

COMO AS PMEs PODEM SE BENEFICIAR E SE PREPARAR PARA A INDÚSTRIA 4.0?

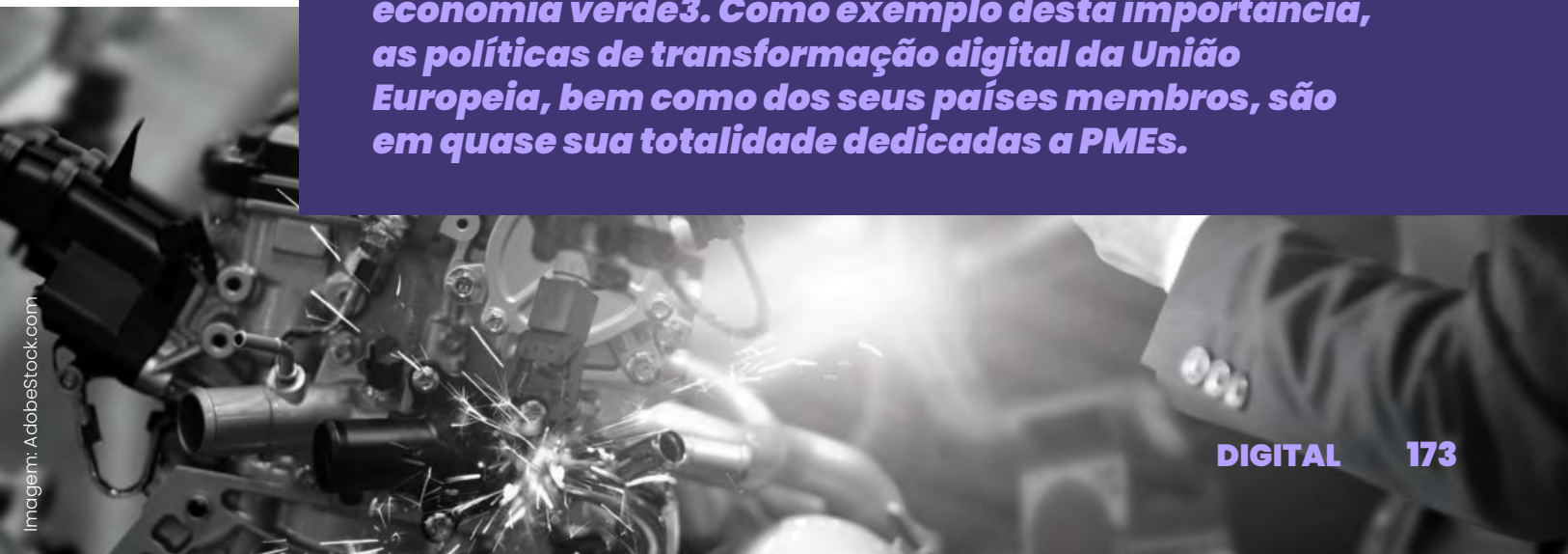


Bruno Vath Zarpellon

A IMPORTÂNCIA DAS PMEs PARA A ECONOMIA

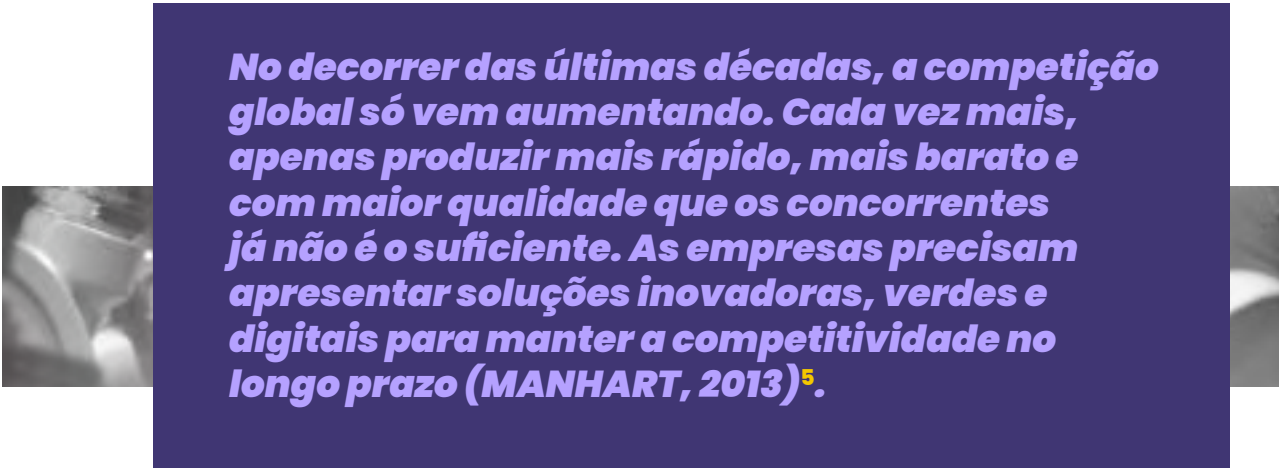
Em todo o mundo, as pequenas e médias empresas (PMEs) representam a maior parte do mercado e, com isso, são as principais empregadoras e também responsáveis por grande parte do PIB global. Nos países da OCDE, bem como na maioria dos países da Ásia e inclusive no Brasil, as PMEs compõem mais de 99% de todas as empresas. Quanto à quantidade de pessoas empregadas por esse grupo de empresas, na OCDE e na Ásia, as PMEs são responsáveis por cerca de 70% das contratações, enquanto em outros países emergentes esse número fica próximo dos 45%¹. No Brasil, as PMEs respondem por 52% dos empregos com carteira assinada².

As PMEs desempenham um papel fundamental na agregação de valor em todos os setores da economia. Em muitos países, como naqueles membros da União Europeia, esse grupo de empresas representa a espinha dorsal da inovação e, com isso, da transformação digital e, atualmente, também da economia verde³. Como exemplo desta importância, as políticas de transformação digital da União Europeia, bem como dos seus países membros, são em quase sua totalidade dedicadas a PMEs.



O resultado disso é claro: temos na Alemanha o maior número de *hidden champions*, definição para empresas de até médio porte que são líderes globais em suas áreas de atuação. Na Alemanha, as pequenas e médias empresas são as mais fortes impulsionadoras de inovação e tecnologia. Um estudo sobre as PMEs, encomendado pelo Ministério Federal para Assuntos Econômicos e Energia, mostra que as PMEs inovadoras continuarão a impulsionar o sucesso por trás da marca “Made in Germany”⁴.

INDÚSTRIA 4.0



No decorrer das últimas décadas, a competição global só vem aumentando. Cada vez mais, apenas produzir mais rápido, mais barato e com maior qualidade que os concorrentes já não é o suficiente. As empresas precisam apresentar soluções inovadoras, verdes e digitais para manter a competitividade no longo prazo (MANHART, 2013)⁵.

Todas as empresas, independentemente do tamanho ou setor, serão afetadas pela transformação digital.

Levando isso em conta e também a sua tradição em certos mercados, a Alemanha cunhou o termo Indústria 4.0. Essa expressão não foi criada apenas para facilitar o entendimento da última revolução industrial, mas, sim, como estratégia para manter o país como líder em soluções para a indústria. A espinha dorsal de sua economia é o setor de manufatura e sua cadeia de valor.

Na Alemanha, o assunto foi discutido pela primeira vez em 2011, durante a Hannover Messe, a partir de uma apresentação de Henning Kagermann, ex-CEO da SAP e um dos fundadores da empresa, com outros dois engenheiros alemães. Desde então, como presidente da Acatech (Academia Alemã de Ciência e Engenharia), Kagermann passou a se dedicar ao desenvolvimento da Indústria 4.0 (I4.0).

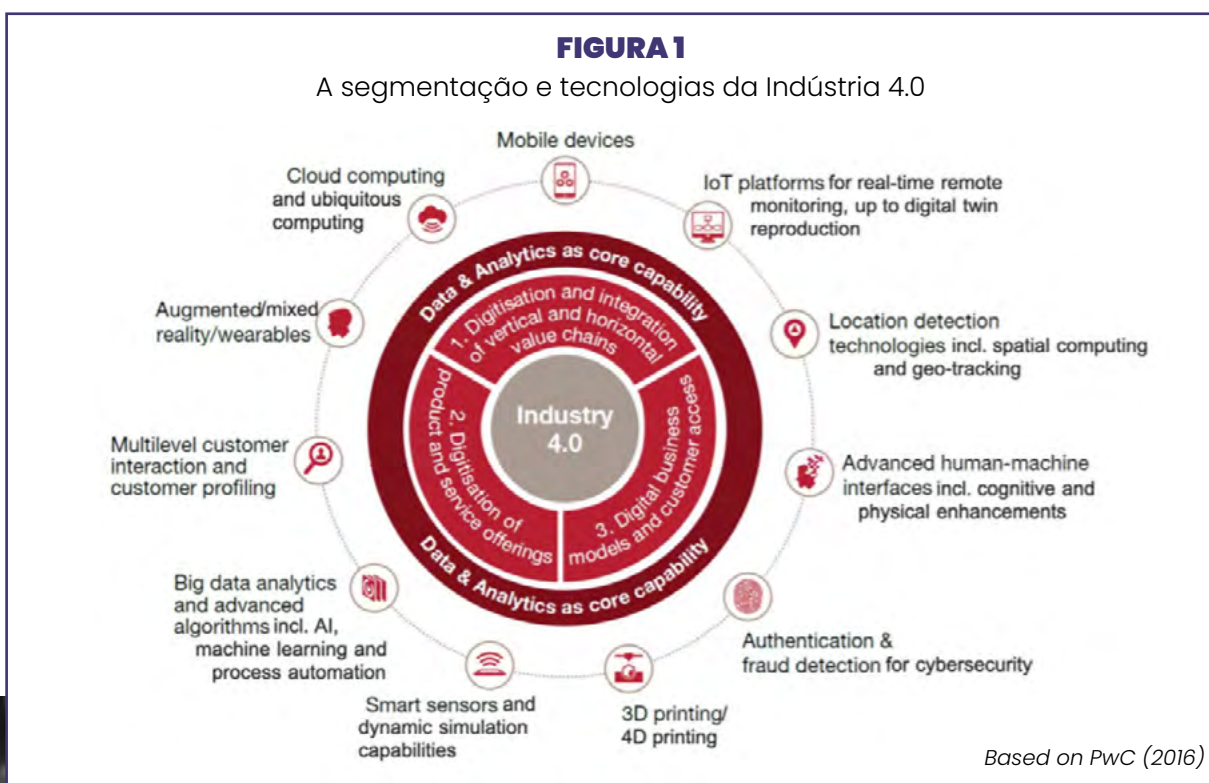
O conceito de I4.0 está se baseando na integração de tecnologias de informação e comunicação e tecnologias industriais avançadas nos chamados Sistemas Cibernéticos Físicos (CPS) para realizar uma fábrica digital, inteligente e sustentável (ZHOU, et al, 2015)⁶. O significado básico da I4.0 está na conexão de produtos, máquinas e pessoas com o meio ambiente e na combinação de produção, tecnologia da informação e internet (KAGERMANN, et al. 2013)⁷.

“Na era da Indústria 4.0, os produtos informam as máquinas de forma autônoma o que fazer com eles. Em suma, os objetos se tornam inteligentes. Eles têm códigos de barras ou chips RFID em sua superfície contendo informações relevantes. Scanners ou computadores lêem os dados online e certificam-se de que as máquinas ajam adequadamente. Dessa forma, os objetos inteligentes se comunicam. Uma internet de objetos e serviços é criada. O mundo físico e o mundo virtual se fundem em sistemas cibernéticos físicos” (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2015).

Para muitos, existe ainda a dúvida quanto à diferença entre Indústria 4.0 e “Internet das Coisas” (*Internet of Things*). A IoT é uma das tecnologias utilizadas dentro do conceito da Indústria 4.0, como diversas outras. Porém, constitui um elemento-chave da Indústria 4.0, conectando o mundo físico e o digital. A IoT pode ser caracterizada pela conectividade inteligente de qualquer coisa, a qualquer hora, em qualquer lugar (ATZORI, et al. 2010)⁸.

Segundo estudo da PwC, publicado em 2016⁹, podemos dividir a Indústria 4.0 em 3 diferentes blocos:

- Digitalização e integração vertical e horizontal da cadeia de valor
- Digitalização do produto e serviço oferecido
- Modelos de negócios digitais e acesso ao cliente



FATORES DE SUCESSO DA ALEMANHA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

Para justificar a liderança da Alemanha quanto à 4ª Revolução Industrial, podemos listar uma série de fatores, como a qualidade da educação, a visão a longo prazo dos empresários locais, a governança da Indústria 4.0 e o investimento em PMEs.

Como já citado, a partir da explicação sobre a Plataforma 4.0, um dos principais diferenciais do país é como ele realiza a governança do assunto. De forma muito clara, todos os atores envolvidos – governo, empresas, instituições científicas e sociedade – sabem seus papéis para a transformação digital. Além disso, temos a articulação entre todos os citados, culminando em políticas que atendem, na grande maioria das vezes, aos anseios de todos os envolvidos. Ainda entre os fatores de sucesso, temos o direcionamento dos investimentos em tecnologia e inovação a PMEs.

Quanto às ações realizadas pela Alemanha em prol da Indústria 4.0, podemos destacar a Plataforma 4.0, a Rede de Laboratórios para Indústria 4.0, o Conselho para Padrões em Indústria 4.0 e as ações promovidas pelas IHKs (Câmaras de Comércio e Indústria na Alemanha). A Plataforma visa a criação de um ponto de contato único, a centralização de informações relevantes e o mapeamento de iniciativas já existentes. A Rede de Laboratórios em Indústria 4.0 representa 24 Centros de Competência e cerca de 40 locais para testes. Por fim, as IHKs oferecem uma série de cursos, eventos e publicações relacionadas ao assunto.

Vale mencionar também que, para viabilizar a transformação digital, a Alemanha conta com diversos outros atores de peso. Entre eles, podemos destacar a Sociedade Fraunhofer, por meio de seus institutos (ex.: Fraunhofer IPK) e iniciativas (Fraunhofer Fokus), as universidades de Darmstadt e Munique, que possuem especialistas em áreas relacionadas à Indústria 4.0 e Centros de Competência, além da própria acatech (Academia Alemã de Ciência e Engenharia).

TENDÊNCIAS QUE PODEM ALAVANCAR A INDÚSTRIA 4.0

O mundo que conhecemos hoje está mudando cada vez mais rápido. Tendências de todos os tipos, tecnológicas, de modelo de negócio, comportamentais, algumas inesperadas, estão transformando as empresas e a sociedade.

As empresas, atualmente, já não podem se direcionar mais apenas pelos “4 P’s” de Philip Kotler: preço, produto, praça e/ou promoção. Hoje em dia, independentemente do porte, as empresas precisam se pautar pelo conceito “human-centric design”, que tem como objetivo principal atender às vontades, necessidades e desafios do cliente. Porém, quais são essas vontades, necessidades e desafios? Segundo o relatório “Skills for Industry – Curriculum Guidelines 4.0”, organizado pela Comissão Europeia¹⁰, as principais tendências de demanda do cliente incluem:

- **Aumento da variedade de produtos;**
- **Produtos e serviços personalizados;**
- **Resposta mais rápida às necessidades;**
- **Expectativas de serviços de valor agregado (interação nas mídias sociais, rastreamento de status de pedidos); e**
- **Pressões sociais e econômicas para aumentar a sustentabilidade de recursos e do meio ambiente.**

Os clientes, atualmente, B2B ou B2C, estão exigindo soluções customizadas pelo mesmo preço que pagariam pelos produtos de massa. Eles esperam entregas rápidas e convenientes e experiências únicas ao cliente.

Já quando olhamos para as demandas de setores específicos, temos:

- **Necessidade crescente de eficiência de ativos e recursos;**
- **Dependência crescente da cadeia de suprimentos e necessidade de robustez e rastreamento;**
- **Aumento dos riscos de segurança;**
- **Ciclos de vida do produto mais curtos;**
- **Oportunidades emergentes para oferecer serviços de valor agregado ao longo do ciclo de vida do produto;**
- **Aumento da complexidade de fabricação de produtos, produção e dados.**

Além de necessidades relacionadas à experiência do cliente, portfólio e produtividade, questões relacionadas à sustentabilidade estão cada vez mais presentes. O desenvolvimento da Indústria 4.0 deve contribuir para enfrentar desafios globais, como sustentabilidade de recursos e energia, e fortalecer a competitividade (KAGERMANN, et al. 2013).

A Europa é um ótimo exemplo para conexão dos temas Indústria 4.0 e Sustentabilidade. A região berço da tecnologia verde e sua liderança dependerá das PMEs para liderar as greentechs.

A sustentabilidade competitiva é o princípio norteador da Europa para o futuro. Tendo em vista a participação das PMEs na economia europeia, alcançar uma economia digital neutra em termos climáticos, eficiente em recursos e ágil requer a mobilização total deste grupo de empresas. Para a União Europeia, a transição para um futuro mais econômico, ambiental e socialmente sustentável deve acompanhar a evolução da Indústria 4.0.

Atualmente, muito se fala de uma transição gêmea, a Green and Digital Twin, que conecta os dois assuntos em pautas únicas. O objetivo é aumentar consideravelmente o número de PMEs que se envolvem em negócios sustentáveis, bem como o número de PMEs que empregam tecnologias digitais.

Fora isso, questões relacionadas à sustentabilidade não são somente puxadas por demandas do mercado, mas também por pressões de políticas públicas como o Pacto Ecológico Europeu, *Green Deal*, e a Lei da Devida Diligência da Alemanha. Essa lei trata diretamente da cadeia de valor de grandes empresas e, com isso, de PMEs, porém, devido ao fato de ter sido lançada em 2020, ainda é pouco conhecida. Para facilitar o entendimento, pode-se fazer uma relação com o tema responsabilidade estendida para a cadeia de valor. Os nomes são bem diferentes, mas ambos os temas seguem o mesmo princípio, ou seja, promover questões ligadas à sustentabilidade para a cadeia de fornecedores, bem como responsabilizar empresas pelas ações sociais e ambientais realizadas pelas respectivas cadeias de valor globalmente. Essa Lei foi apresentada pela Alemanha este ano e empresas alemãs com mais de 3.000 funcionários têm até 2023 para se adaptar. Ou seja, para continuar fornecendo para grandes empresas alemãs, PMEs precisarão se adequar a questões ligadas à sustentabilidade em todo o mundo.

Quando se trata de cadeias de valor, uma vez que grandes empresas estão cada vez mais digitais horizontalmente, passam a promover também a transformação digital horizontal. Ou seja, cada vez mais PMEs precisarão implementar questões relacionadas à Indústria 4.0 para continuar sendo um fornecedor.

Somente as empresas capazes de atender a essas demandas do cliente, seja B2B ou B2C, e dispostas a se adaptarem a esta nova realidade, adaptando todos os seus processos e portfólio, sobreviverão.

OS DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 PARA PMES

Porém, mesmo a Indústria 4.0 representando uma grande oportunidade para as PMEs, esse grupo ainda não se beneficia suficientemente dos dados, força vital da economia digital.

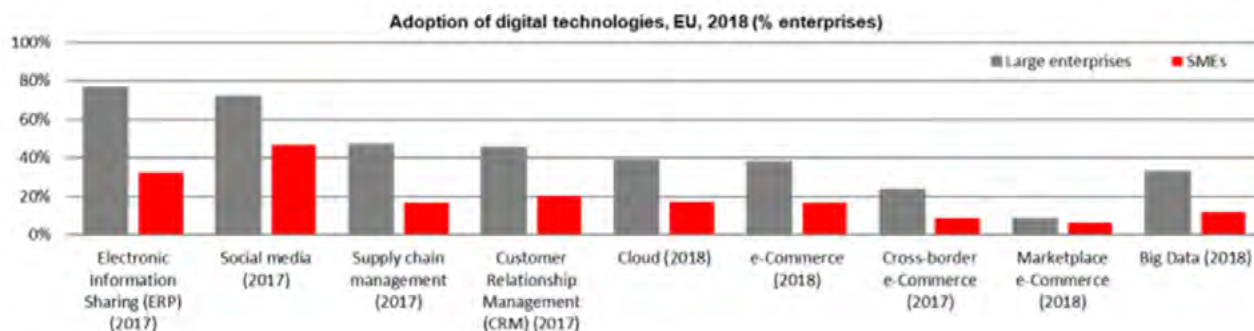
Segundo estudo da Comissão Europeia (2020)¹¹, grande parte destas empresas não conhece o valor dos dados que geram e não está suficientemente protegida ou preparada para o futuro dos seus negócios. O Relatório de Prontidão da Indústria 4.0, realizado pela Deloitte, cita que as organizações ainda não compreendem totalmente o potencial da Indústria 4.0, pois não possuem uma abordagem estratégica a esse respeito.

Apenas 10% dos executivos entrevistados dizem ter uma estratégia abrangente e holística da Indústria 4.0, enquanto quase metade deles está adotando uma abordagem ad-hoc. Fora isso, apenas 17% das PMEs implementam com sucesso tecnologias digitais em seus negócios, em comparação com 54% das grandes empresas.

Quando observamos os dados abaixo, fica ainda mais clara a diferença de adoção de novas tecnologias pelos diferentes portes de empresas.

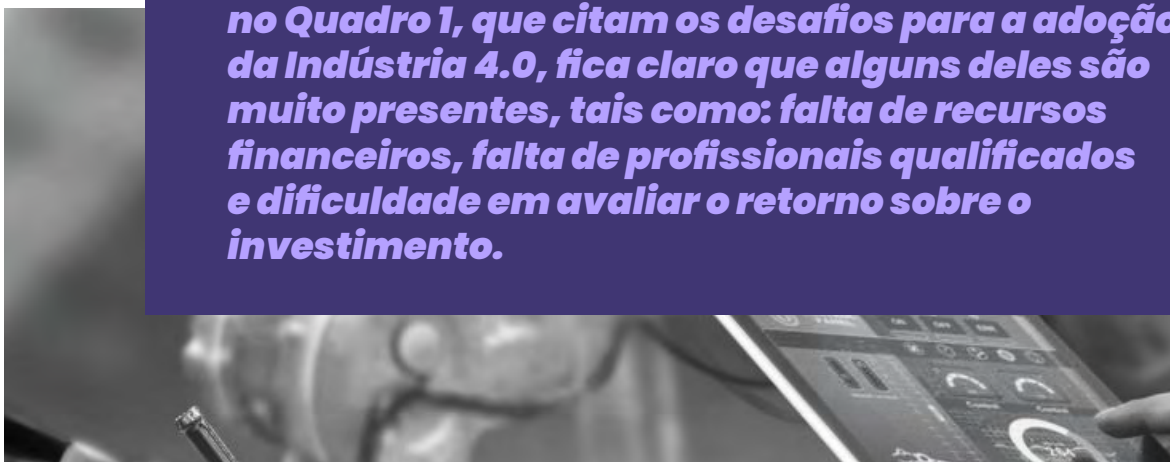
GRÁFICO 1

Adoção de tecnologias digitais na União Europeia, por porte



Source: Eurostat | DESI 2019

Ao avaliar o resultado dos estudos apresentados no Quadro 1, que citam os desafios para a adoção da Indústria 4.0, fica claro que alguns deles são muito presentes, tais como: falta de recursos financeiros, falta de profissionais qualificados e dificuldade em avaliar o retorno sobre o investimento.



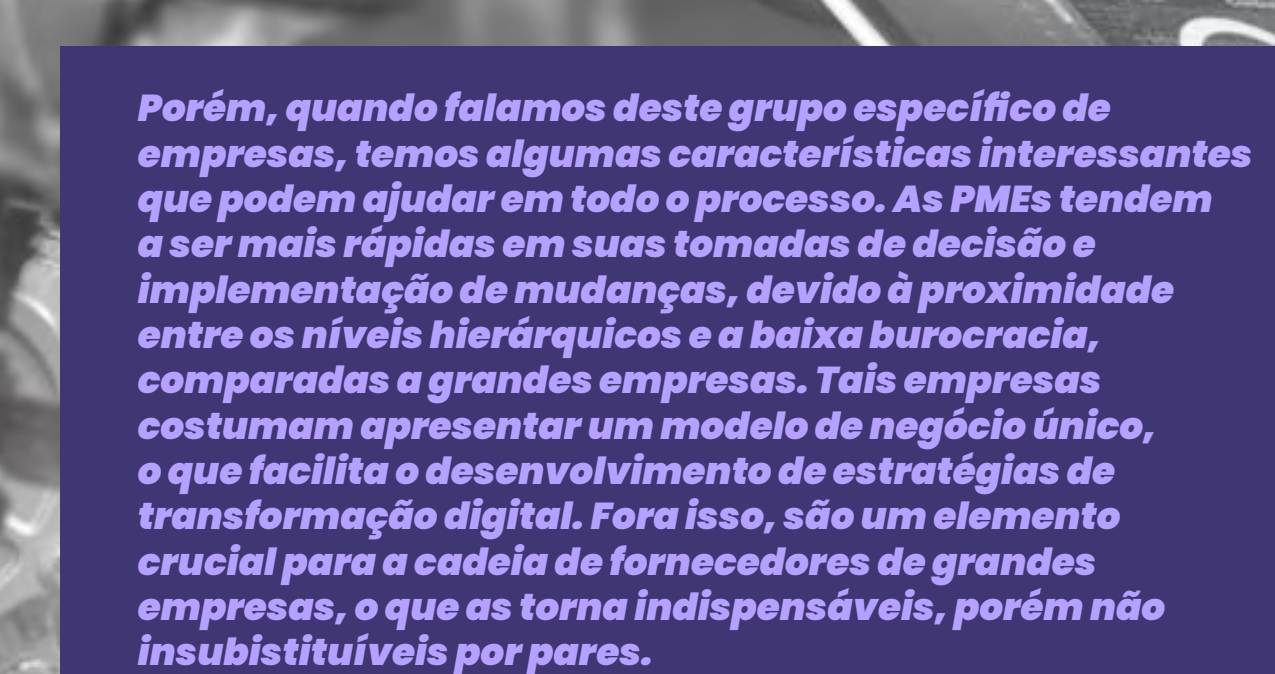
QUADRO 1

Desafios para a adoção da Indústria 4.0, segundo estudos selecionados

Comissão Europeia: Skills for Industry – Curriculum Guidelines 4.0	Dominik Matt, et.al: Industry 4.0 for SMEs – Challenges, Opportunities and Requirements	União Europeia: Industry 4.0 – opportunities and challenges for SMEs in the North Sea Region	Martin Prause: Challenges of Industry 4.0 Technology Adoption for SMEs
Cultura (receptividade e engajamento) Implementação (gestão) Pessoas (educação e treinamento) Gestão de recursos Segurança (dados) Estratégia (conhecimento e ferramentas)	Recurso financeiro Tecnologias avançadas de fabricação Normas industriais Cultura organizacional Desenvolver e incluir funcionários em mudanças relacionadas ao I4.0 Alianças com universidades e instituições de pesquisa Colaboração com clientes e fornecedores	Falta de clareza sobre benefícios econômicos Falta de conhecimento sobre ferramentas de negócios Falta de mão de obra qualificada Ameaças por cibersegurança Falta de financiamento Normas insuficientes	Alto custo-benefício de adoção e manutenção de tecnologias auto-adaptativas e processos digitalizados Custo e tempo investidos na capacitação dos colaboradores para o uso das tecnologias auto-adaptáveis e processos digitalizados

OPORTUNIDADES DA INDÚSTRIA 4.0 PARA PMEs

Apesar de todos os desafios já apresentados, as PMEs não podem ignorar a tendência da Indústria 4.0. Mesmo que as dificuldades sejam muitas, as oportunidades se sobressaem, seguindo de perto as tendências que podem alavancar a transformação digital.



Porém, quando falamos deste grupo específico de empresas, temos algumas características interessantes que podem ajudar em todo o processo. As PMEs tendem a ser mais rápidas em suas tomadas de decisão e implementação de mudanças, devido à proximidade entre os níveis hierárquicos e a baixa burocracia, comparadas a grandes empresas. Tais empresas costumam apresentar um modelo de negócio único, o que facilita o desenvolvimento de estratégias de transformação digital. Fora isso, são um elemento crucial para a cadeia de fornecedores de grandes empresas, o que as torna indispensáveis, porém não insubstituíveis por pares.

Voltando a falar sobre as oportunidades para as PMEs, segundo Martin Prause, em “Challenges of Industry 4.0 Technology Adoption for SMEs”, podemos citar os benefícios que as tecnologias auto-adaptáveis e processos digitalizados trarão: responder melhor às necessidades dos clientes; cortar custos nas operações; aumentar a rentabilidade do negócio; fornecer informações oportunas para a tomada de decisões.

A PWC, por meio do seu estudo Industry 4.0: Building the Digital Enterprise¹², apresenta alguns exemplos de ações que podem ser tomadas por empresas iniciantes no “mundo” da Indústria 4.0:

- Modelos de negócio e portfólio de produtos e serviços: primeiras soluções digitais e aplicações isoladas.
- Mercado e acesso ao cliente: presença *online* separada dos canais *offline*, foco no cliente em vez do foco no produto.
- Cadeia de valor, processos e sistemas: digitalização e automação de processos secundários.
- *Compliance*, questões jurídicas, análise de risco e impostos: estruturas tradicionais que não são o foco da digitalização, neste momento.
- Organização e cultura: Foco funcional em silos.

Aqui, temos alguns outros exemplos de ações que podem ser tomadas por PMEs em prol da adoção da Indústria 4.0, segundo o estudo “SMEs Requirements and Guidelines for the Design of Smart and highly Adaptable Manufacturing Systems”¹³.

- Mitigar atividades manuais e altamente repetitivas.
- Realizar apresentação amigável e inteligente de informações para produção, manutenção, design e serviço.
- Identificar e ajustar desvios de parâmetros no processo de manufatura por meio de variações do meio.
- Automatizar e digitalizar o fluxo de trabalho e geração de relatórios.
- Evitar custo e tempo para prototipagem física.
- Coletar informações em tempo real de máquinas, plantas e outras facilidades para manter a produção sob controle.
- Criar linhas de produções e estações de trabalho compactas.
- Criar sistemas de monitoramento de processos baseados em dados para todos os recursos relevantes.
- Criar um sistema de feedbacks digital e infraestrutura, que monitore em tempo real o status da produção.

A adoção de soluções digitais relacionadas à Indústria 4.0, entre os diversos benefícios que podem oferecer, contribuem drasticamente para a produtividade das empresas. Empresas pesquisadas por um estudo da Strategy& esperam ganhos de 18% de produtividade nos próximos cinco anos¹⁴. Especificamente no Brasil, temos bons exemplos gerados a partir do programa Brasil Mais Avançado, executado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)¹⁵. O programa foi o primeiro a testar no Brasil, em todas as regiões do país, o impacto na produção do uso de ferramentas de baixo custo. Por meio da implementação de tecnologias digitais da Indústria 4.0, ganhou-se em média 52% de produtividade em 3 mil micro, pequenas e médias indústrias por meio de técnicas de manufatura enxuta. Após as duas etapas de atendimento de consultores do SENAI, as empresas aumentaram em 85%, em média, sua capacidade de produzir sem alterar o quadro de funcionários.

Porém, como já tratado antes neste artigo, as oportunidades da Indústria 4.0 não estão somente ligadas a questões de produtividade, mas cada vez mais estão também ligadas a questões relacionadas à sustentabilidade.


A partir do estudo “Sustainable Industrial Value Creation in SMEs: A Comparison between Industry 4.0 and Made in China 2025”¹⁶, ao se referir à dimensão ecológica da sustentabilidade, a IIoT possibilita benefícios em múltiplas dimensões:

- Redução do consumo de energia pode ser alcançada por meio da simulação de processos e da previsão de consumo de energia que leva à gestão inteligente de energia na manufatura.
- Design de fabricação pode ser alcançado por meio de dados que fluem de volta do uso para o design, levando a um melhor gerenciamento do ciclo de vida do produto, incluindo processos de reciclagem.
- Redução das emissões de gases de efeito estufa, fornecendo análises de pegada de carbono habilitadas pela transparência dos dados.
- Redução do desperdício e do consumo de recursos. Isso também se aplica à reciclagem de recursos e ferramentas, bem como à adaptação de máquinas.
- Voltando-se para processos logísticos, redução do transporte de mercadorias e fluxos materiais desnecessários são uma grande vantagem. Entregas erradas, tempo de espera desnecessário e bens danificados podem ser reduzidos pela transparência de dados em toda a cadeia de suprimentos.

Quanto ao aspecto social da IIoT, o mesmo estudo cita diversos possíveis benefícios para os colaboradores, por exemplo, medidas para definição de salário justo, aprendizagem humana por meio de sistemas de assistência inteligente, bem como interfaces de máquina humanas que levem ao aumento da satisfação dos funcionários em locais de trabalho industriais mais benéficos socialmente.

HABILIDADES NECESSÁRIAS PARA PMES ACELERAREM A ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

Sabendo das oportunidades advindas da Indústria 4.0, bem como dos desafios inerentes à sua implementação, fica claro que as empresas precisam de se preparar. As tendências apresentadas ao longo deste artigo revelam que o mundo está mudando cada vez mais rápido e a única forma de as empresas manterem suas vantagens competitivas se dá pela adoção de conceitos relacionados à Indústria 4.0 e Sustentabilidade. Porém, como é possível acompanhar essas transformações? Como é possível garantir a sustentabilidade econômica das PMEs em um contexto tão volátil e incerto?



Em primeiro lugar, é necessário se ter uma estratégia clara e bem definida para questões relacionadas à Indústria 4.0 e Sustentabilidade. Esses temas, cada vez mais, devem andar lado a lado, uma vez que, nos dias de hoje, não basta você atender as necessidades do cliente, sendo necessário que se respeite questões ambientais e sociais. Fora isso, é preciso que a alta gestão esteja comprometida e engajada com o tema e promova o assunto para toda a força de trabalho.

Pesquisa realizada pela Strategy&¹⁷ aponta que empresas que dispõem de uma estratégia têm mais sucesso que seus pares sem uma estratégia definida.

O investimento em treinamento é outro ponto que deve ser privilegiado pelas empresas devido à necessidade de profissionais qualificados para viabilizar as mudanças necessárias. Segundo a McKinsey, o déficit de profissionais em tecnologia no Brasil até 2030 passará de 1 milhão de pessoas. Porém, as transições que passamos não demandam apenas profissionais em tecnologia. Cada vez mais, profissionais que se diferenciem por suas *soft skills* serão necessários. O relatório "O Futuro dos Empregos 2020", do Fórum Econômico Mundial, indica que 50% das habilidades profissionais devem mudar nos próximos cinco anos e duas delas são destacadas: a criatividade e a flexibilidade. Segundo o relatório, os empregadores estimam que quatro em cada 10 trabalhadores precisarão ser requalificados. Entre 2015 e 2025, as oportunidades crescerão para pessoas altamente qualificadas (+21%), estagnarão para os níveis de média qualificação e diminuirão para os de baixa qualificação (-17%). O lado positivo é que a partir de pesquisa realizada pelo World Economic Forum¹⁸, uma média de 66% dos empregadores pesquisados esperam obter um retorno sobre o investimento em *upskilling* e *reskilling* dentro de um ano.

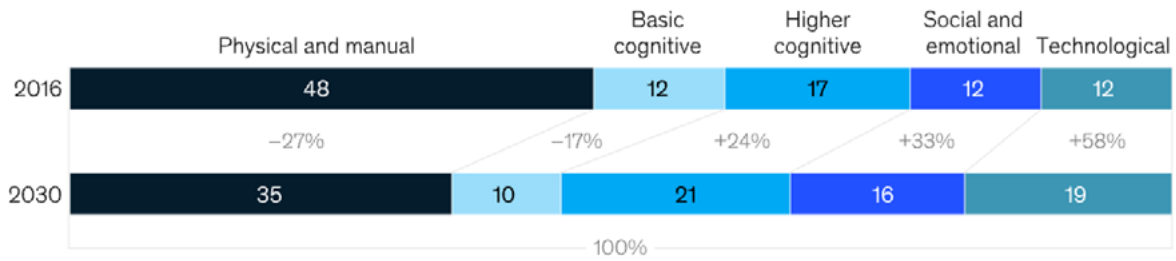
A partir do Gráfico 2 fica clara a queda da busca por habilidades manuais em contraponto ao aumento das habilidades relacionadas à alta cognição.

GRÁFICO 2

Mudança de habilidades nos EUA e Europa Ocidental por categoria, em % de tempo gasto

Automation will have a significant impact on skill requirements.

Skill shift in US and Western Europe by category, % of time spent



Note: Figures may not sum to 100%, because of rounding.
Source: McKinsey Global Institute analysis

As principais habilidades e grupos de habilidades que os empregadores veem como em ascensão na liderança até 2025, segundo o relatório sobre o Futuro dos Empregos, 2020, do Fórum Econômico Mundial, incluem grupos como pensamento e análise crítica, bem como resolução de problemas e habilidades em autogestão, como aprendizagem ativa, resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade.

FIGURA 2

As top 10 habilidades profissionais em 2025¹⁹

Top 10 skills of 2025

WORLD
ECONOMIC
FORUM

Type of skill

- Problem-solving
- Self-management
- Working with people
- Technology use and development

-  Analytical thinking and innovation
-  Active learning and learning strategies
-  Complex problem-solving
-  Critical thinking and analysis
-  Creativity, originality and initiative
-  Leadership and social influence
-  Technology use, monitoring and control
-  Technology design and programming
-  Resilience, stress tolerance and flexibility
-  Reasoning, problem-solving and ideation

Source: Future of Jobs Report 2020, World Economic Forum



Bruno Vath Zarpellon

É formado em Direito, pós-graduado em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas e especialista em Private Equity também pela Fundação Getúlio Vargas. Ingressou na Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha em 2008 e passou por diversas posições, entre elas a de analista no escritório de projetos da AHK em Frankfurt, Alemanha, até assumir o Departamento de Inovação e Sustentabilidade. Desde então atua intensamente junto ao setor privado e governos brasileiro e alemão em temas relacionados a Gestão da Inovação, Inovação Aberta, Startups, Transformação Digital e Sustentabilidade. Foi responsável pela criação do programa Startups Connected, um dos principais programas de aceleração de startups do Brasil, que já está em sua sexta edição e acelerou cerca de 50 startups, e lidera outras atividades como o Congresso Brasil-Alemanha de Inovação e Sustentabilidade, Parcerias Público Privadas com a Alemanha, programas de intraempreendedorismo, cursos, imersões em inovação na Alemanha entre outras.

NOTAS

- 1** Fonte: OECD – Enhancing the Contributions of SMEs in a Global and Digitalised Economy. In: Meeting of the OECD Council at Ministerial Level. Paris, 2017.
- 2** Fonte: Sebrae – Pequenos Negócios em Números. Disponível em <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em 13/10/2021.
- 3** Fonte: European Union – Entrepreneurship and Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs). Disponível em <https://ec.europa.eu/growth/smes_en>. Acesso em 13/10/2021.
- 4** Fonte: BMWi – The German Mittelstand as a model for success. Disponível em <<https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Dossier/sme-policy.html.bmw.de/Redaktion/EN/Dossier/sme-policy.html>>. Acesso em 13/10/2021.
- 5** MANHART, Klaus. Industrie 4.0 könnte schon bald Realität sein. Disponível em <<https://computerwelt.at/knowhow/industrie-4-0-konnte-schon-bald-realitaet-sein/>> Acesso em 13/10/2021.
- 6** Disponível em <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7382284>>. Acesso em 13/10/2021.
- 7** Disponível em: <<https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>>. Acesso em 13/10/2021.
- 8** Internet of Things: A Survey. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/222571757_The_Internet_of_Things_A_Survey>. Acesso em 13/10/2021.
- 9** Industry 4.0: Building the digital enterprise (2016). Disponível em <<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>>. Acesso em 13/10/2021.
- 10** Disponível em <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/845051d4-4ed8-11ea-aece-01aa75ed71a1>>Acesso em 13/10/2021.
- 11** Comissão Europeia: An SME Strategy for a Sustainable and Digital Europe. Disponível em <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/communication-sme-strategy-march-2020_en.pdf>. Acesso em 13/10/2021.
- 12** Disponível em <<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>>. Acesso em 13/10/2021.
- 13** Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/338369227_SME_Requirements_and_Guidelines_for_the_Design_of_Smart_and_Highly_Adaptable_Manufacturing_Systems>. Acesso em 13/10/2021.

- 14** Disponível em <<https://www.pwc.pl/pl/pdf/industry-4-0.pdf>> Acesso em 13/10/2021.
- 15** Disponível em <<https://www.senaipr.org.br/tecnologiaeinovacao/blog/tecnologias-da-industria-40-aumentam-em-22-em-media-produtividade-em-pequenas-e-medias-empresas-1-36128-427002.shtml>> Acesso em 13/10/2021.
- 16** Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/328231983_Sustainable_Industrial_Value_Creation_in_SMEs_A_Comparison_between_Industry_40_and_Made_in_China_2025>. Acesso em 13/10/2021.
- 17** Disponível em <<https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/unique-solutions/capabilities-driven-strategy/approach/research-on-strategy.html>>. Acesso em 13/10/2021.
- 18** Disponível em <https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf> Acesso em 13/10/2021.
- 19** World Economic Forum: These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them. Disponível em <<https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>>. Acesso em 15/10/2021.

REFERÊNCIAS

- Acatech Position Paper: Executive Summary and Recommendations – Skills for Industrie 4.0.
- Acatech Study: Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies (2020).
- ATZORI, Luigi, et. al (2010). The Internet of Things: A Survey.
- BMW: The German Mittelstand as a model for success.
- Deloitte Insights. The Fourth Industrial Revolution: At the Intersection of Readiness and Responsibility (2020).
- European Commission. Skills for Industry – Curriculum Guidelines 4.0 (2019).
- European Commission. An SME Strategy for a Sustainable and Digital Europe (2020).
- European Union. Entrepreneurship and Small and medium-sized enterprises (SMEs), 2020.
- European Union. Industry 4.0 – opportunities and challenges for SMEs in the North Sea Region (2018).
- KAGERMANN, Prof. Dr. Henning, et. al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Frankfurt: 2013.

- MANHART, Klaus. Industrie 4.0 könnte schon bald Realität sein (2013).
- MATT, Dominik, et. al. Industry 4.0 for SMEs: Challenges, Opportunities and Requirements (2020).
- MATT, Domikin, et. al. SME Requirements and Guidelines for the Design of Smart and Highly Adaptable Manufacturing Systems (2020).
- MÜLLER, Julian M.; KAI-INGO, Voigt. Sustainable Industrial Value Creation in SMEs: A Comparison between Industry 4.0 and Made in China 2025 (2018).
- OECD – Enhancing the Contributions of SMEs in a Global and Digitalised Economy. In: Meeting of the OECD Council at Ministerial Level. Paris, 2017.
- PRAUSE, Martin. Challenges of Industry 4.0 Technology Adoption for SMEs (2019).
- PwC: Industry 4.0: Building the digital enterprise (2016).
- SEBRAE – Pequenos Negócios em Números (2021).
- Strategy&: Industry 4.0 – Opportunities and challenges of the industrial internet.
- World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2020.ZHOU, Lifeng. Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges (2015).
- World Economic Forum. These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them (2020).