itália ↔

OTLog é um software WMS que controla todas as entidades fundamentais no ambiente do armazém. Monitoriza a aceitação, carregamento e entrega dos produtos, melhora o desempenho da gestão de armazém com rotulagem inteligente de produtos e localizações, gere prioridades, acelera processos e maximiza a eficiência dos operadores através da orientação na recolha dos materiais.



Otimização da cadeia de abastecimento

AIMMS

Países Baixos ↔

A aplicação SC Navigator para design de redes de abastecimento permite a visualização da cadeia de abastecimento atual, a otimização de fluxos e a simulação de cenários tendo em conta alterações na procura, perturbações nas localizações e modos de transporte. A ferramenta visa otimizar custos, níveis de serviço e pegada de carbono.



Fabrico sob demanda e automação da cadeia de abastecimento

Lectra

França ↔

A Lectra oferece o Furniture On Demand, uma solução completa para automatizar processos de produção e cadeia de abastecimento no setor do mobiliário. Liga componentes da sala de montagem, automatiza fluxos de trabalho e permite a tomada de decisões baseada em dados para aumentar a eficiência e o crescimento. A plataforma apoia a personalização e a sustentabilidade ao otimizar o uso de materiais e permitir uma produção flexível e sob demanda.



Pré-processamento de dados em tempo real e interconectividade

Node-RED / Flowfuse

Estados Unidos ↔

Node-RED / Flowfuse aborda os principais desafios industriais da IoT ao fornecer um ambiente visual baseado em fluxos que simplifica a integração, gestão e automação dos dispositivos conectados. Permite a recolha de dados fluida a partir de sensores diversos, análises em tempo real na borda, tradução de protocolos e conectividade segura na cloud — permitindo o desenvolvimento rápido de soluções escaláveis e manuteníveis.



Formação baseada em dados para aprendizagem personalizada

Rapl

Estados Unidos ↔

Rapl é uma plataforma de formação orientada por dados concebida para acelerar o desenvolvimento da mão de obra através de aprendizagem personalizada e baseada no desempenho. Ao utilizar algoritmos e análises, identifica lacunas de competências e entrega conteúdos direcionados, adaptados às necessidades individuais. Os gestores de L&D obtêm informações em tempo real sobre o progresso do aprendiz, permitindo intervenções precisas e impactantes. A Rapl transforma a formação corporativa de apresentações passivas em experiências de aprendizagem dinâmicas e mensuráveis. O resultado: aquisição de competências mais rápida, melhor desempenho e uma equipa pronta para o futuro.



Exemplos

**SIMON***Espanha*

O GOIA é uma ferramenta feita à medida para a previsão da procura do cliente. Combina previsão com IA, utilizando ferramentas de "analista no ciclo" para ter em conta a experiência e as capacidades de julgamento dos operadores. Isto melhora a qualidade e a confiança nos resultados, bem como a capacidade de adaptação a questões inesperadas.

**Blum***Áustria*

A Blum produz sistemas de dobradiças, elevadores e condutas, bem como as ferramentas de montagem adequadas para a indústria de marcenaria e mobiliário. A Craftsman desenvolveu uma infraestrutura de Big Data para múltiplos casos de uso em análise preditiva e garantia de qualidade, visando um processo de tomada de decisão melhor orientado por dados, planeamento de produção e insights relevantes para a cadeia de abastecimento.

**ABI Mouldings***Canadá*

A solução de gestão de inventário MRPeasy ajudou a ABI Mouldings a acomodar um aumento de cerca de 75% no volume de produção ao longo de cerca de dois anos. A aplicação revelou-se um auxílio crucial tanto na cadeia de abastecimento, na gestão de encomendas e inventário, como no planeamento antecipado da produção.

**IKEA***Suécia*

A IKEA Kreativ utiliza IA e computação espacial para transformar fotos dos utilizadores em modelos 3D de divisões editáveis. Permite a visualização personalizada do produto, apoia o design generativo para o planeamento de interiores e melhora a experiência do cliente e a eficácia do marketing, reduzindo o desperdício da prototipagem física e alinhando-se com as tendências de personalização digital.

**Unilin (+ Robovision)***Bélgica*

O Unilin Group utiliza sistemas de visão alimentados por IA para detetar defeitos subtis em chapas laminadas a altas velocidades (100/min), automatizando o controlo de qualidade, aumentando o rendimento e melhorando a eficiência. Os modelos de deep learning melhoram continuamente ao aprender com novos dados de defeitos e padrões, são facilmente reeducáveis e suportam implementações escaláveis em diferentes produtos e linhas.

**Amcor***Suíça*

A Amcor, líder global no desenvolvimento e produção de embalagens responsáveis, já recolhia muitos dados das suas 23 instalações com um sistema SCADA tradicional. Mas a falta de visibilidade, padronização e automação significava que a empresa não tirava valor suficiente desses dados. Para melhorar o desempenho da linha, a Amcor construiu uma suite de sistemas de execução de fabrico na extremidade utilizando a AVEVA System Platform para permitir que as equipas medissem e acompanhassem consistentemente os dados de produção. É um excelente exemplo de como fazer melhor uso dos dados recolhidos, transformando-os em insights significativos.



Dificuldade de implementação: **Baixa/Média**Viabilidade económica: **Média-Alta**

Interoperabilidade homem-máquina






Descrição

A digitalização da indústria transformadora envolve tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e Big Data. Para que as empresas possam tirar pleno partido das oportunidades trazidas por estas tecnologias, é necessário implementar interfaces ágeis e fáceis de usar.

1 *Ecrãs táteis para fabrico. Criador: Leif Juergensen | Crédito: Leif Juergensen Direitos de Autor: Leif Juergensen.*

A implementação desta digitalização apresenta vários desafios:

- **Conectividade:** o ambiente apresenta fontes de dados heterogéneas, incluindo dispositivos, maquinaria ou sistemas legados, o que resulta na necessidade de combinar diferentes protocolos e formatos para permitir a interoperabilidade. Para enfrentar este desafio, os padrões de interoperabilidade e tecnologias facilitadoras como OPC UA (Unified Architecture), MQTT, LwM2M e APIs REST desempenham um papel crítico.
- **Custo:** a transformação digital implica importantes investimentos iniciais em tecnologias, licenças de software, infraestruturas, desenvolvimentos e mão de obra especializada.
- **Escalabilidade:** os sistemas digitais devem ser capazes de responder ao aumento da procura – em termos de requisitos, dados ou cargas de processamento –.
- **Interação com humanos:** As HMI e as tecnologias de visualização são fundamentais para a transformação digital das organizações, sendo o ponto de ligação entre utilizadores e tecnologias. A fiabilidade destas HMI deve ser garantida (através de redundância, mecanismos de segurança e princípios de design UI/UX) para interações consistentes e sem erros em fluxos de trabalho críticos.
- **Cibersegurança:** à medida que os sistemas se tornam cada vez mais interligados, tornam-se mais vulneráveis a violações de dados, acessos não autorizados ou perturbações do sistema. Normas de cibersegurança (como ISA/IEC 62443 (ISA/IEC 62443 Série de Normas - ISA ) , diretiva NIS2 (Diretiva NIS2: novas regras sobre cibersegurança de redes e sistemas de informação) | Moldando o futuro  digital da Europa), ou Lei da Resiliência Cibernética (Lei da Resiliência Cibernética | Moldar o futuro  digital da Europa)) permite mitigar estes riscos

e proteger tanto os dados como os sistemas.

Neste último aspeto, a Indústria 5.0, baseada em tecnologias de digitalização, apresenta uma abordagem mais centrada no ser humano, com três pilares básicos: segurança, fiabilidade e design centrado no ser humano. O objetivo é facilitar a colaboração inteligente entre humanos e máquinas, combinando a inteligência e criatividade humanas com máquinas eficientes, inteligentes e precisas.

2 Pilares da Indústria 5.0

Segundo a União Europeia, a Indústria 5.0 "oferece uma visão da indústria que visa para além da eficiência e produtividade como únicos objetivos e reforça o papel e a contribuição da indústria para a sociedade". Também "coloca o bem-estar do trabalhador no centro do processo produtivo e utiliza novas tecnologias para proporcionar prosperidade para além do emprego e do crescimento, respeitando as limitações dos recursos planetários."

Em relação às HMI e à interoperabilidade entre humanos e tecnologias, as interfaces devem ser desenhadas para serem intuitivas e fáceis de utilizar. Os operadores devem ser capazes de interagir de forma fluida com sistemas cada vez mais complexos. A experiência do utilizador (UX) e os designs centrados no utilizador (UCD) colocam os utilizadores no centro do design da interface. Por exemplo, frameworks ágeis de UX permitem ajustes rápidos no design com base no feedback dos utilizadores, permitindo que os operadores participem na fase de design da HMI. Estes designs centrados no operador minimizam a curva de aprendizagem, reduzem o tempo de formação e aumentam a produtividade dos trabalhadores.

No caso da monitorização e controlo dos processos de fabrico, as HMI fornecem aos operadores informações em tempo real sobre operações de máquinas, linhas de produção ou sistemas. O software de visualização garante que todos os dados recolhidos são apresentados num formato inteligível, abrangente e acionável. Estas interfaces visuais podem incorporar algoritmos de IA para ajudar os operadores nos seus processos de tomada de decisão, analisando grandes quantidades de dados e fornecendo insights que, combinados com a sua experiência, podem ser usados pelos operadores para tomar as decisões finais.

3 *Interação homem-máquina: programação comportamental dos robôs*

Finalmente, no que diz respeito ao design ergonómico das interfaces para garantir o conforto e a segurança dos trabalhadores, existe uma vasta gama de interfaces físicas que podem ser aplicadas para reduzir o esforço

Interoperabilidade homem-máquina

físico, como ecrãs táteis, comandos de voz e controlos por gestos. Estas tecnologias também promovem a acessibilidade e a inclusão na mão de obra, acomodando utilizadores com deficiências visuais, motoras ou auditivas, garantindo o acesso igualitário aos sistemas digitais.



Aplicação

Utilizar a visualização adequada e as plataformas de HMI pode melhorar a eficiência, segurança e produtividade do processo de fabrico.

Design colaborativo

No contexto da Indústria 5.0 e da interação homem-máquina, o design colaborativo desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de HMI intuitivas e eficientes. Esta abordagem envolve múltiplos agentes a trabalharem em conjunto em tempo real para cocriar interfaces funcionais, ergonómicas e alinhadas com as necessidades do utilizador. Ao partilhar conhecimentos e feedback ao longo de todo o processo de design, as equipas podem garantir que os sistemas resultantes apoiam a produtividade, segurança e satisfação dos utilizadores.

4 HMI para design colaborativo Fonte, criador e crédito: rawpixel Detalhes da licença

Monitorização em tempo real e histórica

Durante o processo de produção, as HMI podem minimizar o tempo de inatividade e otimizar a eficiência da produção. Em cenários em que minimizar a latência é crítico, integrar tecnologias de Edge Computing permite uma tomada de decisão mais rápida. Permitem a visualização de dados em tempo real – monitorizar o desempenho das máquinas ou acompanhar métricas de produção – e o controlo das máquinas – ajustando as definições conforme necessário –. A visualização de dados relevantes – recolhidos por sistemas de monitorização e processados por algoritmos de análise de dados –, apresentada aos operadores num formato abrangente e fácil de usar, permite-lhes seguir corretamente o processo de produção, agir com base na

informação apresentada e tomar decisões informadas. Esta informação pode ser aplicada a:

- Melhorar a eficiência do processo de fabrico.
- Reduzir os resíduos gerados durante o processo de fabrico.
- Realizar operações de controlo de qualidade e detetar defeitos cedo no processo.
- Identificar estrangulamentos e otimizar os fluxos de trabalho de produção, para melhorar a eficiência das operações e reduzir o tempo de inatividade.
- Monitorizar e gerir o consumo de energia, contribuir para práticas de fabrico mais sustentáveis e reduzir a pegada de carbono das operações.
- Realização de operações de manutenção remota baseadas em notificações de alarme e problema, e integração de ferramentas de chat e capacidade de partilha de ecrã, para permitir a colaboração entre operadores no local e técnicos remotos para uma resolução rápida de problemas.

Colaboração homem-robô

As HMI facilitam a colaboração entre humanos e robôs (Colaboração homem-robô, HRC) ao fornecer interfaces que permitem aos operadores programar e controlar facilmente sistemas robóticos. O objetivo não é substituir os trabalhadores humanos, mas enfatizar a importância da cooperação e complementaridade, aproveitando as suas respetivas forças. Por um lado, os humanos podem aplicar raciocínio baseado na experiência, reagir a questões inesperadas e fazer julgamentos com base em informações incompletas ou ambíguas. Fisicamente, os humanos conseguem realizar tarefas manuais complexas e precisas, bem como aquelas que exigem artesanato. Por outro lado, robôs e máquinas podem realizar tarefas pesadas, operar continuamente e executar tarefas repetitivas com qualidade consistente. Além disso, podem trabalhar em ambientes perigosos, como ambientes tóxicos ou sob temperaturas extremas. No entanto, a HRC apresenta vários desafios, incluindo riscos de segurança e ergonomia. Deve ser garantida uma interação segura quando robôs e humanos partilham o mesmo espaço, através de monitorização de posição, prevenção de colisões, paragens de emergência e medidas de proteção. Interfaces intuitivas e ergonómicas também devem ser projetadas, para



minimizar a fadiga, reduzir riscos e aumentar o conforto do utilizador.

5 Dependências na colaboração homem-robô.

Detalhes da licença. Criador: Jeshwitha Jesus Raja, Meenakshi Manjunath, Philipp Kranz, Fabian Schirmer, Marian Daun. Direitos de autor: © 2023. Direitos de autor deste artigo pelos seus autores. Uso permitido ao abrigo da Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Formação e desenvolvimento de competências

As HMI intuitivas minimizam a curva de aprendizagem e facilitam a utilização de maquinaria complexa por novos operadores através de ecrãs táteis interativos, auxílios visuais e instruções passo a passo. Também podem incorporar tutoriais interativos e simulações que proporcionam experiência prática de treino. Ambientes virtuais podem ser configurados para as práticas, antes dos operadores manusearem o equipamento real, aumentando a sua confiança. As HMI também podem acompanhar o desempenho dos operadores durante a formação, identificando áreas que necessitam de desenvolvimento adicional.

6 Simulação de realidade virtual



Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Baixa/Média

A dificuldade de implementação das HIM para a indústria do mobiliário é baixa quando se consideram as soluções já disponíveis no mercado, como o design de interfaces intuitivas para operadores controlarem maquinaria complexa. Para aplicações próximas da Indústria 5.0, ainda existem, no entanto, vários desafios a enfrentar: maturidade de desenvolvimento e custos de implementação das tecnologias, design centrado no ser humano de produtos e processos, níveis atuais de competência dos trabalhadores ou questões de segurança provocadas pela personalização da análise HMI e pelo aumento da recolha de dados.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

A viabilidade económica do desenvolvimento de HMI para a indústria do mobiliário depende do tipo de solução e dos respetivos custos de investimento, que variam bastante – especialmente quando se considera a compra de novos componentes de ferragens. No entanto, novas soluções HMI podem aumentar a produtividade e eficiência do processo de fabrico, ajudando a ultrapassar estes custos iniciais. Por essa razão, o processo de tomada de decisão requer um planeamento financeiro cuidadoso e uma análise do retorno do investimento.

■ Fatores humanos

Um dos princípios centrais da Indústria 5.0 é colocar as pessoas no centro do progresso tecnológico através de interfaces intuitivas, monitorização assistida e melhoria da ergonomia, conforto e segurança. As Interfaces Homem-Máquina (HMI) oferecem múltiplas vantagens, criando ambientes de trabalho mais acessíveis e menos exigentes. Facilitam a integração, reduzem curvas de aprendizagem e apoiam o recrutamento de talentos digitalmente competentes. O pessoal existente pode aprimorar as suas competências através de formação em interfaces digitais, interpretação de dados e colaboração com sistemas automatizados.

Embora possam surgir preocupações de que a robótica e novas máquinas possam reduzir o pessoal, o objetivo da Indústria 5.0 não é a substituição, mas sim a colaboração significativa entre as capacidades humanas e a precisão das máquinas. Esta sinergia permite às organizações combinar criatividade e julgamento com a consistência e rapidez da automação, otimizando as operações e contribuindo para ambientes de produção sustentáveis e centrados no ser humano.

■ Fatores ambientais

No fabrico de mobiliário, as HMI oferecem benefícios ambientais. Otimizam a maquinaria, reduzindo o consumo de energia e a pegada de carbono, ao mesmo tempo que melhoram a precisão, o controlo e a eficiência da manutenção, o que reduz o desperdício. A melhoria na recolha e análise de dados também ajuda a monitorizar o impacto e a garantir a conformidade com as regula-



mentações. Em conjunto, estas práticas apoiam uma produção sustentável e responsável.

Ainda existem desafios. O hardware HMI inclui ecrãs, sensores, processadores, câmaras e, por vezes, dispositivos biométricos ou neurais. Estes dependem de terras raras, metais preciosos e plásticos de engenharia, cuja extração consome muita energia, emite poluentes e é difícil de reciclar. A produção envolve frequentemente salas limpas, fabrico de precisão e circuitos multicamada, todos eles intensivos em recursos. À medida que as HMI se tornam mais sofisticadas, a reparação, a reutilização e a reciclagem tornam-se mais difíceis.

Operacionalmente, as HMI consomem energia modesta em comparação com centros de dados ou robótica, mas a integração em sistemas sempre ligados cria um uso contínuo de energia. As HMI baseadas em voz e visão dependem frequentemente do processamento em tempo real e da IA baseada na cloud, ligando a sua pegada a infraestruturas externas como centros de dados.





Outra preocupação é a curta vida útil e as elevadas taxas de substituição, especialmente em eletrónica de consumo como smartphones, tablets e dispositivos vestíveis, frequentemente substituídos a cada 2–3 anos. Os designs não modulares dificultam a desmontagem

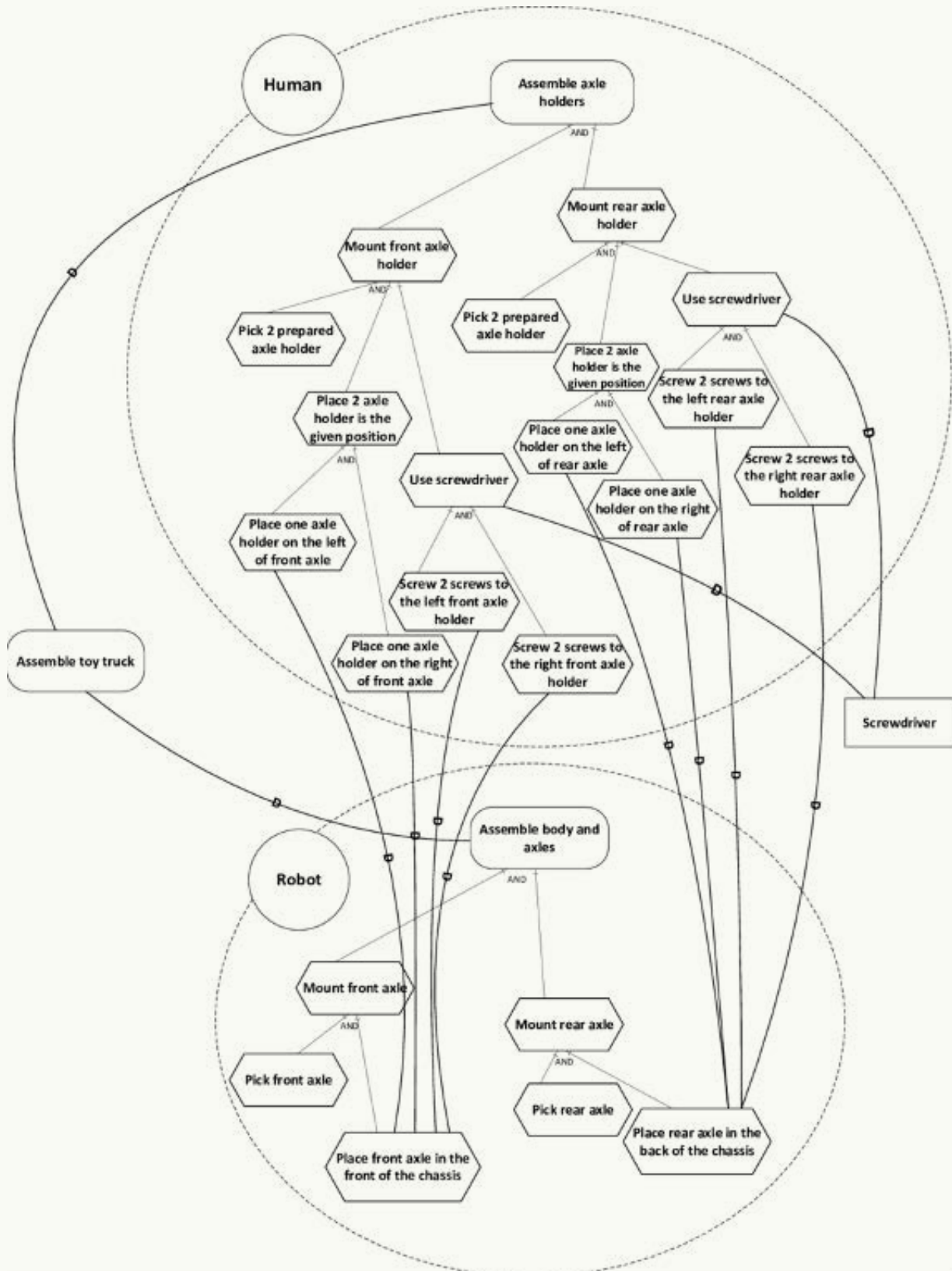
e recuperação de materiais valiosos, aumentando o desperdício eletrónico.

Equilibrar os benefícios humanos e ambientais das HMI com os seus custos de materiais e energia é essencial. O design sustentável, ciclos de vida mais longos e práticas circulares podem maximizar o papel das HMI no avanço da Indústria 5.0, promovendo ao mesmo tempo a responsabilidade ambiental.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

Existem várias regulamentações e certificações que se aplicam às HMI implementadas no processo de fabrico de mobiliário, como, por exemplo:

- O armazenamento e tratamento de informações pessoais pelas HMI deve cumprir o Regulamento Geral sobre Proteção de Dados (RGPD )
- As HMI devem também cumprir normas e regulamentos de cibersegurança para garantir a proteção dos dados e prevenir violações de segurança (como ISA/IEC 62443 (ISA/IEC 62443 Series of Standards - ISA ) , para proteger sistemas de controlo industrial; Diretiva NIS2 (Diretiva NIS2: novas regras sobre cibersegurança de redes e sistemas de informação | Moldando o futuro  digital da Europa), a regulação das infraestruturas críticas da UE; ou Lei da Resiliência Cibernética (Lei da Resiliência Cibernética | Moldando o futuro  digital da Europa), normas de cibersegurança para produtos digitais vendidos na Europa).





Soluções



Interfaces elétricas homem-máquina Schneider

Schneider Electric
França ↔

Fáceis de instalar, configurar e operar, as HMI da Schneider Electric oferecem uma forma simples e eficiente de ligar sistemas, recolher dados e apresentar informação de forma compreensível. Adequados para indústrias como o fabrico de mobiliário, oferecem uma vasta gama de soluções, desde os terminais gráficos mais pequenos até PC industriais.



Sistema HMI/SCADA

Beijer Electronics
Suécia ↔

Soluções avançadas de HMI para melhorar a experiência do utilizador, sistemas de automação escaláveis para eficiência e redução de custos, e ferramentas robustas de digitalização, garantindo valor e adaptabilidade a longo prazo entre setores. Oferecem soluções personalizáveis baseadas em iX para aplicações industriais e soluções HMI baseadas na Web, com widgets intuitivos para design de interface, integração fluida e soluções adaptadas para dispositivos móveis.



Plataforma HMI A-Sphere

Alphagate
Alemanha ↔

A plataforma HMI da A-Sphere (a partir de 2025 conhecida como RANA) oferece uma solução personalizável para a indústria das máquinas. A A-Sphere oferece uma criação fácil de interfaces homem-máquina sem competências de programação. É independente do PLC e integra perfeitamente vários sistemas. Compatível com IA e Realidade Aumentada (RA), permite às empresas integrar facilmente inovações como manutenção impulsionada por IA ou formação suportada por RA.



AVEVA InTouch HMI

Aveva
Grã-Bretanha ↔

O AVEVA InTouch HMI é um software de visualização poderoso que ajuda os operadores a otimizar interações com sistemas de automação industrial. A edição Unlimited oferece licenciamento ilimitado, conformidade regulatória, relatórios de turnos e análise avançada de processos com um historiador preciso, melhorando o desempenho em processos industriais e de fabrico.



Infonet

Mirmit
Espanha ↔

A Infonet é um software de gestão industrial para o setor do mobiliário. Permite monitorização em tempo real da produtividade em todos os tipos de estações de trabalho – tanto manuais como automatizadas – abrangendo processos desde a transformação até à manipulação. Supervisiona a produtividade em tempo real, identifica estrangulamentos, otimiza fluxos de trabalho e melhora a eficiência. Oferece rastreabilidade completa das encomendas, atividades do operador e movimentos de inventário, com personalização flexível e fácil integração através de API.



Sistema de guiamento de máquina de corte de painéis para o operador

Homag Group AG
Alemanha ↔

O IntelliGuide é um sistema modular de assistência ao operador para serras divisórias de painéis, com software interativo, sinais LED, câmaras e projeções laser para guiar os operadores passo a passo, prevenir erros e otimizar o fluxo de trabalho. Melhora a ergonomia, segurança e eficiência, adaptando-se inteligentemente às ações do operador e apoiando a interação intuitiva entre homem e máquina.



Exemplos

**Bona***Suécia*

A Bona AB fornece produtos para a instalação, manutenção e renovação de pavimentos de madeira. A Bona optou por uma solução de automação Beijer Electronics com painéis de operador HMI para controlar maquinaria utilizada no seu processo de fabrico. O sistema controlado remotamente foi escolhido pela sua velocidade, benefícios de configuração simples e fiabilidade associada a poderosas funcionalidades de diagnóstico.

**Glaston***Finlândia*

A Glaston é um fornecedor líder de tecnologias e serviços de processamento de vidro para várias indústrias, como o mobiliário. Foi desenvolvida uma solução HMI orientada para o utilizador, com integração perfeita das máquinas para maior eficiência, design UX/UI fácil de usar para fácil operação e rápida integração e desenvolvimento de aplicações com funcionalidades como análise de processos e assistência à manutenção para facilitar as operações.

**Fecken-Kirfel***Alemanha*

Desenvolvimento de uma IHM web inovadora e graficamente de alta qualidade. O desenvolvimento da HMI teve de permanecer na empresa. O WebIQ Designer da Smart-HMI permite a criação de interfaces de utilizador dinâmicas 100% baseadas na web, low-code, simplesmente usando arrastar e largar. A ferramenta foi usada para o desenvolvimento interno, enquanto a Smart HMI apenas forneceu suporte seletivo.

**Nowy Styl***Polónia*

A fábrica Nowy Styl produz milhares de componentes únicos de mobiliário por turno, exigindo soluções avançadas de HMI como o powerTouch da Homag e um MES robusto como a Fábrica de Madeira da Homag. Os operadores utilizam HMI para monitorizar a produção, gerir dados de peças, supervisionar a automação e adaptar-se rapidamente às alterações, garantindo uma produção eficiente e personalizada.

**Cadorin***Itália*

A Cadorin implementou a linha de maquinagem SCM "celaschi tmc", totalmente em conformidade com os padrões da Indústria 4.0. Esta solução inclui um sistema HMI que simplifica a interação do operador e proporciona controlo em tempo real sobre os dados de produção. Permite um processamento altamente flexível, adaptado às necessidades de fabrico artesanal mas avançadas da Cadorin. A integração melhora a rastreabilidade, eficiência e precisão. Esta colaboração reflete um compromisso partilhado com o artesanato sustentável e de alta qualidade.

**Ardis Perform + Silva***Bélgica*

O artigo do blogue ARDIS sobre Silva destaca como a implementação do PERFORM transformou a gestão de produção. Cada estação de trabalho apresenta agora um ecrã interativo com listas de tarefas atualizadas e em tempo real, garantindo uma comunicação clara — mesmo para falantes não nativos. A interface humana permite aos gestores atribuir, reimprimir interativamente a pedido e repriorizar tarefas remotamente, reduzindo o caos e melhorando a coordenação em todo o chão de fábrica.

10

1



Dificuldade de implementação: **Média**
 Viabilidade económica: **Média**

AloT para fabrico inteligente



Descrição

A AloT, ou Inteligência Artificial das Coisas, é a integração das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) com a infraestrutura da Internet das Coisas (IoT). Esta combinação melhora as capacidades dos dispositivos de IoT ao permitir-lhes analisar dados na Edge, tomar decisões e aprender com a experiência sem intervenção humana. A computação de borda é um paradigma de computação distribuída que aproxima as capacidades computacionais da fonte de dados, como dispositivos de IoT ou utilizadores, para reduzir a latência e melhorar o desempenho. A AloT, juntamente com a Edge Computing, visam criar operações IoT mais eficientes, melhorar as interações humano-máquina e reforçar a gestão e análise de dados.

1 Gráfico de valor empresarial baseado em dados de IoT e IA

Os componentes-chave da AloT são os seguintes:

- **dispositivos de IoT:** Os sensores, atuadores e outros dispositivos que recolhem, processam e transmitem dados.
- **Conectividade:** Isto abrange redes e protocolos que permitem que dispositivos de IoT comuniquem entre si e com sistemas centrais.
- **Processamento de Dados:** Algoritmos de IA processam os dados recolhidos pelos dispositivos de IoT para extrair insights significativos.

- **Computação em nuvem:** Fornece a infraestrutura necessária para armazenar e processar grandes volumes de dados.
- **Computação Edge:** Facilita o processamento de dados em proximidade da fonte de geração de dados, reduzindo assim a latência e a utilização da largura de banda.

2 Exemplo de uma rede IoT (Fonte: HMS Networks)

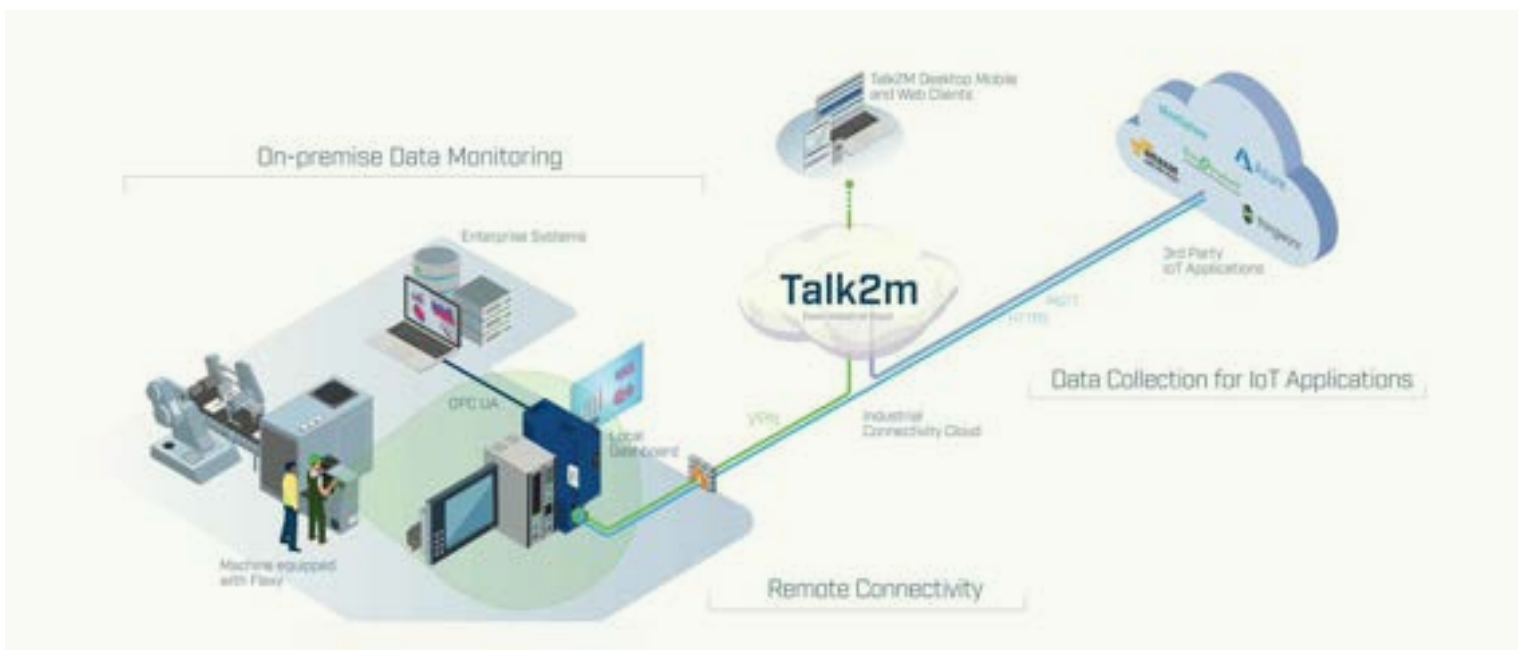
A AloT já deu origem a inúmeras aplicações industriais.

Um exemplo é o controlo autónomo das instalações de produção. Outras áreas são optimização logística ou gestão preditiva de manutenção.

Apesar do seu potencial promissor, um grande desafio é a interoperabilidade. Muitas empresas utilizam dispositivos e plataformas IIoT (Industrial Internet of Things) de diferentes fabricantes, que nem sempre são perfeitamente compatíveis. Isto complica a implementação de soluções AloT integradas e exige interfaces e protocolos padronizados. Uma plataforma AloT bem escolhida facilita a integração de novos dispositivos, permite uma escalabilidade fácil e apoia a adaptação flexível de uma estratégia IIoT. Permite também a integração com outros sistemas e tecnologias, como ERP ou CRM, incorporando assim tecnologias IIoT nos processos de negócio existentes.

Outro aspeto crítico é a preparação dos dados. Em ambientes IoT, a qualidade dos dados é frequentemente inferior ao que as empresas assumem. Aplicar IA a dados mal preparados produz modelos abaixo da média que não entregam os resultados esperados. Por isso, é

2



crucial preparar e enriquecer os dados adequadamente para análise utilizando uma plataforma IoT fiável.

Ao mesmo tempo, estão a emergir tendências entusiasmantes que irão moldar o ecossistema AIoT nos próximos anos. Uma dessas tendências é o uso de IA generativa, que não só analisa dados como também gera novos designs ou propostas de otimização. Outra tendência é a integração de tecnologias 5G, que permitem uma conectividade ultra-rápida e fiável. Isto é particularmente importante para aplicações que requerem alta largura de banda ou baixa latência, como veículos autónomos ou controlos em tempo real.

Apesar do seu potencial, a integração da IA na produção apresenta desafios, incluindo um investimento inicial significativo, a necessidade de trabalhadores qualificados para desenvolver e manter sistemas de IA, e preocupações com a privacidade e segurança dos dados. Além disso, existe o desafio de integrar tecnologias de IA com as infraestruturas existentes de Tecnologias de Informação (TI) e tecnologias operacionais (OT). TI refere-se à utilização de sistemas informáticos para processar, armazenar e trocar informação, enquanto TO inclui os sistemas que monitorizam e controlam dispositivos físicos, processos e infraestruturas em ambientes industriais.

À medida que a tecnologia AIoT continua a evoluir, espera-se que as suas aplicações na indústria de fabrico se expandam ainda mais, potencialmente conduzindo a fábricas totalmente autónomas e produção altamente personalizada em grande escala. O desenvolvimento contínuo da AIoT deverá também ver uma ênfase crescente na colaboração entre humanos e máquinas, aproveitando as forças de ambos para alcançar resultados ótimos.

3 **Mini PC industriais** (Fonte: Beckhoff)



Aplicação

A AIoT (Inteligência Artificial das Coisas) na manufatura permite capacidades avançadas para aquisição de dados e processamento inteligente. Ao combinar conectividade IoT com análises orientadas por IA, permite uma tomada de decisão em tempo real e informada por d-ta que transforma operações industriais.

4 **Importância da IA na manufatura** (Fonte: Mantra laranja)

Manutenção Preditiva: A AIoT pode prever falhas de equipamentos antes que ocorram, analisando dados provenientes de sensores incorporados nas máquinas. Esta abordagem oferece a vantagem de reduzir o tempo de inatividade e os custos de manutenção, ao mesmo tempo que prolonga a vida útil do equipamento.

5 **Monitorização de dados para manutenção preditiva** (Fonte: Adobe Stock)

Otimização da Cadeia de Abastecimento: O AIoT pode acompanhar mercadorias em tempo real, prever a procura e otimizar os níveis de inventário. Através destas capacidades, melhora a visibilidade da cadeia de abastecimento, reduz custos e melhora os tempos de entrega.

Gestão de Energia: A IA ajuda a otimizar o uso de energia nas instalações de fabrico ao analisar dados de várias fontes para identificar ineficiências e sugerir melhorias. Por exemplo, a IA pode otimizar o funcionamento dos sistemas HVAC com base no número de pessoas num edifício, no clima e nas necessidades específicas do processo de fabrico, reduzindo significativamente os custos energéticos. Os sistemas AIoT podem monitorizar e controlar o consumo de energia em instalações

3



4



industriais para reduzir o consumo de energia, diminuir custos e apoiar iniciativas de sustentabilidade.

6 Painel de Gestão de Software de Gestão de Energia (Fonte: Etalytics)

Controlo de Qualidade: O AloT pode automatizar a inspeção de produtos usando visão computacional e algoritmos de aprendizagem automática. Esta automação melhora a qualidade do produto e reduz a necessidade de trabalho de inspeção manual.

Segurança e Proteção: A AloT pode melhorar a segurança no local de trabalho monitorizando as condições ambientais e detetando situações perigosas. Esta implementação reduz o risco de acidentes e assegura o cumprimento das normas de segurança.

Design e fabricointeligentes: A IA facilita o processo de conceção através de software de design generativo, que pode gerar uma vasta gama de alternativas de design baseadas em critérios especificados, como materiais, métodos de fabrico e requisitos de desempenho. Isto não só acelera o processo de design, como também permite uma maior personalização, permitindo aos fabricantes satisfazer mais facilmente os requisitos específicos dos clientes. Além disso, a AloT permite monitorização e otimização em tempo real dos processos de fabrico. Esta implementação aumenta a eficiência, reduz o desperdício e melhora a qualidade do produto.



Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

Garantir a precisão, segurança e privacidade dos dados é crucial para o sucesso das iniciativas da AloT. Um dos desafios mais significativos enfrentados pela adoção da AloT é garantir a privacidade e segurança dos dados. As vastas quantidades de dados gerados por dispositivos de IoT incluem informações sensíveis, como transações financeiras e dados operacionais de infraestruturas críticas. Além disso, desbloquear todo o potencial da AloT requer uma mudança na cultura organizacional. Os decisores precisam de adotar estratégias orientadas por dados e cultivar um ambiente de inovação e melhoria contínua. É também vital investir na formação e capacitação dos colaboradores para que possam utilizar eficazmente as tecnologias AloT para uma implementação bem-sucedida.

Para tornar a adoção da AloT mais fluida e menos intimidante, uma abordagem prática é começar pequeno e escalar gradualmente. A simulação oferece um ponto de entrada de baixo risco e com possibilidade de ser gerido que pode eventualmente conduzir à integração perfeita dos gémeos digitais nas operações de fabrico.

■ Viabilidade económica: Média

A implementação da tecnologia AloT em grande escala requer frequentemente um investimento significativo em sensores, dispositivos de IoT, software, infraestruturas e pessoal qualificado. No entanto, algumas das soluções tecnológicas descritas representam um custo de implementação muito baixo para as PME.

5



6



■ Fatores humanos

A adoção da tecnologia AIoT requer frequentemente mudanças organizacionais significativas e uma transição para uma cultura de local de trabalho orientada para dados e inovação. A resistência à mudança, a falta de consciência ou a hesitação em adotar novas tecnologias podem dificultar a adoção. No entanto, é claro que os colaboradores precisam de reduzir a lacuna de competências digitais, reconhecer os benefícios práticos da AIoT nas suas funções e aprimorar competências sem perturbar a continuidade do fluxo de trabalho ou o bem-estar dos colaboradores.

A AIoT pode melhorar a eficiência, a tomada de decisões, a experiência do cliente e transformar a forma como os humanos interagem com o seu ambiente. Por exemplo, a AIoT pode automatizar tarefas repetitivas como introdução e agendamento de dados, libertando os colaboradores para se concentrarem em trabalhos mais estratégicos. Também pode analisar grandes quantidades de dados para ajudar as empresas a tomar decisões informadas, detetar padrões e fornecer previsões precisas.

Os fabricantes podem reforçar o valor da AIoT para as partes interessadas, destacando benefícios como a melhoria da qualidade do produto, redução dos custos energéticos, maior eficiência operacional e condições de trabalho mais seguras. Os fatores-chave para a adoção bem-sucedida da AIoT incluem forte apoio executivo, investimento em gestão de mudança e infraestrutura digital, e a adaptabilidade da mão de obra.

A comunicação transparente e os processos de design participativo são também essenciais para aumentar a aceitação e a confiança nos sistemas AIoT. Os trabalhadores devem estar ativamente envolvidos no codesign de ferramentas inteligentes que afetam as suas tarefas diárias, e as considerações éticas – especialmente relacionadas com a privacidade dos dados e a tomada de decisões algorítmicas – devem ser abordadas desde o início.

Em conclusão, a AIoT não substituirá os trabalhadores humanos, mas aqueles que dominam as ferramentas da AIoT podem superar os que não o fazem. À medida que a automação assume tarefas repetitivas, os trabalhadores humanos vão focar-se cada vez mais em orientar, afinar e otimizar estes sistemas inteligentes. O cérebro humano continua a ser um dos sistemas mais avançados e eficientes para processar informação. Embora a IA consiga analisar conjuntos de dados massivos e detetar padrões a velocidades incríveis, não possui a compreensão subtil e intuitiva que os humanos têm. Somos excelentes em captar o contexto, ler nas entrelinhas e fazer ligações perspicazes a partir de informação limitada – capacidades que permanecem fora do alcance até dos sistemas de IA mais poderosos.

■ Fatores ambientais

A integração da AIoT no fabrico de mobiliário ajuda a reduzir a pegada de carbono ao diminuir o consumo de energia, água e recursos, minimizar desperdícios, melhorar a logística e aumentar a eficiência global. Também ajuda a reduzir tarefas repetitivas por parte dos colaboradores e a permitir que se concentrem em atividades mais valiosas. Além disso, a AIoT permite manutenção preditiva, o que prolonga a vida útil do equipamento e reduz intervenções desnecessárias. Estas aplicações podem reduzir significativamente o impacto ambiental, garantindo que os processos de fabrico estejam alinhados com as normas e regulamentos ambientais.

No entanto, a AIoT também introduz impactos ambientais significativos devido à sua dependência de eletrónica embutida, elevados volumes de dados, modelos de aprendizagem automática e conectividade persistente.

Ao nível do dispositivo, os sistemas AIoT envolvem milhares de milhões de sensores, microcontroladores, atuadores e processadores de borda interligados. Estes componentes são frequentemente pequenos, mas o seu volume elevado cria um peso ambiental considerável. Normalmente contêm elementos de terras raras, metais pesados e plásticos de engenharia, cuja extração e refinamento estão ligados a elevados impactos ambientais. Muitos dispositivos AIoT também têm limitações energéticas e são concebidos para vidas úteis limitadas, aumentando a sua contribuição para os resíduos eletrónicos. A presença de produção é ainda mais agravada pela integração de hardware capaz de IA. Estes chips envolvem processos de fabrico complexos e de alta energia e ciclos frequentes de obsolescência tecnológica.

No lado dos dados, os sistemas AIoT geram e processam volumes massivos de dados. Embora a computação de borda reduza os requisitos de latência e largura de banda, muitas arquiteturas AIoT ainda dependem da computação em nuvem para agregação de dados, armazenamento a longo prazo e treino complexo de modelos. Como resultado, a AIoT contribui para o aumento da pegada energética e hídrica dos centros de dados durante a sua utilização.

Os modelos de IA usados em aplicações de AIoT – particularmente algoritmos de aprendizagem profunda para visão, processamento de linguagem natural ou deteção de anomalias – podem ser altamente intensivos em energia para treinar.

+■ Alinhamento com certificações e regulamentos

Implementar AloT numa fábrica envolve o cumprimento de várias regulamentações e normas relacionadas com segurança de dados, interoperabilidade, impacto ambiental e requisitos específicos da indústria. Abaixo estão algumas considerações regulatórias fundamentais:

Lei da Resiliência Cibernética (CRA): A CRA introduz requisitos obrigatórios de cibersegurança para produtos com elementos digitais, abrangendo tanto hardware como software, incluindo dispositivos AloT.

- **Medidas de Segurança Obrigatórias:** Os fabricantes devem implementar funcionalidades de segurança ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde o design até à desativação.
- **Relatórios de Vulnerabilidades:** As empresas são obrigadas a reportar vulnerabilidades exploradas às autoridades no prazo de 24 horas e a fornecer atualizações abrangentes no prazo de 72 horas.
- **Atualizações de Segurança:** Os dispositivos devem receber atualizações de segurança durante um mínimo de cinco anos, a menos que a vida útil esperada do produto seja mais curta.
- **Penalizações por Incumprimento:** Produtos não conformes podem ser proibidos do mercado da UE, com multas até 15 milhões de euros ou 2,5% do volume de negócios global.

IIC (Consórcio Industrial da Internet): Estrutura de Segurança – Define as melhores práticas de segurança para IoT industrial e gémeos digitais.

Lei da IA (UE) – Regula a tomada de decisão baseada em IA em contextos industriais

Acordo Verde da UE e Mecanismo de Ajuste das Fronteiras de Carbono – Exige monitorização digital das pegadas de carbono nas operações industriais.



Soluções



Manutenção preditiva baseada em IA embutida para motores elétricos industriais

*Advantech
Taiwan* ↔

A manutenção preditiva de motores elétricos previne falhas dispendiosas através da monitorização de vibração e temperatura. Dispositivos como o WISE-2410, com ARM Cortex-M4, LoRa e computação de borda, analisam dados a bordo para prolongar a vida útil da bateria até 2 anos. Com proteção IP66, é adequado para motores, bombas, sistemas HVAC e muito mais para monitorização eficiente e sem fios das condições.



Dispositivos industriais (fáceis) de conectividade IoT para PLC e maquinaria

*HMS Networks
Suécia* ↔

Os produtos de comunicação industrial da HMS ligam milhões de PLC, robôs e dispositivos a software e sistemas remotos. A família de dispositivos EWON permite acesso remoto seguro e fácil a PLC, sem firewalls ou encaminhamento de portas, mesmo na China. Suportando múltiplas marcas de PLC, o EWON liga dados industriais a utilizadores remotos via Wi-Fi ou redes móveis.



Gateway de Computação de Borda All-In-One AIoT-5G-G06

*Trugemtech
China* ↔

O TruGem AIoT-5G-G06 é um gateway de computação de ponta 5G AIoT (Inteligência Artificial das Coisas) tudo-em-um para montagem em rack 1U, projetado para integração direta em gabinetes padrão de salas de informática. Esta unidade integra funcionalidades AIoT com capacidades de processamento de dados de alto desempenho, tornando-a adequada para cenários de computação IoT de nível industrial e empresarial. Suporta análise de dados em tempo real e tomada de decisão automatizada na periferia, reduzindo a latência e minimizando a necessidade de viagens de ida e volta na cloud. O TruGem AIoT-5G-G06 destina-se a utilização em ambientes que requerem processamento contínuo, monitorização e capacidades de resposta de dados próximas da fonte de dados.



Industrial ultracompacto sem ventoinhas PC e OpenVINO

*Open Vino (Intel Corporation)
Estados Unidos* ↔ ↔

PC industriais ultracompactos e escaláveis combinam o máximo poder de computação no formato atualmente mais compacto com uma vasta gama de opções para instalação no gabinete de controlo. É ideal para controlo, visualização e comunicação, por exemplo na cloud. Oferecem poder de computação para uma vasta gama de tarefas de automação e visualização. Devido ao seu impressionante poder computacional em relação ao seu tamanho, os PC são principalmente adequados para utilização em aplicações Industrie 4.0, por exemplo como gateway IoT.

Os PC industriais são usados para executar frameworks e softwares avançados de IA, como o OpenVINO. Este é um kit de ferramentas de software de código aberto para otimizar e implementar modelos de aprendizagem profunda. Permite aos programadores desenvolver soluções de IA escaláveis e eficientes com relativamente poucas linhas de código



IA da DeviceWISE®

*Telit Cinterion
Estados Unidos* ↔

Incorporando IA na IoT, a plataforma suporta Inspeção Visual com algoritmos avançados e técnicas de deep learning, Otimização Orientada por Dados para qualidade uniforme do produto, com recolha e análise de dados para manutenção preditiva. Suportando sistemas no-code ou low-code, a plataforma permite a otimização de processos (além disso, melhorar o consumo de energia pode poupar custos).



Asus Ebs-4U – Smart Replenishment

*ASUS
Taiwan* ↔

A solução Smart Replenishment (Reabastecimento Inteligente) da ASUS IoT e da Macnica DHW utiliza IA e reconhecimento de imagens para automatizar o reabastecimento de perecíveis sem código de barras. Funcionando 24 horas por dia, 7 dias por semana, oferece visibilidade de stock em tempo real, elimina verificações manuais e aumenta a eficiência. A plataforma de ponta a ponta combina hardware IoT ASUS e análises com a interface de utilizador da Macnica para uma implementação fácil e escalável da loja.



Exemplos



Obras de Interiores

Polónia



Gestão do desempenho dos ativos: Os utilizadores podem melhorar o desempenho sendo continuamente atualizados sobre como os ativos estão a cumprir os KPI. Além disso, o utilizador pode ver se esses KPI existentes ainda fazem sentido. Com aplicações de gestão de desempenho construídas diretamente na plataforma AIoT, os utilizadores recebem alertas automáticos sempre que ocorre um desvio e podem responder rapidamente a comportamentos anómalos. Os dados em tempo real e o feedback das máquinas permitem-lhes refinar os KPI para tirar o máximo proveito do desempenho da máquina. Isto traduz-se numa utilização mais eficaz dos ativos e em tempos de produção mais rápidos.



CPCON Group

Estados Unidos




Gestão de inventário e cadeia de abastecimento: Uma plataforma AIoT integrada melhora a gestão de inventário e a previsão de recursos em todos os locais de fabrico. Ao aproveitar análises em tempo real, melhora a transparência da cadeia de abastecimento, automatiza decisões e aumenta a resiliência. As ferramentas baseadas em IA ajudam a antecipar interrupções, gerir inventários complexos e melhorar a eficiência, conduzindo, em última análise, a um melhor controlo de qualidade dos fornecedores, experiência do cliente e desempenho empresarial.



Prohan

Polónia







Sistema de Visão Computacional para deteção precoce de defeitos: A deteção precoce de falhas na linha de produção é fundamental para os fabricantes de mobiliário em madeira que utilizam madeiras duras. Com uma solução baseada em visão computacional e algoritmos de aprendizagem automática, lacunas, fissuras e fissuras nos painéis podem ser identificadas imediatamente após a etapa de colagem, numa fase em que a velocidade da máquina torna os defeitos indetetáveis ao olho humano 



Axiomtek

Taiwan (Sede)



Os robôs de serviço integrados com IA da Axiomtek combinam IA, cloud, big data e biometria para deteção, tomada de decisão e controlo autónomo. Alimentado por computadores de edge de alto desempenho como o eBOX , IPC , sistemas AI e sistema-em-módulos , oferecem I/O flexível, design compacto e personalização. A Axiomtek também oferece serviços de design personalizados para aumentar a produtividade, reduzir custos e acelerar a implementação.



Fanuc

Japão



Robôs colaborativos habilitados por IA na marcenaria automatizam tarefas como lixamento, roteiro e manuseamento, melhorando a precisão, qualidade e segurança ao minimizar a exposição humana a pó e perigos. Com a integração AIoT, os robôs inspecionam a qualidade em tempo real, aprendem com os resultados e otimizam processos, aumentando a produtividade e permitindo operações de fabrico mais inteligentes, adaptativas e eficientes.



Pressac Communications Ltd

Reino Unido



Monitorização e gestão do consumo de energia: A sustentabilidade está rapidamente a tornar-se uma prioridade empresarial para os fabricantes devido à procura dos consumidores e às regulamentações mais rigorosas. Por isso, podemos esperar uma mudança estratégica para operações mais limpas e verdes, como o uso de energias renováveis, materiais recicláveis, redução de emissões, embalagens excessivas e uso de água. O consumo de energia é minimizado ao utilizar as opções mais eficientes em termos energéticos para ativos ligados. O acompanhamento e gestão do consumo de energia com AIoT em todas as fábricas pode ajudar a identificar padrões e reduzir fugas de energia anómalas, acompanhar picos energéticos, investigar formas de reduzir o desperdício energético e compreender melhor a forma como cada ativo industrial contribui para o consumo global de energia.



1



Dificuldade de implementação: **Baixa**

Viabilidade económica: **Alta**

A jornada da IoT e da conectividade



Descrição

A IoT, ou Internet das Coisas, é uma rede de objetos físicos – "coisas" – incorporada com sensores, software e outras tecnologias que lhes permitem conectar-se e trocar dados com outros dispositivos e sistemas através da internet. Essencialmente, trata-se de ligar objetos do quotidiano à internet, permitindo-lhes recolher, partilhar e agir com base em dados. Mas a IoT não se resume apenas ao hardware e à conectividade. A IoT permite muitos novos serviços de mercadorias e está a transformar casas em ecossistemas inteligentes e a moldar a forma como as empresas focam os seus negócios.

1 *A IoT está a transformar as casas em ecossistemas inteligentes (Fonte: Codiant)*

Aqui está uma análise dos elementos que são fundamentais para a IoT:

- **Objetos ligados:** A IoT abrange uma vasta gama de dispositivos domésticos ou objetos ligados, desde eletrodomésticos como termóstatos, sistemas de iluminação e assistentes de voz até dispositivos vestíveis e sistemas de segurança doméstica inteligente. Estes dispositivos constituem a camada física do ecossistema IoT, interagindo com os utilizadores e o ambiente.
- **Sensores:** Estes dispositivos estão equipados com sensores embutidos que recolhem dados do ambiente (como temperatura, humidade, movimento, luz, níveis de CO₂ ou ocupação). Estes dados brutos formam a base de aplicações conscientes do contexto que permitem automação e controlo inteligentes.
- **Gateways e comunicação:** Os dados recolhidos pelos sensores são transmitidos através de protocolos de comunicação como Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, LoRaWAN ou NB-IoT. Os gateways atuam como intermediários que agregam e pré-processam estes dados antes de os enviar para a cloud ou servidores locais
- **Processamento e análise de dados:** Uma vez transmitidos, os dados são processados na nuvem ou na periferia. Algoritmos de IA e aprendizagem automática analisam a informação para detetar padrões, prever o comportamento do utilizador e permitir a automação.
- **Sistemas de controlo e interfaces:** Os utilizadores interagem com o ecossistema IoT através de painéis de controlo, monitorização e configuração em tempo real dos dispositivos.
- **Serviços e aplicações:** Em última análise, a IoT permite uma vasta gama de serviços, como manutenção preditiva, otimização energética, monitorização

da saúde e maior conforto e segurança.

À medida que a tecnologia da Internet das Coisas (IoT) se integra cada vez mais nos sistemas, estilos de vida e negócios do dia a dia, está a gerar uma maior necessidade de cibersegurança. A tecnologia de cibersegurança para dispositivos da Internet das Coisas (IoT) é fundamental devido ao número crescente de dispositivos ligados e dados sensíveis que gerem. Os dispositivos de IoT, desde eletrodomésticos inteligentes a sensores industriais, são frequentemente vulneráveis a ameaças cibernéticas devido ao poder de processamento limitado, à falta de funcionalidades de segurança integradas e à complexidade dos ecossistemas IoT. Abaixo estão as principais tecnologias e práticas de cibersegurança concebidas para proteger dispositivos de IoT.

2 *Tipos de dispositivos de IoT (Fonte: Istock)*

A partir de agosto de 2025, novas regulamentações europeias irão exigir que todos os equipamentos IoT (incluindo dispositivos com Wi-Fi ou Bluetooth) cumpram rigorosas normas de cibersegurança. Os fabricantes devem garantir a segurança dos dispositivos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, incluindo a divulgação clara de vulnerabilidades, períodos de suporte definidos e o uso de palavras-passe únicas ou definidas pelo utilizador para evitar riscos de credenciais padrão. Funcionalidades de segurança como Secure Boot, validação de firmware, autenticação baseada em PKI e Autenticação Multifator (MFA) opcional ajudarão a proteger contra acessos não autorizados.

3 *dispositivos de IoT em casa (Fonte: AdobeStock)*

Proteger tanto os dados como as ligações de rede é uma parte fundamental para tornar os dispositivos inteligentes seguros de usar. Isto significa garantir que a informação enviada entre dispositivos permanece privada e não pode ser lida ou alterada por terceiros. Estas proteções são especialmente importantes para dispositivos de IoT frequentemente encontrados em casas inteligentes, onde ferramentas de segurança como ligações protegidas e atualizações de software ajudam a manter os sistemas atualizados e seguros.

4 *Ecossistema IoT para a Casa Smarthub (Fonte: AEOTEC)*

5 *Painel IoT (Fonte: AdobeStock)*



Aplicação

A IoT está a transformar o nosso ambiente ao permitir novas formas de gerir ativos, melhorar a eficiência e fornecer melhores insights através da análise de dados. As aplicações IoT incluem, mas não se limitam a:

- **Casas inteligentes:** assistentes de voz, aspiradores automáticos, termostatos e atuadores.
- **Monitorização ambiental:** temperatura e humidade, IAQ (CO₂, COV...)
- **Segurança:** câmaras inteligentes, sensores de movimento e fechaduras fornecem monitorização e alertas em tempo real, aumentando a segurança doméstica.
- **Dispositivos de medição:** contadores inteligentes para eletricidade, água e gás incluídos e podem ser colocados além dos geridos pelas empresas fornecedoras.
- **Eletrodomésticos Inteligentes:** Eletrodomésticos com IoT, como frigoríficos inteligentes, fornos inteligentes e máquinas de lavar loiça inteligentes, podem ser controlados remotamente e oferecem funcionalidades como sugestões de receitas e encomendas automáticas.
- **Dispositivos vestíveis (wearables):** rastreadores de fitness, smartwatches e outros dispositivos relacionados com saúde e bem-estar.
- **Edifício inteligente:** monitorização de ocupação e fluxo de pessoas, controlo de acesso e poupança de energia, entre outras aplicações.
- **Carros ligados:** ocupação de estacionamento, controlo remoto e consultas de autoatendimento são algumas das aplicações.
- **Localização e rastreio:** tanto de pessoas como de mercadorias.

6 Controlador térmico e painel de controlo móvel (Fonte: EVEHOME)

Para além das funções individuais dos dispositivos, os sistemas IoT permitem monitorização, recolha e processamento contínuos de dados em tempo real, possibilitando insights preditivos e comportamentos adaptativos. Estes dispositivos frequentemente interagem com plataformas baseadas na cloud ou unidades de computação de periferia que analisam dados de sensores e tomam decisões autónomas ou acionam alertas. Os sistemas de controlo e as aplicações móveis oferecem aos utilizadores acesso centralizado para configurar, gerir e visualizar operações IoT remotamente. Esta comunicação bidirecional entre dispositivos conectados e infraestruturas de controlo facilita ambientes mais responsivos e apoia a automação, eficiência energética e segurança.



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Baixa

A eletrónica IoT de nível consumidor precisa de ser fácil de instalar e operar tanto para o integrador como para o utilizador final. Por vezes, os produtores abraçam a conveniência ou dão prioridade à segurança. No entanto, não deve ser necessário escolher um ou outro. Garantir a precisão, segurança e privacidade dos dados é essencial para o sucesso das iniciativas de sensores em rede. Medidas robustas de cibersegurança são vitais para salvaguardar informações sensíveis e prevenir acessos não autorizados. Os requisitos regulamentares obrigarão os produtores a trazer a cibersegurança para o foco e certamente conseguirão manter a dificuldade de implementação baixa.

■ Viabilidade económica: Alta

A implementação da tecnologia de Sensores em Rede em grande escala requer frequentemente um investimento significativo em sensores, dispositivos de IoT, software, infraestruturas e pessoal qualificado. No entanto, para implementações de pequena e média escala, a IoT é uma tecnologia já madura com um retorno comprovado do investimento.

■ Fatores humanos

A adoção da IoT está a acelerar em ambientes de consumo, especialmente através de dispositivos ligados a smartphones ou controlados por voz. Estas tecnologias estão a tornar-se omnipresentes no dia a dia – desde termostatos inteligentes e iluminação até sistemas de segurança e sensores de qualidade do ar.

Para os fabricantes, integrar sensores em rede em mobiliário ou interiores domésticos representa uma mudança de paradigma: transforma vendas pontuais em modelos de serviço contínuos, com receitas provenientes de serviços baseados em dados como manutenção preditiva, monitorização remota ou análise de utilizadores.

Implementar sistemas IoT em grande escala requer uma transformação cultural e organizacional significativa. As empresas devem evoluir para uma mentalidade

2



3



4



5



orientada pelos dados e fomentar a colaboração interfuncional entre TI, design de produto e atendimento ao cliente.

Para garantir a adoção e usabilidade, os RH devem investir na capacitação dos colaboradores em áreas como literacia de dados, interação com interfaces de utilizador e protocolos de cibersegurança. Os operadores e o pessoal de apoio devem também ser treinados para interpretar os dados dos sensores e responder adequadamente.

Além disso, abordagens de design participativo – onde os colaboradores participam no teste e melhoria de sistemas inteligentes – aumentam a propriedade e aceitação. Aspectos éticos como a privacidade dos dados, limites de monitorização dos colaboradores e transparência algorítmica devem ser abordados proativamente em diálogo com a equipa.

Em suma, a aceitação humana, a confiança e a fluência digital são fundamentais para a implementação bem-sucedida da IoT.

■ Fatores ambientais

A implementação de sensores em rede desempenha um papel fundamental na redução da pegada de carbono, minimizando desperdícios e aumentando a eficiência energética. Os dispositivos de IoT podem reduzir significativamente o consumo energético doméstico ao permitir monitorização em tempo real, automação e gestão otimizada da energia. Além disso, os sensores em rede servem como base para a manutenção preditiva, prolongando a vida útil de equipamentos como caldeiras ou ar condicionado e minimizando intervenções desnecessárias.

No entanto, a sua pegada ambiental está a crescer rapidamente devido à proliferação de eletrónica embutida, à troca contínua de dados e às necessidades de infraestrutura.

Ao nível do hardware, os dispositivos de IoT incluem sensores, microcontroladores, módulos de comunicação (por exemplo, Wi-Fi, Bluetooth, LTE) e baterias. Estes componentes são tipicamente compostos por elementos de terras raras, cobre, lítio, cobalto e polímeros de engenharia, todos eles com impacto ambiental significativo. A miniaturização e integração da eletrónica, embora melhorem a funcionalidade, dificultam frequentemente a desmontagem e reciclabilidade, levando a preocupações sobre resíduos eletrónicos (e-waste).

A fase de fabrico dos dispositivos de IoT é intensiva em energia, envolvendo fabrico de semicondutores, produção de placas de circuito e montagem em ambientes controlados. Muitos dispositivos são concebidos para serem baratos e descartáveis, com vidas úteis curtas (2–5 anos), o que intensifica ainda mais o seu impacto ambiental. Além disso, a escala global da IoT significa que mesmo pequenos impactos por dispositivo se traduzem em efeitos agregados substanciais.

Durante a fase de operação, a maioria dos dispositivos de IoT consome energia mínima. No entanto, a sua procura acumulada de eletricidade é significativa, especialmente quando escalada em milhões de nós. Para além da energia necessária para operar dispositivos, a transmissão de dados, o armazenamento na cloud e a análise de dados exigem uma infraestrutura digital substancial. Muitos sistemas IoT dependem da cloud, transmitindo dados dos sensores para servidores centralizados para processamento. Isto aumenta a pegada ambiental, especialmente quando dados de baixo valor ou redundantes são transmitidos de forma contínua.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

A implementação de sensores em rede numa fábrica envolve o cumprimento de várias regulamentações e normas relacionadas com segurança de dados, interoperabilidade, impacto ambiental e requisitos específicos. Abaixo estão algumas considerações regulatórias fundamentais:

- O requisito essencial estabelecido no artigo 3.º, n.º 3, ponto (d) da **Diretiva 2014/53/UE** aplica-se a qualquer equipamento de rádio que possa comunicar por si próprio através da internet, quer comunique diretamente ou através de qualquer outro equipamento ("equipamento de rádio ligado à internet").
- **prEN18031-1**: Rádio Ligado à Internet (risco de segurança e rede)
- **prEN18031-2**: Vários equipamentos de rádio (brinquedos, dispositivos vestíveis) (risco de segurança e privacidade)
- **prEN18031-3**: Gestão de moeda por rádio (risco de segurança e financeiro)
- **RGPD (Regulamento Geral sobre Proteção de Dados – UE)**: Regula a recolha, processamento e armazenamento de dados, garantindo a privacidade dos dados pessoais e industriais.
- **ISO/IEC 27001**: Padrão internacional para gestão de segurança da informação.

6





Soluções



Plataforma de Middleware Fiware

Nivid Technologies

Estados Unidos ↔

A FIWARE é uma plataforma de código aberto que apoia o desenvolvimento de aplicações inteligentes utilizando padrões abertos e tecnologias avançadas. Reforça a interoperabilidade, promove a inovação, reduz custos e melhora os serviços públicos. Soluções proprietárias, como a plataforma de cidades inteligentes da Telefónica, baseiam-se no núcleo da FIWARE – aproveitando as suas API, modelos de dados partilhados e troca de dados em tempo real para uma compatibilidade perfeita.



Alinhamento dos produtos do fabricante com o Ecossistema IoT de Casas Inteligentes

Open Home Foundation

Nova Zelândia ↔ ↔ ↔ ↔

Home Assistant ↔, Google Home ↔, Apple HomeKit ↔, Tuya Home ↔, Samsung SmartThings ↔... Estas empresas não estão apenas a criar produtos; estão a desenvolver marcas de ecossistemas IoT que proporcionam conveniência, segurança e eficiência. A interligação entre as coisas significa que os utilizadores deixam de se satisfazer em aceder a um único produto/serviço, mas começam a exigir uma solução holística baseada em cenários.



Novos protocolos de conectividade de baixo consumo baseados em IP para casa inteligente

Thread Group

Estados Unidos ↔

O Wi-Fi foi outrora ineficiente para dispositivos de IoT alimentados por bateria, mas o Wi-Fi 6 introduziu funcionalidades como o Target Wake Time (TWT) para reduzir o consumo de energia. Isto permitiu novos protocolos IoT sem hardware adicional. O Thread, um protocolo mesh de baixo consumo, oferece comunicação segura e escalável. O Matter, lançado por grandes empresas tecnológicas, baseia-se no Thread e no Wi-Fi para garantir uma interoperabilidade fluida dos dispositivos inteligentes domésticos. ▶



Solução IoT para segurança em ambientes de vida e de trabalho

Netatmo

França ↔

O Detetor de Fumo Inteligente Netatmo é um detetor de fumo independente, com Wi-Fi, que oferece alertas em tempo real para o seu smartphone. Possui um sensor fotoelétrico de alto desempenho, emitindo um alarme de 85 dB quando é detetado fumo. Com uma duração de bateria de 10 anos, elimina a necessidade de substituições frequentes. O dispositivo inclui também uma função de auto-teste, monitorizando a bateria, o sensor e a ligação Wi-Fi, e notificando-o de quaisquer problemas. A instalação é simples e integra-se perfeitamente com a app Home + Security, compatível tanto com dispositivos iOS como Android.



Estrutura de desenvolvimento acelerada

Blynk Technologies Inc.

Estados Unidos ↔

A Blynk é uma plataforma IoT low-code que acelera o desenvolvimento de produtos com construtores de aplicações de arrastar e largar, gestão de dispositivos e infraestrutura cloud. Suporta prototipagem rápida, hardware multiplataforma e integração perfeita, permitindo soluções IoT rápidas e escaláveis com codificação mínima.



Sensores e dispositivos de IoT

TEKTELIC Communications

Canadá ↔

A TEKTELIC projeta e fabrica dispositivos de IoT com LoRaWAN® que convertem dados ambientais e operacionais em insights acionáveis. Os seus sensores podem monitorizar uma variedade de parâmetros, incluindo temperatura, movimento, qualidade do ar e estado dos equipamentos, tanto em ambientes interiores como exteriores.

Estes dispositivos são utilizados em aplicações como rastreio de ativos, monitorização ambiental e construção otimização de desempenho.



Exemplos



Ojmar

Espanha



Sistemas inteligentes de bloqueio IoT: A OJMAR, uma empresa com mais de 90 anos de experiência no fabrico de fechaduras para móveis, evoluiu da produção de fechaduras mecânicas duráveis para oferecer soluções eletrônicas com IoT. Inicialmente focada em vendas pontuais, agora gera receitas através de manutenção, software e análise de dados. Servindo centros desportivos 24 horas, a OJMAR aproveita a IoT para manutenção preditiva e dados de utilizadores, abraçando a servitização e a transformação digital.



Ikea

Suécia



Mobiliário integrado IoT (produto & serviço): A mesa STARKVIND da IKEA tem um filtro de ar incorporado que remove partículas de pó, alergénios e poluentes do ar envolvente, contribuindo para um ambiente mais limpo e saudável na divisão onde a mesa está localizada. Apresenta um filtro de partículas que foi otimizado para filtrar aproximadamente 99,5% das partículas no ar.



Ori Living

Estados Unidos



Apartamentos expansíveis com mobiliário robótico: Fundada por Hasier Larrea, a Ori Living facilita a transformação de espaços com o seu conjunto de ferramentas plug-and-play que capacita arquitetos e promotores a conceber ambientes de vida mais inovadores, flexíveis e desejáveis. Ori introduz um modelo de desenvolvimento dinâmico que melhor alinha as necessidades tanto dos inquilinos como dos promotores – abrindo caminho para uma vida adaptável e intuitiva. Apoiados por uma década de inovação, milhares de instalações reais e raízes na arquitetura do MIT, os sistemas robóticos proprietários da Ori oferecem uma solução de design comprovada. Dão aos arquitetos as ferramentas para criar experiências transformadoras em casa e tipologias de apartamentos que expandem o espaço, integrando-se perfeitamente com qualquer tipo de construção.



Morfeus (em colaboração com a Cosmob)

Itália



Soluções inteligentes para a qualidade do sono: A marca italiana Morfeus, em colaboração com a Cosmob, o Centro Tecnológico do setor da Madeira e Mobiliário, desenvolveu um colchão inovador integrado com sensores avançados para monitorizar parâmetros-chave que influenciam a qualidade do sono. Especificamente, sensores incorporados no colchão acompanham a temperatura, humidade e fases do sono, enquanto sensores externos ligados ao sistema medem fatores ambientais no quarto, como temperatura, humidade, qualidade do ar, brilho e ruído. Todos os dados recolhidos são analisados e comunicados ao utilizador através de uma aplicação dedicada para smartphone, que fornece conselhos e sugestões personalizadas para ajudar a melhorar a qualidade do sono.



Autonomous

Estados Unidos



Secretária autónoma alimentada por IA: A Autonomous Desk permite ajustes automáticos de altura para promover hábitos de trabalho mais saudáveis. Durante um período inicial de calibração, o utilizador define manualmente as alturas preferidas para sentar e estar em pé. A secretária regista estes dados para estabelecer padrões de movimento personalizados.

Uma vez configurada, a secretária alterna entre posições sentada e de pé com base no comportamento aprendido do utilizador, visando reduzir o tempo sedentário ao longo do dia de trabalho. Ao detetar a presença do utilizador de manhã, ajusta-se automaticamente à altura pré-definida de pé. Se for detetado estar sentado durante muito tempo, o sistema emite um aviso a incentivar o utilizador a levantar-se. A variação regular da postura pode contribuir para uma melhor ergonomia e resultados de saúde a longo prazo.



Eight Sleep

Estados Unidos



Colchão inteligente com sensores por IA e tecnologias de monitorização de saúde: O EightSleep Pod utiliza sensores IoT e com IA para fornecer monitorização de saúde em tempo real, alertas preditivos de doenças e controlos adaptativos de temperatura e elevação, destacando-se pela otimização imersiva do sono, monitorização ligada ao smartphone e ajustes automáticos para descanso personalizado, algo impossível com produtos tradicionais.

1 2

1



2



3



4



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade económica: **Média-Alta**

IA generativa para design personalizado e Prototipagem rápida



Descrição

Os modelos de fundação para geração de imagens representam uma categoria avançada dentro do campo da inteligência artificial generativa. São o resultado da evolução das redes neuronais profundas (Deep Learning) e das técnicas de aprendizagem automática focadas na geração visual. Esta tecnologia permite aos utilizadores otimizar e acelerar processos criativos, proporcionando resultados de alta qualidade. No setor do mobiliário, tem o potencial de se tornar um assistente criativo inteligente para designers, arquitetos de interiores e outras funções envolvidas na criação e personalização de produtos. ¹

As origens da geração de imagens baseada em IA encontram-se em avanços-chave da última década. Começou em 2014 com a introdução das Redes Generativas Adversariais (GAN) por Ian Goodfellow, seguidas por modelos como StyleGAN, BigGAN e modelos de difusão, capazes de gerar faces, imagens e vídeos realistas a partir de entradas como texto, esboços, áudio ou dados estruturados.

Um ponto de viragem chegou em 2021 com a DALLÉ 1, o primeiro modelo generativo multimodal da OpenAI a alcançar resultados viáveis na transformação de texto em imagem. Isto marcou a consolidação de uma tecnologia que durante anos produziu resultados limitados, expandindo significativamente as possibilidades de design, comunicação e ideação espacial.

Em 2022, a tecnologia tornou-se mais acessível com o lançamento do DALLÉ 2, que oferece melhor qualidade de saída, juntamente com outros modelos como Imagen (Google), Stable Diffusion (open source) e Midjourney. Ao longo de 2022 e 2023, surgiram novas técnicas, como LoRA (Low-Rank Adaptation), que permite treino eficiente, e ferramentas como ControlNet, img2img e inpainting/outpainting, que permitem um maior controlo sobre a composição, detalhe e expansão da tela. Plataformas como o ComfyUI também oferecem ambientes visuais para trabalhar com fluxos de trabalho complexos em modelos como o Stable Diffusion ou o Flux. ²

O principal motor por detrás do boom destas ferramentas não é apenas a tecnologia em si. Graças a ferramentas acessíveis e moderadamente complexas, os utilizadores têm agora acesso a capacidades que antes estavam limitadas a contextos de investigação. Para além de alargar a oferta, novas ferramentas e técnicas estão a dar origem a uma comunidade de utilizadores que

experimentam, adaptam e personalizam modelos para casos de uso específicos.

Já existem várias soluções comerciais baseadas nestes modelos, desde plataformas visuais que exploram novos modelos de negócio através desta tecnologia – como Freepik ou Krea AI – até integrações em ferramentas padrão da indústria como Autodesk Revit (com Veras) ou SketchUp (com SketchUp Diffusion). Isto permite às empresas aproveitar o potencial da IA generativa sem perturbar os seus fluxos de trabalho, facilitando a adoção e reduzindo a curva de aprendizagem. ³

A IA de imagem generativa oferece à indústria do mobiliário uma nova forma de explorar e visualizar conceitos nas fases iniciais do processo criativo. Desde a geração de moodboards e protótipos até à simulação de materiais, permite iterações rápidas em múltiplas alternativas, reduzindo tempo e custos operacionais.

Além disso, os modelos generativos multimodais impulsionam o que se conhece como Criatividade Aumentada: uma colaboração fluida entre designer e inteligência artificial. Enquanto a IA sugere variantes visuais, ideias inesperadas ou ajustes específicos, o profissional mantém-se focado na tomada de decisões estratégicas.

As secções seguintes irão aprofundar as aplicações e o impacto desta tecnologia no setor do mobiliário, onde é posicionada como uma ferramenta de elevado valor acrescentado que aumenta a eficiência operacional, promove a inovação criativa e apoia a tomada de decisões estratégicas ao longo do processo de design e prototipagem de produtos.



Aplicação

No setor do mobiliário, a IA generativa ajuda a simplificar tarefas-chave no processo de design e prototipagem de produtos, como gerar variantes visuais, rever protótipos ou criar documentação visual. Isto melhora a eficiência operacional e apoia a tomada de decisões tanto criativas como técnicas. ⁴

Moodboards automatizados para conceitos de Design

Estas ferramentas permitem que as equipas de design e produto das empresas de mobiliário gerem automaticamente moodboards a partir de descrições textuais ou referências visuais. Facilitam a síntese de tendências estéticas, paletas de cores e combinações de materiais (como madeira, têxteis, metais ou acabamentos) em composições visuais coerentes, permitindo às equipas explorar tendências emergentes do mercado em tem-

IA generativa para design personalizado e prototipagem rápida

po real. Contribuem também para a identificação precoce de restrições técnicas ou preferências dos clientes, melhorando a coordenação entre design, produção e vendas. Não só otimiza a rentabilidade em termos de custos e tempo, como também acelera a tomada de decisões criativas, levando a resultados mais alinhados com as expectativas dos clientes. **5**

Propostas visuais durante a prototipagem de produtos

Desde a geração inicial dos esboços digitais até às visualizações finais, estas ferramentas fornecem suporte visual contínuo ao longo do design e prototipagem de novas soluções de mobiliário. Os designers podem gerar automaticamente múltiplas variantes de produto a partir de um único conceito inicial, entrada de texto e/ou imagem, facilitando a negociação e validação de soluções com clientes e departamentos comerciais ou técnicos. Esta aplicação fortalece a colaboração entre departamentos, permitindo uma comunicação clara e eficaz através de visualizações concretas e realistas dos produtos.

Seleção de materiais e acabamento com base em critérios específicos

A capacidade dos modelos generativos de simular com precisão uma vasta gama de materiais e acabamentos oferece uma vantagem significativa aos designers de produtos, permitindo-lhes trabalhar de acordo com critérios técnicos, funcionais e ambientais. Estas ferramentas permitem uma visualização imediata de como diferentes materiais podem ser aplicados a um único design de mobiliário digital. Além disso, estas visualizações podem ser enriquecidas com dados relevantes sobre variáveis como pegada de carbono, desempenho técnico ou reciclabilidade. Isto apoia a tomada de decisões informadas e permite a criação de propostas que não são apenas esteticamente apelativas, mas também cumprem os critérios de sustentabilidade, funcionalidade e viabilidade de fabrico.

Experiências virtuais imersivas para validação de protótipos

A combinação de IA generativa com tecnologias de visualização imersiva – como realidade virtual e aumentada – representa uma área emergente de aplicação com elevado potencial para o setor do mobiliário. A criação de ambientes virtuais imersivos permite a visualização de protótipos em contexto e possibilita ajustes em tempo real a acabamentos ou layouts espaciais. Isto facilita decisões técnicas e estéticas ágeis e bem informadas. Os protótipos virtuais otimizam o tempo e o custo associados à criação física do modelo e melhoram significativamente as capacidades de comunicação e negociação com clientes e equipas de fabrico. **6**

Automação da documentação visual técnica

Tarefas repetitivas envolvidas na preparação de fichas técnicas visuais, planos detalhados e renderizações finais podem ser automatizadas usando ferramentas generativas. Isto permite aos designers focar-se em tarefas criativas de maior valor, como o desenvolvimento visual de novas soluções, a exploração de estilos ou a personalização de propostas de clientes. A automação não só melhora a consistência visual e acelera a produção de documentação gráfica, como também expande a capacidade da equipa para gerar ativos visuais que enriquecem o projeto e acrescentam diferenciação em todas as fases do processo de design.



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

A utilização de ferramentas de IA generativa como o Krea ou o VIZCOM tem um baixo custo e permite que as equipas comecem a trabalhar com protótipos visuais sem grandes barreiras. O nível de dificuldade aumenta com desenvolvimentos personalizados e ambientes mais especializados como o Stable Diffusion, que exigem maior investimento técnico e financeiro. Além disso, integrar estas ferramentas em fluxos de trabalho existentes coloca desafios dentro das organizações. É, por isso, essencial promover a transformação organizacional que reduza a resistência à mudança, forme equipas em como usar estas ferramentas e como formular prompts eficazes e incentive a experimentação criativa.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

O investimento necessário depende do tipo de solução: usar ferramentas existentes implica um custo baixo, enquanto o desenvolvimento personalizado exige um investimento inicial mais elevado. No entanto, o retorno do investimento (ROI) pode ser significativo graças a processos criativos acelerados e à menor necessidade de protótipos de mobiliário físico, o que reduz o investimento em tempo e materiais. Existem opções flexíveis – desde soluções internas a serviços externos – que permitem adaptar os gastos ao nível de maturidade digital e capacidades internas de cada empresa.

■ Fatores humanos

A integração da IA generativa em fluxos de trabalho criativos abre novas oportunidades para os profissionais se focarem em tarefas de maior valor. Estas ferramentas automatizam trabalhos repetitivos, como gerar variantes visuais ou produzir documentação gráfica, libertando tempo para que os designers explorem soluções inovadoras, experimentem estilos emergentes ou

adaptem propostas a contextos específicos. Também permitem um diálogo fluido entre designer e máquina, onde a IA atua como cocriadora: sugere, ajusta e visualiza, enquanto o humano toma decisões estratégicas, seleciona as melhores opções e as refina com julgamento. Esta abordagem colaborativa não só melhora a produtividade, como também melhora a criatividade aplicada e a qualidade global do resultado final.

No entanto, vários desafios devem ser enfrentados para integrar esta tecnologia de forma eficaz. Em primeiro lugar, as organizações devem fomentar uma mudança cultural que posicione a IA como um copiloto de confiança, e não como um concorrente.

Isto inclui formação estruturada em engenharia de prompts, interpretação crítica de conteúdos gerados e o desenvolvimento de literacia visual para avaliar resultados assistidos por IA.

Igualmente importante é abordar as implicações éticas: garantir transparência sobre as capacidades e limitações do modelo, clarificar a autoria dos ativos gerados por IA e documentar a origem e utilização dos dados de treino.

Podem também surgir novos cargos, como "Estratega de Design de IA" ou "Curador de Prompts", exigindo conjuntos de competências híbridas que combinem direção criativa com literacia em IA.

Por fim, a comunicação aberta entre as equipas de RH, design e TI é fundamental para criar um processo de adoção seguro e envolvente, onde o feedback, a experimentação e a aprendizagem contínua são incentivados.

Uma implementação responsável e centrada no ser humano garante que a IA realça – e não substitua – o profissional criativo, reforçando a sua relevância e impacto dentro de um processo de design digitalmente transformado.

■ Fatores ambientais

Quando aplicada ao mobiliário e ao design de interiores, a IA generativa pode reduzir significativamente o impacto ambiental dos processos criativos e de produção. Validar digitalmente conceitos, protótipos e materiais antes da produção reduz o desperdício causado por erros ou testes desnecessários e evita a criação de resíduos físicos. Estas tecnologias também permitem a simulação de cenários de utilização, a avaliação precoce da viabili-

dade sustentável do design e a otimização dos processos de produção para reduzir o consumo de energia. Além disso, abrem novas vias para integrar princípios da economia circular, como modularidade, reparabilidade e reciclabilidade.

No entanto, certos impactos ambientais devem ser monitorizados. Segundo várias fontes, o treino de modelos avançados pode gerar mais de 500 toneladas de CO₂, e os centros de dados consomem grandes volumes de recursos – até 216 milhões de litros de água por semana para arrefecimento. Além disso, a rápida obsolescência do hardware poderá levar a cerca de 5 milhões de toneladas de resíduos eletrónicos até 2030.

Para além do consumo de eletricidade e água, o hardware em si – principalmente GPU e chips de IA especializados – é intensivo em recursos para fabricar. Estes dispositivos contêm elementos de terras raras e metais preciosos, como cobalto, ouro e neodímio, contribuindo para a degradação ambiental e para preocupações com os direitos humanos associadas à mineração. A atualização frequente do hardware para acomodar modelos maiores agrava os resíduos eletrónicos (e-waste) e reduz os ciclos de vida dos equipamentos.

Neste sentido, as ferramentas baseadas em IA podem apoiar o cumprimento do Regulamento Ecodesign (UE 2024/1781), que promove a criação de produtos duradouros e sustentáveis. Da mesma forma, a adoção de energia renovável em empresas que utilizam IA – incentivada pela Diretiva (UE) 2018/2001 – pode reforçar ainda mais os benefícios ambientais destas soluções. Além disso, a Lei da IA, em vigor desde agosto de 2024, exige que o impacto ambiental da IA seja avaliado, promovendo uma adoção mais responsável e transparente. Para implementar estas tecnologias de forma ambientalmente coerente, recomenda-se selecionar ferramentas com menor procura energética, adaptar a sua utilização às necessidades reais e estabelecer métricas internas para monitorizar o impacto ecológico ao longo do tempo.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

No setor do mobiliário, a IA generativa pode suportar a conformidade com a marcação CE através de simulações digitais que verificam a conformidade antes da produção – especialmente em produtos sujeitos a regulamentação, como mobiliário infantil ou artigos com componentes elétricos. Também permite a geração de dados precisos para as Declarações Ambientais de Produtos (EPD), otimiza a seleção de materiais e estima a pegada de carbono, ajudando as empresas a cumprir normas como a ISO 14025 e a cumprir os requisitos de certificação ambiental dos concursos públicos e dos mercados internacionais.

5



6



IA generativa para design personalizado e prototipagem rápida



Soluções



4o Image Generation

OpenAI

Estados Unidos ↔

O modelo 4o da OpenAI permite a geração de imagens altamente realistas a partir de prompts de texto, esboços ou fotografias de referência. Melhora os fluxos de trabalho criativos ao permitir que os designers visualizem rapidamente conceitos e explorem alternativas de design sem renderização ou prototipagem 3D tradicionais, acelerando significativamente o desenvolvimento de ideias em fases iniciais em áreas como o design de mobiliário e produto.



Midjourney Image Generator

Midjourney

Estados Unidos ↔

O Midjourney é um gerador de texto para imagem conhecido por produzir visuais estilizados e artísticos a partir de simples entradas de texto. É amplamente utilizado por designers e criativos para visualizar rapidamente moodboards, ambientes de design e conceitos estéticos, tornando-se uma ferramenta eficiente para brainstorming e visualização inicial em indústrias criativas como mobiliário e design industrial.



Plataforma Generativa Krea.ai

Krea.ai

Estados Unidos ↔

A Krea.ai oferece uma plataforma de design generativo que transforma esboços, fotografias ou texto em imagens refinadas e de alta qualidade. Adaptada para profissionais criativos, a ferramenta suporta uma rápida ideação visual e geração de variantes, permitindo aos designers testar múltiplas ideias de design de mobiliário em tempo real, promovendo a inovação sem recorrer a processos manuais de renderização.



Ferramenta de renderização Alimentada por IA

Rendair

Espanha ↔

A Rendair fornece soluções de renderização impulsionadas por IA que convertem esboços, fotografias e plantas em conteúdo visual de alta qualidade. Acelera o desenvolvimento de produtos e o planeamento de espaços, oferecendo alternativas de prototipagem rápida e económicas para profissionais de mobiliário e design de interiores



Ferramenta de prototipagem

Vizcom baseada em IA

Vizcom

Estados Unidos ↔

A VIZCOM é uma ferramenta alimentada por IA, concebida para prototipagem de produtos através da geração de imagens em tempo real. Ao converter esboços ou texto em representações visuais detalhadas, permite aos designers iterar rapidamente sobre formas e funcionalidades do produto. Especialmente útil no design industrial e de mobiliário, a VIZCOM faz a ponte entre a ideação inicial e a visualização conceitual refinada.



Stable Diffusion

Stability AI

Reino Unido ↔

A Stable Diffusion é um modelo de geração de imagens de código aberto que transforma texto ou imagens em visuais fotorrealistas. A sua flexibilidade e controlo tornam-no ideal para prototipagem personalizada de mobiliário ou produto, permitindo aos designers iterar estilos, materiais e formas sem ferramentas de renderização dispendiosas ou maquetes físicas, aumentando a experimentação criativa e a velocidade



Gerador de mobiliário

OpenArt AI

Estados Unidos ↔

O OpenArt AI Furniture Generator cria imagens realistas de mobiliário a partir de prompts de texto, fotografias ou esboços. Ajuda designers e fabricantes a visualizar rapidamente os produtos, reduzindo os custos de prototipagem e acelerando o processo criativo no design de mobiliário, permitindo uma exploração rápida de conceitos sem amostras físicas.



Plataforma Visualize AI

Visualize AI

Índia ↔

A Visualize AI oferece uma plataforma intuitiva para gerar renderizações detalhadas de produtos e espaços a partir de esboços, fotografias ou plantas. Apoia os designers de mobiliário e interiores ao simplificar a prototipagem e acelerar a criação de conteúdos visuais, melhorando a tomada de decisões e a comunicação com clientes e partes interessadas.

**Plataforma de renderização espacial de IA***Spacely AI**Tailândia* ↔

A Spacely AI especializa-se em gerar renderizações fotorrealistas de espaços habitacionais a partir de imagens ou texto, ajudando os designers a visualizar layouts e disposições de mobiliário. A sua abordagem orientada por IA reduz a dependência dos métodos tradicionais de renderização, poupando tempo e custos em projetos de design de interiores e arquitetura.

**Agente de IA para o Design***Oda AI**Estados Unidos* ↔

O Oda AI Agent utiliza inteligência artificial para criar visualizações detalhadas de produtos e espaços a partir de várias entradas, incluindo esboços e texto. Enriquece o setor do mobiliário e dos espaços habitacionais ao simplificar os processos de prototipagem e permitir uma rápida iteração dos conceitos de design.

**Plataforma de geração de conteúdo visual***Presti AI**Estados Unidos* ↔

A Presti AI permite a geração de renderizações realistas de mobiliário e espaço a partir de texto ou imagens, ajudando os designers a criar protótipos e visualizar rapidamente. A sua plataforma melhora os fluxos de trabalho criativos ao reduzir a necessidade de amostras físicas e renderização tradicional, aumentando a eficiência nos projetos de design.

**Aplicação de renderização por IA***Fermat**Espanha* ↔

A aplicação de Fermat, alimentada por IA, produz renderizações fotorrealistas de produtos e espaços a partir de esboços, fotografias ou descrições textuais. Focado nos mercados de mobiliário e design de interiores, ajuda a reduzir o tempo e os custos de prototipagem, ao mesmo tempo que facilita a visualização rápida dos conceitos.

**Ferramenta de Redesign de interiores consciente do contexto***Interior AI**Estados Unidos* ↔

A Interior AI oferece uma plataforma impulsionada por IA que redesenha espaços interiores sugerindo mobiliário, estilos e layouts com base no contexto existente. Permite aos utilizadores explorar múltiplos cenários de mobiliário instantaneamente, aumentando a criatividade e a tomada de decisões em projetos de design de interiores.

**Assistente de Design de interiores com IA***RoomGPT**Estados Unidos* ↔

O RoomGPT utiliza IA para gerar várias alternativas de design de interiores com base em fotos dos utilizadores, propondo novos layouts e estilos de mobiliário. Esta ferramenta rápida e fácil ajuda proprietários e profissionais a visualizar diferentes opções de mobiliário sem esforços manuais de remodelação.

**Plataforma de Redesign de interiores alimentada por IA***REImagine Home**Canadá* ↔

A REImagine Home utiliza a IA para oferecer soluções de redesign de interiores conscientes do contexto. Sugere mobiliário, disposições e estilos adaptados ao espaço do utilizador, permitindo uma exploração rápida de múltiplos cenários de mobiliário e apoiando decisões de design informadas com esforço mínimo.

**Ferramenta de seleção de materiais e acabamentos por IA***Polaron AI**Reino Unido* ↔

A Polaron AI é especializada na seleção de materiais e acabamentos orientada por IA, otimizando escolhas com base em critérios estéticos, técnicos e ambientais. Complementa as ferramentas de design de interiores ao ajudar os profissionais a selecionar os melhores materiais para mobiliário e espaços, melhorando a sustentabilidade e a qualidade do design.

IA generativa para design personalizado e prototipagem rápida



Exemplos



Kartell

Itália



Uma coleção de mobiliário desenhada pela equipa da Kartell em colaboração com IA generativa, explorando novas formas estéticas e funcionais através da cocriação homem-máquina no design de produtos.



Studio Snoop

Austrália



Um estúdio de design que apresenta Tilly Talbot, uma designer virtual alimentada por IA generativa. Tilly colabora com a equipa humana para criar novas peças de mobiliário, incluindo bancos surreais que foram fabricados e exibidos em 2023 como exemplo de cocriação entre IA e designers.



StageInHome

Espanha



Uma plataforma baseada em inteligência artificial generativa que transforma imagens reais de espaços vazios em propostas decoradas em vários estilos. Gera automaticamente tanto o mobiliário como o ambiente, proporcionando visualizações realistas que permitem aos utilizadores explorar múltiplas alternativas de design em segundos. Ideal para experimentar layouts, estilos e acabamentos sem necessidade de renderizações manuais.



Juliettes Interiors

Reino Unido



Uma empresa que deu vida ao pedido verbal de um cliente através de um processo colaborativo que começou com conceitos gerados por IA. Estes foram desenvolvidos em desenhos técnicos e depois fabricados por artesãos qualificados, resultando num serviço de jantar personalizado que equilibrava inovação com design prático e artesanato de alta qualidade.



Meridiani

Itália



Uma plataforma de IA generativa em desenvolvimento para design de interiores. A ferramenta cria visuais personalizados das salas em tempo real, ajudando designers e clientes a acelerar e a tornar as fases iniciais do projeto mais simples, mantendo um forte foco na personalização, criatividade e experiência do utilizador.



HC28 Cosmo

China



A poltrona TWISTY MINI de Roderick Vos para HC28 COSMO foi inspirada em imagens conceptuais geradas por IA. A sua forma contínua em loop surgiu da interpretação de visuais generativos para design físico. Esta peça escultórica exemplifica o diálogo entre inteligência artificial e criatividade humana, traduzindo uma estética abstrata e algorítmica num objeto de mobiliário divertido e ergonómico.



Paola Lenti

Itália



A coleção "Alma" de Paola Lenti, de 2025, foi cocriada com Francisco Gomez Paz utilizando algoritmos generativos. A IA otimiza estruturas leves em aço inoxidável fabricadas pela CNC, permitindo tamanhos personalizados ilimitados e assentos sustentáveis sem acolchoamento, demonstrando personalização em escala industrial, ciclos de prototipagem mais curtos e redução do desperdício de materiais e energia.



13

1



2



3



4



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade económica: **Média-Alta**

Sistemas de gestão do conhecimento impulsionados por IA



Descrição

Os modelos Foundation representam uma das inovações mais significativas em inteligência artificial nas últimas décadas. Antes do seu surgimento, desenvolver soluções de IA para processar textos ou conteúdos complexos exigia treino de modelos do zero – um processo dispendioso e demorado. Graças à sua versatilidade e adaptabilidade, os modelos fundamentais (como GPT, PaLM, Claude) permitem às empresas alcançar resultados tangíveis com um investimento inicial inferior ao exigido para desenvolvimentos convencionais de IA. Isto facilita a exploração de casos de uso reais sem necessidade de recursos iniciais substanciais.

Os Grandes Modelos de Linguagem (LLM), em particular, tornaram-se uma tecnologia fundamental no panorama dos modelos de fundação. Treinados em volumes massivos de texto, estes modelos são capazes de compreender, processar e gerar texto semelhante ao humano, gerando conteúdo coerente e adaptando-se a uma vasta gama de contextos. Quando combinadas com outras técnicas de IA, estas soluções permitem uma interação rápida, conversacional e precisa com a documentação corporativa – independentemente do formato em que está armazenada – e estão a transformar a forma como as organizações gerem, questionam e partilham conhecimento interno. ¹

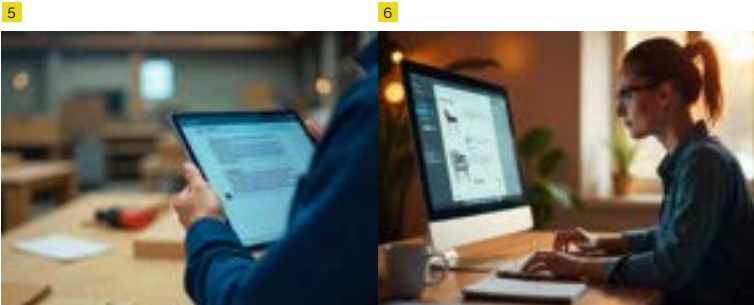
A adoção desta tecnologia no setor do mobiliário e habitats proporciona uma ferramenta estratégica para otimizar a gestão documental, a formação interna e a conformidade regulatória. Os LLM permitem extrair informações-chave de manuais, normas, fichas técnicas e qualquer outra documentação, tornando o conhecimento organizacional mais acessível e contextualizado. Isto não só reduz o tempo gasto à procura de informação, como também melhora a precisão da tomada de decisões e apoia a continuidade operacional entre equipas. ²

Uma das formas mais poderosas de aplicar esta tecnologia é através dos chamados assistentes de conhecimento: sistemas conversacionais que se ligam a fontes internas de informação (bases de dados, documentos técnicos, intranets ou plataformas cloud) e devolvem respostas específicas adaptadas ao contexto do utilizador. Estes assistentes permitem aos utilizadores consultar procedimentos, regulamentos de fabrico ou especificações técnicas do produto sem verificar manualmente cada fonte de informação. O resultado é uma experiência fluida e natural que facilita a adoção em todos os níveis da organização, desde os trabalhadores do chão de fábrica até aos gestores de qualidade ou desenvolvimento de produto.

Estas soluções são construídas sobre infraestruturas escaláveis que utilizam API e serviços cloud, tornando-as fáceis de integrar com sistemas existentes e adaptáveis ao tamanho e maturidade digital de cada empresa. São também concebidos com uma abordagem humana no ciclo, onde os utilizadores interagem com, validam e ajustam as saídas do sistema. Isto não só aumenta a precisão e fiabilidade das respostas, como também garante que a solução se mantenha alinhada com as necessidades reais da equipa – mantendo um equilíbrio entre automação e supervisão humana. ³

As aplicações no setor do mobiliário são amplas e concretas: análise documental para processos de conceção ou produção, apoio à conformidade regulatória em certificações de produtos, assistência interna em fluxos de trabalho de garantia de qualidade ou até apoio técnico automatizado para clientes e distribuidores. Num ambiente onde a informação é abundante, mas fragmentada, esta tecnologia posiciona-se como um aliado-chave para tornar o conhecimento corporativo mais acessível, estruturado e útil.

Como veremos nas secções seguintes, o impacto desta tecnologia vai além da automação: reside na sua capacidade de promover uma cultura organizacional mais conectada, eficiente e centrada no conhecimento.



Sistemas de gestão do conhecimento impulsionados por IA



Aplicação

A IA generativa aplicada à gestão do conhecimento no setor do mobiliário permite às empresas organizar, consultar e extrair rapidamente informações de documentação empresarial complexa – como procedimentos internos, manuais, protocolos de gestão de qualidade ou detalhes sobre concursos públicos – simplificando o trabalho de vários cargos entre departamentos. ⁴

Acesso inteligente e organização do conhecimento corporativo

A IA generativa atua como uma ponte entre departamentos como design, engenharia, produção e vendas, facilitando o acesso à documentação chave: procedimentos internos, manuais técnicos, instruções de montagem e muito mais. Isto melhora a transferência de conhecimento entre equipas e acelera a integração, especialmente valioso para empresas de mobiliário com processos complexos ou elevada rotatividade de pessoal. Também capacita perfis administrativos ou de gestão a recuperar informação sem depender de pessoal técnico. ⁵

Assistente de IA para sistemas de gestão da qualidade

Integrado em plataformas de qualidade, o assistente pode ajudar a consultar protocolos, aceder a documentação técnica, localizar incidentes semelhantes ou recuperar registos de não conformidade. Os gestores de qualidade e os técnicos de fábrica podem assim otimizar a gestão documental, reduzir erros e simplificar os processos de inspeção, auditoria e melhoria contínua.

Análise automatizada de concursos e contratos

Os assistentes baseados em IA generativa podem extrair e resumir informações-chave de concursos públicos ou contratos complexos – orçamentos, prazos, requisitos técnicos ou cláusulas regulatórias. Esta funcionalidade é particularmente útil para funções como gestores de aquisições, diretores comerciais ou funcionários técnicos, que precisam de avaliar rapidamente a viabilidade de uma proposta sem rever manualmente documentos extensos. ⁶

Análise da documentação de Responsabilidade Social Corporativa (RSC)

Os sistemas de gestão do conhecimento em IA podem identificar automaticamente informações relevantes em documentos de sustentabilidade ou regulatórios ambientais e sociais. Auxiliam os departamentos de qualidade, sustentabilidade ou conformidade na análise de indicadores-chave relacionados com materiais, condições de trabalho, emissões, práticas de economia circular e muito mais. Isto facilita os relatórios e ajuda a cumprir os requisitos do cliente ou da certificação.



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

O nível de dificuldade depende da forma como a tecnologia é utilizada, variando desde consultas simples com o ChatGPT, que requerem pouca especialização técnica, até desenvolvimentos avançados envolvendo sistemas multi-agente, integração com outras tecnologias e prompts afinados. Integrações profundas com sistemas como ERP ou CAD aumentam tanto a complexidade como o custo, e a adoção também requer uma mudança cultural, incluindo formação de equipas e validação humana no ciclo. Para garantir uma utilização segura e eficaz, as empresas devem considerar medidas de governação de dados, como controlo de acessos, anonimização e encriptação, e adaptar os modelos ao vocabulário específico, fluxos de trabalho e normas de conformidade da indústria do mobiliário através de ajustes finos, embeddings personalizados ou documentação interna.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

A utilização de soluções de mercado existentes, que se ligam facilmente a outras ferramentas digitais através de sistemas de integração padrão, oferece um ponto de entrada acessível com baixos custos iniciais. O investimento aumenta quando é necessário um grau mais elevado de personalização ou integração com sistemas internos. Em troca, estas ferramentas reduzem significativamente o tempo e os recursos gastos em tarefas manuais, melhoram a tomada de decisões e aumentam a eficiência operacional. Além disso, o sistema é escalável e adaptável ao crescimento organizacional e às necessidades específicas do negócio.

■ Fatores humanos

A adoção de assistentes de conhecimento e ferramentas de IA generativa transforma a forma como as equipas acedem, gerem e consultam informação interna. Ao automatizar tarefas repetitivas – como pesquisa manual de documentos, interpretação de regulamentos ou revisão de procedimentos – estas soluções libertam tempo para que os profissionais se concentrem em atividades de maior valor: melhoria contínua, análise de processos, resolução de problemas complexos e tomada de decisões estratégicas. Esta redistribuição do tempo apoia uma cultura mais eficiente e colaborativa, onde os indivíduos atuam como supervisores, intérpretes e amplificadores do conhecimento organizacional. Passam de "recuperadores de informação" para "curadores do conhecimento", desempenhando um papel

fundamental na melhoria da qualidade dos dados e da prontidão para a decisão.

Além disso, ao simplificar o acesso a regulamentos, manuais e procedimentos complexos através da interação em linguagem natural, estas ferramentas aumentam a acessibilidade cognitiva e ajudam a integrar perfis não técnicos nos processos de gestão-chave.

Isto é particularmente valioso para a integração de novos colaboradores ou para envolver perfis de departamentos de RH, jurídico ou sustentabilidade em questões técnicas.

Embora estas ferramentas sejam concebidas para serem intuitivas, a adoção eficaz requer programas estruturados de integração e workshops práticos adaptados a diferentes papéis.

As equipas devem estar equipadas com literacia rápida, técnicas de formulação de consultas específicas por domínio e a capacidade de avaliar criticamente conteúdos gerados por IA.

Fomentar estas competências não só melhora a qualidade das interações com o sistema, como também fortalece a autonomia do utilizador, a maturidade digital e a colaboração interfuncional.

Incorporar com sucesso a IA generativa nos fluxos de trabalho do conhecimento requer uma mudança cultural – promovida pela liderança e pelos RH – rumo à aprendizagem contínua, confiança na cocriação humano-IA e alinhamento com os objetivos organizacionais.

Defensores dedicados à IA, redes de aprendizagem entre pares e comunicação transparente sobre capacidades e limitações apoiam ainda mais a adoção.

■ Fatores ambientais

Os assistentes de conhecimento baseados em IA contribuem para uma gestão documental mais sustentável ao reduzir a necessidade de imprimir manuais, relatórios ou fichas técnicas. A consulta digital elimina o uso de papel, materiais de encadernação e suportes físicos como pastas, discos externos ou pen USB. Centralizar a informação em ambientes digitais também reduz a dependência de impressoras e armazenamento físico, reduzindo o consumo de energia e a pegada ambiental em ambientes de escritório e industriais. Atualizações de conteúdo em tempo real, controlo de versões e a evitação de documentos desatualizados melhoram a rastreabilidade e otimizam o uso de recursos digitais.

Estas soluções também reduzem a duplicação de esforços e materiais ao facilitar o acesso a normas, procedimentos ou relatórios internos existentes – poupando tempo e recursos na criação de documentos. No entanto, é importante considerar que executar modelos de IA também aumenta o consumo de energia, tanto

devido aos processos de treino como ao uso contínuo de infraestruturas digitais.

A fase de formação destes assistentes é um dos aspectos mais onerosos para o ambiente. Treinar um grande modelo de linguagem (LLM) como o GPT-4 envolve milhares de milhões de parâmetros e petabytes de dados textuais, exigindo milhões de horas de GPU em ambientes de computação de alto desempenho (HPC). Este processo consome grandes quantidades de eletricidade e água e produz emissões significativas de carbono, especialmente quando alimentado por redes energéticas dominadas por combustíveis fósseis.

O hardware necessário para treinar e executar estes modelos – como GPU, TPU e servidores de suporte – é também uma fonte importante de impacto ambiental, porque estes componentes dependem de elementos de terras raras e silício de alta pureza. Além disso, o ritmo da inovação no hardware de IA leva a ciclos de atualização curtos, agravando os problemas de extração e eliminação de recursos (e-waste).

Uma vez implementados, os assistentes de IA requerem recursos computacionais substanciais para servir as consultas dos utilizadores em tempo real. Estes sistemas são normalmente alojados em plataformas cloud e centros de dados, que contribuem para a crescente procura de eletricidade e o impacto ambiental do setor digital. Além disso, os assistentes de IA dependem do armazenamento, recuperação e integração de dados em vastas bases de conhecimento, aumentando ainda mais a procura por infraestruturas digitais.

Ainda assim, os benefícios em termos de eficiência, digitalização e redução da dependência dos suportes físicos ajudam a compensar parte deste impacto, especialmente quando se seguem as melhores práticas e as organizações avançam para ambientes tecnológicos energeticamente eficientes.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

As soluções baseadas em IA generativa devem cumprir o Regulamento Geral sobre Proteção de Dados (RGPD) e podem apoiar a implementação de normas como a ISO 9001 (Sistemas de Gestão da Qualidade), ISO 14001 (Gestão Ambiental) e ISO 26000 (Responsabilidade Social). Promovem uma gestão do conhecimento mais eficiente, segura e rastreável, garantindo controlo de acessos, transparência e alinhamento com os valores corporativos e os sistemas de gestão adotados no setor.

Sistemas de gestão do conhecimento impulsionados por IA



Soluções



Briefing de Licitação – Sistema de Gestão de Concursos

Sciling

Espanha ↔

O Bidbrief (Briefing de Licitação) é uma solução desenvolvida pela Sciling que utiliza agentes de IA para analisar especificações de propostas e documentação técnica. Esta ferramenta pode apoiar as empresas industriais a acelerar a tomada de decisões sobre a participação em concursos ou outros processos de aquisição pública e financiamento.



Inteligência Documental

SambaNova

Estados Unidos ↔

O SambaNova Document Intelligence utiliza IA generativa e convencional para fornecer acesso conversacional a documentos técnicos e operacionais. Ajuda as empresas de mobiliário a analisar, classificar e consultar regulamentos, manuais e faturas, automatizando fluxos de trabalho de documentos e apoiando a equipa técnica no local para melhorar a conformidade e reduzir o tempo de consulta.



Intelligent Document Processing (IDP)

Appian

Estados Unidos ↔

O Processamento Inteligente de Documentos de Appian combina tecnologias de IA para automatizar a extração, classificação e consulta de documentação técnica como SOP, manuais e folhas de dados. A sua integração com os sistemas empresariais aumenta a eficiência operacional, permitindo um suporte interno mais rápido e garantindo a conformidade regulamentar na indústria do mobiliário.



Pesquisa de Conhecimento e Insights por IA

Mindbreeze

Áustria ↔

A Mindbreeze fornece insights de pesquisa e conhecimento baseados em IA, permitindo às empresas aceder e analisar documentos técnicos, regulamentos e procedimentos. Os seus assistentes conversacionais melhoram a recuperação interna de conhecimento, apoiando processos de integração e conformidade no fabrico de móveis e indústrias relacionadas.



Squint.ai Copilot

Squint.ai

Estados Unidos ↔

Squint.ai Copilot utiliza uma combinação de IA generativa e tradicional para oferecer interação conversacional com documentos técnicos e operacionais. Permite a rápida recuperação e validação de dados para fluxos de trabalho do setor do mobiliário, automatizando a análise de documentos e prestando assistência no local aos colaboradores, melhorando assim a conformidade e reduzindo a carga de trabalho manual.



Eddy (Gestão do Conhecimento Potenciada por IA)

Document360

Reino Unido ↔

Eddy da Document360 aplica IA generativa e assistentes conversacionais para melhorar o acesso ao conhecimento interno. Permite uma consulta rápida de documentos técnicos, regulamentos e procedimentos, apoiando a integração, resolução de problemas e conformidade nos setores de mobiliário e fabrico, melhorando assim a gestão do conhecimento e a eficiência operacional.



Assistente de IA Navex

Navex

Estados Unidos ↔

O Navex AI Assistant utiliza IA para facilitar o acesso a documentos relacionados com conformidade e conhecimento interno. Apoia as empresas de mobiliário na navegação por regulamentos e padrões de qualidade, facilitando uma resolução mais rápida de problemas, integração de colaboradores e garantindo o cumprimento das políticas internas através de interações conversacionais com IA.



Plataforma de Conhecimento Potenciada por IA


Sinequa

França ↔

A Sinequa oferece uma plataforma de conhecimento orientada por IA que aproveita a IA generativa para fornecer acesso rápido e contextual à informação empresarial. Ajuda as empresas do setor do mobiliário a consultar rapidamente documentos técnicos e dados internos, acelerando a tomada de decisões e reforçando a conformidade e a partilha de conhecimento entre equipas.

Plataforma de Gestão do Conhecimento em IA

Zive

 Estados Unidos ⇄

O Zive integra IA generativa e ferramentas de conversação para facilitar o acesso rápido ao conhecimento interno e aos documentos. Apoia as empresas do setor do mobiliário melhorando a eficiência da recuperação de informação, auxiliando na resolução de problemas, cumprimento da conformidade e experiências de integração mais fluidas.

Plataforma de Conhecimento de IA da Thron


Thron

 Itália ⇄

A plataforma de IA da Thron melhora a gestão do conhecimento ao permitir o acesso instantâneo a documentos, contratos e procedimentos da empresa. Os seus assistentes de IA ajudam os profissionais da indústria do mobiliário a encontrar rapidamente informações relevantes, garantindo conformidade e apoiando a eficiência operacional através da organização inteligente dos dados.

Gestão do Conhecimento da Guru


Guru

 Estados Unidos ⇄

A Guru utiliza IA e assistentes conversacionais para melhorar a partilha e recuperação de conhecimento dentro das organizações. Permite que as empresas de mobiliário acedam instantaneamente a documentos técnicos, regulamentos e melhores práticas, facilitando uma integração mais rápida, resolução de problemas e conformidade com padrões de qualidade.

Plataforma de IA para o Trabalho


Glean

 Estados Unidos ⇄

A Plataforma de IA para o Trabalho da Glean utiliza IA generativa para fornecer acesso conversacional ao conhecimento empresarial. Ajuda os profissionais do setor do mobiliário a encontrar rapidamente documentos, regulamentos e procedimentos, apoiando uma integração eficiente, conformidade e comunicação interna através da descoberta de informação sem falhas.

Plataforma de IA SquirroGPT

Squirro

 Suíça ⇄

O SquirroGPT combina IA generativa e análise de dados para melhorar a gestão do conhecimento. Oferece às empresas do setor do mobiliário acesso conversacional à documentação interna e a insights, simplificando a conformidade, o apoio técnico e a tomada de decisões, ao divulgar informações relevantes de forma rápida e contextual.

Dynamic Expertise Graph


Starmind

 Suíça ⇄

A Starmind constrói gráficos de especialização dinâmicos analisando comunicações por email, Jira e Teams para encaminhar questões internas para os especialistas certos. Amplamente utilizado na indústria transformadora e em I&D, acelera a resolução de problemas e a partilha de conhecimentos, garantindo ao mesmo tempo a conformidade com o RGPD, beneficiando os fluxos de trabalho do setor do mobiliário.

Plataforma Einstein 1

Salesforce

 Estados Unidos ⇄

O Salesforce Einstein 1 integra IA em dados e fluxos de trabalho da empresa utilizando ferramentas low-code. Automatiza tarefas e oferece insights personalizados, aumentando a eficiência das vendas e da gestão do conhecimento. As empresas de mobiliário beneficiam de processos simplificados e de um maior envolvimento do cliente através da conectividade de dados alimentada por IA.

Zoho CRM com Zia AI

Zoho

 Índia ⇄

O Zoho CRM alimentado pela Zia AI prevê resultados de leads, sugere os melhores tempos de contacto, gera mensagens personalizadas e fornece relatórios de desempenho. Este CRM melhorado por IA ajuda as equipas de vendas do setor do mobiliário a aumentar a eficiência, reduzir custos operacionais e melhorar a gestão da relação com o cliente através de automação orientada por dados.

Estrutura de código aberto para o desenvolvimento de IA

LangChain

 N/A (Código Aberto) ⇄

A LangChain é uma estrutura de código aberto que permite às empresas construir, personalizar e integrar aplicações de IA com maior controlo sobre os dados e fluxos de trabalho. Apoia o desenvolvimento de modelos de linguagem avançados e ferramentas de IA, ajudando as organizações a reduzir o lock-in dos fornecedores e a fomentar a inovação interna.

Sistemas de gestão do conhecimento impulsionados por IA



Estrutura de código aberto da NLP

Haystack
N/A (Código Aberto) ↔

Haystack é uma estrutura de NLP de código aberto concebida para construir sistemas escaláveis de pesquisa de documentos e de resposta a perguntas. Permite às empresas criar soluções de IA personalizáveis para uma compreensão profunda dos documentos, reduzindo a dependência de fornecedores comerciais e possibilitando uma integração personalizada com a infraestrutura de TI existente.



Modelo de linguagem de código aberto de grande porte

LLaMA - N/A (Código Aberto) ↔

O LLaMA, desenvolvido pelo my Meta AI, é um modelo de linguagem de grande porte de código aberto que oferece às organizações a capacidade de executar processamento avançado de linguagens de IA na sua própria infraestrutura. Oferece flexibilidade, maior privacidade de dados e oportunidades de personalização para reduzir a dependência de fornecedores comerciais de IA.



Modelo de linguagem de código aberto de grande porte

Mistral
N/A (Código Aberto) ↔

O Mistral é um modelo de linguagem de grande porte de código aberto focado em fornecer capacidades poderosas de compreensão linguística. Apoia as empresas que procuram ferramentas de IA personalizáveis com controlo total sobre os seus dados e processos de IA, minimizando riscos de bloqueio de fornecedores e promovendo a inovação.



Motor Retrieval-Augmented Generation. (RAG)

RAGFlow
China ↔

O RAGFlow é um motor de código aberto especializado em Geração Aumentada por Recuperação (Retrieval-Augmented Generation), permitindo uma compreensão profunda de documentos complexos como PDF, imagens e bases de dados. Fornece respostas de IA baseadas em citações e integra-se de forma fluida nos fluxos de trabalho empresariais através de API intuitivas, capacitando as empresas a gerir o conhecimento com controlo total dos dados.



Exemplos



IKEA

Suécia

↔

IKEA AI Assistant (ChatGPT) e Kreativ: A IKEA combina IA conversacional com ferramentas de design imersiva para melhorar a experiência do cliente. O seu Assistente de IA (construído sobre o ChatGPT) ajuda utilizadores e colaboradores com dúvidas sobre produtos, recomendações de mobiliário e aconselhamento de decoração, oferecendo acesso rápido a informações técnicas e comerciais. Em paralelo, a IKEA Kreativ permite aos clientes digitalizar os seus próprios espaços, remover mobiliário existente e colocar virtualmente produtos IKEA em escala real e iluminação. Usando IA, digitalização 3D e RA, a ferramenta cria modelos de divisões editáveis que suportam decisões de design realistas e personalizadas.



Wayfair

Estados Unidos

↔

Agente copiloto: Um assistente interno alimentado por IA generativa que fornece respostas instantâneas às equipas de vendas e apoio ao cliente sobre produtos, políticas e alternativas – aumentando a eficiência e qualidade do suporte.



Freedom Furniture – Centro de Merchandising Coveo Alimentado por IA

Austrália

↔

A Freedom Furniture utiliza o centro de merchandising alimentado por IA da Coveo para melhorar a descoberta de produtos e agilizar a gestão do conhecimento. Esta solução combina inteligência artificial com controlos manuais, permitindo à empresa gerir eficientemente a informação dos produtos e melhorar a experiência do cliente através de pesquisa intuitiva e recomendações personalizadas.



Steelcase – "IA de Integração"

Estados Unidos

↔

Utiliza o Salesforce Einstein para unificar dados entre Herman Miller, Knoll e DWR; A IA recomenda produtos e destaca insights entre marcas, melhorando o serviço ao cliente e as decisões dos comerciantes.

**Qatalog***Reino Unido*

Uma ferramenta de gestão do conhecimento que utiliza inteligência artificial para permitir que as equipas procurem e obtenham respostas em tempo real de todas as fontes corporativas (por exemplo, documentos, ferramentas, aplicações) sem copiar ou mover dados. Funciona como um assistente conversacional que liga a informação diretamente à fonte, garantindo segurança, precisão e atualizações constantes.

**Memória Netguru***Polónia*

Uma base de conhecimento alimentada por IA desenvolvida internamente como um repositório centralizado que armazena, organiza e partilha conhecimento dentro de uma empresa. A ferramenta utiliza inteligência artificial e aprendizagem automática para ajudar a pesquisar rapidamente em grandes bases de dados e montar estudos de caso gerados por IA para fins internos e externos.

**HomeDepot***Estados Unidos*

Magic Apron é o conjunto de ferramentas de IA generativa da Home Depot que ajuda clientes com projetos de melhoria doméstica. Disponível na aplicação e no site deles, é alimentado por conhecimento proprietário que combina conjuntos de dados com a experiência da Home Depot. Responde a perguntas relacionadas com produtos, resume avaliações e atua como um associado de loja digital.

Otimização dos processos de marketing e vendas com IA generativa: automação e personalização de conteúdos



Descrição

A inteligência artificial generativa aplicada à automação e personalização de conteúdos combina modelos de texto, imagem, áudio e vídeo treinados com grandes volumes de dados para gerar novo conteúdo a partir de instruções simples ou dados contextuais. Estas tecnologias evoluíram a partir de modelos fundamentais como GPT, Stable Diffusion e ferramentas de síntese de vídeo como a Synthesia, e representam uma das áreas de desenvolvimento mais ativas no marketing e na comunicação digital. No entanto, apesar do seu potencial, estas tecnologias também levantam preocupações importantes. Um dos principais desafios é a qualidade e fiabilidade do conteúdo gerado, pois os modelos generativos tendem a introduzir imprecisões ou as chamadas "alucinações" – resultados plausíveis mas incorretos que podem minar a confiança. Além disso, o uso de conjuntos de dados externos para treinar estes modelos tem gerado debates sobre direitos de autor e propriedade intelectual, especialmente quando o conteúdo gerado replica ou é inspirado por obras protegidas sem atribuição ou licenciamento claro. As empresas devem estar cientes de que modelos treinados com imagens/textos protegidos por direitos de autor podem gerar obras derivadas e expor-se a alegações de infração.

No contexto do setor do mobiliário, esta tecnologia permite a geração automática de publicações nas redes sociais, textos publicitários, catálogos visuais, vídeos de produtos e mensagens de texto ou áudio personalizadas, adaptadas a diferentes perfis de clientes, línguas ou preferências. Ferramentas como o ChatGPT/DALL E, Stable Diffusion, Runway ou Synthesia podem ser usados para produzir ativos criativos, coerentes e visualmente impactantes para campanhas de marketing. Além disso, esta automação permite testes A/B em grande escala, a adaptação de criativos a mercados

1

2

3

4



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade económica: **Média-Alta**

Otimização dos processos de marketing e vendas com IA generativa: automação e personalização de conteúdos

específicos e respostas rápidas a mudanças nas tendências ou preferências estéticas. **1**

Uma das aplicações mais estratégicas da IA generativa no marketing e vendas é a criação de conteúdos multimídia personalizados – texto, imagens, vídeos ou áudio – baseados na análise de tendências visuais, estilos e linhas de produtos. Estes sistemas são concebidos para detetar padrões estilísticos em bases de dados de produtos, redes sociais, feiras comerciais ou materiais internos, e traduzi-los em propostas alinhadas com a identidade visual da marca e as preferências do público-alvo. Isto permite gerar conteúdos altamente relevantes e adaptáveis para diversos contextos comerciais.

Além disso, a IA generativa impulsiona novas formas de interação com os clientes através de conteúdos comerciais em interfaces dinâmicas, como experiências imersivas, recomendações visuais ou catálogos interativos. Estas soluções apresentam produtos, respondem a perguntas frequentes ou orientam os clientes no processo de tomada de decisão de forma visual, ágil e contextualizada, enriquecendo a experiência através dos canais digitais. **2**

Do ponto de vista estratégico, estas capacidades permitem às marcas de mobiliário aumentar a visibilidade, construir ligações emocionais mais fortes com os clientes e melhorar a intenção de compra através de conteúdos persuasivos, criativos e personalizados. Além disso, ao centralizar o controlo do estilo e da mensagem numa única ferramenta, as marcas podem garantir a produção consistente de materiais em múltiplos formatos e canais, reforçando o valor percebido da marca. **3**

Uma vantagem chave desta tecnologia é a sua integração com ferramentas padrão de marketing e vendas, como gestores de conteúdos, plataformas de automação, editores visuais ou CRM. Isto permite que a IA generativa seja incorporada nos fluxos de trabalho existentes dentro dos processos comerciais da indústria do mobiliário, sem necessidade de mudanças radicais nas estruturas atuais, mantendo o controlo criativo enquanto aproveita o poder da automação.

Como as secções seguintes irão mostrar, estas soluções estão a tornar-se ferramentas essenciais para amplificar a criatividade nos processos de vendas, melhorar a experiência do cliente e reforçar a competitividade do setor do mobiliário num ambiente digital cada vez mais dinâmico.



Aplicação

A integração da inteligência artificial generativa nos processos de marketing e vendas no setor do mobiliário permite a automação e escalabilidade de tarefas importantes de forma altamente personalizada e eficiente. Abaixo estão as principais aplicações:

Criação, Gestão e Estratégia de Conteúdos Personalizados

As equipas de marketing podem gerar automaticamente materiais visuais, textuais e audiovisuais adaptados a diferentes perfis de clientes, canais e contextos comerciais. Com base em prompts simples, guias de estilo de marca ou análises visuais de linhas de estilo, tendências de produtos ou campanhas concorrentes, é possível criar conteúdo alinhado com os objetivos estratégicos de cada campanha. Esta informação também pode ser usada para redefinir o posicionamento, ajustar campanhas em curso ou identificar oportunidades de mercado antes da concorrência. Estas ferramentas garantem consistência visual e narrativa sem sobrecarregar os recursos humanos. No entanto, a eficácia do conteúdo deve ser continuamente avaliada através de análises, alimentando insights de volta em engenharia de prompts ou ajuste fino do modelo para garantir a relevância contínua da campanha.

Apesar da automação de processos, cada otimização tem de ser validada por uma equipa em termos de linguagem, consistência visual e adesão aos valores corporativos. O risco é que a carga adicional de trabalho para controlo de qualidade anule parcialmente a poupança de tempo esperada. Embora a IA possa produzir conteúdo consistente com prompts e diretrizes, muitas vezes carece da profundidade criativa, emocional ou cultural que uma equipa humana pode oferecer. O risco é que o conteúdo gerado automaticamente possa parecer "plano" ou estereotipado, reduzindo a distinção da marca. **4**

Automação de fluxos de trabalho de campanhas e marketing

Ao integrar-se com plataformas de email marketing, CRM ou redes sociais, é possível desenhar fluxos de trabalho de comunicação automatizados com mensagens geradas dinamicamente. A IA generativa pode escrever e-mails personalizados, criar publicações adaptadas a cada plataforma e segmentar mensagens com base no comportamento do público previamente analisado. Além disso, os assistentes virtuais podem oferecer

Otimização dos processos de marketing e vendas com IA generativa: automação e personalização de conteúdos

apoio instantâneo e personalizado, responder a perguntas frequentes e orientar os clientes no processo de tomada de decisão. A utilização de assistentes virtuais também envolve considerações regulatórias. Ao abrigo do RGPD, os utilizadores devem ser informados ao interagir com IA, e quaisquer dados pessoais tratados devem cumprir os requisitos de transparência e consentimento.

Muitas soluções (por exemplo, para publicações sociais, fichas de produtos ou catálogos) baseiam-se em layouts padronizados, correndo o risco de padronizar a comunicação visual das marcas. Isto levaria a uma perda de originalidade e confusão, com os concorrentes a usarem as mesmas ferramentas. ⁵

Campanha contínua e otimização de conteúdos

Através da análise automática das métricas de desempenho (taxas de cliques, envolvimento, conversões, etc.), os modelos generativos podem sugerir ajustes em tempo real para melhorar a eficácia das campanhas. Isto inclui sugestões de redesenho para criativos, modificações nos textos publicitários ou alterações na frequência de distribuição e nos canais. A capacidade de realizar testes A/B automatizados em larga escala melhora a tomada de decisões baseada em dados e apoia a aprendizagem contínua dentro da equipa.

Aceleração da Produção de Ativos de Marketing

A geração automática de textos publicitários, fichas de produto, criativos visuais e ativos audiovisuais permite que a produção de conteúdos escale sem comprometer a qualidade. Esta capacidade é especialmente valiosa em ambientes de campanha rápidos ou em mercados multilingue e multinacionais, onde a adaptação de conteúdos entre línguas e regiões pode ser automatizada, mantendo a consistência da marca. Em vez de substituir profissionais criativos, a IA generativa deve ser compreendida como uma ferramenta que melhora as suas capacidades. A intervenção humana continua a ser essencial para orientar, supervisionar e aperfeiçoar os resultados, garantindo relevância, precisão e alinhamento com os valores da marca. A colaboração entre humanos e máquinas permite que criadores de conteúdo, designers e estratégias de marketing se concentrem em tarefas de maior valor, combinando automação com criatividade estratégica. ⁶



Aspectos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

A complexidade da implementação varia consoante a solução escolhida. Integrar ferramentas prontas a usar com funcionalidades pré-construídas é geralmente simples, enquanto desenvolvimentos personalizados ou integrações complexas exigem maior esforço técnico. Além disso, o sucesso depende de cultivar uma cultura orientada para dados e resultados, gerir eficazmente as fontes de informação e integrar a IA com os sistemas de marketing e vendas existentes. Adaptar as equipas a novos processos e fluxos de trabalho apresenta também um importante desafio organizacional.

■ Viabilidade económica: Média-Alta

O custo da implementação depende do nível de personalização e integração necessário. Opções acessíveis estão disponíveis através de serviços baseados na cloud e subscrições SaaS, permitindo que as empresas comecem com investimentos moderados. Quanto maior o grau de segmentação e automação, maior será o potencial retorno sobre o investimento. No entanto, projetos de grande escala ou integrações complexas (por exemplo, com CRM, CMS ou sistemas internos) aumentarão os custos iniciais, embora também possam conduzir a uma maior competitividade a longo prazo.

■ Fatores humanos

A adoção da inteligência artificial generativa no marketing e nas vendas pode melhorar significativamente a experiência de trabalho das equipas, libertando-as de tarefas repetitivas como escrever conteúdos promocionais ou produzir criativos manualmente. Esta automação permite que os profissionais se concentrem em decisões estratégicas e, acima de tudo, em trabalhos criativos de maior valor – promovendo uma cultura de cocriação onde o humano cura, valida e supervisiona o conteúdo gerado pela IA.

Esta mudança aumenta a satisfação no trabalho e permite que os profissionais de comunicação se concentrem na narrativa, construção de marca e inovação no mercado.

Para garantir que esta transformação seja eficaz, deve ser apoiada por uma estratégia abrangente de desenvolvimento de competências que capacite as equipas para utilizar estas ferramentas, aperfeiçoar resultados,

manter a coerência da marca e participar proativamente num ambiente digital em evolução.

Isto inclui formação em engenharia de prompts, geração ética de conteúdos, adaptações seguras para marcas e literacia de dados para otimização de campanhas.

Ao mesmo tempo, é importante ter em mente que a abundância de conteúdo gerado automaticamente pode levar à fadiga da escolha, reduzir a relevância da mensagem ou diluir a diferenciação da marca se não for aplicado com cuidado.

Reforçar o julgamento editorial e implementar quadros de governação de conteúdos ajuda a filtrar os resultados e a garantir o alinhamento com os objetivos da campanha.

Incentivar o envolvimento crítico com conteúdos gerados por IA promove uma seleção intencional e protege a identidade da marca contra resultados genéricos ou desalinhados.

Da mesma forma, alinhar a utilização destas tecnologias com os valores e objetivos da organização assegura uma implementação ética, transparente e consistente com a responsabilidade social do setor.

Na prática, isto significa envolver departamentos de marketing, jurídico e RH na adoção da IA, garantindo transparência no uso das ferramentas e clarificando o papel da IA na criação de conteúdos tanto para equipas como para audiências.

■ Fatores ambientais

A utilização de inteligência artificial generativa no marketing e vendas pode contribuir significativamente para a sustentabilidade operacional das empresas de mobiliário. Com uma melhor segmentação de audiência e a possibilidade de gerar materiais personalizados sem sessões fotográficas físicas, torna-se possível reduzir a produção e distribuição de catálogos impressos, brochuras ou materiais promocionais que muitas vezes não são utilizados. Esta eficiência não só reduz o consumo de papel, embalagens e suportes físicos, como também diminui o tempo e os custos associados à organização de produções complexas.

Além disso, apresentar produtos virtualmente e gerar conteúdos visuais e audiovisuais sem deslocações reduz a pegada de carbono associada a viagens de negócios ou participação em eventos promocionais – um fator particularmente relevante num setor onde os

ciclos comerciais frequentemente exigem mobilidade intensiva. Fluxos de trabalho digitais centralizados, através de plataformas ligadas a ferramentas como CRM ou CMS, minimizam ainda mais a necessidade de infraestruturas físicas e materiais, apoiando uma estratégia de comunicação mais ágil e sustentável.

Dito isto, embora estes benefícios sejam claros, a implementação destas ferramentas deve ser coerente e evitar o greenwashing. Num contexto em que os visuais gerados por IA podem parecer sustentáveis devido à sua natureza digital, é importante considerar o custo ambiental por detrás da infraestrutura que os alimenta – particularmente em sistemas generativos baseados na cloud.

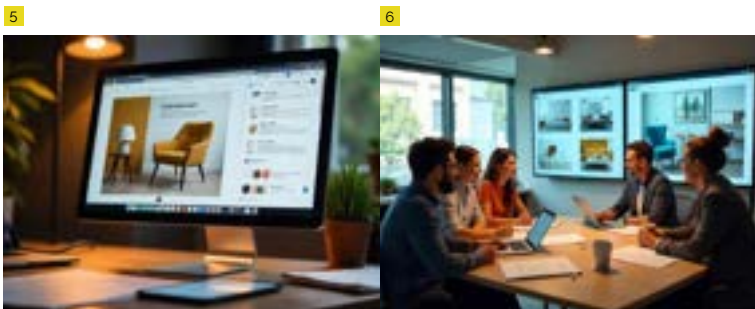
Embora as empresas de mobiliário normalmente utilizem soluções de IA pré-treinadas e prontas a implementar, estas ainda dependem de grandes modelos alojados em centros de dados globais intensivos em energia. O treino e a operação contínua destes modelos exigem elevado poder computacional, com frequentes processos de inferência, personalização e algoritmos de recomendação a correr em escala. Isto implica um consumo considerável de energia e água.

O hardware também desempenha um papel: as GPU, TPU e chips de IA personalizados necessários para a geração de conteúdos em tempo real são construídos com materiais raros como cobalto ou neodímio, cuja extração acarreta riscos ambientais e sociais. Além disso, as exigências contínuas de desempenho levam a atualizações frequentes de hardware, contribuindo para resíduos eletrónicos.

Para garantir ganhos reais em sustentabilidade, as empresas de mobiliário devem privilegiar fornecedores de tecnologia com estratégias claras de eficiência energética, políticas responsáveis de aprovisionamento e relatórios transparentes sobre o impacto ambiental – alinhando os seus esforços de comunicação com ações reais e mensuráveis.

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

As soluções de IA generativa utilizadas em marketing e vendas devem cumprir o Regulamento Geral sobre Proteção de Dados (RGPD), especialmente quando dados pessoais são usados para segmentação ou personalização. Devem também estar em conformidade com os requisitos de transparência da Lei Europeia da IA, que obriga à identificação de conteúdos gerados por IA quando influenciam decisões ou perceções dos consumidores. Além disso, o respeito pelos direitos de autor e a consistência com os valores éticos e de comunicação da empresa devem ser garantidos.



Otimização dos processos de marketing e vendas com IA generativa: automação e personalização de conteúdos



Soluções



Cenas de estilo de vida hiper-realistas geradas por IA

Scenes

Dinamarca ↔

A Scenes aproveita a IA para criar cenas de estilo de vida hiper-realistas para o setor do mobiliário, eliminando a necessidade de sessões fotográficas tradicionais. A sua solução ajuda as marcas a produzir apresentações de produtos versáteis e atrativas que melhoram os materiais de marketing e as vitrines digitais de forma eficiente e económica.



Testes de anúncios e avaliação de campanhas potenciados por IA

Kantar

Reino Unido ↔

A plataforma de Testes de Anúncios impulsionada por IA da Kantar prevê a eficácia dos vídeos e banners antes do lançamento. Esta ferramenta ajuda fabricantes e marcas a otimizar campanhas com base em insights baseados em dados, reduzindo o tempo de validação criativa e aumentando o impacto publicitário para melhores resultados de marketing.



Plataforma de geração visual alimentada por IA

Presti.ai

França ↔

A Presti.ai oferece uma plataforma impulsionada por IA que gera imagens hiper-realistas de estilo de vida para apresentação de produtos de mobiliário. Permite às marcas criar conteúdos visuais apelativos sem necessidade de sessões físicas, apoiando campanhas de marketing com imagens versáteis e fotorrealistas que envolvem os clientes através dos canais digitais.



Criação e otimização de campanhas multimodais impulsionadas por IA

Typeface Arc Agents

Estados Unidos ↔

Os Typeface Arc Agents atuam como colegas inteligentes e sempre ativos que idealizam, criam e otimizam campanhas de marketing multimodais. Garantem que o texto e as imagens permanecem alinhados com as diretrizes da marca, aumentando a criatividade e a eficácia das campanhas através da gestão de conteúdos impulsionada por IA.



Cenas interiores geradas por IA

Freepik

Espanha ↔

O Freepik disponibiliza cenas interiores geradas por IA, ideais para catálogos, redes sociais e campanhas publicitárias. A sua vasta biblioteca de imagens fotorrealistas apoia as empresas de mobiliário na criação rápida de conteúdos de marketing apelativos, ajudando as marcas a aumentar o envolvimento dos clientes e a apresentar produtos de forma apelativa.



Geração automatizada de anúncios visuais e textos

AdCreative.ai

França ↔

A AdCreative.ai utiliza IA para gerar automaticamente anúncios visuais, textos promocionais e publicações nas redes sociais adaptadas a vários formatos e públicos-alvo. Simplifica os fluxos de trabalho de marketing, ajudando as marcas a criar campanhas eficazes e envolventes rapidamente, adaptando o conteúdo para o máximo impacto.



Plataforma de criação de conteúdos com IA

Jasper

Estados Unidos ↔

A Jasper é uma plataforma alimentada por IA que automatiza a criação de texto promocional, anúncios e conteúdos para redes sociais. Ajuda as empresas a gerar textos personalizados para públicos e formatos diversos, aumentando a eficiência e criatividade do marketing de conteúdos sem esforço manual.



Plataforma de visualização 3D e personalização de produtos

Cylindo (Chaos)

Alemanha ↔

A Cylindo oferece visualização 3D avançada, realidade aumentada e personalização de produtos em tempo real, adaptada para fabricantes e retalhistas de mobiliário. A sua plataforma automatiza a renderização e permite aos clientes personalizar produtos por cores, acabamentos e materiais, melhorando as experiências de comércio eletrónico e promovendo taxas de conversão mais elevadas.

**Geração automatizada de conteúdos***Contents.com**Itália* ↔

A Contents.com utiliza a IA para produzir automaticamente anúncios visuais e material promocional escrito. A sua plataforma adapta conteúdos para diferentes formatos de media e públicos, permitindo às marcas escalar os esforços de marketing e manter mensagens consistentes e de alta qualidade de forma eficiente.

**Plataforma de alinhamento de mensagens de marca***Jacquard**Reino Unido* ↔

A Jacquard ajuda as empresas a manter a consistência das mensagens ao alinhar todo o conteúdo de marketing com a identidade da marca. A sua plataforma assegura que os anúncios, publicações e materiais promocionais refletem o tom e os valores da marca, apoiando uma comunicação coerente e de confiança entre canais.

**Plataforma de copywriting empática e personalizada***Anyword**Estados Unidos* ↔

A Anyword é uma plataforma de copywriting com IA que personaliza o tom e o estilo de acordo com o público, produto e canal de comunicação. Gera conteúdo personalizado, desde descrições de produtos até mensagens publicitárias, abordando perfis diversos como utilizadores finais, arquitetos e distribuidores, para maximizar o envolvimento.

**Marketing multilingue e mensagens CRM***Typewise AI**Suiça* ↔

A Typewise AI ajuda equipas de marketing e CRM a criar mensagens multilingues que adaptam o tom e o conteúdo para diferentes públicos. Esta solução é especialmente valiosa para marcas internacionais que procuram uma comunicação consistente e coerente em mercados diversos, melhorando o envolvimento do cliente e a unidade da marca.

**Automação da comunicação com o Cliente pós-compra***Auralis AI**Estados Unidos* ↔

A Auralis AI automatiza a comunicação pós-compra ao gerar respostas personalizadas, sugerir conteúdos personalizados relacionados com cuidados, correspondências e renovações, e ajudar os operadores em tempo real. Integra-se com plataformas de CRM e comércio eletrónico para melhorar a experiência do cliente, reduzir custos operacionais e fomentar a fidelização.

**E-mails de vendas e Atendimento ao Cliente gerados por IA***Flowrite**Finlândia* ↔

A Flowrite gera e-mails de vendas, seguimentos e respostas a partir de prompts curtos, apoiando as equipas de marketing e atendimento ao cliente. Assegura mensagens consistentes, poupando tempo, simplificando os fluxos de comunicação e melhorando a capacidade de resposta entre os pontos de contacto com os clientes.

Otimização dos processos de marketing e vendas com IA generativa: automação e personalização de conteúdos



Exemplos



Hypotenuse AI

Estados Unidos



A Hypotenuse AI é uma plataforma de criação de conteúdo generativa com IA para comércio eletrônico. Permite a geração de descrições de produtos em grande volume, garantindo que cada texto é único – mesmo para itens muito semelhantes. Isto responde a uma necessidade comum no setor do mobiliário, onde os produtos frequentemente vêm em múltiplas variantes. A Living Spaces, um grande retalhista de mobiliário nos Estados Unidos, utiliza esta plataforma para criar conteúdos de produto apelativos, precisos, otimizados para pesquisa e consistentes com a marca em larga escala – gerindo eficazmente catálogos extensos.



Norr11

Dinamarca



A marca dinamarquesa Norr11 utilizou a tecnologia Scenes para gerar imagens hiper-realistas da sua FAVE Lounge Chair sem sessões fotográficas. O projeto "My FAVE Spot" permitiu visuais alinhados com a identidade da marca, simplificando a produção de conteúdos para catálogos, redes sociais e comércio eletrônico na indústria do mobiliário.

Renovai

Israel

A Renovai oferece um conjunto de soluções de comércio eletrônico baseadas em IA para o setor do mobiliário, incluindo pesquisa por similaridade visual, geradores de combinações de produtos, assistentes de compras personalizados e motores de recomendação que melhoram a experiência do cliente e aumentam as taxas de conversão.



Archiproducts

Itália



A Archiproducts utiliza IA generativa para melhorar a pesquisa com a descoberta de produtos, permitindo aos utilizadores pesquisar mobiliário usando texto específico. Esta ferramenta torna o processo de seleção simples, permitindo que profissionais e consumidores encontrem soluções de design de forma mais eficiente, melhorando assim a experiência global do utilizador e o envolvimento.



Alias Design

Itália



A Alias Design utiliza a plataforma THRON para otimizar os seus processos de gestão de conteúdos digitais. Automatiza a criação de conteúdos de marketing, catálogos de produtos e fichas técnicas.



Arper

Itália



A Arper integrou a plataforma THRON como uma ferramenta chave na sua estratégia de comunicação B2B, melhorando a experiência de clientes e parceiros através do seu website.



Lago

Itália



A Lago implementou várias funcionalidades da plataforma THRON para centralizar a gestão e distribuição de conteúdos, alcançando uma redução de 75% no total de ativos digitais ao eliminar duplicados e melhorar a rastreabilidade.



Serax

Bélgica



A Serax, uma empresa belga de design e mobiliário, adotou a SAP Business AI para automatizar o processamento de encomendas baseadas em PDF. Isto reduziu a introdução manual de dados em 33%, melhorando significativamente a eficiência operacional. Como resultado, a equipa pôde concentrar-se em atividades de valor acrescentado, como vendas adicionais e atendimento personalizado ao cliente.



Anyword

Estados Unidos



A Anyword é uma plataforma de copywriting baseada em IA que permite personalizar o tom e o estilo do conteúdo de acordo com o público-alvo. É utilizada por empresas como a National Geographic e a Red Bull para gerar textos que vão desde descrições de produtos a mensagens publicitárias, adaptando-se às preferências e emoções do público-alvo.



Amazon Personalize

Estados Unidos



A Amazon Personalize utiliza inteligência artificial generativa para oferecer recomendações personalizadas, conteúdos dinâmicos e interações personalizadas, melhorando a experiência do cliente no comércio eletrônico.



Softology

Reino Unido



A Softology introduziu ferramentas de pesquisa visual que permitem aos clientes carregar imagens (fotos, capturas de ecrã, recortes de revista) para encontrar produtos semelhantes no catálogo. Esta funcionalidade melhora a experiência de descoberta do produto e aumenta o envolvimento do cliente.

Tomada de decisão inteligente no setor do mobiliário através da correlação de dados e análises impulsionadas por IA

15

1



2



Dificuldade de implementação: **Média**Viabilidade econômica: **Alta**

Tomada de decisão inteligente no setor do mobiliário através da correlação de dados e análises impulsionadas por IA



Descrição

Na era da Indústria 5.0, a integração de análises avançadas e inteligência artificial (IA) nos processos de fabrico tornou-se fundamental. Sistemas de Apoio à Decisão (DSS) alimentados por IA e análises de correlação de dados permitem aos fabricantes transformar grandes quantidades de dados em insights acionáveis, facilitando a tomada de decisões informadas e a eficiência operacional. Estes sistemas normalmente combinam insights descritivos com previsão preditiva e, em alguns casos, capacidades prescritivas para apoiar a tomada de decisões em tempo real.

Estas tecnologias aproveitam algoritmos de aprendizagem automática para analisar dados de várias fontes – linhas de produção, cadeias de abastecimento, feedback dos clientes e tendências do mercado. Ao identificar padrões e correlações, a DSS pode prever resultados, otimizar processos e recomendar ações estratégicas. Por exemplo, correlacionar dados de produção com o feedback dos clientes pode destacar áreas para melhoria do produto, enquanto analisar dados da cadeia de abastecimento pode identificar potenciais perturbações antes que afetem as operações.

A implementação destes sistemas requer uma infraestrutura de dados robusta, incluindo mecanismos de recolha de dados (sensores, dispositivos de IoT), soluções de armazenamento de dados e ferramentas analíticas. A integração destes componentes permite a monitorização e análise em tempo real, garantindo que as decisões se baseiam na informação mais atual disponível.

Além disso, a adaptabilidade dos DSS alimentados por IA significa que podem aprender e evoluir ao longo do tempo. À medida que mais dados são recolhidos, a precisão preditiva e as capacidades de tomada de decisão do sistema melhoram, levando a uma melhoria contínua dos processos de fabrico.

- 1 Exemplo de painel de previsão da cadeia de abastecimento
- 2 Painel de instrumentos utilizado na fábrica de mobiliário
- 3 Otimização de fabrico baseada em análise, decisão e fluxo de IA ↔
- 4 Exemplo de painel de gestão de produção da produção de manufatura ↔



Aplicação

A indústria do mobiliário, caracterizada pelas suas diversas gamas de produtos e exigências de personalização, beneficia significativamente do DSS impulsionado por IA e da análise de correlação de dados. Estas tecnologias podem ser aplicadas em vários aspetos:

Design e desenvolvimento de produto: Ao analisar as preferências dos clientes e as tendências do mercado, os fabricantes podem desenhar produtos que estejam alinhados com as exigências dos consumidores. A correlação de dados ajuda a perceber quais as funcionalidades mais apreciadas, orientando as decisões de design.

Otimização da produção: A monitorização dos dados de produção permite identificar estrangulamentos e ineficiências. O DSS pode recomendar ajustes em tempo real, aumentando a produtividade e reduzindo o desperdício.

Gestão da cadeia de abastecimento: Correlacionar dados dos fornecedores, níveis de inventário e cronogramas de entrega permite uma gestão proativa da cadeia de abastecimento, minimizando atrasos e garantindo o cumprimento atempado das encomendas.

Controlo de Qualidade: Analisar os dados de produção juntamente com os resultados da inspeção de qualidade pode identificar padrões que conduzem a defeitos, permitindo intervenção precoce e melhoria contínua da qualidade do produto.

Serviço ao Cliente: Integrar o feedback dos clientes com os dados de produção e vendas ajuda a compreender os níveis de satisfação do cliente, orientar melhorias no serviço e fomentar a lealdade do cliente.

Para garantir a sua implementação bem-sucedida, é crucial integrar os Sistemas de Apoio à Decisão com as plataformas existentes da empresa, como ERP ou sistemas CRM. Esta integração assegura um fluxo de dados fluido, recomendações conscientes do contexto e alinhamento operacional, aumentando a aplicabilidade em tempo real dos insights e fortalecendo a tomada de decisão entre departamentos.

A implementação destas aplicações requer uma abordagem colaborativa, envolvendo equipas multifuncionais para garantir que os dados são recolhidos, analisados e utilizados com precisão. Formar o pessoal para interpretar

Tomada de decisão inteligente no setor do mobiliário através da correlação de dados e análises impulsionadas por IA

tar e utilizar os insights do DSS é também crucial para maximizar os benefícios destas tecnologias.

- 5 Painel de métricas de máquina ↔
- 6 Variedade de disciplinas fundamentais de fabrico para análise abrangente de dados em tempo real.
- 7 Armazém de móveis.



Aspetos de implementação

■ Dificuldade de implementação: Média

Implementar DSS alimentado por IA e análise de correlação de dados requer investimento em infraestrutura tecnológica e formação de pessoal. No entanto, com soluções escaláveis e planeamento adequado, os fabricantes de mobiliário de porte médio podem adotar com sucesso estas tecnologias para melhorar as suas operações.

■ Viabilidade económica: Alta

A adoção destas tecnologias conduz a uma maior eficiência, redução de desperdícios e melhor alinhamento com as exigências dos clientes, resultando em poupanças significativas de custos e aumento da rentabilidade ao longo do tempo.

■ Fatores humanos

A integração dos Sistemas de Apoio à Decisão (DSS) e da análise de dados com IA na indústria do mobiliário desencadeia uma mudança fundamental na dinâmica da mão de obra. Os colaboradores devem adaptar-se às novas tecnologias, o que exige esforços abrangentes de desenvolvimento de competências para promover a literacia de dados, capacidades analíticas e confiança nas ferramentas digitais. Como resultado, os colaboradores podem experienciar maior satisfação no trabalho, passando do trabalho manual repetitivo para atividades

mais estratégicas e de alto valor, como a interpretação de dados e a otimização de processos.

Além disso, envolver os colaboradores no processo de implementação constrói um sentido de pertença, promove a adesão e reduz a resistência. Uma comunicação transparente sobre os benefícios e mudanças associadas a estas tecnologias é essencial para gerar confiança, alinhar expectativas e dissipar a incerteza. Esta transição inevitavelmente transforma os perfis de emprego. Embora algumas posições possam evoluir ou tornar-se obsoletas, surgirão novas funções em áreas como ciência de dados, supervisão de sistemas de IA ou manutenção preditiva. As empresas devem gerir proativamente esta mudança através de estratégias direcionadas de requalificação e desenvolvimento de competências, promovendo a adaptabilidade e preservando o envolvimento e a moral dos colaboradores ao longo do processo de transição.

■ Fatores ambientais

A implementação de DSS alimentada por IA e análise de dados contribui para a sustentabilidade ambiental na indústria do mobiliário. Ao otimizar os processos de produção, as empresas podem reduzir o desperdício de materiais e o consumo de energia. A análise preditiva permite uma melhor previsão da procura, minimizando a sobreprodução e o uso associado de recursos. Estas técnicas também minimizam defeitos de produção, reduzindo o retrabalho e contribuindo significativamente para um processo de fabrico mais sustentável e eficiente em termos de recursos.

Além disso, estas tecnologias apoiam o desenvolvimento de produtos sustentáveis através da análise das preferências dos clientes por materiais e designs ecológicos. Também facilitam o acompanhamento do impacto ambiental em toda a cadeia de abastecimento, permitindo às empresas identificar áreas a melhorar e implementar práticas mais verdes.

Incorporar métricas de sustentabilidade nos processos de tomada de decisão garante que as considerações ambientais são parte integrante das estratégias empre-

3



4



sariais. Esta abordagem não só está alinhada com os objetivos globais de sustentabilidade, como também responde à crescente procura dos consumidores por produtos ambientalmente responsáveis.

No entanto, os DSS alimentados por IA integram grandes volumes de dados estruturados e não estruturados provenientes de múltiplas fontes. Estas entradas são analisadas utilizando algoritmos de Aprendizagem Automática, que requerem um poder computacional substancial e contribuem para o aumento do consumo de energia e água e das emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Em paralelo, a análise de correlação de dados envolve a comparação de conjuntos de dados massivos para identificar relações e tendências. À medida que os volumes de dados aumentam, também aumenta a procura por processamento, armazenamento e análises em tempo real, especialmente quando os modelos são frequentemente atualizados ou retreinados. Isto coloca um peso crescente nos centros de dados. O hardware utilizado – incluindo GPU, CPU e aceleradores de IA especializados – requer elementos de terras raras, minerais de conflito e energia significativa para produção, o que implica impacto ambiental relevante. Ciclos de vida curtos do produto e atualizações frequentes de hardware contribuem para o lixo eletrónico (e-waste).

■ Alinhamento com certificações e regulamentos

A implementação de DSS alimentada por IA e análise de dados está alinhada com várias certificações e regulamentos do setor. Por exemplo, a ISO 9001 (Sistemas de Gestão da Qualidade) e a ISO 14001 (Sistemas de Gestão Ambiental) enfatizam a melhoria contínua e a responsabilidade ambiental, ambas apoiadas por estas tecnologias. Além disso, o cumprimento do Regulamento Geral sobre Proteção de Dados (RGPD) da UE é essencial no tratamento dos dados dos clientes, garantindo a privacidade e a segurança dos dados nos processos analíticos.

5



6



7



Tomada de decisão inteligente no setor do mobiliário através da correlação de dados e análises impulsionadas por IA



Soluções



DataFurn

EOSC-DIH

UE ↔

Plataforma como Serviço que oferece análises para a indústria do mobiliário, permitindo aos fabricantes analisar conteúdos online, monitorizar a influência da marca e prever tendências no mobiliário.



Dashboards de inteligência de negócio e otimização de vendas para empresas de mobiliário

CPoint5

Estados Unidos ↔

Fornecer painéis de controlo dinâmicos para empresas de mobiliário analisarem o desempenho, identificarem os produtos mais vendidos e otimizarem inventário e estratégias de vendas.



Plataforma unificada de dados e inteligência empresarial para a indústria transformadora

Microsoft Fabric Power BI

Estados Unidos ↔

O Microsoft Fabric integra engenharia de dados, análises em tempo real e inteligência de negócio numa plataforma unificada. Combinado com o Power BI, permite aos fabricantes visualizar KPI, aplicar modelos de aprendizagem automática e tomar decisões baseadas em dados em operações, inventário e gestão da cadeia de abastecimento.



ERP habilitado por IoT para fabrico de mobiliário

Epicor

Estados Unidos ↔

O ERP cinético da Epicor integra sensores IoT para fornecer insights em tempo real, permitindo decisões mais inteligentes, manutenção preditiva e eficiência operacional no fabrico de mobiliário.



ERP com cadeia de abastecimento e análise preditiva para o fabrico de mobiliário

Focus Softnet

Índia ↔

A solução ERP da Focus Softnet otimiza os processos de produção e distribuição no fabrico de mobiliário, oferecendo capacidades robustas de gestão da cadeia de abastecimento e análise preditiva.



Plataforma avançada de análise alimentada por IA/ML para fabrico de mobiliário

SAS

Estados Unidos ↔

O SAS Viya aproveita IA/ML (por exemplo, ARIMA, reforço de gradientes, visão computacional) para o fabrico de mobiliário. Integra dados diversos (sensores, vendas, imagem) para previsão precisa da procura, qualidade preditiva através da deteção de anomalias, monitorização do desempenho de ativos orientada por IoT (estimativa RULE) e cadeias de abastecimento otimizadas usando simulação e algoritmos avançados.



Planeamento de produção potenciado por IA

Ima Schelling

Alemanha ↔

Soluções de IA para otimizar a produção de mobiliário industrial, concebidas para fabricantes de grande escala. Estes sistemas analisam dados das linhas de produção e ligam-nos ao planeamento de encomendas, permitindo decisões mais inteligentes. Os benefícios incluem otimização do nesting, redução do desperdício de materiais e melhores prazos de entrega, impulsionando maior eficiência e produtividade em todo o processo de fabrico.



Exemplos



RISE (Research Institutes of Sweden)

Suécia ↔

Desenvolveu uma ferramenta de análise de imagens baseada em IA para apoiar decisões de recondiçãoamento de mobiliário, melhorando a circularidade ao identificar rapidamente modelos de mobiliário e peças sobressalentes necessárias.



Vaimo

Global



Utiliza análises avançadas de dados para otimizar as operações de retalho de mobiliário, incluindo layouts de showrooms, experiências personalizadas do cliente e análises de sustentabilidade.



Dribia

Espanha



O GOIA da Dribia é uma ferramenta personalizada de previsão da procura impulsionada por IA que combina aprendizagem automática com experiência humana. Permite às empresas antecipar flutuações da procura, otimizar os níveis de inventário e reduzir desperdícios, apoiando operações de fabrico sustentáveis e eficientes.



Imperia SCM

Espanha



A Imperia oferece uma plataforma modular alimentada por IA para o planeamento da cadeia de abastecimento. Melhora a previsão da procura, a otimização de inventário e os processos de S&OP, proporcionando visibilidade em tempo real e adaptabilidade às mudanças do mercado, melhorando assim a eficiência operacional e a satisfação do cliente.



Leverage AI

Estados Unidos



Fornece automação inteligente para a gestão da cadeia de abastecimento no fabrico de mobiliário. A plataforma oferece visibilidade em tempo real, cria scorecards para avaliar fornecedores e automatiza as comunicações, reduzindo em 50% o tempo que os compradores dedicam à gestão de encomendas e fornecedores.



Forma ideale

Sérvia



A Forma ideale adotou várias tecnologias de IA: design generativo usando GAN para criar novos conceitos de mobiliário baseados em dados existentes e preferências dos clientes; integração de IA e IoT para monitorizar o desempenho dos equipamentos e otimizar a produção; e gestão inteligente de armazéns com veículos autónomos para impulsionar eficiência logística.

Estado da arte da Indústria 5.0 e recomendações das partes interessadas

Relatório sobre a Indústria 5.0 na indústria transformadora da UE



Este relatório (D2.1) apresenta o que é a Indústria 5.0, de onde vem, para onde está, para onde está a caminhar. O caminho para o novo paradigma da Indústria 5.0 tem sido longo e articulado.

Neste paradigma, os Estados europeus estão agora a lançar programas e ações para apoiar a transição 5.0 a diferentes velocidades, para ajudar empresas e sistemas económicos a evoluir e a embarcar nesse caminho que pode conduzir a um grande desenvolvimento, não só económico, mas também humano e social.

A Transição 5.0 é a transição para um modelo industrial avançado e centrado na tecnologia, onde a adoção de tecnologias digitais como IoT, IA e robótica melhora a eficiência, sustentabilidade e personalização dos processos de produção.

Esta mudança exige também uma revisão das práticas empresariais e um maior foco nas necessidades humanas. Na essência, é o passo para uma indústria altamente digitalizada e orientada para o futuro.

A Indústria 5.0 representa uma nova forma de conceber a economia e a indústria, um modelo em que tecnologia e humanidade se fundem harmoniosamente, criando um equilíbrio entre eficiência e valores humanos. É uma visão da indústria que visa não só a produtividade, mas também o bem-estar dos indivíduos e o respeito pelo ambiente. Ao contrário da Indústria 4.0, que foi configurada como uma verdadeira revolução industrial e tecnológica, a Indústria 5.0 é, acima de tudo, um novo paradigma cultural.

É por isso que é essencial ajudar as empresas, que são os verdadeiros intervenientes neste novo paradigma, a perceber qual o caminho mais adequado ao seu modelo de negócio, começando pela condição inicial atual.

Serão necessários modelos e ferramentas para perceber de onde começamos e para onde queremos ir, para evitar desperdiçar recursos e garantir que aumentamos cada vez mais a competitividade das empresas europeias.

Vivemos num contexto de evolução contínua dos sistemas, competências e processos produtivos, a tecnologia apresenta-se como um duplo desafio: por um lado, aumenta a pressão competitiva, por outro, oferece soluções para os grandes desafios do nosso tempo, como as transições verdes, sociais e demográficas.

A chave para lidar com estas mudanças reside no desenvolvimento do paradigma da Sociedade 5.0: teorizado no Japão, representa um paradigma de desenvolvimento económico e social que coloca o homem no centro da relação sinérgica com a tecnologia. Um passo além do paradigma da automação típico do mundo 4.0: o objetivo de implementar a tecnologia na sociedade 5.0 é aumentar o bem-estar e a qualidade de vida dos indivíduos, colocando a tecnologia ao serviço das pessoas, e não como substituta delas.

O paradigma 5.0 é essencial para o futuro da Europa e para o sucesso das transições e caminhos transformadores de longo prazo estabelecidos pela União Europeia.

Neste sentido, existem duas alavancas estratégicas principais para uma transição bem-sucedida: inovação e competências, sem as quais qualquer ação de implementação tecnológica está destinada, se não a falhar, a não maximizar os seus benefícios.

Relatório sobre o nível de maturidade da Indústria 5.0 na indústria do mobiliário da UE



Este relatório (D2.2) avalia o nível atual de prontidão da indústria do mobiliário da UE para a sua transição para a Indústria 5.0. O setor do mobiliário demonstra que possui **o conhecimento básico para alguns tipos de tecnologias** que já estão a ter impacto nos processos de produção e que, pela natureza e tipo de produtos, já foram implementados e, por isso, são mais conhecidos do que outros.

No entanto, existem muitas tecnologias que hoje devem ser exploradas em profundidade devido ao impacto que podem ter na vida das empresas e que não são tidas em conta.

Isto é ditado pela falta de conhecimento destas tecnologias e pela falta de uma análise aprofundada do seu potencial e possíveis usos.

O inquérito destacou um **setor pouco informado sobre certos tipos de tecnologias** e mais competente noutras. No geral, no entanto, surge uma forte falta de

conhecimento sobre estas tecnologias facilitadoras, tanto para grandes como para pequenas empresas. Isto destaca a necessidade de **o setor dar um passo em frente na formação** sobre as tecnologias que possibilitam a indústria inteligente, de modo a começar a identificar novos usos e aplicações num campo que ainda avança lentamente para a transformação tecnológica observada nos últimos anos.

O inquérito foi certamente uma boa oportunidade para compreender quais são as lacunas mais importantes no conhecimento destas tecnologias e para imaginar soluções e propostas que possam ajudar as empresas a compreender o potencial e as ferramentas que a tecnologia disponibiliza hoje, de modo a dar um novo impulso inovador ao setor do mobiliário.

Necessidades de competências e recomendações para os intervenientes do setor do mobiliário



Neste relatório (D5.1), abordámos duas questões fundamentais: que competências verdes e digitais estão atualmente a emergir no setor europeu da madeira e do mobiliário – particularmente aquelas alinhadas com a Indústria 5.0 – e onde enfrentam desfasamentos na procura e na oferta? E, como podem as empresas do setor adotar eficazmente os princípios da Indústria 5.0, cultivando competências relevantes, aproveitando novas tecnologias e adotando ferramentas europeias de validação de competências?

A nossa análise revelou uma transformação profunda em curso. Competências técnicas relacionadas com ecodesign, avaliação do ciclo de vida, robótica, gémeos digitais e análise de dados devem agora ser complementadas por competências transversais como adaptabilidade, pensamento sistémico, colaboração digital e consciencialização para a sustentabilidade. No entanto, a oferta continua a ficar atrás — a digitalização continua desigual entre as PME, as competências verdes estão pouco difusas e os sistemas de formação ainda não integraram totalmente os perfis híbridos exigidos pela Indústria 5.0.

Esta discrepância tem implicações claras para vários intervenientes: os prestadores de formação precisam de fornecer percursos de aprendizagem modulares e flexíveis – microcredenciais alinhadas com ESCO e EQF – adaptados a funções emergentes. Os decisores políticos e as autoridades públicas devem reforçar os ecossistemas de competências através da governa-

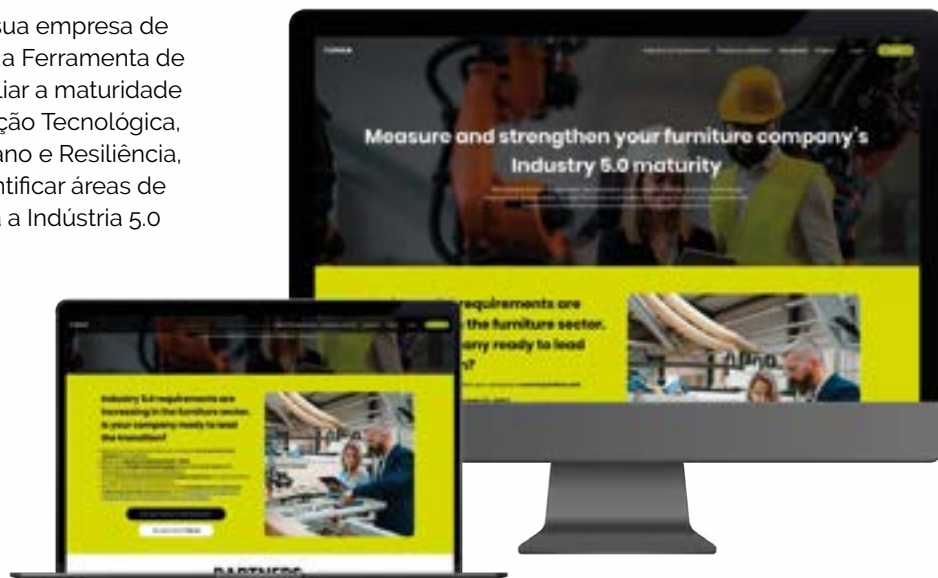
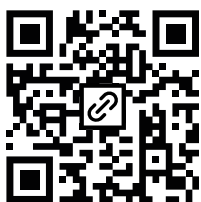
ção multirreceptora, estratégias baseadas em clusters e observatórios sectoriais capazes de acompanhar a evolução das competências e antecipar futuras lacunas. As próprias empresas devem passar de soluções reativas e ad hoc para integrar o desenvolvimento de competências diretamente no planeamento estratégico e tecnológico.

A monitorização contínua e a inteligência com visão de futuro são essenciais. Observatórios de competências, apoiados por ferramentas como Foresight Platforms e Skills Radars, permitirão à Europa antecipar necessidades emergentes de competências antes que se tornem restrições sistémicas, garantindo tanto a adaptabilidade da mão de obra como a competitividade industrial.

Em suma, a perceção central é que as competências são a peça central da Indústria 5.0 no setor da madeira e do mobiliário. Reduzir a lacuna entre os requisitos emergentes de competências e a oferta existente exige uma estratégia dupla: equipar os trabalhadores com capacidades híbridas verdes e digitais, integrando estas capacidades na adoção tecnológica, modelos de negócio e redes colaborativas. O desenvolvimento de competências não é uma atividade de apoio – deve tornar-se a força motriz que alinhe a inovação, sustentabilidade e digitalização centrada no ser humano com a resiliência industrial de longo prazo da Europa.

A1

Avalie e reforce o nível de maturidade da sua empresa de mobiliário no âmbito da Indústria 5.0. Com a Ferramenta de Autoavaliação da Indústria 5.0, poderá avaliar a maturidade da sua empresa nas áreas de Implementação Tecnológica, Sustentabilidade, Centragem no Ser Humano e Resiliência, ajudando as empresas de mobiliário a identificar áreas de melhoria e a avançar na sua transição para a Indústria 5.0



A ferramenta em 5 passos

Siga estes passos para iniciar o processo de autoavaliação e tirar partido do conteúdo e dos resultados da Ferramenta de Autoavaliação da Indústria 5.0

0

Registe-se e inicie sessão em assessment.furn50.eu



1

Resposta

Complete todas as perguntas que melhor refletem práticas e os cenários atualmente implementados na sua empresa em todos os blocos da Indústria 5.0. Poderá assim determinar o nível de maturidade relativamente à Indústria 5.0 e identificar oportunidades de melhoria e a transição para a Indústria 5.0





2

Avaliação

Analise o índice de maturidade da Indústria 5.0 da sua empresa e identifique os pontos fortes e as lacunas de maturidade nas áreas de Implementação Tecnológica, Sustentabilidade, Centricidade no Ser Humano e Resiliência

3

Melhorar

Saiba como pode reforçar a transição da sua empresa para a Indústria 5.0, explorando medidas recomendadas, aplicações tecnológicas e práticas seleccionadas que dêem lugar à melhoria e à priorização.



4

Recolha de práticas

Aceda à completa recolha de práticas e cenários da Indústria 5.0 desenvolvidas no âmbito do projeto FURN5.0

A2

FIX production and project union, LLC

fixunion.com.ua

UCRÂNIA

A ferramenta de autoavaliação é clara, bem estruturada e simples de usar. Faculta uma análise detalhada da nossa posição atual e permite fazer comparações importantes com outros países e mercados.

Mais importante ainda, permite à nossa empresa desenvolver um plano de ações práticas e priorizar as áreas mais relevantes para serem mais aprofundadas no futuro, sobretudo em áreas críticas de guerra, como a circularidade, resiliência e diversificação de fornecimentos.



FIX
UNION

Furniture plant Stryi, LLC

tivoli.com.ua

UCRÂNIA

O inquérito identificou sem margem de dúvidas as áreas em que podemos reforçar o nosso desenvolvimento como empresa sustentável e com uma produção preparada para o futuro. Com base nestas conclusões, o nosso objetivo é acelerar a implementação de tecnologias específicas e reforçar ainda mais as nossas práticas de sustentabilidade – não só para aumentar a nossa própria resiliência, mas também para criar um modelo de produção escalável, eficiente e responsável no setor do mobiliário ucraniano.



TIVOLI

AQUINOS GROUP

aquinosgroup.com

PORTUGAL

A transição para a Indústria 5.0 coloca desafios significativos, como se já não bastasse o mercado global em constante mudança. Ter acesso a ferramentas práticas, como esta, que facilitam uma transição suave e eficiente, é um passo fundamental para alcançar esta evolução tecnológica.



aquinos
sofas

Love 2 Design

love2design.org

BULGÁRIA

Acho-o muito bem desenvolvido e extremamente útil. Na minha opinião, dá informações necessárias para auxiliar as empresas a compreender a sua situação e como podem melhorar. Com uma comparação dos resultados entre empresas seria possível compreender melhor o cenário em que o setor se encontra e permitir comparações úteis a nível internacional.



Love 2 Design
Furniture designers

Svedholm

🌐 svedholm.se

SUÉCIA

A ferramenta identificou diversas áreas potenciais de melhoria. Focar-nos-emos em aplicações que nos ajudem a desenvolver um modelo comercial mais circular.



Svedholm
MADE IN SWEDEN

AZEMAD GROUP

🌐 azemad.com

PORTUGAL

É uma ferramenta importante que mostra de forma clara quais as medidas que a empresa deve implementar, e quais não deve, ajudando-nos a compreender como podemos melhorar no futuro.



AZEMAD GROUP

ACADO

🌐 acado.bg

BULGÁRIA

Estou muito satisfeito com esta ferramenta porque nos fez compreender bastante melhor a nossa situação atual e orientou-nos no caminho para o futuro. Gostaria de expressar o meu particular apreço pelas secções sobre "Furniture-as-a-Service" (O mobiliário como um serviço) e pelas ferramentas internas de feedback para sugestões dos colaboradores. A ênfase na diversificação do abastecimento é para nós vital, e o conceito de aderir a uma rede de partilha de recursos para reforçar a resiliência durante as crises é impressionante. Esta experiência foi ao mesmo tempo esclarecedora e inspiradora, à medida que avançamos rumo à Indústria 5.0.



AC DO
ACADO BULGARIA

NADOP-VÝROBA NÁBYTKU, a.s.

🌐 nadop.cz

REPÚBLICA CHECA

A ferramenta é clara e prática, dando-nos uma excelente visão geral da nossa atual posição e quais as áreas em que devemos melhorar. Deu-nos informações valiosas para identificar prioridades em matéria de circularidade, resiliência e diversificação do abastecimento, dando-nos orientações claras para a transição para uma abordagem da Indústria 5.0 mais sustentável e preparada para o futuro. A ferramenta foi fácil de utilizar e é intuitiva, tornando a experiência global eficiente e acessível ao utilizador.



NADOP | NÁBYTEK
ROUČÁSTI
VÝROBA

Dřevojas, výrobní družstvo

drevojas.cz

REPÚBLICA CHECA

A ferramenta de autoavaliação de utilização muito simples, clara e com um visualmente atraente. O tipo de questões detalhadas que se colocam permitiu-nos ganhar uma maior abrangência e analisarmos melhor a nossa atual situação.



dřevojas ®
český koupelnový nábytek

CitySens Lab

citysenslab.com

ESPANHA

Esta ferramenta permitiu-nos levar a cabo uma análise detalhada da situação atual da nossa empresa, identificando os principais processos que podem ser otimizados e reforçados. Achamos que é uma oportunidade excelente para o crescimento estratégico, mantendo no entanto o compromisso com o nosso objetivo principal.



CitySens (lab)

KAVE HOME

kavehome.com

ESPANHA

A experiência de utilizar a ferramenta trouxe-nos uma oportunidade de aprendizagem valiosa, demonstrando a aplicação prática dos princípios da Indústria 5.0. O exercício revelou-se fundamental para identificar áreas a melhorar e sublinhou a necessidade de um aperfeiçoamento contínuo.



Kave Home

Waste Prevention SL (Prewaste)

prewaste.com

ESPANHA

È uma ferramenta extraordinariamente útil, bem desenvolvida nos aspetos técnicos, que sem dúvida nos ajudará a melhorar a integração da Indústria 5.0 na nossa empresa. Como possível melhoria, seria aconselhável incluir exemplos mais práticos e operacionais a fim de facilitar a interpretação dos níveis de maturidade e especificar as ações sociais de forma mais concreta, incluindo referências a políticas, como códigos de conduta para fornecedores ou diretrizes de gestão das partes interessadas.



prewaste

ABSOTEC

absorcionacustica.com

ESPAÑA

A ferramenta permitiu-nos avaliar a nossa maturidade sob vários aspetos de digitalização, circularidade e sustentabilidade. Identificou, por outro lado, oportunidades de melhoria com base nas diferentes tecnologias, aplicações, melhores práticas relacionadas e recomendações estruturadas aportadas pela ferramenta.



NOMON

nomon.es

ESPAÑA

A ferramenta provou ser extremamente benéfica para nos dar uma visão geral clara e abrangente da atual situação da empresa. Pudemos analisar a situação numa perspetiva mais ampla, identificar potenciais oportunidades e avaliar as opções de decisão com maior segurança e confiança.



Tomasella

tomasella.it

ITÁLIA

A experiência foi simultaneamente clara e envolvente, permitindo-nos compreender melhor a forma como funcionamos e o significado das nossas decisões diárias. O processo deu uma visão concreta e estruturada da nossa realidade, destacando os pontos fortes e revelando novas oportunidades de crescimento. Esta jornada reforçou uma visão assente na qualidade, na consistência e na responsabilidade, promovendo uma evolução natural que valoriza o presente e moldando ao mesmo tempo um futuro equilibrado.



TOMASELLA

Árkossy Bútor Kft

arkossy.hu

HUNGRIA

A ferramenta proporcionou-nos uma série de informações valiosas e definiu claramente os aspetos a ter em conta no futuro.



A2

Plydesign Lda.

🌐 plydesign.eu

HUNGRIA

Como a nossa empresa continua a evoluir em termos de sustentabilidade e tecnologia, esta ferramenta salientou as direções a seguir no futuro e os potenciais níveis que podemos alcançar.



PLYDESIGN

Alples

🌐 alples.si

ESLOVÉNIA

É uma ferramenta muito útil e fácil de usar para confirmarmos o grau de maturidade nas práticas da Indústria 5.0 na nossa empresa, além de nos permitir avaliar o desenvolvimento presente e sugerir a melhor direção a seguir no futuro.



MKTECHMINDS SRL

ROMÉNIA

A minha experiência com esta ferramenta demonstrou que é essencial integrar ferramentas digitais e promover uma mentalidade colaborativa na educação e no desenvolvimento profissional. Já não é uma questão de escolha se quisermos continuar a ser competitivos e relevantes no mercado europeu em constante mudança.



Gonzaga Pro

🌐 gonzaga.eu

ESLOVÉNIA



Antares Romania

🌐 scaune.ro

ROMÉNIA

Na minha opinião, é uma ferramenta prática e muito bem pensada. Dá-nos uma visão geral concisa do nosso avanço em termos de digitalização e sustentabilidade, além de nos indicar o nível de prontidão. Mais ainda, chama a atenção para várias áreas de melhoria.



ANTARES 
INTERNATIONAL

A3

Este relatório apresenta os comentários recolhidos junto dos inquiridos sobre a sua experiência com a ferramenta de autoavaliação online FURN 5.0, através de um questionário específico que teve como objetivo captar as perceções dos utilizadores, os seus níveis de satisfação e as sugestões de melhoria após a interação com a ferramenta. Ao analisar as respostas, identificámos pontos fortes, desafios e oportunidades reais de melhorar a utilização da ferramenta, a sua relevância e a eficácia global.

Um total de 21 inquiridos, representantes de empresas de 10 países diferentes da Europa (Bulgária, Eslovénia, Espanha, Hungria, Itália, Portugal, República Checa, Roménia, Suécia, Ucrânia) preencheram o inquérito. No cômputo geral, os inquiridos transmitiram um **elevado nível de satisfação** elogiando a facilidade de utilização da ferramenta, a interface gráfica, o sistema de navegação, as instruções e a facilidade de leitura. A ferramenta foi frequentemente descrita como *simples, amigável do utilizador e satisfatória*. Vários utilizadores salientaram que a ferramenta os incentivou a uma reflexão mais ponderada sobre a maturidade digital e organizacional da empresa.

O **registo e a navegação** foram, em geral, considerados intuitivos, embora alguns participantes tenham referido alguma incerteza inicial no final do processo, sugerindo a introdução de uma mensagem de confirmação final mais clara ou de uma barra de progresso/conclusão. Foram apontados apenas alguns problemas técnicos isolados.

Quanto ao seu **conteúdo**, os utilizadores concordaram que havia uma sequência lógica nas perguntas e perfeitamente alinhada com o contexto da sua empresa, apesar de alguns dos inquiridos terem achado que alguns dos itens não eram totalmente

aplicáveis, sobretudo nos casos em que a produção é terceirizada ou se trata de uma empresa pequena.

Alguns utilizadores tiveram dificuldades ocasionais em interpretar perguntas específicas e sugeriram a inclusão de explicações mais claras, exemplos ou notas contextuais para facilitar a compreensão.

A **secção dos resultados** foi avaliada positivamente quanto à sua clareza e utilidade. De um modo geral, os inquiridos consideraram as conclusões realistas e relevantes no sentido de uma reflexão estratégica de apoio à Indústria 5.0. Não obstante, um pedido frequente foi o de melhorar a ferramenta com exemplos mais detalhados de boas práticas, sugestões de fornecedores e informações atualizadas sobre a aplicação.

Vários utilizadores manifestaram interesse em poder **descarregar um relatório** e comparar o seu **desempenho com as médias do setor europeu**, o que indica uma forte procura por funcionalidades de benchmarking.

Em conclusão, o feedback demonstra que a ferramenta FURN 5.0 é **amplamente valorizada pela sua estrutura, clareza e relevância prática, apoiando eficazmente as empresas na avaliação da sua preparação para a Indústria 5.0**. As sugestões recolhidas apontam para oportunidades de aperfeiçoar ainda mais a experiência do utilizador, ampliar os conhecimentos práticos e reforçar a adaptabilidade e a utilidade estratégica da ferramenta em diversos perfis empresariais.

O relatório completo está disponível na seguinte ligação:





FURN5.●

ambit
LIVING SPACES CLUSTER

 **FLA**
FederlegnoArredo

E#IC
Europe's Furniture Industry Consortium



Co-funded by
the European Union