

# **ANÁLISE DO NÍVEL DE MATURIDADE EM TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM INDÚSTRIAS DO VALE DO PARAÍBA**

**ANALYSIS OF THE LEVEL OF MATURITY IN DIGITAL TRANSFORMATION  
IN INDUSTRIES OF VALE DO PARAÍBA**

# ANÁLISE DO NÍVEL DE MATURIDADE EM TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM INDÚSTRIAS DO VALE DO PARAÍBA

## ANALYSIS OF THE LEVEL OF MATURITY IN DIGITAL TRANSFORMATION IN INDUSTRIES OF VALE DO PARAÍBA

José Manoel Souza das Neves<sup>1</sup>

Data de recebimento: 15/10/2024

Data de aceite: 18/11/2024

<sup>1</sup> Doutor em Ciências pelo programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica (Gerência de Produção) da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP. Mestre em Engenharia (Engenharia de Produção) pela Escola Politécnica - USP. Graduado em Tecnologia em Construção Civil pela FATEC São Paulo do Centro Paula Souza. É Professor do Ensino Superior III da Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá (FATEC), do Centro Paula Souza. Professor do Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Paula Souza. Professor de cursos de pós-graduação lato sensu. Membro do corpo editorial da Revista Científica On-line Tecnologia, Gestão e Humanismo, da FATEC Guaratinguetá.

**E-mail:** jmneves.fatec@gmail.com

### RESUMO

Com o aparecimento das novas tecnologias digitais tais como redes sociais, dispositivos móveis, big data, internet das coisas, inteligência artificial, o setor industrial de todas as áreas vem investindo fortemente nessas tecnologias. Esse investimento envolve transformações das principais operações de negócios e afeta produtos, serviços e processos, bem como estruturas organizacionais. Adotar conceitos de transformação digital (TD) e da Indústria 4.0 é cada vez mais importante para as empresas de manufatura que atuam em mercados dinâmicos e competitivos. A implementação de TD, para ser mais bem compreendida, deverá ser considerada como um processo de “maturidade”. Para tanto, investigadores e empresas de consultoria desenvolveram diversos Modelos de Maturidade em Transformação Digital (MMTD) com o objetivo de ajudar as empresas a diagnosticar o seu estágio e orientar a forma como devem caminhar para alavancar um nível maior de maturidade digital. O projeto buscou conhecer o nível de maturidade em empresas do Vale do Paraíba. Para o trabalho foi escolhido o modelo IMPULS, formulado por Lichtblau, Goericke e Stich (2015), por apresentar vários trabalhos publicados com resultados satisfatórios. Foram selecionadas 12 empresas das quais 6 aceitaram participar com retorno de 16 formulários validados. Com a análise dos questionários foi determinado o nível de maturidade em transformação digital das empresas bem como tipo de empresa e característica dentro do modelo de maturidade em TD aplicado. Pode-se concluir que a análise do nível de maturidade em TD de uma empresa pode contribuir para a avaliação de seu estágio de evolução dos conceitos da indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Transformação Digital, Modelo de Maturidade, Tecnologias Digitais, Indústria 4.0, Sistemas Produtivos.

## ABSTRACT

With the emergence of new digital technologies such as social networks, mobile devices, big data, internet of things, artificial intelligence, the industrial sector in all areas has been investing heavily in these technologies. This investment involves transformations of core business operations and affects products, services and processes, as well as organizational structures. Adopting digital transformation (DT) and Industry 4.0 concepts is increasingly important for manufacturing companies operating in dynamic and competitive markets. The implementation of DT, to be better understood, should be considered as a “maturity” process. To this end, researchers and consulting companies have developed several Digital Transformation Maturity Models (MMTD) with the aim of helping companies diagnose their stage and guide how they should move towards leveraging a higher level of digital maturity. The project sought to understand the level of maturity in companies in Vale do Paraíba. The IMPULS model, formulated by Lichtblau, Goericke and Stich (2015), was chosen for the work, as it presents several published works with satisfactory results. 12 companies were selected, of which 6 agreed to participate by returning 16 validated forms. By analyzing the questionnaires, the companies' level of maturity in digital transformation was determined, as well as the type of company and characteristics within the applied DT maturity model. It can be concluded that analyzing a company's level of TD maturity can contribute to the assessment of its stage of evolution of industry 4.0 concepts.

**Keywords:** Digital Transformation, Maturity Model, Digital Technologies, Industry 4.0, Production Systems

## INTRODUÇÃO

A indústria tem um papel importante na economia de um país, uma vez que os investimentos nesse setor produzem um efeito multiplicador no crescimento do PIB. A competitividade no setor industrial é imprescindível para alcançar um crescimento equilibrado da economia, pois além de promover o crescimento, a produtividade e o emprego, também fortalece os demais setores como a agricultura e os serviços.

Com o aparecimento das novas tecnologias digitais tais como redes sociais, dispositivos móveis, big data, internet das coisas, inteligência artificial, o setor industrial de todas as áreas vem investindo fortemente em tecnologias digitais. Esse investimento envolve transformações das principais operações de negócios e afeta produtos, serviços e processos, como estruturas organizacionais.

Cada vez mais as empresas estão aumentando seu foco na evolução da transformação digital de maneira a aumentar a eficiência da indústria possibilitando melhorias na gestão de dados e na tomada de decisão. A indústria 4.0, por sua vez, busca aprimorar a eficiência da produção ao conectar os sistemas, reduzindo os tempos de ciclo e melhorando a qualidade dos produtos. Além disso, ajudam a melhorar a qualidade e segurança do produto, pois permitem monitorar e controlar os processos de produção e

identificar e corrigir erros antes que eles cheguem ao mercado (Stentoft et al, 2021).

Assim, o desafio das empresas e, em particular, da indústria de manufatura é passar de uma vantagem competitiva baseada em custo para uma vantagem competitiva na produção de produtos de alto valor agregado. Neste contexto, a adoção do conceito de Indústria 4.0, com abordagem na transformação digital da produção industrial, pode gerar o valor agregado necessário, ajudando as empresas a capitalizar a crescente demanda por produtos mais customizados, personalizados e de maior qualidade. Isso requer uma mudança para processos de fabricação adaptáveis, digitalizados, interconectados e orientados por demanda. Caracteriza-se pela transformação dos equipamentos e sistemas de fabricação em ciber-físico sistemas, com a ajuda de plataformas IoT, ao invés de integrá-los em um processo demorado e dispendioso (ISSA *et al.* 2018).

Autores concordam que as tecnologias digitais facilitam a inovação em produtos e serviços transformando a estrutura das cadeias de suprimentos e reformulando a concorrência da indústria (PORTER; HEPPELMANN, 2014). Portanto, adotar conceitos de transformação digital e da Indústria 4.0 é cada vez mais importante para as empresas de manufatura que atuam em mercados dinâmicos e competitivos. Na prática, essas organizações lutam para implementar esses conceitos porque a Indústria 4.0 ainda é um conceito que está longe de ser uma solução pronta para implementação.

No entanto, apesar da grande quantidade de tecnológicas digitais disponíveis para implementação, tanto no setor industrial quanto no setor de serviços, a Transformação Digital está demorando muito mais do que se esperava e enfrentando dificuldades em promover as mudanças necessárias, contar com pessoas qualificadas, vencer barreiras tecnológicas e encontrar recursos financeiros para implementação.

A transformação digital para ser bem-sucedida precisa contar com uma organização que desenvolva uma ampla gama de recursos, que variam em importância dependendo do contexto dos negócios e de suas necessidades específicas. A tecnologia digital precisa se tornar central nos processos, e as organizações precisam efetivamente repensar e reinventar seus modelos de negócios para continuarem competitivas no mercado.

Os trabalhos acadêmicos relacionados a transformação digital têm significativamente crescido desde 2006 e, mais intensamente, entre os anos de 2014 e 2021. Resultado de dois trabalhos (Reis *et al.* (2018) e Rego Filho *et al.* 2021) mostram uma análise bibliométrica quantitativa de artigos publicados nas bases *Scopus* e *Web of Science* (WoS).

Segundo Reis *et al.* o número de artigos sobre Transformação Digital evoluiu ao longo do tempo, mas a partir de 2014 aumentaram significativamente. Segundo os autores, em 2016, 45% do número total de artigos são artigos de periódicos e 55% são artigos de conferências, destacando-se um alto valor para anais de conferências. Os países que mais contribuíram para essas publicações foram Estados Unidos da América, Alemanha e República Popular da China, com 21%, 19% e 5%, respectivamente. Assim, o problema que foi colocado para este trabalho foi: o nível de maturidade em Transformação Digital das empresas pode auxiliar no processo de implementação de tecnologias digitais?

Diante o proposto este trabalho buscou analisar o nível de maturidade em transformação digital de empresas do Vale do Paraíba, com recorte para as indústrias sediadas em Guaratinguetá, Lorena, Pindamonhangaba e São José dos Campos. Os objetivos específicos foram: aplicar o método IMPULS; apontar os níveis de maturidade e classificar a empresa de acordo com o modelo adotado. A escolha das cidades se deu pelo fato de que nelas estão situadas as principais empresas onde há a atuação de boa parte de nossos alunos e egressos, e de onde vieram ou estão boa parte de nossos professores das disciplinas profissionalizantes.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Transformação Digital é o processo de mudança para novas formas de trabalho, no processamento de dados e de comunicação, baseadas em tecnologias digitais. A crescente demanda por produtos e serviços, a competitividade internacional das cadeias de abastecimento, e principalmente os avanços tecnológicos de hardwares e softwares, têm resultado na evolução dos sistemas de manufatura e logística industriais. (SZALAVETZ, 2019).

A elaboração desse projeto dá-se na evolução da transformação digital que visa aumentar a eficiência da indústria possibilitando melhorias na gestão de dados e na tomada de decisão. A indústria 4.0, por sua vez, busca aprimorar a eficiência da produção ao conectar os sistemas, reduzindo os tempos de ciclo e melhorando a qualidade dos produtos.

Diante disso o presente trabalho busca apresentar com análise e base em dados teóricos os discursos ligados as abordagens que têm sido usadas para melhorar a competitividade das indústrias em um cenário cada vez mais globalizado, permitindo às empresas se adaptarem às mudanças do mercado e se tornarem mais ágeis, fazendo com que criem produtos e serviços de forma rápida, melhorem seus

processos e reduzam seus custos. Além disso, ajudam a melhorar a qualidade e segurança do produto, pois permitem monitorar e controlar os processos de produção e identificar e corrigir erros antes que eles cheguem ao mercado. (STENTOFT, ADSBOLL, PHILIPSEN, HAUG, 2021).

O padrão de fábrica como o conhecemos está mudando, os trabalhadores assumem um papel mais estratégico, com foco no conhecimento técnico; as funções nas empresas os processos e aumentando a produtividade. A Quarta Revolução Industrial tem alterado a forma como as pessoas vivem, trabalham e se comunicam. O governo, a sociedade, a indústria, a saúde, tudo está se mantendo em movimento, sendo reformulado. Assim, é preciso adaptação às mudanças e aplicação correta dos recursos tecnológicos de maneira a aumentar sua competitividade. O objetivo primordial da indústria 4.0 é tornar não apenas as fábricas, mas todo o ecossistema industrial mais rápido, autônomo, eficiente e centrado no cliente bem levando a produção de bens e serviços a atender às exigências da sustentabilidade.

A transformação digital na manufatura permite que as empresas melhorem o desempenho, a produtividade e a qualidade dos produtos, também permitindo que as empresas aumentem o seu alcance de mercado, sejam mais ágeis em seus processos e implementem soluções mais eficientes. Além disso, ela também melhora a segurança de dados, reduz os custos, aumenta a agilidade e a eficiência da produção e aumenta a visibilidade da cadeia de suprimentos. A manufatura digital é o uso de um sistema integrado, baseado em computador, que consiste em simulação, visualização 3D, análises e ferramentas de colaboração para criar definições de processos de manufatura e produto simultaneamente.

Muitos dos benefícios de longo prazo do Gerenciamento de Ciclo de Vida do Produto não podem ser alcançados sem uma estratégia abrangente de manufatura digital, esse alinhamento permite que as empresas de manufatura atinjam os objetivos de tempo de introdução no mercado e de volume e reduzam os custos com diminuições nas dispendiosas alterações posteriores. (FRANK, DALENOGARE e AUAYALA, 2019).

A Indústria 4.0 é um termo recente que representa a automação industrial e a integração de diferentes tecnologias com propósito de promover a digitalização das atividades industriais, melhorando os processos e aumentando a produtividade. A Quarta Revolução Industrial tem alterado a forma como as pessoas vivem, trabalham e se comunicam. (GHOBAKLOO, FATHI, 2020). Com os novos equipamentos, essenciais para as organizações, levarão a respostas rápidas às demandas do mercado. Com a possível

redução de preço dessas tecnologias, mais organizações utilizarão esses recursos e a tendência é que o desafio seja superado rapidamente.

As tecnologias modernas, como a Realidade Aumentada, permitem que as empresas visualizem virtualmente os produtos antes que eles saiam da linha de produção. Isso permite que as empresas identifiquem e consertem problemas antes que eles afetem os clientes. Além disso, a transformação digital também possibilita que as empresas otimizem a logística, reduzam o tempo de produção e melhorem a eficiência. Uma das tendências para os próximos anos para o país é que as empresas tenham um setor forte de tecnologia para dar suporte às outras áreas, principalmente área de negócios e pessoas, de modo que a inovação se torne parte da cultura e do modelo de negócios (GHOBAKHLOO e FATHI, 2020). Mesmo devido aos grandes custos das tecnologias, essas transformações ainda não estão em estágios avançados no país. Atualmente, somente as grandes empresas fazem o uso desses recursos, o principal desafio enfrentado pelas empresas diz respeito ao custo de implementação dessas novas tecnologias.

Quando descreve TD, Ulas (2019) aponta que esta não deve ser entendida como um salto tecnológico. Completa que:

A gestão de operações não deve focar apenas em atualizações de software-hardware. É uma adaptação dos seus ecossistemas institucionais e operacionais de qualquer entidade em termos de novos negócios e métodos de pensamento, na tentativa de acompanhar o ritmo da digitalização, beneficiando dos fatores digitais. Quando a transformação digital é mencionada, a digitalização não deve apenas vir à mente. Deve ser a aplicação de um modelo de negócios flexível. (ULAS, 2019, p. 663)

Moreira, Ferreira e Seruca (2018), escrevem que o uso da transformação digital tem sido impulsionado por aceleradores de inovação, que incluem, entre outras soluções, IoT, robótica, impressão 3D, inteligência artificial, realidade aumentada e virtual, software horizontal/lateral integração, internet das coisas, computação em nuvem, big data.

Assim, a TD é um processo evolutivo, de várias fases, compreendidas por pequenas transformações que, sequencialmente, levam a empresa a ter a capacidade de atender as solicitações de um mundo digital com excelência (CARRIJO; ALTURAS; PEDROSA, 2021) e comumente interpretada como o uso de Tecnologia da Informação e Comunicação para melhorar radicalmente o desempenho ou o alcance das empresas.

Porém, para Carrijo, Alturas e Pedrosa (2021), o processo de TD deverá ser considerado como um processo de “maturidade”. Com o aumento do número de iniciativas de empresas procurando melhorar a sua competitividade no mundo digital, e consoante a elevada complexidade do processo de Transformação

Digital, investigadores e empresas de consultoria desenvolveram diversos Modelos de Maturidade de Transformação Digital (MMTD), com o objetivo de ajudar as empresas a diagnosticar o seu estágio de maturidade e orientar a forma como devem caminhar para alavancar um nível maior de maturidade digital.

Para Basseto (2019), com o auxílio de um modelo de maturidade, é possível identificar a situação atual da organização e propor uma abordagem para melhorar os processos. Normalmente os modelos de maturidade são utilizados para diversas aplicações. Desta forma, os modelos de maturidade possuem uma sequência lógica que incluem níveis ou estágios.

Tadeu, Duarte e Chede (2018) estudando as perspectivas da maturidade no Brasil, apontam que as empresas passem por um processo de maturidade digital, entendido como a capacidade de uma organização responder, de maneira adequada, ao ambiente cada vez mais digital. Essa resposta geralmente é aprendida e não ocorre de maneira espontânea e automática. Deve ser encarada como um processo de aprendizado gradual e desdobrado para toda a organização. Completam que:

A maturidade digital descreve um processo evolucionário mais inclusivo para a maioria das empresas que precisam se modificar ao longo do tempo, já que elas não nasceram digitais. Dessa forma, os gestores deveriam desviar o foco da transformação instantânea e radical, para se concentrarem na maturidade digital, enxergando a Transformação como um processo que leva tempo, não tem fim, é gradual e de constante mudança e adaptação a um ambiente competitivo cada vez mais digital. (TADEU; DUARTE; CHEDE 2018, p. 34).

## MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A presente pesquisa aplicada, descritiva, com abordagem quantitativa, utilizou pesquisa *Surrey* para responder à questão formulada nas justificativas. Para a pesquisa quantitativa, foi aplicada uma *survey*, com questionário utilizando escala *Likert* de 7 pontos, abordando os níveis de maturidade em transformação digital, na visão dos profissionais de empresas manufatureiras do Vale do Paraíba, em particular nas cidades de Guaratinguetá, Lorena, Pindamonhangaba e São José dos Campos.

Para a análise da maturidade em TD foi utilizado o modelo IMPULS - *Industrie 4.0 Readiness*, desenvolvido por Lichtblau et al. (2015), que se baseia em seis dimensões. Schumacher et al. (2019) apontam que o modelo é cientificamente bem fundamentado e sua estrutura e resultados são adequados a propósito desta pesquisa.

O modelo de Lichtblau et al. (2015) relaciona-se com áreas funcionais para a transformação digital, e engloba seis dimensões: a) estratégia e organização, b) fábrica inteligente, c) operações inteligentes, d)



produtos inteligentes, e) serviços orientados por dados e f) pessoas e cultura. A seguir apresentamos as etapas de trabalho:

Formulários e questionários de pesquisa: o questionário elaborado para a pesquisa *survey* foi validado em seu conteúdo pela aplicação em três profissionais com experiência no uso e implementação de Tecnologias Digitais. Assim verificaram-se possíveis inconsistências, tanto de entendimento, quanto da utilização de termos. Foi ainda possível medir o tempo gasto para o seu preenchimento que foi de 12 min.

Escolha e caracterização das empresas: foram selecionadas 12 empresas, das quais seis aceitaram participar, com retorno de 16 formulários validados.

### Quadro 1 | Caracterização das empresas participantes

Empresa	Tamanho	Ramo de Atividade	Ano de Criação
A	Grande	Produtos de Higiene e saúde	1933
B	Grande	Metalúrgico	1977
C	Grande	Química	1865
D	Grande	Máquinas e Equipamentos	1974
E	Grande	Produção de Plásticos	1978
F	Média	Metalúrgico	1939

Fonte: o Autor (2023)

## CARACTERIZAÇÃO DOS PROFISSIONAIS PESQUISADOS

A partir das empresas que aceitaram participar, foram encaminhados os questionários para profissionais das áreas funcionais em nível gerencial e de direção. Participaram da pesquisa 16 profissionais que estão caracterizados no quadro abaixo.

### Quadro 2 | Caracterização dos entrevistados

Empresa	Atuação do entrevistado na empresa	Área de Formação	Maior formação
A	Engenharia	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
	Produção	Engenharia ou Tecnologia	Graduação
	Produção	Engenharia ou Tecnologia	Graduação
	Produção	Engenharia ou Tecnologia	Graduação
B	Engenharia	Engenharia ou Tecnologia	Mestrado
	Engenharia	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
	Gerência Técnica	Engenharia ou Tecnologia	Mestrado
	Produção	Engenharia ou Tecnologia	Mestrado
	Engenharia	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
C	Produção	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
	Produção	Engenharia ou Tecnologia	Doutorado
	Direção	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
	Direção	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
E	Gestão de dados	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
E	Gerência Industrial	Engenharia ou Tecnologia	Especialização
F	Qualidade	Sociais Aplicadas	Especialização

Fonte: o Autor (2023)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos resultados da pesquisa foram utilizados os dados obtidos nos questionários respondidos. Os dados obtidos das entrevistas da segunda fase foram utilizados para responder as questões formuladas no projeto e atender aos objetivos propostos.

A análise se deu por meio da aplicação do modelo IMPULS desenvolvido pelos autores Lichtblau, Goericke e Stich (2015), que se baseia em seis dimensões: 1) Estratégia e Organização; 2) Fábrica Inteligente; 3) Operações inteligentes; 4) Produtos inteligentes; 5) Serviços orientados por dados e 6) Pessoas.

Estas dimensões são compostas por dezoito campos, agrupadas por indicadores, com os níveis estabelecidos da seguinte forma: 0: Leigo, 1: Iniciante, 2: Intermediário, 3: Experiente, 4: Expert, 5: Excelência (KOWALSKI, 2021). O Quadro apresenta essas dimensões.

### Quadro 3 | Dimensões do modelo de maturidade IMPULS

Dimensões	Critérios
Estratégia e organização	Estratégia; investimentos; gestão da inovação.
Fábrica Inteligente	Modelagem digital; infraestrutura de equipamentos; uso de dados; sistemas de TI.
Operações Inteligentes	Uso da nuvem; segurança de TI; processos autônomos; compartilhamento de informações.
Produtos Inteligentes	Análise de dados na fase de uso; funcionalidades adicionais de TIC
Serviços Orientados a Dados	Serviços orientados a dados; parcela de receitas com serviços orientados a dados; parcela de dados utilizados.
Pessoas	Conjunto de habilidades para funcionários; aquisição de habilidades.

Fonte: Lichtblau *et al* (2015); Kowalski, (2021)

## AJUSTE DO NÍVEL DE MATURIDADE EM RELAÇÃO AO MODELO IMPULS

O modelo utilizado utiliza 6 níveis de maturidade indo de 0 a 5, com 5 intervalos, ou seja, acréscimo de 1,2 em cada nível. O questionário utiliza escala Likert de 5 pontos. Para esta pesquisa adotamos uma escala tipo Likert de 7 pontos, passando a ter 6 intervalos. Assim o intervalo de cada valor, com acréscimo de 1,2, passou a ser o seguinte: 1; 2,2; 3,4; 4,6; 5,8 e 7,0. Os Quadros 4 e 5 mostram os novos níveis e classificação.

### Quadro 4 | Ajuste dos níveis de maturidade do modelo IMPULS em relação ao adotado pela pesquisa

Nível: Modelo IMPULS	Nível: Pesquisa (Base Modelo IMPULS)	Classificação
0 - Leigo	1,0 - Leigo	Iniciante
1 - Iniciante	2,2 - Iniciante	
2 - Intermediário	3,4 - Intermediário	Aprendiz
3 - Experiente	4,6 - Experiente	
4 - Especialista	5,8 - Especialista	Lider
5 - Excelência	7,0 - Excelência	

Fonte: o Autor (2023)

## Quadro 5 | Modelo de análise utilizado para diagnóstico das empresas

Modelo	Iniciantes		Aprendiz	Líderes		
IMPULS	0	1	2	3	4	5
	Leigo	Iniciante	Intermediário	Experiente	Especialista	Excelência
Pesquisa	1,0	2,2	3,4	4,6	5,8	7,0
	Leigo	Iniciante	Intermediário	Experiente	Especialista	Excelência

Intervalo de análise	0	2,8	4,0	5,2	6,4	7,0
	Iniciante		Aprendiz	Lider		

Fonte: o Autor (2023)

### ESCALA ADOTADA PARA O PROJETO DE PESQUISA

De acordo com a escala de maturidade adaptada proposta pelo modelo, IMPULS (Lichtblau, Goericke e Stich, 2015), cada nível tem características apresentadas a seguir.

Nível 1 – Leigo: a empresa classificada neste nível não atende a nenhum dos requisitos em TD com ênfase indústria 4.0 o nível leigo também é apontado automaticamente para empresas que indicaram que a indústria 4.0 era desconhecida ou irrelevante para elas.

Nível 2,2 – iniciante: classificada neste nível a empresa está envolvida intentar através de iniciativas piloto em vários departamentos e investimentos na área de TD. Apenas alguns dos processos de produção são suportados por sistemas de TI e a infraestrutura de equipamentos existentes satisfaz parcialmente os futuros requisitos de integração e comunicação o compartilhamento de informações integrado ao sistema e dentro da empresa é limitado a algumas áreas as soluções de segurança de TI ainda estão em fase de planejamento ou implementação. Neste ambiente de produção a empresa iniciante está fabricando produtos com os primeiros passos em direção à funcionalidades baseadas em TI. As competências necessárias para expandir para a indústria 4.0 são encontradas apenas em algumas áreas da empresa.

Nível 3,4 – intermediário: uma empresa neste nível de TD incorpora os conceitos de a indústria 4.0 na sua estratégia. Desenvolve uma estratégia para implementar a indústria 4.0 e os indicadores apropriados para medir o estado de sua implementação. Alguns dados de produção são coletados automaticamente e usados de forma limitada. A infraestrutura de equipamentos não satisfaz todos os requisitos para expansão futura. A troca de informações dentro da empresa

está integrada no sistema até certo ponto e estão a ser dados os primeiros passos para integrar a comunicação de informações com terceiros do seu negócio. No ambiente de produção, a empresa fabrica produtos com as primeiras funcionalidades baseadas em TI. Em algumas áreas os funcionários possuem as competências necessárias para expandir a indústria 4.0.

Nível 4,6 – experiente: a empresa neste nível de TD já formulou uma estratégia para a indústria 4.0 está fazendo investimentos relacionados a indústria 4.0 e múltiplas áreas e promovendo a introdução da indústria 4.0 através da gestão da inovação orientada para os departamentos. Os sistemas de TI na área de produção estão ligados através de interfaces e apoiam os processos de produção com dados em áreas chave recolhidos automaticamente. A infraestrutura de equipamentos pode ser atualizada para acomodar futuras expansões. O compartilhamento de informações internas e entre empresas está parcialmente integrado ao sistema. As soluções de segurança da informação foram implementadas. Soluções baseadas na nuvem estão planejadas para acomodar uma maior expansão. Neste nível a empresa está fabricando produtos com diversas funcionalidades interconectadas com base em TI. Nesta fase a empresa ainda apresenta deficiências com relação a integração com seus clientes. Os serviços baseados em dados estão em fase preliminar, mas a empresa ainda não está integrada aos seus clientes. Grandes esforços já foram feitos para expandir os conjuntos de habilidades dos funcionários para conseguir a implantação da indústria 4.0.

Nível 5,8 – especialista: neste nível de TD a empresa já usa uma estratégia de indústria 4.0 monitorando-a com indicadores apropriados estão sendo feitos investimentos em quase todas as áreas relevantes e o processo é apoiado pela gestão interdepartamental com inovação. Os sistemas de TI suportam a maior parte dos processos de produção e coletam grande quantidade de dados que são utilizados para otimização do sistema. O compartilhamento de informações internamente e com parceiros de negócios está amplamente integrado para o sistema. As soluções de segurança de TI são usadas nas áreas relevantes e até escalonáveis por meio de soluções baseadas em nuvem. A empresa já começa a trabalhar com processos autônomos e auto reativos. O produto acabado apresenta funcionalidades complementares baseadas em TI que permitem a coleta de dados e analisada direcionado a durante a fase de uso. Os serviços baseados em dados

apresentam integração direta entre cliente e produtor. Na maioria das áreas relevantes a empresa possui internamente as competências necessárias para alcançar com esse status e expandir ainda mais a indústria 4.0.

Nível 7,0 – excelência: uma empresa neste nível de TD já implantou a sua estratégia da indústria 4.0 e monitoriza regularmente o estado de implementação de outros projetos apoiados por investimentos em toda a empresa. Estabelecer uma gestão de inovação em toda a empresa e implementou suporte abrangente ao sistema de TI em sua produção e coleta automaticamente todos os dados relevantes. A infraestrutura do equipamento satisfaz todos os requisitos de integração e comunicações integradas no seu sistema. Soluções abrangentes de segurança de TI foram implementadas e soluções baseadas em nuvem oferece uma arquitetura de TI flexível.

Os 6 níveis de classificação acima foram agrupados em 3 tipos de empresa o que permite resumir melhor os resultados. Este agrupamento também torna mais fácil tirar conclusões sobre o progresso e as condições relacionadas com a indústria 4.0 identificar itens de ação específicos com base no nível de implementação. Os 3 tipos são iniciantes inclui aquelas empresas que não fizeram nada ou muito pouco para lidar com os conceitos da indústria 4.0 e, portanto, são atribuídos os níveis um ou 2,2 na escala acima.

O segundo tipo são os aprendizes que estão no nível 2 melhor no nível 3,4 e já deram os primeiros passos na implementação da indústria 4.0. O terceiro tipo são os líderes, caracterizadas como empresas que atingiram pelo menos o nível 3 do modelo. A empresa já está no caminho da implementação dos conceitos da indústria 4.0 e, portanto, estão à frente da maioria das empresas da indústria de grande porte. Eles representam um grupo de referência.

## **RESULTADO E CLASSIFICAÇÃO DAS EMPRESAS PESQUISADAS**

A seguir apresentamos os resultados dos níveis de maturidade das empresas pesquisadas, a partir dos dados obtidos nos questionários. O quadro abaixo, adaptado do modelo IMPULS, serve de referência para a classificação das empresas pesquisadas. A partir das médias obtidas podemos obter o nível de maturidade e o tipo de empresa.

**Quadro 6 |** Referência para classificação das empresas (adaptado do modelo IMPULS)

Modelo	Iniciantes		Aprendiz	Líderes		
IMPULS	0	1	2	3	4	5
	Leigo	Iniciante	Intermediário	Experiente	Especialista	Excelência
Pesquisa	1,0	2,2	3,4	4,6	5,8	7,0
	Leigo	Iniciante	Intermediário	Experiente	Especialista	Excelência

Intervalo de análise	0	2,8	4,0	5,2	6,4	7,0
	Iniciante		Aprendiz	Lider		

Fonte: o Autor (2023)

A seguir apresentamos o nível de maturidade bem como o tipo das empresas.

**EMPRESA A**

Analisando as seis dimensões de maturidade da Empresa A, verificou-se que numa escala de 1 a 7, a empresa obteve as médias apresentadas no quadro abaixo.

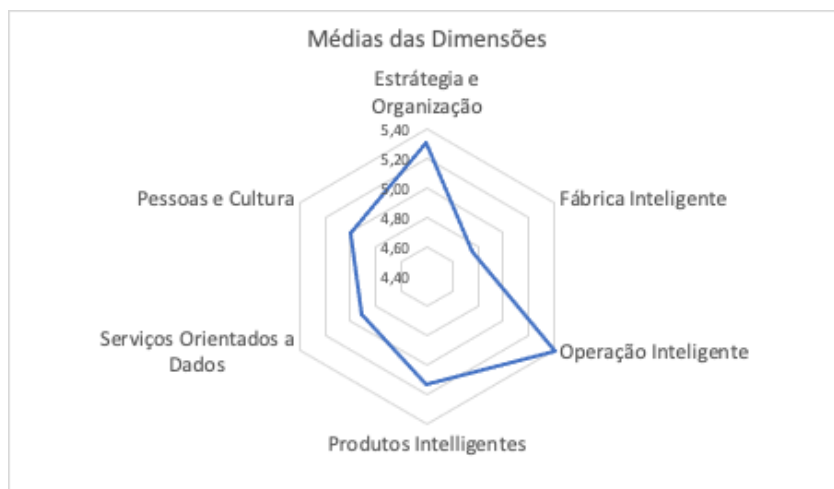
**Quadro 7 |** Médias das dimensões da Empresa A

Dimensões	Médias
Estratégia e Organização	5,31
Fábrica Inteligente	4,75
Operação Inteligente	5,4
Produtos Intelligentes	5,13
Serviços Orientados a Dados	4,92
Pessoas e Cultura	5,00
Média Total	5,08

Fonte: o autor (2023)

O quadro acima está ilustrado pela figura elaborada no *Software Excel®*.

**Figura 1 |** Nível de Maturidade da empresa, por dimensões.



Fonte: O autor (2023)

## CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO NÍVEL DE MATURIDADE DA EMPRESA A

Classificação	Nível	
		Experiente

A empresa neste nível de TD já formulou uma estratégia para a indústria 4.0 está fazendo investimentos relacionados a TI e múltiplas áreas e promovendo a introdução da indústria 4.0 através da gestão da inovação orientada para os departamentos. Os sistemas de TI na área de produção estão ligados através de interfaces e apoiam os processos de produção com dados em áreas chave recolhidos automaticamente. A infraestrutura de equipamentos pode ser atualizada para acomodar futuras expansões. O compartilhamento de informações internas e entre empresas está parcialmente integrado ao sistema.

As soluções de segurança da informação foram implementadas. Soluções baseadas na nuvem estão planejadas para acomodar uma maior expansão. Neste nível a empresa está fabricando produtos com diversas funcionalidades interconectadas com base em TI. Nesta fase a empresa ainda apresenta deficiências com relação a integração com seus clientes. Os serviços baseados em dados a isso estão em fase preliminar, mas a empresa ainda não está integrada aos seus clientes. Esforços foram feitos para expandir os conjuntos de habilidades dos funcionários para conseguir a implantação da indústria 4.0. É caracterizada como empresa do tipo Lider, pois atingiu o nível 3 do modelo. A empresa já está no caminho

para a implementação dos conceitos da indústria 4.0 e, portanto, estão à frente da maioria das empresas da indústria de grande porte. Eles representam um grupo de referência.

## EMPRESA B

Analisando as seis dimensões de maturidade da Empresa B, verificou-se que numa escala de 1 a 7, a empresa obteve as médias apresentadas no quadro abaixo.

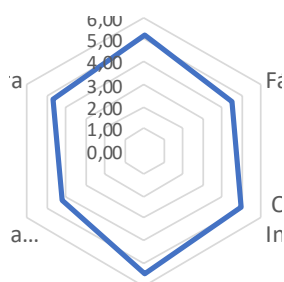
**Quadro 8 – Médias das dimensões da Empresa B**

Estratégia e Organização	5,21
Fábrica Inteligente	4,53
Operação Inteligente	5,00
Produtos Inteligentes	5,50
Serviços Orientados a Dados	4,28
Pessoas e Cultura	4,67
Média Total	4,86

Fonte: o Autor (2023)

O quadro 8 está ilustrado pela figura 2 elaborada no *Software Excel*<sup>®</sup>.

**Figura 2 | Nível de Maturidade da empresa, por dimensões.**



Fonte: o Autor (2023)

## CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO NÍVEL DE MATURIDADE DA EMPRESA B

A empresa B, segundo o modelo adotado, pode ser classificada como Experiente, do tipo Lider.

Classificação	Nível	
	Experiente	Lider

A Empresa B, apresenta as mesmas características da Empresa A.



## EMPRESA C

Analisando as seis dimensões de maturidade da Empresa C, verificou-se que numa escala de 1 a 7, a empresa obteve as médias apresentadas no quadro abaixo.

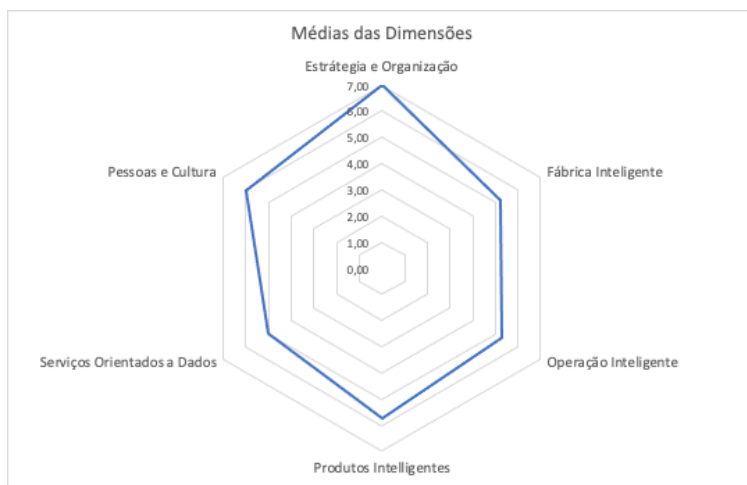
**Quadro 9** Médias das dimensões da Empresa C

Estratégia e Organização	7,00
Fábrica Inteligente	5,25
Operação Inteligente	5,30
Produtos Inteligentes	5,75
Serviços Orientados a Dados	5,00
Pessoas e Cultura	6,00
Média	5,72

Fonte: o Autor (2023)

O quadro acima está ilustrado pela figura elaborada no *Software Excel*®.

**Figura 3** | Nível de Maturidade da empresa, por dimensões.



Fonte: o Autor (2023)

## CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO NÍVEL DE MATURIDADE DA EMPRESA C

A empresa C, segundo o modelo adotado, pode ser classificada como Especialista, do tipo Lider.

Classificação	Nível	
	Experiente	Lider

Neste nível de TD a Empresa C já usa uma estratégia de indústria 4.0 monitorando-a com indicadores apropriados estão sendo feitos investimentos em quase todas as áreas relevantes e o processo é apoiado pela gestão interdepartamental com inovação. Os sistemas de TI suportam a maior parte dos processos de produção e coletam grande quantidade de dados que são utilizados para otimização do sistema. O compartilhamento de informações internamente e com parceiros de negócios está amplamente integrado para o sistema. As soluções de segurança de TI são usadas nas áreas relevantes e até escalonáveis por meio de soluções baseadas em nuvem. A empresa já começa a trabalhar com processos autônomos e auto reativos. O produto acabado apresenta funcionalidades complementares baseadas em TI que permitem a coleta de dados e analisada direcionado a durante a fase de uso. Os serviços baseados em dados apresentam integração direta entre cliente e produtor. Na maioria das áreas relevantes a empresa possui internamente as competências necessárias para alcançar com esse status e expandir ainda mais a indústria 4.0.

Caracterizada como empresa do tipo Lider, mas neste caso atingiram o nível 4 do modelo. A empresa já está no caminho para a implementação dos conceitos da indústria 4.0 e, portanto, estão à frente da maioria das empresas da indústria de grande porte. Eles representam um grupo de referência.

## EMPRESA D

Analisando as seis dimensões de maturidade da Empresa D, verificou-se que numa escala de 1 a 7, a empresa obteve as médias apresentadas no quadro abaixo.

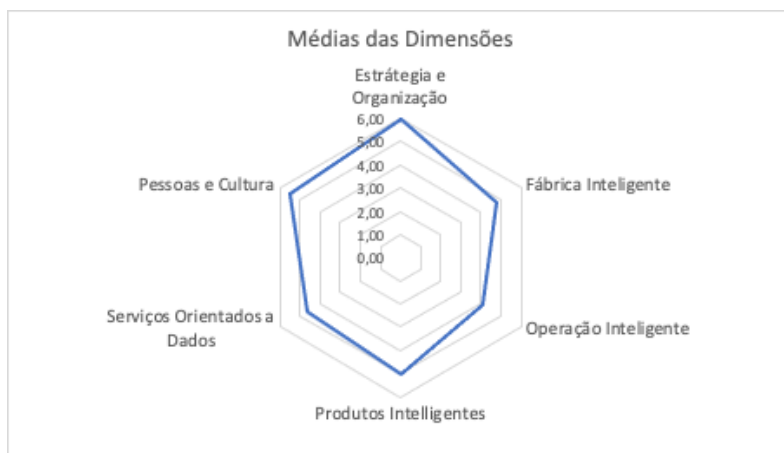
### Quadro 10 | Médias das dimensões da Empresa D

Estratégia e Organização	6,00
Fábrica Inteligente	4,75
Operação Inteligente	4,1
Produtos Inteligentes	5,00
Serviços Orientados a Dados	4,67
Pessoas e Cultura	5,50
Média	5,00

Fonte: o Autor (2023)

O quadro acima está ilustrado pela figura abaixo elaborada no *Software Excel*<sup>®</sup>.

**Figura 4 |** Nível de Maturidade da empresa, por dimensões.



Fonte: o Autor (2023)

### CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO NÍVEL DE MATURIDADE DA EMPRESA D

A empresa D, segundo o modelo adotado, pode ser classificada como Experiente, do tipo Lider.

Classificação	Nível	
		Experiente

A Empresa D, apresenta as mesmas características da Empresa A.

### EMPRESA E

Analisando as seis dimensões de maturidade da Empresa E, verificou-se que numa escala de 1 a 7, a empresa obteve as médias apresentadas no quadro abaixo.

**Quadro 11 |** Médias das dimensões da Empresa E

Estratégia e Organização	6,00
Fábrica Inteligente	5,33
Operação Inteligente	4,8
Produtos Inteligentes	6,00
Serviços Orientados a Dados	4,67
Pessoas e Cultura	4,00
Média	5,13

Fonte: o Autor (2023)

O quadro acima está ilustrado pela figura elaborada no *Software Excel®*.

**Figura 5 |** Nível de Maturidade da empresa, por dimensões.



Fonte: o Autor (2023)

### CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO NÍVEL DE MATURIDADE DA EMPRESA E

A empresa E, segundo o modelo adotado, pode ser classificada como Experiente, do tipo Lider.

Classificação	Nível	
	Experiente	Lider

A Empresa E apresenta as mesmas características da Empresa A.

### EMPRESA F

Analisando as seis dimensões de maturidade da Empresa F, verificou-se que numa escala de 1 a 7, a empresa obteve as médias apresentadas no quadro abaixo.

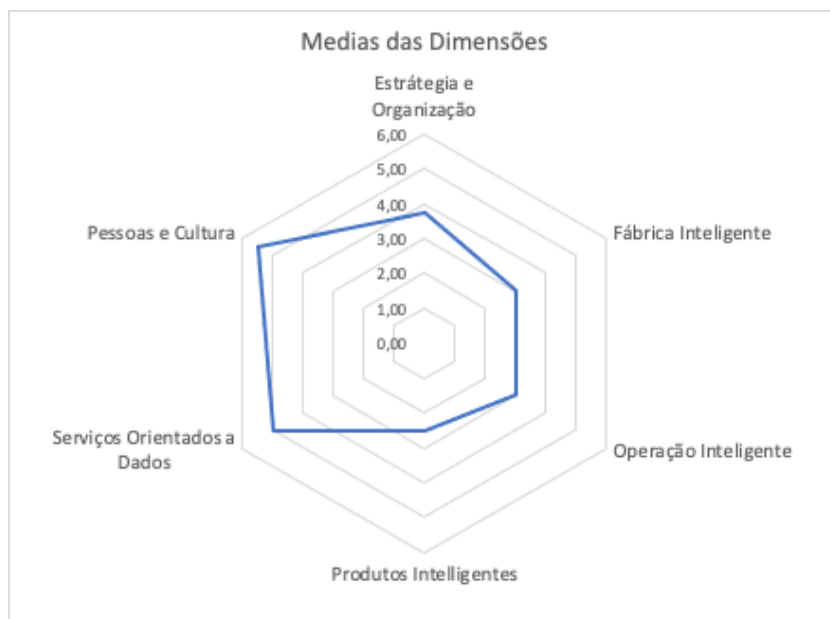
**Quadro 12 |** Médias das dimensões da Empresa E

Estratégia e Organização	3,75
Fábrica Inteligente	3,00
Operação Inteligente	3
Produtos Inteligentes	2,50
Serviços Orientados a Dados	5,00
Pessoas e Cultura	5,50
Média	3,79

Fonte: o Autor (2023)

O quadro acima está ilustrado pela figura elaborada no *Software Excel®*.

**Figura 6 |** Nível de Maturidade da empresa, por dimensões.



Fonte: o Autor (2023)

## CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO NÍVEL DE MATURIDADE DA EMPRESA F

A empresa F, segundo o modelo adotado, pode ser classificada como Experiente, do tipo Lider.

Classificação	Nível	
		Intermediário

Uma empresa neste nível de TD incorpora os conceitos de a indústria 4.0 na sua estratégia. Desenvolve uma estratégia para implementar TI com vistas a indústria 4.0 e os indicadores apropriados para medir o estado de sua implementação. Alguns dados de produção são coletados automaticamente e usados de forma limitada. A infraestrutura de equipamentos não satisfaz todos os requisitos para expansão futura. A troca de informações dentro da empresa está integrada no sistema até certo ponto e estão a ser dados os primeiros passos para integrar a comunicação de informações com terceiros do seu negócio.

No ambiente de produção a empresa está fabricando produtos com as primeiras funcionalidades baseadas em TI. Em algumas áreas os funcionários possuem as competências necessárias para expandir a indústria 4.0. O segundo tipo são os aprendizes que estão no nível 3,4 e já deram os primeiros passos na implementação dos conceitos da indústria 4.0.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proposto conseguiu atingir os objetivos geral e específicos, ou seja, analisar o nível de maturidade em transformação digital de empresas manufatureiras do vale do Paraíba com vistas a implantação da indústria 4.0 bem como aplicar o método IMPULS (Lichtblau, Goericke e Stich, 2015), e apontar os níveis de maturidade e o tipo de empresa, de acordo com o modelo adotado.

Para a pesquisa foram convidadas 12 empresas sendo que 6 aceitaram participar. Responderam ao questionário proposto 16 profissionais em nível de direção e gerência. Com isso tivemos 50% de participação das empresas. O modelo bem como o questionário adotado atingiram os objetivos propostos e apresentaram consistência, permitindo que se pudesse analisar o nível de maturidade das empresas pesquisadas.

Para esta pesquisa tivemos algumas limitações como a quantidade de respostas, que sempre traz dificuldades em pesquisas desse tipo. Com relação à pesquisa tivemos como limitação a participação das empresas embora atingindo 50% dos convidados.

Como trabalhos futuros sugerimos, a partir dos dados iniciais, aprofundar junto a uma das empresas como estudo de caso, ampliando os entrevistados em todas as áreas funcionais. Com isso poderíamos confrontar o nível de maturidade obtido neste trabalho com o que realmente está sendo realizado na empresa.

## REFERÊNCIAS

- BASSETO, A. L. C., **Modelo de maturidade para a análise das indústrias no contexto da indústria 4.0**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.
- CARRIJO, P.; ALTURAS, B.; PEDROSA, I. **Análise de modelos de maturidade de transformação digital**. In Rocha, A., Gonçalves, R., Penalvo, F. G., Martins, J. (Ed.), 2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 2021.
- FRANK, A.G., DALENOGARE, L.S., AYALA, N.F. **Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies** (2019). *International Journal of Production Economics*, 210, pp. 15-26. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85060082633&doi=10.1016%2fj.ijpe.2019.01.004&partnerID=40&md5=517c8c0e6370206cf8019258427cb5a8>>.
- GHOBAKHLOO, M.; FATHI, M. **Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing**, 2020. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31 (1), pp. 1-30. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070289468&doi=10.1108%2fjJMTM-11-2018-0417&partnerID=40&md5=4a1e2219f6d9ecc733b6a8cb5b419843>>.
- ISSA, A.; HATIBOGLU, B.; BILDSTEIN, A.; BAUERNHANSL, T.; **Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment**. *Procedia Cirp*, v. 72, p. 973-978, 2018.
- KOWALSKI, M. E., **Proposta de um Framework para Diagnóstico das Capacidades Dinâmicas para Transformação Digital**. 2021. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas), Centro Universitário FEI, São Paulo, 2021.
- LICHTBLAU, K. GOERCKE, D. STICH, V. **INDUSTRIE 4.0-READINESS**. Impuls-Stiftung, 2015. Disponível em: <https://www.industrie40-readiness.de>
- MOREIRA, F.; FERREIRA, M. J.; SERUCA, I. **Enterprise 4.0—the emerging digital transformed enterprise?** *Procedia computer science*, v. 138, p. 525-532, 2018.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. **How smart, connected products are transforming competition**. *Harvard business review*, v. 92, n. 11, p. 64-88, 2014.
- REGO FILHO, F. S., FONTES, M. G., COSTA, Y. P. D., DE MENEZES, E. R. **Transformação Digital Nos Negócios: Um Estudo Sistemático a Partir da Web Of Science e da Scopus**. In *11th International Symposium on Technological Innovation*. Aracaju, 2021.
- REIS, J., AMORIM, M., MELÃO, N., MATOS, P., **Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research**. In: Rocha, Á., Adeli, H., Reis, L.P., Costanzo, S. (eds) *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*. WorldCIST'18 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 745. Springer, 2018. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_41)
- SCHUMACHER, A.; NEMETH, T.; SIHN, W. **Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises**. *Procedia Cirp*, v. 79, p. 409-414, 2019.
- SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. 2022, acessado em 28.9.2022. <https://www.seade.gov.br>.
- STENTOFT, J.; ADSBOLL, K.; PHILLIPSEN, K; HAUG, A. **Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers**, 2021. *Production Planning and Control*, 32 (10), pp. 811-828. Disponível em:<<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85085616057&doi=10.1080%2f09537287.2020.1768318&partnerID=40&>>.
- SZALAVETZ, A. **Industry 4.0 and capability development in manufacturing subsidiaries**, 2019. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, pp. 384-395. Disponível em:<<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85048731146&doi=10.1016%2fj.techfore.2018.06.027&partnerID=40&md5>>.
- TADEU, H. F. B.; DUARTE, A. L. C. M.; CHEDE, C. T. **Transformação Digital: perspectiva brasileira e busca da maturidade digital**. *Revista DOM. Fundação Dom Cabral. Nova Lima, DOM*, v. 11, n. 35, p. 32-37, 2018.
- ULAS, D. **Digital transformation process and SMEs**. *Procedia Computer Science*, v. 158, p. 662-671, 2019.



**UNITAU**  
Universidade de Taubaté