

“

# Industria 4.0: Uma Proposta de Modelo de Transformação Digital para as Pequenas e Médias Empresas

▮ Oberdan Santos da **Costa**  
UFP

▮ Luis Manuel Borges **Gouveia**  
UFP

# RESUMO

Vivemos num tempo de mudança: competição, demandas, tecnologias, comportamento, expectativas dos clientes são cada vez mais intensas e exigentes. Adicionalmente, a crise provocada pela COVID-19 abre espaço para que as Pequenas e Medias Empresas (PMEs) transformem as suas estruturas, modelo de negócios e rotinas, e enfrentem os desafios da era da indústria 4.0. Portanto, esse pode ser um bom momento para as empresas avaliarem seu atual modelo de negócios contra oportunidades emergentes e potencialmente adaptá-lo à era da indústria 4.0, como forma de superarem a crise Pós COVID-19. O entrave para essa adaptação das PMEs pode estar justamente na indisponibilidade de modelos de maturidade digital de natureza descritiva e prescritiva, que além de avaliar, forneçam orientação para que os setores das PMEs encontrem caminhos para a sua jornada de transformação digital. Com base na análise da literatura de modelos profissionais e acadêmicos e análise de especialistas, propõe-se a construção de um Modelo de Transformação Digital para as PMEs (MTD\_PMEs), cujo objetivo é avaliar a maturidade digital das PMEs e orientá-las na sua jornada de transformação digital.

**Palavras-chave:** Transformação Digital, Modelo de Negócio, Industria 4,0, Maturidade, PMEs.

## INTRODUÇÃO

O simples fato de avaliar a maturidade digital da empresa ou mesmo conduzi-la por meio de um roteiro a uma jornada de transformação digital para que essas possam enfrentar a era da indústria 4.0 e melhor comunicar, negociar, produzir e entregar valor ao cliente parece ser uma tarefa difícil. Isso porque envolve o uso de muitas tecnologias para várias finalidades, incluindo análise de dados, tomada de decisão e gestão empresarial. À luz disso, muitos executivos e gestores podem estar se perguntando por onde começar essa jornada? Como fazer o seu negócio ser mais lucrativo com a transformação digital? Resultados de estudo encomendado pela CA Technologies à Coleman Parkes, para examinar como as empresas estão encarando Agile e DevOps dentro de seus programas de transformação digital e o impacto que essas abordagens estão tendo no desempenho do negócio, revelam que em média, essas empresas disseram ter elevado sua eficiência operacional em 52% e a receita em 50%. Percentuais bem acima dos registrados para as médias globais, de 38% e 37% respectivamente. Esses resultados evidenciam os benefícios proporcionado pela implementação da Transformação digital. Independentemente de quais sejam as empresas, os modelos de negócios horizontais ou verticais, o tipo de abordagem em direção a transformação digital, se radical ou de melhoria contínua é um processo de muitos desafios que precisam ser inicializados para a própria sobrevivência das organizações. Não resta mais dúvida de que a crise instalada pela COVID-19 tornou a vida mais difícil para todos. No entanto, ela tem provocado pontos de inflexão nas organizações, levando-as a refletir o atual cenário, tendo em vista que, esse pode ser um bom momento para avaliarem seu atual modelo de negócios contra oportunidades emergentes de crescer, melhorar resultados e potencialmente adaptá-lo à Era da Indústria 4.0. Assim, para começar um processo de transformação digital nas organizações se faz necessário ter um modelo de maturidade em mente para apoiar essa jornada. Em geral os modelos de maturidade consistem em dimensões e critérios, que não indicam o caminho de evolução em direção a esta maturidade. De acordo com Becker, Knackstedt e Poeppelbuss (2009), os modelos de maturidade digital são ferramentas que permitem uma avaliação do estágio atual da organização e indicam um caminho de desenvolvimento até o nível de maturidade desejado.

Embora existam na literatura muitos modelos de maturidade digital profissionais e acadêmicos com múltiplas visões de abordagem da transformação digital nas empresas, muitas delas são voltadas a força da Tecnologias de Informação (TI), é o caso dos estudos de Friedrich, Gröne, Koster e Merle (2011) e Westerman, Tannou, Bonnet, Ferraris e McAfee (2012). Resultados do estudo de Teichert (2019), apontam que, além da capacidade de TI, também capacidades transformacionais são necessárias para uma transformação digital bem-sucedida. Nesse mesmo sentido os estudos de Almeida, Cavalcante e Fettermann

(2017) verificam que a dimensão tecnologia é a mais frequente nos modelos de maturidade analisados, sendo orientada para a mensuração do nível de adoção das tecnologias referentes à Indústria 4.0. Estudo anterior de Fichman, Santos e Zheng (2014) apontam que as novas tecnologias são importantes para os negócios. Os autores destacam que essas tecnologias elas estão transformando profundamente o contexto estratégico das organizações.

Embora o aspecto tecnológico esteja no centro de muitos modelos, esses têm como características particulares, por exemplo, domínio específico para um tipo de indústria, são lineares e consideram a cultura da organização. No caso de domínio específico, quando trata-se de uma fábrica, isso normalmente levar automatização de processos para fornecer produtos de melhor qualidade para o cliente em um ritmo mais rápido, enquanto para o setor de serviços isso pode significar digitalizar e melhorar a comunicação e pontos de contato com o cliente.

Em seu estudo Teichert (2019) explica que o domínio da “manufatura” representa 89% de todos os modelos de maturidade digital específicos de domínios. O autor ressalta que não há foco suficiente na indústria de serviços – nem por profissionais nem por acadêmicos e que quase todos os modelos de maturidade digital incluídos no seu estudo são descritivos em sua natureza e, portanto, limitando seu escopo de apenas avaliar o nível de maturidade, não dispendo de uma orientação clara de como alcançar um nível mais alto de vencimento (prescritivo).

Muito além do aspecto tecnológico e características presente nesses modelos, alguns pontos que os limitam chamam atenção, entre eles, a falta de uma ligação com a perspectiva de negócio e ausência de ênfase de propriedades prescritivas que orientem, por onde uma empresa pode inicializar sua transformação digital após conhecimento do nível de maturidade, bem como alcançar o próximo nível de maturidade.

Embora diante de tantos modelos de maturidade, fica difícil escolher qual o melhor e o mais adequado a cada setor e empresa. Essa situação de escolha tende agravar ainda mais, à medida que a concorrência entre as empresas se intensifica por conta de mudanças rápidas no comportamento e expectativas dos clientes. A necessidade de criar modelos de maturidade digital que levam ao entendimento da visão, estágio atual e do próximo nível da transformação digital nas empresas é fundamental para as construções estratégicas de mudança. Atualmente, esse é o tipo de pressão por mudança, extensível a vários portes de empresas, entre elas, as pequenas e médias empresas (PMEs). De acordo com o Ministério da Economia (2019) as PMEs representam 98,5% das empresas no Brasil e mais de 90% de todas as empresas no mundo. Sete em cada dez empregos são criados por pequenas e médias empresas, aponta o Banco Mundial. Calipinar e Ulas (2013) destacam que as PMEs

têm muitas vantagens porque são flexíveis, dinâmicas, trabalham em estreita colaboração com outras pessoas, mais informais e menos burocráticas do que as organizações maiores.

Nesse sentido, características abrangentes de áreas especiais das PMEs, desde administrativo, financeiro, logístico e até processos do cliente com seus respectivos fluxos de informações as tornam capazes de realizar análises de custo-benefício das tecnologias digitais e estar cientes dessas tecnologias, além de ampliar possibilidades da transformação digital.

Segundo Mirković, Lukić e Martin (2019), cada organização, independentemente do tamanho, mercado, história, tradição, localização, número de funcionários, número de produtos, número de clientes, percebe que precisa ser mais “digital” no sentido de agilidade, flexibilidade e capacidade de resposta a mudanças necessidades e expectativas dos clientes.

Diante do exposto, observa-se uma lacuna de modelos para avaliar a maturidade digital das PMEs de diversos setores da economia global e apoiar a implantação da transformação digital. Com base na análise da literatura de modelos profissionais e acadêmicos, este trabalho categorizou quatro dimensões que influenciam mudanças no contexto estratégico das PMEs e propõe a construção de um modelo de transformação para as PMEs, com o propósito de avaliar a maturidade digital das PMEs e orientá-las em sua jornada de transformação digital. Este trabalho teve apresentação inicial no 17º CONTECSI – *International Conference on Information Systems and Technology Management*, sendo uma versão revista do trabalho aqui apresentado. As próximas seções discutem uma proposta para um modelo de maturidade, apresentando sucessivamente o ponto de partida (objetivo, metodologia e modelos), os resultados, a conclusão, a discussão, as recomendações e as referências.

## **PONTO DE PARTIDA OBJETIVO**

Com base na análise da literatura de modelos profissionais e acadêmicos e análise de especialistas, propõe-se a construção de um Modelo de Transformação Digital para as PMEs (MTD\_PMEs), cujo objetivo é avaliar a maturidade digital das PMEs e orientá-las em sua jornada de transformação digital. Deste modo existe uma intenção dupla de situar e orientar a ação com vista ao retirar o maior proveito das oportunidades do uso e exploração do digital nas empresas.

## **METODOLOGIA**

O trabalho consistiu em um levantamento de modelos de maturidade profissionais e acadêmicos na literatura. Com base na análise desses modelos, categorizou-se quatro dimensões que influenciam mudanças no contexto estratégico das PMEs e propõe-se a construção

de um modelo de transformação para as PMEs, com o propósito de avaliar a maturidade digital das PMEs e orientá-las em sua jornada de transformação digital. A abordagem metodológica adotada é de caráter descritivo-qualitativo-comparativo e prescritivo-qualitativo. Esse trabalho segue com uma breve descrição dos modelos de maturidade profissionais e acadêmicos e modelos de maturidade do trabalho.

## RESULTADOS

Esta seção do estudo apresenta os resultados, incluindo o levantamento dos modelos de maturidade profissionais e acadêmicos encontrados na literatura, os quatro modelos de maturidade digital profissional e acadêmicos que fornecem a estrutura teórica abrangente sobre o qual se construiu o MTD\_PMEs e a Estruturação do Modelo de Transformação Digital para PMEs (MTD\_PMEs).

### Modelos de maturidade profissionais e acadêmicos

Muitos estudiosos definem o termo “transformação digital” referindo-se a mudanças tecnológicas que implicam no redesenho de atividades das empresas, entre eles Matt, Hess e Benlian (2015) e Tihinen e Kääriäinen (2016). De fato, as mudanças tecnológicas levam a uma série de implicações nas empresas que vão desde a redução de custo até aumento da receita. De forma mais ampla Morakanyane, Grace e O’Reilly (2017) defini a transformação digital como sendo um processo evolutivo que aproveita os recursos digitais e tecnologias para permitir modelos de negócios, processos operacionais, experiências e criação de valor para os clientes”. Uma transformação digital envolve muitos fatores que a influenciam, à medida que o processo de transformação evolui. Na literatura existe vários estudos envolvendo a transformação digital, muitos deles concentram-se em fatores que afetam a adoção da transformação digital, entre eles, o estudo de Ulas (2019), que fornece uma visão abrangente dos fatores que afetam o processo de adoção da transformação digital, enquanto outros estudos focam no desenvolvimento de modelos de maturidade seja ele profissional ou acadêmico. Segundo (Lahrmann et al., 2011), maturidade se refere ao grau de conclusão ou perfeição de uma transformação desejada, para o autor pode ser aplicado ao contexto da transformação digital de uma organização (ou, em um sentido mais amplo, de uma indústria).

Assim, esse levantamento da literatura resultou em 10 modelos de maturidade digital profissional e acadêmicos conforme Tabela 1. A exclusão de outros modelos de maturidade deu-se em sua maioria por não fornecerem informações de fundo suficientes sobre o processo de desenvolvimento de seus modelos.

**Tabela 1.**Característica e abordagem dos modelos de maturidade profissionais e academicos

MODELOS DE MATURIDADE PROFISSIONAIS (P) E ACADEMICOS (A)				
Estudos	Caraterística do modelo (dimensões /níveis de maturidade)	Abordagem do modelo (Domínio/foco do modelo, abordagem de amadurecimento, método de aplicação)	Ctrl <sup>1</sup>	Mdl <sup>2</sup>
Kaufmann (2015)	Sem arquétipos	Linear	Não	A
Lichtblau et al. (2015)	1/3 arquétipos	Linear	Não	A
McKinsey (2015)	4/ Quociente Digital	Geral, não-linear, assistido por terceiros	Sim	P
Neuland (2015)	Sem arquétipos	linear	Não	P
Berghaus e Back (2016)	9 / Sem arquétipos	Geral, linear, autoavaliação	Sim	A
Forrester (2016)	4/4 arquétipos	Linear,	Sim	P
KPMG (2016)	7 / 4 arquétipos	Geral, não-linear, autoavaliação	Sim	A
PWC (2016)	1/4 arquétipos	Linear	Sim	P
Schumacher, Erol e Sihh (2016)	9/5 arquétipos	Linear	Sim	A
Leino et al. (2017) VTT	6 / 4 estágios	Geral, não-linear, autoavaliação	Sim	A

Nota: <sup>1</sup>Ctrl= Cultura ; <sup>2</sup>Mdl=Modelo

Fonte: Elaborado pelos autores

## Modelos de maturidade do trabalho

Com base no levantamento da literatura apresentado em resumo na Tabela 1, selecionou-se quatro modelos de maturidade digital profissional e acadêmicos que fornecem uma estrutura teórica abrangente sobre o qual se construiu o MTD\_PMEs, são eles: o modelo de diagnóstico Digital Quociente da McKinsey (citado em Catlin; Scanlan, & Willmott, 2015), o modelo de maturidade desing de áreas de transformação digital de empresas de Berghaus e Back (2016), o modelo de inovação de negócio KPMG (2016) e Modelo de maturidade digimaturidade de Leino et al. (2017). Esses modelos são significativos para o estudo por duas razões: (1) Consideram a cultura organizacional das empresas e (2) têm uma abordagem de domínio geral dos setores da economia. Para que os modelos apõem executivos e gestores na avaliação da maturidade digital da empresa, faz-se necessário que cada modelo tenha suas características e abordagens correspondente sejam observadas atentamente. Essas são mostras de forma resumida na Tabela 2.

**Tabela 2.** Característica e abordagem dos modelos de maturidade do trabalho

MODELOS DE MATURIDADE PROFISSIONAIS (P) E ACADEMICOS (A)				
Estudos	Caraterística do modelo (dimensões /níveis de maturidade)	Abordagem do modelo (Domínio/foco do modelo, abordagem de amadurecimento, método de aplicação)	Ctrl <sup>1</sup>	Mdl <sup>2</sup>
McKinsey (2015)	4/ Quociente Digital	Geral, não-linear, assistido por terceiros	Sim	P
Berghaus e Back (2016)	9 / Sem arquetipos	Geral, linear, autoavaliação	Sim	A
KPMG (2016)	7 / 4 arquetipos	Geral, não-linear, autoavaliação	Sim	A
Leino et al. (2017) VTT	6 / 4 estágios	Geral, não-linear, autoavaliação	Sim	A

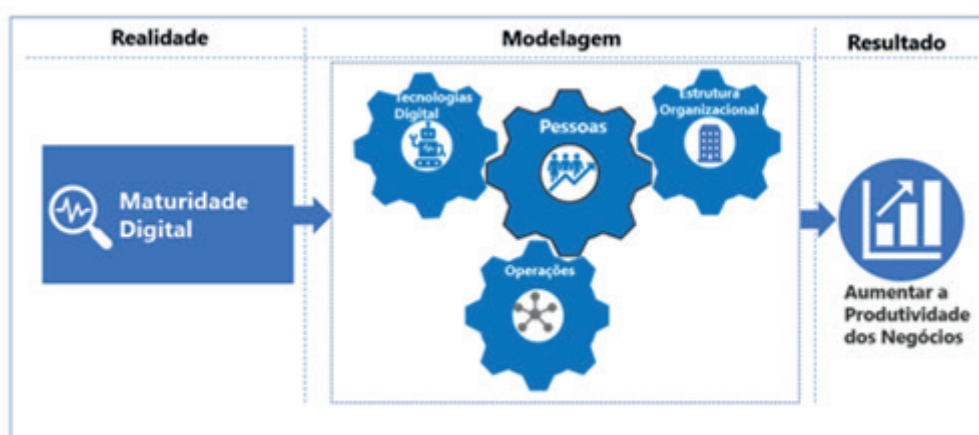
Nota: <sup>1</sup>Ctrl= Cultura ; <sup>2</sup>Mdl=Modelo

Fonte: Elaborado pelos autores

## Estruturação do Modelo de Transformação Digital para PMEs (MTD\_PMEs)

Esse item do trabalho traz a Estruturação do Modelo de Transformação Digital para PMEs (MTD\_PMEs), que é caracterizada por três módulos abrangentes, que são teorizados para utilização de propósitos e benefícios as PMEs, conforme Figura 1. Esses são referidos como: (1) Módulo Realidade, (2) Módulo Modelagem e (3) Módulo Resultado.

**Figura 1.** Estrutura do MTD\_PMEs



Fonte: Elaborada pelos autores

### Módulo Realidade (1)

Esse módulo utiliza uma metodologia mista de caráter descritivo-qualitativo-comparativo, que consistiu em um levantamento de literatura sobre modelos de maturidade profissionais e acadêmicos, seguido de uma análise dos conjuntos de modelos e pesquisa junta a especialistas que apontou quatro dimensões consistentes: “Estrutura organizacional”, “Pessoas”, “Tecnologia”, “Operações” e 25 critérios de indicadores. Esse módulo faz a avaliação do estágio atual das organizações de setores e segmentos da economia por meio de uma escala *Likert* de cinco pontos e apresenta os resultados em quatro níveis de maturidade: 1) inconscientes (sem estratégia digital); 2) iniciantes (acaba de iniciar suas integração digital);



3) gerenciado (têm mais prática digital) e 4) transformados (integração digital nos principais processos), conforme pontuação. Dois resultados são apresentados nesse módulo, um por meio de um radar *chat*, que compara a maturidade das PMEs com outras empresas, por exemplo, no mesmo setor e segmento, e a outro através da mineração de dados por meio de métodos de aprendizado de máquina que explorara e descobre conhecimento dos dados, permitindo uma visão geral dos níveis de maturidade das empresas, por setor e segmento. Com base nos conceitos dos autores encontrados na literatura para cada uma das quatro dimensões, foi feito um quadro resumo de definições das dimensões, esse é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Principais definições das dimensões do MTD\_PMEs

Dimensão	Descrição
Estrutura organizacional	O termo estrutura organizacional refere-se: (a) Estratégia digital: Planejamento e gerenciamento que apoiarão a implementação da estratégia digital. (b) Cultura: Comunicação aberta e transparente, visão dinâmica e adaptativa favorecem as respostas a mudanças e tomadas de decisão no ambiente organizacional. (c) Governança: Aspectos como a definição de direção, mecanismos e procedimentos apoiam como as como as decisões são tomadas, papéis e responsabilidades na organização. (d) Modelo de Negócio: Intenção ambiciosa da empresa criar e capturar valor conectado as estratégias de negócios por meio de novas tecnológicos.
Pessoas	Analisa até que ponto as pessoas na empresa estão inspiradas e motivadas com o conhecimento e aprendizagem com o digital, bem como a verificação de recursos em escopo e qualidade disponíveis para orientar o caminho para transformação digital.
Tecnologias	Representa recursos de tecnologias digitais, Mobilidade, colaboração e co-criação de valor, importantes facilitadores para alcançar a transformação digital nos negócios das empresas.
Operações	Tem foco nas práticas de negócios, canais de interação, interligação de processos de negócios e agilidade.

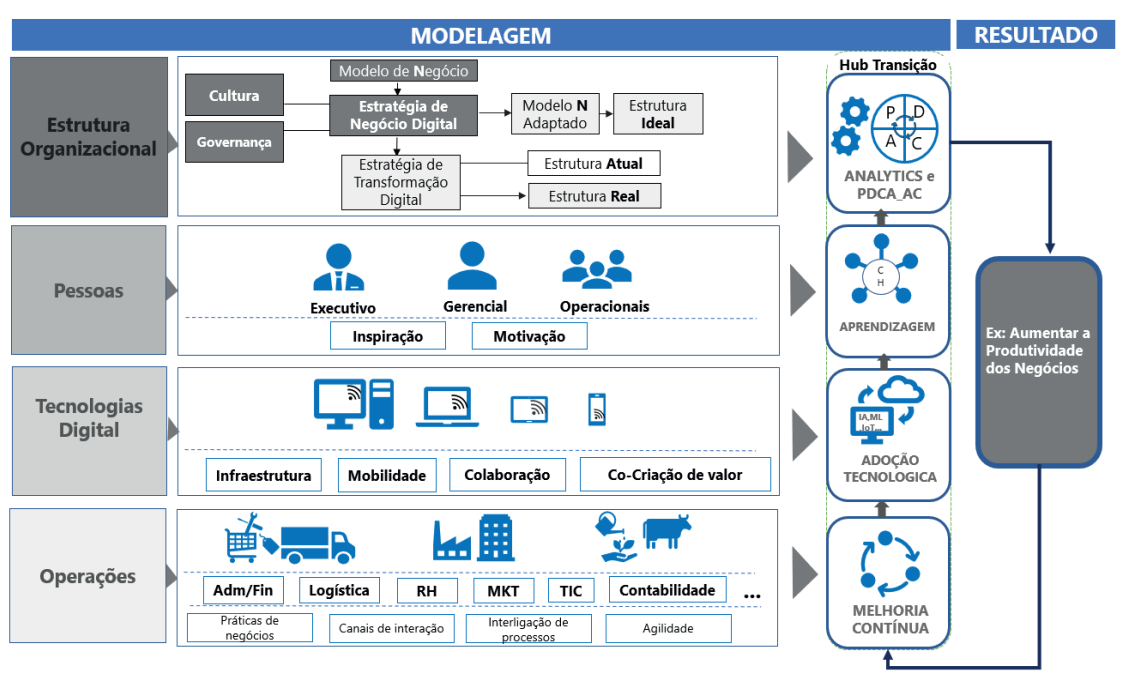
Fonte: Elaborado pelos autores

## Módulos Modelagem e Resultado (2 e 3)

Após o entendimento de onde as PMEs se enquadram na avaliação de maturidade digital por meio do módulo realidade, identifica-se a maneira mais eficaz de priorizar os objetivos de transformação de negócios, de validar a avaliação e desenvolver um roteiro que oriente a organização em sua jornada de transformação digital e avanço no aumento do nível de maturidade. Uma jornada de implantação da transformação digital nas PMEs requer que elas saibam lidar com as várias mudanças que irão transformar as suas rotinas e estruturas para enfrentar os desafios da era da indústria 4.0, entre elas, estrutura organizacional, pessoas, tecnologia e operações, de modo que o melhor impacto e valor possível possam ser criados considerando a realidade, porte e domínio da indústria. Módulo Modelagem (2) é derivado de abordagens existentes no modelo de Leino et al. (2017) que ajuda entender e estruturar o conceito ambíguo de digitalização, bem como a obtenção de diferentes perspectivas da maturidade e digitalização. Esse módulo utiliza uma abordagem prescritiva, integra quatro blocos de apoio provenientes das dimensões constante do módulo (1), e recursos do hub de

transição que incluem, Analytics, Melhoria Contínua, Adoção Tecnológica e Aprendizagem. Módulo resultado é o alvo da estratégia delineada e desejada. Esses módulos, quando integrados fornecem uma estrutura central e gradual de orientação e recomendação de caminhos para as PMEs na sua jornada da transformação digital, como mostra a Figura 2.

Figura 2. Módulo Modelagem e Resultado



Fonte: Elaborado pelos autores

Cada bloco de apoio é direcionado ao *hub* transição para iniciar o processo de transformação digital. O primeiro bloco, estrutura organizacional, tem como base os dados do modelo de negócio, estratégia de negócio digital derivada do modelo de negócio (modelo de negócio adaptado e estrutura ideal), cultura e governança, que apoiam definição da estratégia de negócio, bem como a transformação digital (estrutura atual e real). Nesse bloco, ponto de partida da abordagem prescritiva, aciona o recurso *analytics* do *hub* de transição, esse, tomado de dados, por sua vez fornece orientação e recomendação de caminhos necessários as mudanças para a transformação digital, bem como para os resultados da estratégia desejada.

À medida que os recursos do *hub* de transição são acionados, inicia-se paralelamente o processo de PDCA\_AC (Planejar (Plan), Fazer (Do), Checar (Check) e Agir (Act), e AC-Acelerado) para acompanhar a melhoria contínua dos resultados em cada um dos recursos do *hub* de transição para a transformação digital.

O segundo bloco, pessoas se concentra na identificação de habilidades e capacidades do quadro de executivo, gestores e operacionais para iniciar a jornada e analisa até que ponto esse quadro da empresa está inspirado e motivado com o conhecimento e aprendizagem

com o digital. Quando acionado, o bloco dá início ao ciclo Aprendizagem do *hub* de transição, fornecendo orientação e recomendação de caminhos necessários as mudanças em direção a transformação digital, bem como para os resultados da estratégia desejada.

O terceiro bloco, tecnologia se concentra no apoio a adoção e exploração de recursos tecnológicos digitais (*Business analytics*, Aprendizagem de máquina, IoT, Inteligência Artificial, Big Data, dispositivos móveis, impressoras 3D, sensores inteligentes, realidade aumentada e computação em nuvem), Mobilidade, Colaboração e Co-criação de valor, como forma de alcançar a transformação digital e criar valor para os negócios das empresas. Nesse bloco inicia-se o ciclo Adoção Tecnológica com o objetivo de fornecer orientação e recomendação de caminhos necessários as mudanças para a transformação digital, bem como os resultados da estratégia desejada.

Por fim, o bloco operações se concentra na identificação e verificação dos principais pontos de mudanças no processo de transformação digital que podem afetar as operações das empresas e fornece suporte para que as práticas de negócios, canais de interação, interligação de processos de negócios e agilidade na transição da transformação digital sejam bem-sucedida. Assim, como ocorre nos demais blocos, esse, quando acionado dá início ao ciclo Melhoria Contínua com o objetivo de fornecer orientação e recomendação de caminhos necessários as mudanças para a transformação digital, bem como os resultados da estratégia desejada.

## DISCUSSÃO

De maneira geral a literatura sugere diversos estudos de modelos de maturidade profissionais, entre eles McKinsey & Company (citado em Catlin; Scanlan, & Willmott, 2015), Neuland (2015), Forrester (Gill e Vanboskirk, 2016), KPMG (2016), PWC (2016), bem como vários modelos de maturidade acadêmicos, entre eles Kaufmann (2015), Lichtblau et al. (2015), Berghaus e Back (2016), Schumacher, Erol e Sihn (2016), Leino, Kuusisto, Paasi e Tihinen (2017), cada com especificidades para avaliar o nível de maturidade da transformação digital nas empresas. Esses evidenciam que há múltiplas visões de abordagem da transformação digital nas empresas, muitas delas tirando partido do potencial das Tecnologias de Informação (TI), como é o caso dos estudos de Friedrich et al. (2011) e Westerman et al. (2012). Por outro lado, os estudos de Almeida, Cavalcante e Fettermann (2017) verificam que a dimensão tecnologia é a mais frequente nos modelos de maturidade analisados, sendo orientada para a mensuração do nível de adoção das tecnologias referentes à Indústria 4.0. Corroborando com a afirmação dos autores Teichert (2019), afirma que, além das capacidades de TI, também capacidades transformacionais são necessárias para uma transformação

digital bem-sucedida. O fato é que talvez nenhuma abordagem seja suficiente por si só e necessite que sua metodologia atual seja ampliada.

Nosso modelo de transformação digital está de acordo com a literatura existente. Assim, quatro modelos de maturidade digital profissional e acadêmicos fornecem uma estrutura teórica abrangente sobre o qual se construiu o MTD\_PMEs, são eles: o modelo de diagnóstico Digital Quociente da McKinsey (citado em Catlin; Scanlan, & Willmott, 2015), o modelo de maturidade desing de áreas de transformação digital de empresas de Berghaus e Back (2016), o modelo de inovação de negócio KPMG (2016) e Modelo de maturidade digimaturidade de Leino et al. (2017). Esses modelos são significativos para o estudo por duas razões: (1) Consideram a cultura organizacional das empresas e (2) têm uma abordagem de domínio geral dos setores da economia.

O modelo de diagnóstico Digital Quociente da McKinsey (citado em Catlin; Scanlan, & Willmott, 2015) propõem uma avaliação assistida com foco na estratégia, capacidades e cultura digitais em diversas indústrias a partir de quatro dimensões (estratégia digital, recursos digitais, habilidades digital e cultura ágil e flexível) e quociente digital de maturidade de quatro áreas/níveis (abaixo da média, acima da média, líderes emergentes e líderes estabelecidos). Esse quociente digital muito discriminador (localizado entre 0 e mais de 80 dependendo da empresa) é baseado em uma metodologia proprietária baseada na implementação de 18 práticas e desenvolvida em colaboração com 150 empresas. As empresas são colocadas em uma dessas áreas/níveis mediante a pontuação identificada na avaliação. O modelo tem uma abordagem não linear, ou seja, não segue um único caminho para a TD, logo seu nível máximo de maturidade não é igual para todas as empresas.

O modelo de maturidade desing de áreas de transformação digital das empresas de Berghaus e Back (2016). Esse fornece uma visão holística das áreas afetadas pela transformação digital das empresas por meio de nove dimensões (Experiência do cliente, Inovação de produtos, Estratégia, Organização, Digitalização de processos, Cooperação, Operação e desenvolvimento de TIC, Cultura e especialização e Gerenciamento de transformação), além de permitir que os profissionais avaliem suas atividades associadas à transformação digital dos negócios. O modelo conta com uma compreensão de apoio relevante para gerenciar a transformação digital nas empresas denominado catálogo de critérios com 59 indicadores que forma a base de dados da pesquisa. Para obtenção das descobertas/resultados de insights o modelo utiliza algoritmo Rasch e a análise de cluster para derivar cinco estágios de maturidade. A abordagem do modelo é linear, essa segue um único caminho para a TD.

O modelo de maturidade digital KPMG (2016) tem como foco a avaliação da maturidade de empresa, esse propõem sete dimensões (estratégia digital, governança, consumidor, cultura, organização e processo, tecnologias e pessoas) e define quatro arquétipos de

maturidade digital (participante reativo, operador digital, transformador ambicioso e digitalista inteligente) sujeitos à eficácia operacional e intensidade de transformação. O modelo tem uma abordagem não linear, ou seja, não segue um único caminho para a TD, logo seu nível máximo de maturidade não é igual para todas as empresas.

O modelo de maturidade digimaturidade de Leino et al. (2017) possui vários propósitos, entre eles, a utilização de uma ferramenta web de autoatendimento gratuita, que produz uma análise básica para uma empresa. Essa, fornece uma linha de base dos recursos e maturidades digital atuais apoiada em seis dimensões principais (estratégia, modelo de negócios, interface com o cliente, processos e organização, pessoas e cultura e tecnologias de informação) e quatro estágios de maturidade (preliminares, definido, gerenciado e excelente). Segundo Leino et al. (2017), a linha de base da maturidade digital é um conhecimento valioso para os tomadores de decisão e líderes de digitalização nas empresas. No entanto, os autores observam que é necessária uma maior compreensão e concretização para alocar os recursos e atividades de desenvolvimento, de modo que o melhor impacto e valor possível possam ser criados.

Embora os modelos de McKinsey (citado em Catlin; Scanlan, & Willmott, 2015), Berghaus e Back (2016), KPMG (2016) e Leino et al. (2017), bases do modelo proposto, tenham características e abordagens essenciais que podem ser exploradas para avaliação da maturidade digital em portes menores de empresas, esses têm duas limitações: (1) Não atendem a pequenas e médias empresas e (2) a exceção Leino et al. (2017) todos os demais modelos são de natureza descritiva, limitando seu escopo de apenas avaliar o nível de maturidade, não fornecendo orientação de roteiro de como alcançar um nível mais alto de maturidade (prescritivo). Portanto, esses modelos são de valor limitado para as PMEs. Diante dessas limitações sugere-se, que estas tenham a devida atenção por parte dos pesquisadores. A estrutura do MTD para PMEs se desvia dos modelos McKinsey (citado em Catlin; Scanlan, & Willmott, 2015), Berghaus e Back (2016), KPMG (2016) e Leino et al. (2017) na medida em que foca especificamente nas dimensões e variáveis que implicam nas melhores práticas de avaliação e orientação das PMEs em sua jornada de transformação digital estratégica de negócio com uma natureza dupla: descritiva e prescritiva.

## CONCLUSÃO

O trabalho aqui apresentado visava o desenvolvimento de um modelo de transformação digital para avaliar a maturidade digital, orientar e recomendar caminhos as empresas em sua jornada da transformação digital na era da indústria 4.0. O rigor científico é assegurado através da realização do levantamento de literatura sobre modelos de maturidade profissionais e acadêmicos, seguido de uma análise dos conjuntos de modelos e pesquisa junta a

especialistas. Para a construção do MTD\_PMEs foi usando dupla abordagem metodológica de caráter descritivo-qualitativo-comparativo e prescritivo-qualitativo. O resultado do MTD\_PMEs, além de permitir avaliar a maturidade digital das empresas por meio de dimensões consistentes, incluindo estrutura organizacional, pessoas, tecnologias e operações em quatro níveis de avaliação, fornece uma estrutura central e gradual de quatro blocos principais que apoia a orientação e recomendação de caminhos as empresas para a jornada da transformação digital. O módulo realidade mostra duas apresentações, uma por meio de um radar chat, que compara a maturidade das PME's com outras empresas, por exemplo, no mesmo setor e segmento, e a outra através dos métodos de aprendizado de máquina explora e descobre conhecimento dos dados, permitindo uma visão geral dos níveis de maturidade das empresas por setor e segmento. No módulo modelagem cada um dos quatro blocos alinha-se ao *hub* transição, com o propósito de dar movimento a estrutura central e gradual de orientação e recomendação de caminhos as empresas para jornada da transformação digital. Numa visão cíclica do modelo, o ponto de partida da transformação digital inicia-se no bloco estrutura organizacional com a definição de uma estratégia de negócio digital com visão transformadora para o futuro. Depois, centra-se nas operações e suas respectivas mudanças no processo. Segue com adoção das tecnologias essenciais que atendam as operações e fecha o ciclo de transição com aprendizagem das pessoas (conhecimentos e habilidades). No trabalho futuro, o MTD\_PMEs será desenvolvido com mais iteratividade com base nas experiências e feedback dos gestores das PME's.

## RECOMENDAÇÕES

O uso de modelos de transformação digital para avaliar a maturidade digital, orientar e recomendar caminhos as PME's parece ainda distante no Brasil para muitas empresas. Nesse sentido, sugere-se a realização de estudos de caso nas pequenas e medias empresas brasileiras com base no modelo apresentado, para que os tomadores de decisão e gestores possam se beneficiar da transformação digital. Em geral, esses benefícios implicaram em melhorar a comunicação, negociação, produção e entrega de valor aos clientes, bem como na superação de barreiras de processos em seus ambientes de negócio.

## ■ REFERÊNCIAS

1. Almeida, T. D., Cavalcante, C. G. S., & Fettermann, D. C. (2017, setembro). *Indústria 4.0: Tecnologias e nível de maturidade de suas aplicações*. 11º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento do Produto, São Paulo, Brasil.

2. Becker, J., Knackstedt, R., & Poeppelbuss, J. (2009). Desenvolvendo modelos de maturidade para gerenciamento de TI, *Bus. Inf. Syst. Eng.*, 1(3), 213-222.
3. Berghaus, S., & Back, A. (2016). Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study. *Proceedings of the Tenth Mediterranean. Conference on Information Systems (MCIS)*, Paphos, Cyprus.
4. Bosch, U., Hentschel, S. & Kramer, S. (2018). *Digital Offroad: Erfolgsstrategien für die digitale Transformation*. Haufe.
5. Buvat, J., Solis, B., Crummenerl, C., Aboud, C., Kar, K., Aouf, H. el, & Sengupta, A. (2017). *The digital culture challenge: closing the employee-leadership gap*. Capgemini Consulting.
6. Calipinar, H., & Ulas, D. (2013). Model suggestion for SMEs economic and environmental sustainable development. In: Nwankwo, S.; Ndubisi, N. Oly (Ed.). *Enterprise Development in SMEs and Entrepreneurial Firms*. Business Science Reference, IGI Global, 270-290.
7. Catlin, T., Scanlan, J., & Willmott, P. (2015, june). *Raising your Digital Quotient*, McKinsey Quarterly.
8. Chuang, S. H., & Lin, H. N. (2015). Co-creating e-service innovations: theory, practice, and impact on firm performance. *Int. J. Inf. Manag.* 35(3), 277-291, 2015.
9. Eggers, J. P., & Park, K. F. (2018). Incumbent adaptation to technological change: The past, present, and future of research on heterogeneous incumbent response. *Academy of Management Annals*, 12(1), 357-389.
10. Fichman, R. G., Santos, B. L. & Zheng, Z. E. (2014). Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information systems curriculum. *MIS Q*, 38(2), 329-343.
11. Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D. & Welch, M. (2013). Embracing digital technology: a new strategic imperative. *MIT Sloan Management review*, 1-12. Recuperado de [https://sloan-review.mit.edu/projects/embracing-digital-technology/?switch\\_view=PDF](https://sloan-review.mit.edu/projects/embracing-digital-technology/?switch_view=PDF)
12. Friedrich, R., Gröne, F., Koster, A., & Merle, M. le. (2011). *Measuring industry digitization: Leaders and laggards in the digital economy*. Booz & Company.
13. Gill, M., & Vanboskirk, S. (2016, january). The Digital Maturity Model 4.0: Benchmarks: Digital Business Transformation Playbook. *FORRESTER*, 22. Recuperado de <https://forrester.nitro-digital.com/pdf/Forresters%20Digital%20Maturity%20Model%204.0.pdf>
14. Goran, J., Srinivasan, R., & Berge, L. la. (2017, July). Culture for a digital age. *McKinsey Quarterly*, New York: McKinsey.
15. Gupta, S. (2018). *Driving Digital Strategy: A guide to reimaging your business*. Boston-MA: Harvard Business School Press.
16. Kane, G. C. (2017). Digital Maturity, Not Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 3-7. Recuperado de <https://sloanreview.mit.edu/article/digital-maturity-not-digital-transformation/>
17. Kaufmann, T. (2015). *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*. Wiesbaden: Springer.
18. Kohnke, O. (2017). It's Not Just About Technology: The People Side of Digitization. In: *Shaping the Digital Enterprise*. Springer International Publishing, 69-91.

19. Kotter, J. P., & Heskett, J. L. (1992). *Corporate culture and performance*. New York: Free Press.
20. KPMG. (2016). *The Factory of the Future: Industry 4.0 The challenges of tomorrow*. KPMG writing team.
21. Lahrmann, G., Marx, F., Mettler, T., Winter, R., and Wortmann, F. (2011). "Inductive Design of Maturity Models: Applying the Rasch Algorithm." *Service-Oriented Perspectives in Design Science Research*, 179-199: Springer, Berlin, Heidelberg, and New York.
22. Leino, S-P., Kuusisto O., Paasi, J., & Tihinen, M. (2017). VTT model of digimaturity. In: Paasi, J. (Ed.). *Towards a new era in manufacturing: final report of VTT's for industry spearhead programme*. *VTT Technology*, 288, 4146. VTT Technical Research Centre of Finland. Recuperado de <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2017/T288.pdf>
23. Leischnig, A., Woelfl, S., & Ivens, B. S. (2016). *When Does Digital Business Strategy Matter to Market Performance?* Dublin: ICIS.
24. Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K. Schmitz, E., & Schröter, M. (2015). *IMPULS: Industrie 4.0- Readiness*. ImpulsStiftung des VDMA, Aachen-Köln.
25. Liu, D., & Shengchen, T. Y. li. (2012, january) Competitive Business Model in Audio-book Industry: A Case of China. *Journal of Software*, 7(1). Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a8d5/520de620c14e1a5662393a0d5b36fb70b073.pdf>.
26. Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339-343.
27. Ministério da Economia. Governo Federal. (2019, novembro). *Brasil terá primeiro centro afiliado ao Fórum Econômico Mundial focado na indústria 4.0: Objetivo é preparar as empresas do País para a quarta revolução industrial*. *Inovação*. Brasília, Brasil. 07 nov. 2019. Recuperado de <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2019/11/brasil-tera-primeiro-centro-a-filiado-ao-forum-economico-mundial-focado-na-industria-4.0>
28. Mirković, V., Lukić, J. & Martin, V. (2019). Key characteristic of organizational structure that supports digital transformation. *Strategic Management and Decision Support Systems in Strategic Management*. *Proceedings International Scientific Symposium*. Subotica, Republic of Serbia, 24, 255-261.
29. Morakanyane, R., Grace, A., & O'Reilly, P. (2017). Conceptualizing Digital Transformation in Business Organizations: A Systematic Review of Literature. *Proceedings of the 30th Bled EConference*, Bled: Slovenia, 427-443.
30. Neuland. (2015). Neuland & HS Reutlingen. *Digital Transformation Report*. Recuperado de [https://neuland.digital/DTA\\_Report\\_2015.pdf](https://neuland.digital/DTA_Report_2015.pdf)
31. PWC. *Industry 4.0: Building the Digital Enterprise*. *Global Industry 4.0 Survey*. Online Publication, 2016. Recuperado de <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
32. Sawy, O. A. el, Amsinck, H., Kræmmergaard, P., & Vinther, A. L. (2016). How LEGO built the foundations and enterprise capabilities for digital leadership. *MIS Q. Exec.* 15(2), 141-166.
33. Schumacher, A, Erol, S, & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 52, 161-166.



34. Kien, S. S., Soh, C., & Weill, P. (2016). How DBS bank pursued a digital business strategy. *MIS Q. Exec.*, 15(2), 105-121.
35. Solis, B. (2017). The 2017 State of Digital Transformation. Research Report. Altimeter. The Strength of Corporate Culture and the Reliability of Firm Performance. *Research Article*, MIT.
36. Tannou, M., & Westerman, G. (2012). Governance: A central component of successful Digital Transformation. *MIT-CDB and Capgemini Consulting Joint Research Program on Digital Transformation*. Recuperado de [https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Governance\\_\\_A\\_Central\\_Component\\_of\\_Successful\\_Digital\\_Transformation.pdf](https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/Governance__A_Central_Component_of_Successful_Digital_Transformation.pdf)
37. Teichert, R. (2019). Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(6), 1673-1687.
38. Tihinen, M., & Kääriäinen, J. (Ed.) (2016). *The Industrial Internet in Finland: on Route to Success?* Espoo, Finland: VTT Technology. Recuperado de <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T278.pdf>.
39. Tricker, B. (2015). *Corporate governance principles, policies, and practices*. Oxford: Oxford University Press.
40. Ulas, D (2019). Digital Transformation Process and SMEs. *Procedia Computer Science*, 158,662-671. Doi: 10.1016/j.procs.2019.09.101.
41. Urbach, N., Ahlemann, F., Bohmann, T., Drews, P., Brenner, W., Schaudel, F., & Schuette, R. (2019). The impact of digitalization on the IT department. *Business & Information Systems Engineering*, 61(1), 123-131.
42. Westermann, G., Tannou, M., Bonnet, D., Ferraris, P., & McAfee, A. (2012). The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry. *MITSloan Management and Capgemini Consulting*, MA, 2, 2-23.