

MATURIDADE DA INDÚSTRIA 4.0 NO CONTEXTO BRASILEIRO: LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES PARA A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização de produtos e serviços tem passado por diversas transformações e um dos marcos atuais é a “Quarta Revolução Industrial” ou “Indústria 4.0”. Na história da humanidade, as revoluções oriundas de novas tecnologias e novas percepções de mundo desencadeiam alterações profundas, tanto nas estruturas sociais quanto nos sistemas econômicos (SCHWAB, 2016).

A Quarta Revolução Industrial tem impactado significativamente os processos produtivos, trazendo novas tecnologias e ferramentas que permitem maior eficiência, flexibilidade e automatização. Algumas das principais tecnologias associadas à Indústria 4.0 incluem Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, impressão 3D, realidade virtual e aumentada, entre outras. A Indústria 4.0 visa criar um sistema de produção com máquinas e equipamentos inteligentes e interconectados, trabalhando com a finalidade de aumentar a eficiência, desempenho, conforto e segurança nos processos produtivos (STEVAN JR; LEME; SANTOS, 2018).

Os impactos da Indústria 4.0 nos processos produtivos são diversos e incluem (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; LEE; BAGHERI; KAO, 2015):

- A. Maior eficiência: com a adoção de tecnologias como a IoT e a inteligência artificial, é possível otimizar os processos produtivos, reduzir desperdícios e aumentar a produtividade.
- B. Maior flexibilidade: a impressão 3D, permite a produção de peças sob medida, personalizadas e em pequenas quantidades, o que pode ser útil em indústrias como a de joias, de prototipagem rápida e de engenharia.
- C. Maior automação: a utilização de robôs e sistemas automatizados permite a realização de tarefas repetitivas e perigosas de forma mais segura e eficiente.
- D. Maior conectividade: a IoT permite a comunicação entre diferentes dispositivos e sistemas, o que pode facilitar a integração e a coordenação dos processos produtivos.

As empresas de todo mundo estão enfrentando significativos desafios em razão dos recentes desenvolvimentos ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos, requerendo respostas para gerenciar de forma ágil e responsiva toda a sua cadeia de valor (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016).

Os modelos de maturidade são utilizados para avaliar e medir a maturidade de uma empresa ou de um processo, promovendo o seu desenvolvimento (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). Conforme Jugdev e Thomas (2022), os modelos contribuem para a identificação de pontos fortes e fracos da empresa, bem como fornecem informações importantes sobre o mercado. São também utilizados com a intenção de identificar e promover desenvolvimentos na indústria, aumentar a produtividade e a competitividade, assim como melhorar a vida das pessoas. Diversos modelos são aplicados para avaliar os níveis de maturidade que refletem o processo de incorporação das tecnologias. Com relação a estes modelos, é importante ressaltar que vários foram propostos ao longo dos anos, sendo que devem ser avaliados e aplicados conforme as particularidades de cada organização e o ramo de negócios (LOPES *et al.*, 2014).

Röglinger, Pöppelhub e Becker (2012) descrevem três propósitos para aplicação dos modelos de maturidade sendo: descritivos, prescritivos e comparativos. O modelo com propósito descritivo pode ser aplicado para avaliar o atual estado em que se encontra a empresa.

O propósito prescritivo indica como identificar níveis futuros de maturidade desejáveis, incluindo medidas de melhoria. Já o propósito comparativo deve permitir benchmarking interno ou externo.

No contexto atual, é importante entender que cada organização possui um nível diferente de maturidade e isso se reflete no processo de incorporação das tecnologias da Indústria 4.0. O investimento em tecnologia, capacitação de pessoal e outras alterações devem ser aplicados considerando as particularidades e ambições da organização. O nível atual de uma organização representa suas capacidades atuais, orientando iniciativas de melhoria e controle do progresso de maturação (RÖGLINGER; PÖPPELBUB; BECKER, 2012).

A fim de facilitar a análise da maturidade no contexto da Indústria 4.0, Schumacher, Erol e Sihn (2016) propuseram um modelo composto por 9 dimensões que inclui 62 itens de avaliação. As dimensões “produto”, “clientes”, “operações” e “tecnologia” foram criadas para avaliar os capacitores básicos. Já as dimensões “estratégia”, “liderança”, “governança”, “cultura” e “pessoas” permitem incluir aspectos organizacionais na avaliação.

Os modelos de maturidade, em geral, incluem cinco níveis, onde o nível 1 descreve uma completa falta de atributos que suportam os conceitos da Indústria 4.0 e o nível 5 representa o estado da arte dos atributos necessários (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). Oliveira Júnior (2018) adaptou os níveis de maturidade do modelo ACATECH (*National Academy of Science and Engineering*) para o contexto industrial brasileiro que ainda se encontra em transição de uma Indústria 2.0 para 3.0. Nesse sentido, os níveis propostos pelo autor são:

- **Nível 0 - Inexistente:** A implementação dos aspectos básicos ainda é inexistente ou está em andamento. A organização está focada em operações fundamentais, como análise de requisitos, aquisição, produção e vendas.
- **Nível 1 – Informatização:** As várias tecnologias de informação já são utilizadas dentro da empresa, porém separadamente. A informatização já está amplamente adotada, principalmente para melhorar a execução de tarefas repetitivas. No entanto, ainda existem máquinas que não possuem interface digital.
- **Nível 2 – Conectividade:** A adoção isolada de tecnologia da informação é substituída por componentes interconectados. Os aplicativos de negócios amplamente utilizados estão integrados e refletem os principais processos da empresa.
- **Nível 3 – Visibilidade:** Os sensores possibilitam a coleta de dados do início ao fim do processo. Isso significa haver dados em tempo real abrangendo toda a empresa, em vez de apenas em áreas isoladas.
- **Nível 4 – Transparência:** A empresa que atingiu esse nível já ultrapassou a fase de apenas reconhecer os benefícios da Indústria 4.0. Neste nível, a empresa começa a compreender que algo está acontecendo e usa esse entendimento para gerar conhecimento por meio de análises de causa raiz. É nesse ponto que novas tecnologias são utilizadas para analisar dados heterogêneos e combiná-los.
- **Nível 5 – Adaptabilidade:** Neste nível, a empresa consegue simular diferentes cenários futuros e identificar os com maior probabilidade. Isso permite antecipar desenvolvimentos futuros, tomar decisões e implementar medidas apropriadas de forma ágil. Empresas que alcançaram esse nível têm capacidade de adaptação contínua, permitindo que deleguem certas decisões aos sistemas de TI para se ajustarem rapidamente a um ambiente de negócios em constante mudança.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo explorar o nível de maturidade da indústria brasileira frente a adoção de tecnologias digitais. Para tanto, será realizada uma análise documental considerando o relatório da Pesquisa Global sobre Indústria 4.0 - Relatório Brasil (PWC, 2016) e Sondagem Especial 83 (CNI, 2022).

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se quanto a natureza como básica, buscando gerar conhecimentos úteis para o avanço da ciência sem aplicações práticas (GIL, 2002; SILVA; MENEZES, 2005), no que tange o avanço das tecnologias disruptivas da Indústria 4.0 na manufatura brasileira. A pesquisa adota a abordagem qualitativa, caracterizada quanto aos objetivos como exploratória, ao buscar aprimorar a compreensão (GIL, 2002) acerca do nível de maturidade da indústria brasileira frente às tecnologias digitais. Quanto aos procedimentos, a análise documental foi empregada para que a maturidade da indústria fosse explorada (GIL, 2022), utilizando os seguintes documentos: Relatório da Pesquisa Global sobre Indústria 4.0 - Relatório Brasil, elaborado pela empresa PricewaterhouseCoopers (PWC, 2016) e Sondagem Especial 83 realizado pela Confederação Nacional da Indústria (2022).

A empresa PricewaterhouseCoopers (PWC) é uma grande empresa do setor de contabilidade e auditorias, atuante a mais de 100 anos no país. A empresa combina experiências em auditoria, impostos e compliance com a ampliação em áreas especializadas como cibersegurança, privacidade de dados, ESG e inteligência artificial (PWC, 2023). Enquanto, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) representa a indústria brasileira focada na promoção de políticas públicas capazes de favorecer o empreendedorismo e a produção industrial (CNI, 2023). A análise de documentos oficiais disponíveis pelas empresas permitiu que aspectos, como a adoção de tecnologias digitais pela indústria brasileira, fossem explorados.

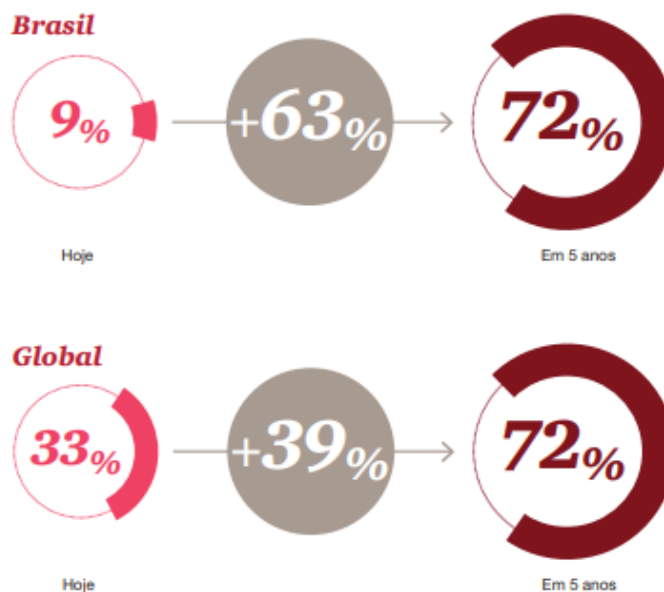
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A transformação digital apresenta muitos desafios para a indústria e avaliar o nível de maturidade tecnológica presente nas organizações é o ponto de partida para explorar as oportunidades da Indústria 4.0. O relatório da Pesquisa Global sobre Indústria 4.0 reúne a opinião de mais de 2 mil participantes, de nove setores industriais presentes em 26 países (PWC, 2016). No Brasil, o relatório reuniu a participação de 32 indústrias, por meio de entrevistas online, no período de novembro de 2015 a janeiro de 2016 (PWC, 2016).

O relatório aponta e identifica dados sobre a Indústria 4.0, explorando os benefícios da digitalização das empresas, segundo o valor horizontal e vertical das cadeias, assim como a construção de produtos e serviços por meio de portfólios digitais. No relatório é destacado que o conceito de Indústria 4.0 representa a Quarta Revolução Industrial, concentrando-se na digitalização de ponta a ponta de todos os ativos físicos e integração em ecossistemas digitais (PWC, 2016).

Conforme o relatório da PWC (2016), as empresas brasileiras têm fortes expectativas para o aumento da digitalização, mesmo com seu nível de digitalização abaixo do apresentado pelas demais empresas globais (Figura 1).

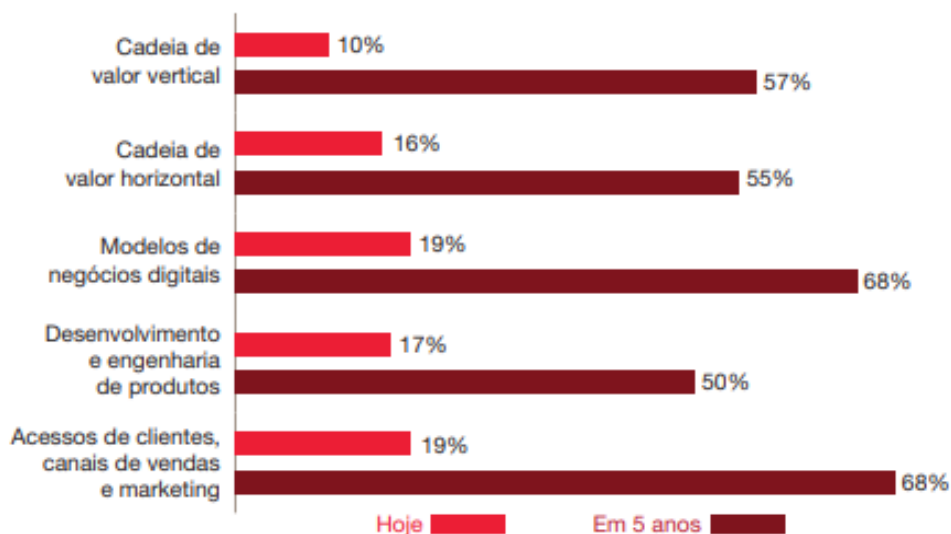
Figura 1 - Respondentes brasileiros esperam um aumento expressivo no seu nível de digitalização até 2020.



Fonte: PWC (2016).

Atualmente, o nível de digitalização das empresas brasileiras é maior nas áreas de modelo de negócios digitais (19%), acesso de clientes, canais de vendas e marketing (19%) e desenvolvimento e engenharia de produtos (17%). Entretanto, a expectativa da indústria brasileira é aumentar o nível de digitalização em diferentes áreas, em 5 anos (Figura 2) (PWC, 2016).

Figura 2 - Expectativa de desenvolvimento da digitalização e da integração em diferentes áreas das empresas brasileiras.



Fonte: PWC (2016).

Segundo a PWC (2016) a transição para a Indústria 4.0 será orientada por modelos de negócios focados em pessoas e na cultura organizacional, onde o desenvolvimento de habilidades e investimentos em dados internos e tecnologia analítica são as melhores formas de impulsionar novas capacidades organizacionais.

A partir do diagnóstico do nível de maturidade e expectativas de transformação digital da indústria brasileira, uma análise de ações a serem desenvolvidas por área de decisão foi elaborada (Quadro 1).

Quadro 1 - Análise de ações por área de decisão.

Áreas de decisão	Ação a ser desenvolvida	Como que esta ação ajuda a aumentar o nível de maturidade da empresa?
<p>Capacidade: diz respeito à forma como a capacidade e as instalações em geral devem ser configuradas.</p>	<p>O Brasil precisa criar políticas industriais alternativas, capazes de incentivar investimentos na geração de tecnologia no ambiente da indústria e tecnologia 4.0. Incrementar o uso da robotização na produção e criação de parque tecnológico e industrial condizente com o perfil dos países disseminadores de tecnologia. A própria indústria necessita, de modo geral, de comparativos que iniciem cronogramas de implantação para as novas tecnologias. Ou seja, visualizar a ação de startups em completa sintonia com os ambientes da indústria.</p>	<p>Por exemplo, no Relatório, a China representa o país que ganhará a maioria da automação e digitalização, com fabricação de mão de obra intensiva, processos e necessidades para encontrar uma solução ao aumento da remuneração dos funcionários. Além disso, as empresas chinesas são altamente flexíveis e abertas à mudança digital, e a força de trabalho chinesa está abraçando tecnologias digitais.</p>
<p>Gestão: diz respeito ao conjunto de decisões a longo prazo que governam a forma como a operação é executada de forma contínua.</p>	<p>As questões voltadas a esse quesito necessitam de reestruturação para um posicionamento agressivo em relação às forças de mercado para a busca completa da inovação.</p>	<p>Por exemplo, no Relatório as situações apresentadas apontam que “Gerar, analisar e comunicar dados, sustenta os ganhos prometidos pela Indústria 4.0, que conecta uma ampla rede gama de novas tecnologias para criar valor. Destaca-se: (1) Digitalização e integração de valor vertical e horizontal correntes; (2) Digitalização</p>

		do produto e ofertas de serviço e; (3) Modelos de negócios digitais e acesso do cliente”.
Processo de produção: diz respeito a escolha e desenvolvimento de sistemas, máquinas e processos que atuam direta ou indiretamente em recursos transformados para convertê-los em produtos e serviços finalizados.	Conseguir “alcançar a excelência em análise de dados, empresas industriais precisarão de acesso a uma ampla variedade de conjuntos de habilidades, incluindo: cientistas de dados e algoritmos nos ambientes da produção”. Incrementar “experiência em processos, algoritmos avançados e integração de fluxo de trabalho para decisão”. Em algumas situações, a terceirização pode ajudar a complementar capacidades internas ou preencher lacunas temporárias.	No Relatório, por exemplo, é citado que “A grande maioria das empresas espera ter digitalização avançada e capacidades de integração, com o Japão e Alemanha alcançando a digitalização níveis acima de 80%”. Desse modo, destaca-se a necessidade de ações para impulsionar o nível de maturidade da empresa no sentido da implantação de inovação nos processos de produção. Situação essa relacionada com tecnologia vinculada, por exemplo, a manufatura digital.
Supply Chain: diz respeito à forma como as operações se relacionam com a rede interconectada de outras operações, incluindo clientes, clientes de clientes, fornecedores, fornecedores de fornecedores, e assim por diante.	Necessário ação para investir na implantação dos conceitos aplicados com as práticas da Indústria 4.0 do <i>Supply Chain Management</i> .	No Relatório é citado que “Acelerando globalização, mas com características regionais diferenciadas.” Nesse caso, “a Quarta Revolução Industrial promove a união das empresas e países - cadeias de suprimentos e dados redes - impulsionando cada vez mais a globalização”.

Fonte: Autores (2023). Baseado no relatório PWC (2016).

A Confederação Nacional da Indústria (2022) realizou um levantamento, denominado “Sondagem Especial 83”, para avaliação da maturidade da indústria brasileira a partir da implementação das tecnologias digitais, apresentadas no Quadro 2. Os projetos de manufatura por computadores CAD/CAM representam licenças de softwares.

Quadro 2 - Lista de tecnologias digitais pesquisadas e CAD/CAM.

Tecnologias	
01	Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento e manufatura de produtos
02	Prototipagem rápida, impressão 3D e similares
03	Design assistido por inteligência artificial
04	Simulações/análise de modelos virtuais para projeto e comissionamento (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.)
05	Automação digital sem sensores, uso de Controlador Lógico Programável (CLP) sem sensores
06	Automação digital com sensores para controle de processo
07	Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis
08	Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA*
09	Sistemas integrados de manufatura como comunicação M2M (máquina-máquina)
10	Aplicações de Inteligência Artificial para soluções na fábrica
11	Simulação de processos e gêmeos digitais (<i>Digital Twins</i>)
12	Manufatura aditiva, robôs colaborativos (cobots)
13	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) do processo produtivo
14	Inspeção da qualidade automatizada ou avançada
15	Ferramentas digitais que aumentam as capacidades dos trabalhadores (<i>smart glasses, smart watches, etc.</i>)
16	Incorporação de serviços digitais nos produtos (Internet das Coisas ou <i>Product Service Systems</i>)
17	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) sobre o mercado, monitoramento do uso dos produtos pelos consumidores
18	Ferramentas digitais de relacionamento com o cliente (<i>chatbots, atendimento ao cliente interativo, etc.</i>)
19	Projetos de manufatura por computador CAD/CAM (embora não seja considerada tecnologia digital, gostaríamos de saber se a empresa utiliza)

Fonte: Adaptado de CNI (2022).

Segundo o levantamento da CNI (2022) 69% das empresas utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais listadas, enquanto 20% não utilizam nenhuma e 11% não sabem se utilizam alguma tecnologia digital listada. Conforme o levantamento, as tecnologias digitais focadas na melhoria dos processos produtivos são as mais utilizadas, contudo, percebe-se a busca por maior customização do produto.

A indústria brasileira está se digitalizando, porém, com baixo nível de maturidade neste processo, visto que em 2021 69% das empresas utilizavam uma das tecnologias digitais (Figura 3) e em 2016, 48% usavam alguma tecnologia digital, considerando uma lista de 10 opções (CNI, 2022). A baixa adoção das tecnologias digitais, em variedade, reforça a necessidade de expandir a adoção e integração das tecnologias para o alcance dos benefícios oriundos da Indústria 4.0 (CNI, 2022).

Os benefícios da adoção de tecnologias digitais mais reconhecidos pelas empresas são o aumento da produtividade, melhora da qualidade dos produtos ou serviços, redução de custos operacionais, melhora do processo de tomada de decisão, aumento da segurança do trabalhador, aumento da eficiência energética, desenvolvimento de produtos e serviços customizados, redução de impactos ambientais, redução de tempo de lançamento de novos produtos, criação de novos modelos de negócios e a compensação da falta de trabalhador capacitado (CNI, 2022).

Enquanto as principais barreiras internas percebidas, que dificultam a adoção de tecnologias digitais são o alto custo de implantação, estrutura e cultura da empresa, dificuldade na definição do retorno sobre o investimento, falta de conhecimento técnico sobre as tecnologias digitais, dificuldade para integrar novas tecnologias e softwares, infraestrutura de TI inadequada, tempo de implementação elevado e o risco para a segurança da informação (CNI, 2022).

No que tange às barreiras externas, que dificultam a adoção de tecnologias digitais, as empresas identificaram a falta de trabalhador qualificado, dificuldade de identificar tecnologias de parceiros, clientes e fornecedores despreparados, ausência de linhas de financiamento apropriadas, infraestrutura de telecomunicações do país deficiente, falta de normalização técnica e falta ou inadequações de regulação (CNI, 2022).

4 CONCLUSÃO

O processo de adoção de tecnologias digitais da Indústria 4.0 no contexto brasileiro está se desenvolvendo lentamente. O país não consegue acompanhar o ritmo de outros países do mundo, como Alemanha, Estados Unidos e China. Enquanto algumas poucas empresas, mais desenvolvidas, despontam tecnologicamente adotando a Indústria 4.0, outras operam em um sistema ainda baseado nas Indústrias 2.0 e 3.0.

De acordo com o relatório da CNI (2022), o tamanho da empresa influencia o seu nível de adoção de tecnologias digitais, assim como sua capacidade financeira e técnica para incorporar em seus processos novas tecnologias e recursos. A incapacidade de adoção de tecnologias digitais pode ser tanto financeira, investimentos necessários para adoção, quanto técnicas, que se refere ao conhecimento sobre novas tecnologias e recursos e seus benefícios a curto, médio e longo prazo. As análises dos níveis de maturidade auxiliam as empresas a se posicionarem tecnologicamente e se tornarem mais competitivas.

Entretanto, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2022), os pequenos negócios formados pelas micro e pequenas empresas (MPE) e pelos microempreendedores individuais (MEI) representam 99% das empresas brasileiras, respondem por 30% do PIB e pela maioria dos empregos criados. Porém, esses pequenos negócios encontram diversas barreiras e dificuldades para se posicionarem tecnologicamente, pois dependem de capital/financiamento para isso e encontram um cenário nacional repleto de desafios.

Considera-se, também, que há desconhecimento sobre os conceitos de Indústria 4.0, suas tecnologias e aplicações, assim como forte resistência de algumas organizações em se adequarem aos novos processos e pautarem seu desenvolvimento na inovação.

Desta forma, para acelerar o nível de maturidade tecnológica da indústria brasileira é necessário avaliar o grau de evolução presente nos diferentes tipos de empresas, considerando

seu tamanho, atividades industriais, recursos necessários para seus processos e recursos digitais disponíveis para incorporação. Além disso, compreender os fatores determinantes para tomada de decisão em cada contexto, para então formular políticas públicas de incentivo capazes de apoiar a evolução digital na indústria nacional.

O trabalho se limitou a exploração dos dados apresentados nos relatórios de Pesquisa Global sobre Indústria 4.0 - Relatório Brasil (PWC, 2016) e Sondagem Especial 83 (CNI, 2022). Para trabalhos futuros sugere-se a análise comparativa com outras fontes para ampliar a compreensão da maturidade da Indústria 4.0 para o contexto brasileiro e a realização de uma revisão integrativa para analisar o estado da arte e os indicadores de pesquisas desenvolvidas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) por meio do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) e Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Sobre a CNI**. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/cni/>>. Acesso em: abr. 2023.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Sondagem especial** - Ano 21, n. 83 (Abril 2022) / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios: A literature review**. In: 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). Koloa: IEEE, 2016, p. 145-162. DOI: <<https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>>. Acesso em: 06 abr. 2023.

JUGDEV, Kam; THOMAS, J.; DELISLE, C. Rethinking project management: old truths and new insights. **Project Management Journal**, USA, v. 7, n. 1, p. 36-43, 2001.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative**. Frankfurt: ACATECH, 2013.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 3, jan. 2015, p. 18-23. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>>. Acesso em: 06 abr. 2023.

LOPES, G. S. *et. al.* **Análise da maturidade para empresas do ramo de projetos em tecnologia**. In: XVIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XIV Encontro Latino Americano de PósGraduação e IV Encontro de Iniciação à Docência, 2014. São José dos Campos: UNIVAP, 2014. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2014/anais/arquivos/RE_0735_0886_01.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2023.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. **Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME's brasileiras**: um estudo de caso em uma indústria de ração animal. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

PWC - PricewaterhouseCoopers. **Pesquisa Global indústria 4.0**: Relatório Brasil. 2016. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/servicos/assets/consultoria-negocios/2016/pwc-industry-4-survey-16.pdf>>. Acesso em: abr. 2023.

PWC - PricewaterhouseCoopers. **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.pwc.com.br/pt/quem-somos.html>>. Acesso em: abr. 2023.

RÖGLINGER, M.; PÖPPELBUB, J.; BECKER, J. Maturity models in business process management. **Business Process Management Journal**, Augsburg, v. 18, 2012, p. 328-346.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 161-166, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Atlas dos Pequenos Negócios**. Brasília, DF: SEBRAE, 2022. Disponível em: <<https://static.poder360.com.br/2022/07/Atlas-pequenos-negocios-sebrae.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

SILVA, Edna Lúcia da.; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

STEVAN JR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0**: fundamentos, perspectivas e aplicações. São Paulo: Érica, 2018.