

SCREENING DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

Tecnologias com Potencial de Aplicação em
PME para Apoio à Consecução de Objectivos
de Desenvolvimento Sustentável.

ENQUADRAMENTO	3
OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	5
POTENCIAL DA INDÚSTRIA 4.0 NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	8
TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 QUE CONTRIBUEM PARA OS OBJECTIVOS DE DESENVOLVIMENTO	12
CONCLUSÃO	33
BIBLIOGRAFIA	35

A.



ENQUADRAMENTO

O “Screening de Tecnologias da Indústria 4.0” surge no contexto da implementação, pela ASSOCIAÇÃO PORTO BUSINESS SCHOOL (PBS) – U. PORTO, do projeto Sustainable Act, co-financiado por Compete 2020, Portugal 2020 e FEDER (Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional), no âmbito de uma candidatura ao Aviso 02/SIAC/2019 – SIAC Qualificação. Com este projeto, a Porto Business School pretende desenvolver um conjunto de atividades arrojadas, que permitam apoiar as empresas portuguesas a crescer de forma sustentável e competitiva nos mercados nacional e internacional, tendo por base aqueles que serão os principais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável a nível económico, social e ambiental na próxima década. A solução a desenvolver e implementar pela Porto Business School pretende introduzir mudanças nos modelos de negócios e ecossistemas das organizações, potenciando as competências das mesmas e a sua preparação para abarcar mercados globais, com consumidores cada vez mais informados e exigentes. Tratando-se de uma abordagem pioneira a nível nacional, os resultados do projeto irão permitir às PME portuguesas obter informações e recomendações importantes para o seu processo de crescimento e adaptação aos desafios de

sustentabilidade e digitalização atualmente impostos, desenvolvendo novas competências e aumentando a sua competitividade global.

Em particular, o “Screening de Tecnologias da Indústria 4.0” inclui-se no lote de trabalhos a desenvolver no contexto da Atividade 1 do projeto Sustainable Act, que consiste no diagnóstico da aplicabilidade de ferramentas e metodologias alinhadas com os princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em PME.

Ao longo do documento, são apresentados os principais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, analisado o impacto da Indústria 4.0 na sustentabilidade económica, social e ambiental e descritas diferentes tecnologias da Indústria 4.0 que apresentam um elevado potencial de aplicação nas PME portuguesas que pretendem desenvolver a sua atividade de forma sustentável a nível económico, ambiental e social.

Não obstante a existência de uma multiplicidade de tecnologias associadas à Indústria 4.0, no âmbito do presente relatório são descritas dez tecnologias, selecionadas segundo os seguintes critérios:

/01

Aplicação realista ao tecido empresarial nacional.

/02

Abrangência a vários setores industriais nacionais.

/03

Potencial de contribuição para dois ou mais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

B.



OBJECTIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Todas as revoluções industriais trazem consigo benefícios e desafios socioeconómicos aos países que se envolvem nessa transformação. Nos últimos anos, uma quarta revolução industrial atraiu a atenção de todo o mundo. A evolução das tecnologias digitais colocou as empresas diante de uma mudança antecipada de paradigmas e abordagens de gestão.

Historicamente, todas as revoluções industriais resultaram em crescimento económico, aumento da produtividade e um bem-estar avançado nos países que conseguiram colher a maior parte dos seus impactos positivos, incluindo o acesso a bens e serviços de alta qualidade. No entanto, a distribuição da riqueza proveniente do impacto que uma revolução industrial provoca, não é feita de forma equitativa. Atualmente, o combate à desigualdade é visto como um dos principais desafios da humanidade, juntamente com as mudanças climáticas e várias outras questões associadas à sustentabilidade ambiental. De facto, o

rápido esgotamento dos recursos da Terra durante as últimas décadas, criou um desafio global que o Homem necessita de resolver rapidamente, sob pena de hipotecar o futuro do planeta.

Foi neste contexto que surgiram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fortemente promovidos pelas Nações Unidas, que definem as prioridades e aspirações do desenvolvimento sustentável global para 2030, procurando mobilizar esforços globais em torno de um conjunto de objetivos e metas comuns. A Agenda que vai orientar o desenvolvimento das sociedades nos próximos anos é, assim, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que colocam o enfoque nas pessoas, nos direitos humanos e na resposta às crescentes desigualdades sociais, englobando ainda questões centrais como a paz, a segurança e as alterações climáticas. Na Figura 1 são apresentados os vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável implementados e promovidos pela ONU.



Figura 1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável promovidos pelas Nações Unidas

A Agenda 2030 apresentada pelas Nações Unidas é uma agenda alargada e ambiciosa que aborda várias dimensões do desenvolvimento sustentável (social, económico, ambiental), incluindo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que promovem a adoção de políticas na lógica dos 3 P (People, Planet, Profit), entre os quais se destacam, pela sua relevância para o tecido empresarial:

- **ODS 3** SAÚDE E BEM-ESTAR
- **ODS 7** ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL
- **ODS 8** TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÓMICO
- **ODS 9** INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
- **ODS 12** CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS

Promovendo uma agenda global para o desenvolvimento sustentável das economias e sociedades, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável permitirão às empresas implementar estratégias para o desenvolvimento sustentável interno – com resultados ao nível da sua competitividade –, que permitam obter impactos relevantes a nível externo – no meio-ambiente, na economia e sociedade.

Ao desenvolver e apresentar soluções para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, as empresas descobrirão novas oportunidades de crescimento e diminuirão o seu perfil de risco. As empresas podem utilizar estes objetivos enquanto enquadramento para moldar, orientar, comunicar e relatar as suas estratégias, objetivos e atividades, permitindo-lhes capitalizar um vasto leque de benefícios, como por exemplo:

- Identificar futuras oportunidades de negócio: os desafios globais do desenvolvimento sustentável representam oportunidades de mercado para as empresas com capacidade de desenvolver e apresentar soluções inovadoras e eficazes, incluindo:
 - Tecnologias inovadoras para aumentar a eficiência energética, a energia renovável, o armazenamento de energia, os edifícios verdes e o transporte sustentável;

- A substituição dos produtos tradicionalmente fabricados e processados por soluções TIC e ferramentas tecnológicas que reduzem as emissões e os resíduos;
- Preencher as necessidades do vasto e largamente inexplorado mercado de produtos e serviços que incorporam os ODS.

→ Aumentar o valor da sustentabilidade corporativa: ao integrar as considerações de sustentabilidade de forma transversal na cadeia de valor, as empresas podem proteger e criar valor para elas próprias, por exemplo, com o aumento das vendas, o desenvolvimento de novos segmentos de mercado o fortalecimento da marca, o estímulo à inovação de produtos e/ou a redução da rotatividade dos trabalhadores.

→ Fortalecer as relações com stakeholders e acompanhar o ritmo de desenvolvimento das políticas públicas: as empresas que alinhem as suas prioridades com os ODS podem fortalecer o envolvimento de clientes, funcionários e outros stakeholders, e as que não o façam ficarão expostas a riscos legais e de reputação crescentes.

→ Estabilizar sociedades e mercados: investir na consecução dos ODS sustenta os pilares do sucesso empresarial, incluindo a existência de mercados regulamentados, sistemas financeiros transparentes e instituições não corruptas e eficientemente geridas.

→ Utilizar a mesma linguagem e um propósito comum: os objetivos ajudarão a reunir parceiros sinérgicos para enfrentar os desafios.

Assim, a implementação de princípios, metodologias e ferramentas de apoio à integração de ODS nas empresas constitui uma oportunidade de melhoria e crescimento, com impacto no seu sucesso e na sua competitividade.



The background of the page is a solid reddish-brown color. On the left side, there is a large, faint, light-colored topographic map showing concentric contour lines. On the right side, there is a vertical strip of a dark, textured image, possibly a rock face or a similar natural surface, which is partially obscured by the reddish-brown background.

POTENCIAL DA INDÚSTRIA 4.0 NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A Indústria 4.0 e a Transformação Digital constituem, em simultâneo, um desafio e uma ferramenta de apoio à consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável apresentados pelas Nações Unidas na Agenda 2030. De facto, a incerteza gerada pelos rápidos ciclos de inovação em setores altamente tecnológicos e as transformações que têm vindo a ser implementadas por via da Indústria 4.0, têm potenciado o surgimento de questões ambientais, económicas e sociais, que necessitam de ser abordadas por via dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Por outro lado, o potencial de aplicação dos conceitos gerados pela Indústria 4.0 em prol da sustentabilidade e da inovação social, constituem ferramentas de apoio à aceleração das economias mundiais e à mitigação de impactos ambientais indesejados.

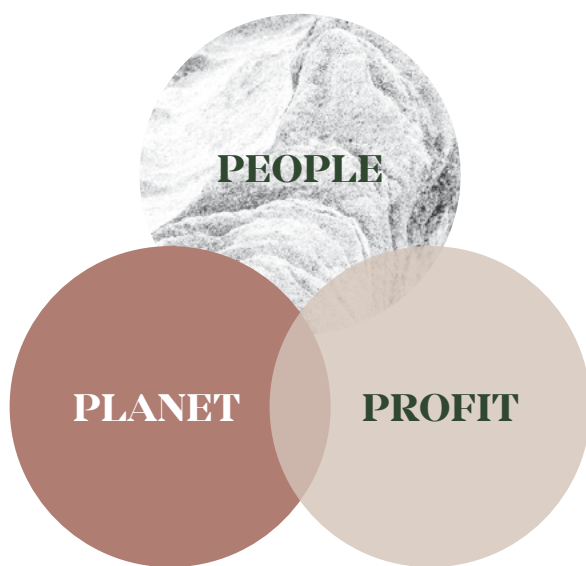
A taxa de desenvolvimento tecnológico na Indústria 4.0 é exponencial e, portanto, os seus desafios e benefícios são mais imprevisíveis e mais complicados de antecipar do que em revoluções industriais anteriores. Esta dificuldade crescente deve-se à alta convergência de tecnologias que podem complementar ou competir com diferentes cenários possíveis de difusão, que podem resultar em novas descobertas mais rápidas, frequentes e difíceis de prever. A quarta revolução industrial e o seu progresso na difusão de tecnologias provocará mudanças técnicas e tecnológicas com impacto

socioeconómico durante a próxima década. Assim, lidar com esta transformação exige uma abordagem integrada que englobe soluções inovadoras e sustentáveis, e não apenas tecnológicas.

É esperado que a multiplicação do volume de dados disponíveis através de sistemas conectados à web, juntamente com uma inteligência artificial cada vez mais sofisticada, mude fundamentalmente o funcionamento da sociedade, fornecendo soluções inteiramente novas para problemas atualmente existentes e desafios que surjam no futuro. São exetáveis avanços em diversos setores relevantes para a economia, potenciados pela integração de novas tecnologias com impactos positivos a nível de consumo energético, incluindo a introdução de energias renováveis, e do aumento da eficiência no consumo de recursos.

Não obstante, a Indústria 4.0 gera grandes desafios originados por uma profunda transformação económica, social e ambiental, sendo necessário que a sociedade e as economias globais trabalhem em conjunto para tornar todo este processo mais inclusivo e sustentável, mitigando ou minimizando as consequências indesejadas das rápidas inovações tecnológicas e maximizando os benefícios sociais, ambientais e económicos.





O conceito de Triple Bottom Line, também designado como Tripé da Sustentabilidade, preconiza uma gestão empresarial com foco em três dimensões – Económica, Ambiental e Social – que, em conjunto, maximizam o bem-estar das organizações, do planeta e das pessoas. Existe uma estreita ligação entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o conceito de Triple Bottom Line, sendo claro que quanto maior a abrangência das suas dimensões Económica, Ambiental e Social, mais sustentável é uma empresa. Neste contexto, a implementação de conceitos e tecnologias associados à Indústria 4.0 nas organizações pode funcionar como ferramenta de implementação de práticas mais sustentáveis, uma vez que resultam numa maior produtividade e qualidade do produto (dimensão Económica), permitem a monitorização contínua do consumo de energia e a redução de desperdícios (dimensão Ambiental) e propiciam um ambiente de trabalho mais seguro e menos intenso do ponto de vista físico (dimensão Social).

— Dimensão Económica

A transição das empresas para a Indústria 4.0 contribui para a sua sustentabilidade económica através de uma variedade de fatores que permitem melhorar processos produtivos, tornando-os mais eficientes e flexíveis. De uma forma geral, esta melhoria leva ao aumento da produtividade e da qualidade do produto, reduzindo o seu time-to-market, com impactos económicos significativos, destacando-se a diminuição dos custos operacionais e a possibilidade de as empresas entrarem em segmentos de mercado de maior valor acrescentado.

Algumas das tecnologias da Indústria 4.0 em destaque incorporam conceitos associados à Internet-of-Things, Cloud Computing ou Machine Learning, sendo também muito comum a utilização de sensores (óticos, de movimento, entre outros). De facto, a utilização de sensores por toda a cadeia produtiva de uma

organização permite uma gestão muito mais eficiente do seu inventário, das suas ferramentas e dos seus equipamentos, com impactos na sua sustentabilidade económica. Por sua vez, tecnologias como Internet-of-Things, Cloud Computing ou Machine Learning permitem melhorar a eficiência e a eficácia da gestão da cadeia produtiva, aumentando a autonomia dos equipamentos, reduzindo a imprecisões do stock e diminuindo o time-to-market dos produtos.

Assim, a Indústria 4.0 fortalece a tomada de decisões de gestão, fornecendo recursos analíticos que permitem otimizar procedimentos e aumentar a eficiência – através, por exemplo, de análise de dados (Big Data) –, com impactos positivos ao nível do desempenho económico das empresas.

– Dimensão Ambiental

Apesar dos possíveis impactos negativos sobre o meio-ambiente decorrentes de uma revolução industrial, a Indústria 4.0 veio introduzir uma série de tecnologias, conceitos e procedimentos capazes de reduzir substancialmente a pegada carbónica das empresas. Introduce, por exemplo, uma grande diversidade de equipamentos e softwares de gestão energética, que permitem analisar e prever o desempenho da produção e, assim, equilibrar o consumo de energia com as necessidades reais das empresas. Além de reduzir substancialmente as emissões de CO2 produzidas por uma indústria, com impacto positivo no meio ambiente, este tipo de monitorização permite uma poupança energética que afeta positivamente a produtividade e otimiza os custos operacionais das organizações.

A Indústria 4.0 introduz, também, a possibilidade de criação de novos modelos de negócios, bem como de novos produtos e serviços inovadores que apresentem impactos positivos ao nível da sustentabilidade

– Dimensão Social


Os avanços tecnológicos e digitais introduzidos pela Indústria 4.0 permitem a criação de ambientes de trabalho mais seguros, com diminuição de atividades físicas e, conseqüentemente, de acidentes de trabalho, e a valorização profissional de Recursos Humanos, que dedicarão o seu tempo a novas atividades de maior valor acrescentado. De facto, a adoção de tecnologias e conceitos associados à Indústria 4.0 oferece importantes oportunidades para enriquecimento das funções dos trabalhadores, tornando o trabalho mais gratificante e menos alienante. Os trabalhadores não são apenas operadores de robôs, fazem parte de um sistema contínuo de feedback e colaboração entre homem e máquina, alterando-se a natureza do trabalho na linha de produção para tarefas que exigem conhecimento e não só trabalho físico.

ambiental. O potencial de inovação com impacto no ambiente é, também, alavancado através da integração de conceitos como a economia circular, tendência atual que surge ligada à Indústria 4.0.

As várias tecnologias associadas à Indústria 4.0 permitem a otimização da alocação de recursos, o uso eficiente de matérias, energia e água, a melhoria da qualidade dos dados – levando a uma contabilidade de gestão ambiental mais precisa – e permite, também, desbloquear a integração com a manufatura ambientalmente sustentável.

Concluindo, é possível afirmar que a digitalização dos processos industriais oferece grandes oportunidades para a dimensão ambiental do Triple Bottom Line e para a força inovadora de empresas individuais, representando, no entanto, um enorme desafio para as empresas.

A adequação da força de trabalho aos novos desafios introduzidos pela Indústria 4.0 constitui, assim, um dos principais pilares do desenvolvimento sustentável e da inovação organizacional das empresas num futuro próximo, sendo provável que a digitalização da indústria resulte numa transformação fundamental do trabalho. São, assim, necessários grandes esforços por parte das empresas para apoiar e acompanhar os seus colaboradores, preparando o seu upskilling e/ou reskilling (adaptação e aquisição de competências) a tempo de poderem acompanhar a evolução e transformação da indústria.



TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 QUE CONTRIBUEM PARA OS OBJECTIVOS DE DESENVOLVIMENTO

– Descrição da Tecnologia

A impressão 3D é atualmente considerada uma tecnologia chave impulsionadora da Indústria 4.0, com potencial para revolucionar transversalmente os setores industriais com novos métodos de produção aditiva mais inteligentes, versáteis e flexíveis.

A tecnologia de impressão 3D parte de um modelo digital para a criação de um objeto ou componente através de um software próprio. Posteriormente, o desenho criado é materializado fisicamente, com elevada precisão, sendo reproduzido pela impressora 3D através da deposição de diferentes camadas da matéria-prima selecionada.

A capacidade de imprimir peças num curto espaço de tempo e a um custo reduzido, torna o investimento em impressoras 3D numa opção apelativa para muitas empresas. Uma das principais vantagens desta tecnologia é a sua versatilidade, uma vez que os mesmos equipamentos permitem obter peças com diferentes características (e.g. resistência mecânica, flexibilidade, durabilidade), de acordo com as necessidades de cada mercado e preferências de customização dos diferentes clientes.

– Principais Setores



A impressão industrial 3D permite uma produção mais ágil e eficiente em todo o ciclo de vida de desenvolvimento de produtos no setor automóvel, desde o design até à rápida criação de protótipos, testes, ferramentas e componentes.



A tecnologia de impressão 3D oferece aos dentistas, laboratórios e fabricantes de próteses dentárias a capacidade para trabalhar de forma mais rápida e económica, permitindo o fabrico de modelos de coroas, aplicações ortodónticas e outros.



A impressão 3D pode ser utilizada de forma transversal na indústria de bens de consumo, em particular para o desenvolvimento e prototipagem rápida de novos produtos, mas também para a integração em linhas de produção.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Com a integração de tecnologias de impressão 3D, o tecido empresarial português contribuirá para a modernização e reabilitação da indústria, tornando-se mais sustentável, com maior eficiência no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e procedimentos industriais limpos.

A tecnologia de impressão 3D permite às empresas tornar a sua produção mais sustentável, na medida em que possibilita uma redução considerável do desperdício de matéria-prima, bem como a utilização de materiais biodegradáveis, contribuindo ainda para um aumento da eficiência energética das empresas, quando comparada com as tecnologias produtivas mais tradicionais.

— Áreas de Aplicação na Empresa

- Departamento de I&D/ Área de desenvolvimento de produto;
- Laboratório;
- Produção.

— Esforço Financeiro

O esforço financeiro resultante da implementação de tecnologias de impressão 3D numa empresa pode ser bastante variável. Caso se pretenda adquirir um ou dois equipamentos para prototipagem rápida, o investimento não será particularmente avultado. No entanto, a aplicação de um novo método de produção aditiva

— Principais Benefícios

- Diminuição de custos e aumento de produtividade;
- Redução significativa no índice de desperdícios da empresa;
- Aceleração do processo de desenvolvimento de novos produtos;
- Otimização do design dos produtos;
- Possibilidade de utilização de diferentes matérias-primas.

baseado na impressão 3D requer um esforço bastante mais substancial, uma vez que, além da aquisição dos equipamentos, será fundamental a contratação de técnicos especializados e/ ou a formação dos recursos humanos da empresa, podendo ainda ser necessária a alteração do layout produtivo nas suas instalações.

– Descrição da Tecnologia

A realidade aumentada é uma tecnologia que permite, através da utilização de smartphones, tablets ou óculos de realidade aumentada, a sobreposição de objetos e imagens virtuais no mundo real, integrando-se no ambiente no qual o utilizador se encontra. Esta interação entre o mundo real e virtual está amplamente associada à Indústria 4.0, sendo a realidade aumentada considerada uma tecnologia relevante para a criação de fábricas inteligentes.

No contexto industrial, a realidade aumentada permite melhorar a tomada de decisão do utilizador e acelerar processos de montagem, manutenção ou reparação de diferentes equipamentos, produtos e componentes através da projeção, em tempo real, de informações como layouts, diretrizes de montagem, locais de possíveis avarias, instruções passo a passo, entre outras. Atualmente, esta tecnologia é utilizada em empresas dos mais diversos setores para o desenvolvimento de atividades como:

→ Manutenção de equipamentos: a realidade aumentada agiliza e torna mais eficiente o processo de

manutenção e reparação dos equipamentos através da disponibilização passo a passo e em tempo real das tarefas a executar.

→ Formação: um dos usos mais comuns da realidade aumentada na indústria – e também em empresas não industriais – é a formação de recursos humanos.

→ Linhas de montagem: a realidade aumentada permite oferecer aos operários da linha de montagem um guia de procedimentos a seguir, passo a passo, em tempo real, aumentando a eficiência e produtividade nesta área da empresa e reduzindo a produção de peças/produtos/equipamentos com defeito.

→ Controlo de produção à distância em tempo real: quando combinada com outras tecnologias da Indústria 4.0, a realidade aumentada permite a monitorização de dados de produção em tempo real, assegurando uma maior eficiência produtiva.

– Principais Setores



A realidade aumentada poder ser usada de forma transversal em diferentes setores industriais, com destaque para aqueles que apresentam um grande foco em processos de montagem como é o caso, por exemplo, dos setores automóvel e aeronáutico, e da produção de equipamentos eletrónicos e/ ou industriais.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A implementação de tecnologias da Indústria 4.0, como é o caso da realidade aumentada, vai permitir ao tecido empresarial nacional atingir níveis de produtividade mais elevados através da diversificação, modernização tecnológica e inovação.

A modernização e reabilitação da indústria, de acordo com este Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, inclui a integração de novas tecnologias da Indústria 4.0, que permitam alcançar uma maior eficiência no uso de recursos e procedimentos industriais mais limpos e sustentáveis. A realidade aumentada é uma das tecnologias que encaixam nesta visão de sustentabilidade.

— Áreas de Aplicação na Empresa

- Manutenção e reparação;
- Formação;
- Produção (em particular no processo de montagem).

— Esforço Financeiro

A integração de realidade aumentada no processo produtivo de uma empresa envolve um esforço financeiro significativo, uma vez que, além da aquisição dos vários componentes de hardware para interação com os utilizadores – como tablets ou óculos de realidade aumentada –, as empresas necessitarão de

— Principais Benefícios

- Apoio na tomada de decisões: aumento da eficiência e da produtividade;
- Redução de custos, por meio de uma maior eficiência e rapidez de processos;
- Redução de produção de peças/produtos/equipamentos com defeito;
- Redução de tempo de manutenção e inspeção;
- Aumento da qualidade da oferta formativa aos colaboradores da empresa.

investir em tecnologias que permitam a interação do mundo virtual com o mundo físico, como é o caso de sensores óticos e de movimento, bem como estudos para o desenvolvimento e implementação de todas estas tecnologias e rearranjo do layout produtivo por forma a garantir a maior eficiência.



– Descrição da Tecnologia

Um gémeo digital é um modelo virtual de um processo, produto ou serviço que evolui em tempo real e ao mesmo tempo que a sua versão física. Este emparelhamento dos mundos virtual e físico permite a análise de dados e a previsão de problemas, falhas e constrangimentos nos dispositivos/ equipamentos reais antes mesmo de eles ocorrerem.

Uma das principais vantagens desta tecnologia é a sua capacidade preditiva, uma vez que permite às empresas identificar constrangimentos – por exemplo, em equipamentos/ processo produtivos – antes de os mesmos acontecerem, possibilitando uma resolução atempada e eficiente. De facto, os gémeos digitais podem alertar sobre qualquer problema futuro, incidente ou anomalia, interagindo diretamente com os humanos responsáveis pela sua monitorização, sendo inclusivamente capazes de analisar o problema e propor a solução mais eficiente para a sua resolução. Este fator torna esta tecnologia da indústria 4.0 muito

relevante para otimização de custos, permitindo, por exemplo, evitar uma quebra produtiva causada por avarias de equipamentos, impedir avarias irreparáveis de equipamentos dispendiosos e importantes para o funcionamento das cadeias produtivas, diminuir os custos de manutenção e reparação, entre outros.

É também possível utilizar esta tecnologia para o desenvolvimento de novos produtos, podendo os mesmos ser construídos, testados e otimizados em versão digital antes de se iniciar a sua prototipagem física, permitindo um aumento da eficiência e uma diminuição acentuada dos custos associados e do time-to-market de novos produtos. Por outro lado, a utilização de gémeos digitais para o desenvolvimento de produtos, facilita a criação de novas versões mais avançadas, uma vez que é possível aceder ao histórico detalhado dos modelos anteriores para a correção e otimização das soluções já desenvolvidas.

– Principais Setores



Esta tecnologia permite a digitalização dos processos, produtos ou serviços das empresas, replicando versões físicas em formato virtual. Neste sentido, é possível a sua implementação e adaptação a indústrias dos mais variados setores.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os gémeos digitais permitem um aumento considerável da eficiência e produtividade das empresas que os utilizam, otimizando a sua estrutura de custos e tornando-as mais sustentáveis, promovendo o crescimento económico.

A integração desta tecnologia no processo de desenvolvimento e produção de produtos permite aumentar a inovação nas indústrias nacionais. De facto, os gémeos digitais permitem uma maior flexibilidade e diminuem os riscos de investimento em ideias inovadoras, sendo possível criar e simular diversos produtos e serviços através de um software sem riscos e investimentos associados.

— Áreas de Aplicação na Empresa

Esta tecnologia é transversal a todas as áreas da empresa, com enfoque em:

- Departamento de I&D/ Área de desenvolvimento de produto;
- Produção;
- Manutenção e reparação.

— Esforço Financeiro

A implementação de gémeos digitais não é um processo que possa ser concluído de um dia para o outro. De facto, a integração desta tecnologia na cadeia produtiva de uma empresa levará a uma transformação total, existindo a necessidade de implementação de métodos de monitorização e digitalização massiva de

— Principais Benefícios

- Aumento da eficiência por via da identificação precoce de potenciais avarias ou constrangimentos;
- Redução de custos por necessidade de paragem de produção para manutenção ou reparação de equipamentos;
- Redução de custos diretamente associados à reparação e manutenção de equipamentos;
- Menor time-to-market de novos produtos desenvolvidos através desta tecnologia.

processos. Neste sentido, espera-se que o processo de implementação desta tecnologia seja dispendioso e necessite de uma alteração profunda tanto na organização e layout produtivo como nos métodos de trabalho da empresa.



– Descrição da Tecnologia

Um robô colaborativo, também designado cobot, é um robô criado para interagir com humanos em ambientes de trabalho. Estes robôs são utilizados maioritariamente no desenvolvimento de tarefas repetitivas, operações não ergonómicas – e, portanto, com maior risco para a saúde de operários humanos – e operações de baixo valor acrescentado, permitindo libertar trabalhadores de tarefas mais repetitivas, entediantes, perigosas ou pesadas, podendo atribuir-lhes atividades mais específicas e de maior valor para a empresa.

Graças à incorporação de tecnologias como visão artificial, machine learning e inteligência artificial os robôs colaborativos são capazes de desempenhar uma série de tarefas de forma totalmente autónoma ou em

colaboração com humanos e/ ou outros equipamentos. Destacam-se atividades como polimento, análise de laboratório, supervisão de máquinas, moldagem por injeção, controle de qualidade, montagem, soldagem, entre outras.

Assim, estes robôs compartilham o posto de trabalho com os funcionários, colaborando, manobrando e interagindo com eles. Têm sensores capazes de detetar a presença humana e agir de acordo – por exemplo, diminuindo a sua velocidade para não causar ferimentos. São também caracterizados pela sua leveza – alguns pesam menos de 10 quilos –, o que facilita o seu transporte para qualquer ponto da cadeia produtiva.

– Principais Setores



A capacidade de colaboração com humanos e outras máquinas torna o robô colaborativo numa solução de valor acrescentado para os mais diversos setores da indústria, contribuindo diariamente para o aumento da eficiência e da produtividade através da automatização de processos.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A integração de robôs colaborativos nas operações da empresa permite desviar dos seus funcionários uma série de atividades de baixo valor acrescentado, repetitivas, pesadas e não ergonómicas, que podem pôr em risco a sua saúde, promovendo, assim, o bem-estar de todos os trabalhadores.

A vertente colaborativa que esta tecnologia oferece, bem como a sua utilização para a realização de tarefas mais pesadas e repetitivas, permite promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores. Adicionalmente, promove um aumento de eficiência e redução de custos nas empresas, contribuindo, desta forma, para um crescimento económico sustentado.

A aposta em tecnologias como os robôs colaborativos permite modernizar a indústria nacional, otimizando vetores como a produtividade e a eficiência, e reduzindo custos e desperdícios de matérias-primas, contribuindo, ainda, para um claro aumento da inovação nas infraestruturas produtivas.

— Áreas de Aplicação na Empresa

- Produção;
- Armazém;
- Laboratório.

— Esforço Financeiro

O esforço financeiro resultante da integração de robôs colaborativos numa empresa poderá ser bastante variável, caso se pretenda adquirir um único robô para apoiar determinadas tarefas ou adaptar toda a linha de produção para alcançar um chão de fábrica automatizado e autónomo, com o mínimo de

— Principais Benefícios

- Aumento da eficiência e da produtividade;
- Redução de lotes de produtos com defeito;
- Redução significativa de desperdícios da empresa;
- Redução do time-to-market dos produtos, por via de uma maior velocidade produtiva;
- Redução do risco de lesões e acidentes de trabalho.

intervenção humana necessário. O segundo caso prevê um investimento significativo, não só na aquisição dos diferentes robôs colaborativos, como na potencial substituição de alguns equipamentos mais rudimentares por novas tecnologias compatíveis com os robôs, bem como no rearranjo do layout produtivo.



– Descrição da Tecnologia

O i-ERP, ou ERP Inteligente, é uma tecnologia da Indústria 4.0 que permite acelerar a transformação digital das empresas, constituindo uma ferramenta imperativa ao crescimento do seu negócio de forma sustentada, otimizada e orientada para criação de indústrias inteligentes. Esta tecnologia permite a gestão centralizada e automatizada de vários departamentos da empresa, otimizando operações e reduzindo de forma muito substancial a possibilidade de erros humanos.

As principais novidades desta nova geração de ERP, que estão principalmente relacionadas com a incorporação de uma série de tecnologias e princípios associados à Indústria 4.0, são descritas de seguida:

→ O i-ERP tem capacidade para processar, analisar e atuar sobre largos volumes de dados gerados através da Internet-das-Coisas - Internet-of-Things (IoT) – em tempo real, constituindo uma ferramenta estratégica para uma tomada de decisões eficiente.

→ O i-ERP incorpora tecnologias como aprendizagem de máquina - machine learning - e inteligência artificial,

sendo capaz de realizar, de forma completamente autónoma, análises avançadas de dados que permitem prever, monitorizar, relatar e gerir ativos empresariais e processos de negócios, podendo, inclusivamente, atuar de forma autónoma em diversas situações.

→ O i-ERP oferece uma assistência significativa em grande parte dos processos operacionais da empresa, permitindo eliminar tarefas redundantes e simplificar vários outros procedimentos – por exemplo, através de colaboração homem-máquina –, permitindo, assim, desviar os colaboradores para atividades de maior valor acrescentado.

A experiência do utilizador, principalmente em ambiente industrial, encontra-se, também ela, totalmente renovada e orientada para as necessidades inerentes à transição das empresas para a Indústria 4.0. O i-ERP permite uma abordagem móvel, integrando-se numa rede de terminais portáteis, constituídos por diferentes dispositivos e interfaces – como por exemplo tablets –, que permitem a sua utilização em tempo real a partir de qualquer ponto do globo.

– Principais Setores



O ERP inteligente é uma ferramenta utilizada para centralizar e digitalizar os procedimentos de gestão operacional das empresas, podendo ser implementado transversalmente em empresas industriais e não industriais dos mais variados setores.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A integração de ERP inteligentes nas empresas conduzirá a uma maior produtividade e eficiência, resultando ainda numa diminuição significativa dos seus custos operacionais, ajudando as empresas a sustentar o crescimento económico. Adicionalmente, a automatização de determinadas tarefas e procedimentos associados à gestão operacional, permitirá libertar colaboradores para o desenvolvimento de atividades de maior valor acrescentado, contribuindo para uma maior realização profissional.

A implementação de tecnologias associadas à Indústria 4.0, que permitam a digitalização das empresas, como é o caso do i-ERP, contribui significativamente para a modernização das infraestruturas industriais, com impacto na competitividade do tecido industrial nacional.

— Áreas de Aplicação na Empresa

A aplicação desta tecnologia é transversal a todas as áreas da empresa, permitindo, inclusivamente, conectar e agilizar a troca de informação entre departamentos para permitir uma melhor gestão e centralização de todas as operações da empresa.

— Esforço Financeiro

A implementação de um ERP Inteligente pressupõe custos com a instalação, customização e manutenção do sistema. Esta tecnologia pressupõe, ainda, um esforço financeiro adicional com a aquisição de uma licença de utilização, podendo a mesma ser mensal ou anual, com um custo variável consoante o potencial número de utilizadores. No caso de as empresas ainda não deterem as ferramentas necessárias para a sua utilização, acrescem custos com a aquisição

— Principais Benefícios

→ Otimização dos processos operacionais da empresa, tornando-os mais eficientes e eliminando tarefas redundantes ou desnecessárias;
→ Aumento da eficiência processual da empresa, com impacto na redução dos custos operacionais.

de terminais portáteis, como por exemplo tablets. Adicionalmente, importa referir que, por forma a que o sistema não se torne obsoleto, existem potenciais custos para implementação de melhorias e upgrade do software ao longo dos anos. Finalmente, é necessário ter em conta, que a implementação de um i-ERP poderá levar à necessidade de formação dos colaboradores da empresa, acarretando despesas adicionais.

— Descrição da Tecnologia

Os robôs móveis autônomos (autonomous mobile robots – AMR) são um tipo de robô especificamente destinado ao transporte de diferentes materiais entre os diferentes pontos da cadeia produtiva, constituindo veículos autônomos que podem ser implementados sem o recurso a uma infraestrutura de apoio dispendiosa. Estes robôs são programáveis, capazes de interagir com humanos ou outros equipamentos, e tomar decisões descentralizadas, como definir a rota a tomar entre dois pontos físicos, sendo ainda capazes de mapear as instalações em que circulam e até adaptar-se a alterações de layout. Sendo inteligentes e autônomos, são altamente eficientes, permitindo um aumento da produtividade através da redução de tempo de espera das máquinas por novos lotes de matéria-prima.

Permitem, ainda, eliminar erros humanos e melhoram a rastreabilidade dos materiais que transportam, possibilitando o desvio dos operários para tarefas de maior valor acrescentado, que exigem competências humanas mais complexas.

Os robôs móveis autônomos são relativamente pouco volumosos (embora o seu dimensionamento dependa da sua função específica), ágeis e requerem pouca

interação e monitorização humana. Considerando a versatilidade desta tecnologia, existem robôs destinados a funções diferenciadas, sendo as mais comuns:

→ Gestão de frotas e transporte autônomo de cargas (matérias-primas, produtos intermédios ou produtos finais) de e para o armazém. Existem, inclusivamente, vários modelos de robôs móveis autônomos com capacidade para o transporte de cargas elevadas e/ou com capacidades similares a empilhadoras;

→ Transporte de produtos entre operadores e estações de trabalho, podendo ser introduzidos em redes de produção, aumentando a flexibilidade das linhas de produção.

Esta tecnologia permite, assim, aumentar a flexibilidade e produtividade de empresas industriais, de forma transversal aos diferentes setores da economia, reduzindo a movimentação dos operários por necessidade de recolher ou entregar determinados componentes ou materiais, aumentando a eficiência produtiva e melhorando o rastreamento das atividades em tempo real.

— Principais Setores



Considerando a sua função de transporte de cargas, os robôs móveis autônomos podem ser utilizados de forma transversal nas indústrias de produtos ou processos dos mais variados setores.

Robôs Móveis Autônomos

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A integração de robôs móveis autônomos nos métodos de trabalho das empresas permite uma redução sistemática de problemas de saúde resultantes do transporte de cargas pesadas e problemas posturais, como lesões lombares, entorses, tendinites, entre outros, promovendo o bem-estar dos trabalhadores.

O aumento de produtividade associado a esta tecnologia possibilita ao tecido empresarial nacional contribuir para um crescimento económico sustentado do país. Adicionalmente, uma vez que permite substituir operadores humanos no transporte de cargas, libertando-os para tarefas menos físicas e de maior valor acrescentado, abre as portas a uma maior inclusão nas empresas, oferecendo iguais oportunidades de acesso ao trabalho.

A aposta neste tipo de tecnologias permite modernizar a indústria nacional, otimizar os níveis de produtividade e eficiência e contribuir para um aumento da inovação nas infraestruturas produtivas.

— Áreas de Aplicação na Empresa

- Armazenamento e logística;
- Produção.

— Esforço Financeiro

A aplicação desta tecnologia não requer a implementação de uma infraestrutura dispendiosa, contudo, requer um estudo prévio das funções que o robô deve efetuar e pode necessitar do rearranjo do layout do armazém e/ou linha de produção.

— Principais Benefícios

- Aumento de produtividade alicerçado na redução de movimentação dos trabalhadores e na sua disponibilidade para levar a cabo tarefas de maior valor acrescentado;
- Otimização do planeamento logístico, com impacto na redução de custos operacionais das empresas;
- Aumento da flexibilidade produtiva e da rastreabilidade em tempo real das atividades e das matérias-primas, intermédias e produtos acabados da empresa;
- Diminuição de potenciais problemas de saúde de trabalhadores devido ao transporte de cargas pesadas e problemas posturais.



— Descrição da Tecnologia

O uso de robôs, móveis ou fixos, capazes de proceder à inventariação, armazenamento e recolha de produtos ou matérias-primas de forma autónoma é atualmente uma realidade em muitas empresas, sendo considerada uma mais-valia na sua transição para a realidade da Indústria 4.0.

Estes robôs possuem diferentes níveis tecnológicos e podem ser desenhados para funções específicas, destacando-se, a título de exemplo:

→ Robôs fixos com braços móveis capazes de recuperar artigos com localizações pré-definidas, funcionando como apoio em armazém;

→ Robôs móveis com sistemas de visão avançados que permitem identificar matérias-primas, produtos intermédios ou produtos finais enquanto se deslocam

de forma autónoma, procedendo à sua inventariação de forma automática e inteligente e reportando os dados em tempo real às equipas de gestão, proporcionando uma gestão de stock com eficiência máxima.

A integração destes robôs de última geração permite alcançar uma maior precisão de inventário automático em tempo real, tanto através de tecnologias que incorporem sistemas de visão avançados, como através de robôs que funcionem através de tecnologia RFID, apresentando maior fiabilidade do que leitores portáteis de RFID. Possibilita, assim, um reconhecimento e monitorização de stock, lacunas e etiquetas, bem como a deteção rápida e fácil de itens deslocados, otimizando os procedimentos de gestão de stock e diminuindo os custos associados à validação do inventário, recuperação de produtos e gestão logística.

— Principais Setores



Esta tecnologia é altamente relevante para o setor de distribuição, onde a logística de armazenamento e movimentação de produtos é central à atividade das empresas.



Em empresas de retalho que possuam um elevado número de artigos disponíveis para venda (fisicamente ou em e-commerce), os robôs capazes de inventariar, armazenar e recolher produtos autonomamente potenciam uma elevada redução de custos inerentes a recursos humanos.



Considerando a sua função, os robôs automáticos de inventariação podem ser utilizados de forma transversal nas indústrias de produtos ou processos, permitindo a catalogação e recolha de matérias-primas, produtos intermédios ou produtos finais.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A introdução de robôs automáticos de inventariação numa organização permite desviar os seus funcionários para atividades de maior valor acrescentando, eliminando esforços físicos que podem estar associados aos trabalhos de inventariação, promovendo, assim, o bem-estar de todos os trabalhadores.

Os ganhos de eficiência e produtividade proporcionados pela integração desta tecnologia permitem apoiar as empresas nacionais a sustentar o crescimento económico. Adicionalmente, uma vez que permite substituir operadores humanos em tarefas mais físicas e de menor valor acrescentado, abre as portas a uma maior inclusão nas empresas, oferecendo iguais oportunidades de acesso ao trabalho.

Esta tecnologia permite a modernização dos processos logísticos e promove a implementação de infraestruturas industriais dinâmicas e inovadoras.

— Áreas de Aplicação na Empresa

- Armazenamento;
- Logística;
- Retalho.

— Principais Benefícios

- Aumento de produtividade alicerçado na redução de movimentação dos trabalhadores e na sua disponibilidade para levar a cabo tarefas de maior valor acrescentado;
- Diminuição de potenciais problemas de saúde de trabalhadores devido ao transporte de cargas;
- Otimização do planeamento logístico, com impacto na redução de custos associados à inventariação.

— Esforço Financeiro

Dependendo do nível tecnológico e abrangência definida para o robô automático de inventariação, o custo poderá ser elevado. Neste caso, é necessário um estudo prévio para avaliar o custo-benefício da implementação

desta tecnologia, bem como potenciais alterações ao layout da infraestrutura e reestruturação dos recursos humanos afetos a esta tarefa.



– Descrição da Tecnologia

Uma das principais características associadas à Indústria 4.0 é a possibilidade de conectar máquinas, sistemas e pessoas, garantindo a implementação de fábricas inteligentes nas quais tanto máquinas como produtos são capazes de comunicar entre si e levar a cabo uma série de tarefas associadas à produção, manutenção, ou rastreamento de produtos e matérias-primas, de forma totalmente autónoma, com impactos positivos na otimização de custos e na produtividade das empresas.

Neste contexto, surge a tecnologia de identificação por radiofrequência (ou RFID – Radio-Frequency Identification), que constitui um sistema de comunicação sem fios que permite transferir e armazenar dados remotamente através de dispositivos inseridos em etiquetas de pequenas dimensões (etiquetas RFID). Em consonância com equipamentos receptores de frequências de rádio (móveis ou fixos), as etiquetas RFID permitem a identificação, monitorização e rastreamento em tempo real de diferentes produtos e equipamentos, constituindo uma mais-valia para a automatização e autonomização de diferentes processos, desde a logística até à produção.

– Principais Setores



Setores responsáveis pelo armazenamento e distribuição de um número elevado de produtos são o principal beneficiário da implementação desta tecnologia.



A tecnologia de identificação por radiofrequência é adequada a qualquer empresa com um fluxo elevado de matérias-primas, produtos intermédios ou produtos finais, pois beneficia de um rastreamento em tempo real extremamente fiável.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os ganhos de eficiência e produtividade proporcionados pela integração desta tecnologia permitem apoiar as empresas nacionais a sustentar o crescimento económico.

Devido à sua capacidade de rastreabilidade em tempo real, a implementação desta tecnologia permite modernizar as infraestruturas industriais, bem como respetivos processos de logística. Adicionalmente, possibilita o aumento de eficiência das cadeias produtivas e a redução de custos associados à verificação e correção de erros de inventariação, transporte e armazenamento.

— Áreas de Aplicação na Empresa

- Produção;
- Armazenamento;
- Distribuição;
- Logística.

— Principais Benefícios

- Permite o aumento da eficiência através da rastreabilidade em tempo real de matérias primas, produtos intermédios e/ou produtos finais, agilizando a sua recolha em armazém e entrega nas estações produtivas correspondentes, sem necessidade de intervenção humana;
- Fornece uma informação confiável e facilmente partilhável do estado e localização de matérias primas, produtos intermédios e/ou produtos finais, propiciando uma gestão automática de stock e inventário e uma otimização de custos operacionais.

— Esforço Financeiro

O valor individual das etiquetas e recetores RFID é relativamente reduzido, não havendo um custo associado à transmissão de dados RFID. Contudo, o uso em contínuo desta tecnologia em sistemas produtivos e logísticos requer um investimento contínuo na aquisição de etiquetas RFID.

— Descrição da Tecnologia

As redes elétricas inteligentes, também denominadas smart grid, englobam um conjunto de tecnologias que permitem que o sistema de energia elétrica recorra a informações, em tempo real, de modo a tornar-se mais eficiente (económica e energeticamente), confiável e sustentável.

De uma forma simplificada, este sistema inteligente é capaz de monitorizar os fluxos de energia e automaticamente adotar medidas para garantir, a todo o momento, o equilíbrio entre o consumo, produção e armazenamento, garantindo ainda a manutenção de elevados padrões de qualidade e segurança em todo o sistema. Assim, a implementação de uma smart grid local numa empresa permite gerir de forma inteligente a sua utilização energética, recorrendo a diferentes

fontes disponíveis (renováveis ou diretamente da rede), garantindo uma otimização do consumo energético de toda a infraestrutura industrial. Importa salientar que este sistema é normalmente implementado em sintonia com sistemas de produção elétrica de fontes renováveis, como painéis solares, bem como softwares de gestão energética.

Refira-se que, de acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, International Energy Agency), os investimentos em redes inteligentes focam-se maioritariamente em hardware, como subestações digitais, medidores inteligentes e outros equipamentos de engenharia de energia. Adicionalmente, verifica-se também uma evolução progressiva para a adoção de softwares de gestão energética especializados.

— Principais Setores



A indústria química, que reconhecidamente possui um elevado consumo de energia, constitui um dos setores com maior potencial para a aplicação de uma smart grid local e restantes tecnologias de produção e otimização de consumos de energia com o objetivo de maximizar a sua poupança energética.



A adoção de redes elétricas inteligentes e respetivas tecnologias de produção e gestão energética aplica-se a toda a indústria, podendo ser dimensionada de acordo com os gastos energéticos e objetivos estratégicos.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

As tecnologias de produção e gestão energética têm como objetivo principal a melhoria da eficiência energética e a otimização do seu consumo em qualquer empresa que as implemente. Em particular, a sua sinergia com sistemas de produção elétrica de fontes renováveis, permite contribuir para o aumento da participação de energias renováveis na matriz energética global.

Esta tecnologia permite modernizar as infraestruturas industriais, tornando-as mais sustentáveis, tanto a nível económico como energético, contribuindo para uma otimização dos consumos energéticos das empresas, incentivando, ainda, o consumo e a produção de energias renováveis.

A implementação de sistemas que permitem o aumento da eficiência energética e a introdução de tecnologias de produção de energias renováveis no tecido empresarial nacional, permitem às indústrias contribuir de forma significativa para uma produção mais sustentável, que utiliza menos combustíveis fósseis, diminuindo significativamente a sua pegada carbónica.

— Áreas de Aplicação na Empresa

A aplicação desta tecnologia é transversal a todas as áreas da empresa.

— Esforço Financeiro

A aplicação desta tecnologia requer a instalação de sensores de monitorização, hardware de gestão elétrica e é, normalmente, implementada em sinergia com fontes de energia renováveis, como painéis solares, e softwares

— Principais Benefícios

- Redução do gasto energético, com benefícios ambientais e económicos;
- Aumento da eficiência energética, com impacto na otimização de custos operacionais das empresas.

de gestão e otimização energética. Embora possa ter um gasto inicial considerável, o retorno obtido com o aumento da eficiência energética deverá compensar o investimento a longo prazo.



— Descrição da Tecnologia

A computação em nuvem, ou cloud computing, é uma tecnologia associada à Indústria 4.0 considerada como um importante marco das Tecnologias da Informação e Comunicação. A computação em nuvem permite oferecer às empresas uma diversidade de serviços de grande valor acrescentado, como servidores, redes, bancos de dados, softwares, entre outros, por meio da internet, eliminando a necessidade de deter infraestruturas físicas para a sua implementação, oferecendo flexibilidade, armazenamento e capacidade de processamento praticamente ilimitados.

A introdução nas empresas de conceitos associados à Indústria 4.0, tem levado a um aumento exponencial do consumo e produção de dados e informação, gerados pelos vários equipamentos e sistemas que se encontram conectados em rede. Assim, é natural que cada vez mais as empresas necessitem de armazenar, processar e distribuir largos fluxos de informação, assegurando a sua segurança.

— Principais Setores



A computação em nuvem constitui uma importante ferramenta para a digitalização industrial, podendo ser implementada transversalmente em empresas industriais e não industriais dos mais variados setores.

Esta tecnologia é, assim, o pilar da digitalização industrial, sendo necessária para a implementação de outros sistemas e ferramentas essenciais para a maximização da produtividade das empresas, como é o caso de ERP inteligentes, sistemas de realidade aumentada, gémeos digitais, entre outros. A sua capacidade de integração contínua de novos sistemas e funcionalidades permite às empresas apostar na sua evolução tecnológica sem necessidade de investimentos em hardware dispendioso.

Assim, a computação em rede está na génese da descentralização da informação, permitindo que todos os colaboradores acedam à mesma, em tempo real, independentemente do local em que se encontram, permitindo um tratamento instantâneo de dados para uma tomada de decisão mais rápida e eficiente e possibilitando uma monitorização remota de todos os processos integrados na cadeia produtiva.

— Alinhamento com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A integração de computação em nuvem nas empresas constitui uma ponte relevante na sua transição para a Indústria 4.0, potenciando ganhos de eficiência e produtividade e otimização de custos, com impacto na sua competitividade, contribuindo para o crescimento económico do país.

A implementação de tecnologias associadas à Indústria 4.0, que permitam a digitalização das empresas, como é o caso da computação em nuvem, contribui significativamente para a modernização das infraestruturas industriais, com impacto na competitividade do tecido industrial nacional.

— Áreas de Aplicação na Empresa

A aplicação desta tecnologia é transversal a todas as áreas da empresa, permitindo agilizar o armazenamento e acesso à informação.

— Esforço Financeiro

A implementação de um sistema de computação em nuvem não é um processo dispendioso. Este serviço é pago à medida da sua utilização, segundo um conceito pay-per-usage. Regra geral não requer custos iniciais de implementação ou custos fixos.

— Principais Benefícios

- Redução de custos com o armazenamento de informação, permitindo às empresas prescindir de servidores físicos dispendiosos e com grandes necessidades de manutenção;
- Aumento da produtividade proporcionado pelo aumento da velocidade e agilização do acesso à informação;
- Aumento da mobilidade dos colaboradores da empresa, permitindo-lhes o acesso à informação de forma descentralizada, a partir de qualquer lugar;
- Aumento da segurança da informação, minimizando o risco de perda de dados por avaria de servidores físicos ou hardware.





CONCLUSÃO



As transformações económicas, sociais e ambientais geradas pela quarta revolução industrial geraram uma série de desafios à escala global, dos quais resultou a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável por parte das Nações Unidas. Esforços têm sido feitos no sentido de mitigar desigualdades sociais e proteger o ambiente, por forma a permitir aliar o crescimento económico à sustentabilidade, eliminando as consequências indesejadas das rápidas inovações tecnológicas e maximizando os benefícios sociais, ambientais e económicos.

Verifica-se, de facto, que a inovação tecnológica e a sustentabilidade são fatores indissociáveis que integram a Indústria 4.0, podendo ambos ser parte de uma importante solução para um problema global e intergeracional. Para tal, é essencial que o desenvolvimento tecnológico e industrial permita a consecução de objetivos ambientais, económicos e sociais. As empresas devem poder usar efetivamente as ferramentas e oportunidades inerentes à Indústria 4.0 na formação de sua organização, estratégias, políticas e operações, para alcançar um desenvolvimento sustentável e / ou promover a sustentabilidade num nível mais geral.

No âmbito do presente relatório foram analisadas dez diferentes tecnologias da Indústria 4.0, que se consideram aplicáveis à realidade das PME nacionais, de forma transversal aos vários setores, e que poderão apoiar o tecido empresarial na implementação de medidas que apoiem a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. De facto, tecnologias como robôs móveis autónomos, robôs automáticos de inventariação e robôs colaborativos permitem a redução sistemática de problemas de saúde posturais ou resultantes do transporte de cargas pesadas, diminuindo acidentes de trabalho, promovendo o bem-estar dos trabalhadores e apoiando a consecução do ODS3 – Saúde e Bem-estar. A utilização de tecnologias associadas às redes elétricas inteligentes permite contribuir de forma sustentada para o cumprimento do ODS7 – Energia Limpa e Acessível. Paralelamente, empresas que implementem tecnologias de produção aditiva, como é o caso de impressoras 3D, e/ ou tecnologias associadas a redes elétricas inteligentes apoiam a consecução do ODS12 – Consumo e Produção Responsáveis. Refira-se que todas estas tecnologias poderão ter um impacto positivo ao nível do ODS8 – Trabalho digno e crescimento económico e/ ou ODS9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura, com impacto muito positivo no aumento da sua competitividade e no crescimento económico nacional.



BIBLIOGRAFIA

A. Araújo, 2018, "Cloud Computing e Gestão de Conhecimento em contexto Organizacional", Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto.

Advance Mobile Group, 2017, "RFID's Role in Industry 4.0", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.advancedmobilegroup.com/blog/rfids-role-in-industry-4.0>

AGV Network, "Warehouse Autonomous Mobile Robots (AMR) for Ecommerce", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.agvnetwork.com/warehouse-autonomous-mobile-robot-amr-in-ecommerce>

AMFG – Autonomous Manufacturing, 2019, "Industry 4.0: 7 Real-World Examples of Digital Manufacturing in Action", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://amfg.ai/2019/03/28/industry-4-0-7-real-world-examples-of-digital-manufacturing-in-action/?cn-reloaded=1>

Andy Archer, "Is your ERP system Industry 4.0 compatible?", Finance Digest, acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://www.financedigest.com/is-your-erp-system-industry-4-0-compatible.html>

Atlas RFID store, "What is RFID? The Beginner's Guide to RFID Systems", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-beginners-guide/>

Bernard Marr, 2017, "What is Digital Twin Technology – And Why Is It So Important?", Forbes, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/?sh=4626ab052e2a>

CEVE, "O que são redes inteligentes?", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://www.ceve.pt/informacoes/redes-inteligentes/o-que-sao-redes-inteligentes>

Conexos, 2017 "Conheça o i-ERP e a evolução que ele causa no software ERP", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://blog.conexos.com.br/i-erp-evolucao-software-erp/>

Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e BCSD em Portugal", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.ods.pt/>

Christy Pettey, 2017, "Develop new economic and business models that deliver maximum value from digital twins", Gartner, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/prepare-for-the-impact-of-digital-twins/>

Craig Guillot, 2018, "4 types of autonomous mobile robots, and their warehouse use cases", Supply Chain Dive, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.supplychaindive.com/news/4-types-of-autonomous-mobile-robots-and-their-warehouse-use-cases/529548/>

DesignTech, "Role of 3D Printers in Industry 4.0", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.designtechproducts.com/articles/3d-printers-industry-4>

Direção Geral da Educação, "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável [ODS]", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://www.dge.mec.pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>

Ed Romaine, 2020, "Types and Applications of Autonomous Mobile Robots (AMRs)", Conveyco, acessado em novembro de 2020 através de: <https://www.conveyco.com/types-and-applications-of-amrs/>

Exame Informática, 2020, "Auchan e Trax testam robô autônomo no supermercado de Alfragide", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://visao.sapo.pt/exameinformatica/noticias-ei/mercados/2020-07-22-auchan-e-trax-testam-robot-autonomo-no-supermercado-de-alfragide/>

F. Filho, 2015, "Cloud Computing: um estudo de viabilidade", Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Ciências Empresariais.

G. Dileep, 2020, "A survey on smart grid technologies and applications", Renewable Energy, Vol. 146, pp. 2589–2625.

G. Fragapane, D. Ivanov, M. Peron, F. Sgarbossa, J.

Strandhagen, 2020, "Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics", Artificial Intelligence in Operations Management.

Gustavo Baumgarten, 2019, "Realidade Aumentada na Indústria 4.0: o que está sendo feito?", Pollux, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.pollux.com.br/blog/realidade-aumentada-na-industria-o-que-esta-sendo-feito/>

Iberdrola, "Cobot", o tipo de robô que revolucionará o seu dia a dia, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.iberdrola.com/inovacao/cobots-robos-colaborativos>

Iberdrola, "Gêmeos digitais, fundamentais na Revolução Industrial 4.0", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.iberdrola.com/inovacao/gemeos-digitais>

Immensa Additive Manufacturing, "3D Printing is the Foundation of Industry 4.0", acessado em novembro de 2020 através de: <https://www.immensalabs.com/3d-printing-is-the-foundation-of-industry-4-0/>

Instituto de Marketing Research, 2019, "RFID: saiba o que é e como utilizar na sua empresa", acessado em dezembro 2020 a partir de: <https://www.imr.pt/pt/noticias/rfid-saiba-o-que-e-e-como-utilizar-na-sua-empresa>

International Electrotechnical Commission, "Smart energy and smart grids", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://www.iec.ch/smartgrid/background/elements.html>

M. Berawi, 2019, "The role of Industry 4.0 in achieving sustainable development goals", International Journal of Tehcnology, Vol. 10, pp. 644-647.

M. Lima, M. Miranda, P. Dusek, K. Avelar, 2019, "A quarta revolução industrial sob o tripé da sustentabilidade", Semioses, Vol. 13.

M. Slowik, J. Burian, M. Fiorentini, 2020, "Digital Transformation in the Food & Beverage Industry: How a new generation of ERP can help respond to accelerated change in deliver customer experience at scale", IDC Analyze the Future.

Microsoft Azure, "O que é a computação na cloud?", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://azure.microsoft.com/pt-pt/overview/what-is-cloud-computing/>

MHS, "Autonomous Mobile Robots", acessado em novembro de 2020 através de: <https://www.mhsglobal.com/autonomous-mobile-robots/>

Nações Unidas, "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 17 Objetivos para transformar o nosso mundo", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>

Nele Motmans, "The Future is... Industry 4.0", Materialise, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.materialise.com/en/blog/future-industry-40>

Jorge Buesscu, 2019, "Gêmeos digitais: a revolução que está aí", Dinheiro Vivo, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.dinheirovivo.pt/opiniao/gemeos-digitais-a-revolucao-que-esta-ai-12780760.html>

R. Kumar, R. Singh, Y. Dwivedi, 2020, "Application of Industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges", Journal of Cleaner Production, Vol. 275.

Rafael Granato, 2018, "7 Reasons for Using Autonomous Robots in Your Warehouse", Supply Chain 247, acessado em novembro de 2020 a partir de: https://www.supplychain247.com/article/7_reasons_for_using_autonomous_robots_in_your_warehouse

Smart-TEC, "Industry 4.0", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.smart-tec.com/en/auto-id-world/industry-4.0>

Steve Banker, 2020, "Robots and The Autonomous Supply Chain", Forbes, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2020/04/02/robots-and-the-autonomous-supply-chain/?sh=47389121787a>

Supply Chain Magazine, 2020, "Robô aumenta eficiência e produtividade das lojas Auchan", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.supplychainmagazine.pt/2020/07/27/robo-aumenta-eficiencia-e-produtividade-das-lojas-auchan/>

T. Masood, P.Sonntag, 2020, "Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs", Computers in Industry, Vol. 121.

T. Samad, S. Kiliccote, 2012, "Smart Grid Technologies and applications for the industrial sector", Computer & Chemical Engineering, Vol. 47, pp. 76-84.

The Manufacturer, "How ERP solutions support Industry 4.0", acessado em dezembro de 2020 a partir de: <https://www.themanufacturer.com/press-releases/erp-solutions-support-industry-4-0/>

Tractus 3D, "The Industrial 3D Printer", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://tractus3d.com/knowledge/the-industrial-3d-printer-price>

Universal Robots, "O que são cobots?", acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://www.universal-robots.com/pt/cobots-robots-colaborativos/>

Will Allen, 2020, "Guide to warehouse robots: types of warehouse robots, uses, navigation & more", 6 River Systems, acessado em novembro de 2020 a partir de: <https://6river.com/guide-to-warehouse-robots/>

SUSTAINABLE ACT ^κ

**Porto
Business
School** / University of Porto

fi group

**COMPETE
2020**

**PORTUGAL
2020**



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional