

## REVISÃO ABRANGENTE DE UM MODELO DE MATURIDADE DIGITAL E PROPOSTA PARA UM PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL CONTÍNUA COM INTEGRAÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE DIGITAL

**Hoang Pham Minh**

hoang\_p.m@yahoo.com  
Universidade de Ciência e  
Tecnologia de Hanói – HUST, Hanoi,  
Vietnã.

**Hong Pham Thi Thanh**

hoang\_p.m@yahoo.com  
Universidade de Ciência e  
Tecnologia de Hanói – HUST, Hanoi,  
Vietnã.

### RESUMO

Nos últimos anos, a transformação digital se tornou uma das tendências mais populares para as empresas em todo o mundo. A tendência global das tecnologias digitais e a pandemia da COVID-19 tornaram a velocidade de crescimento da transformação digital mais constante do que nunca. Nesta condição, profissionais e pesquisadores acadêmicos acreditam que o modelo de maturidade digital é uma das armas mais eficazes para ajudar os gerentes e a força de trabalho a conseguir transformar seus negócios digitalmente. Entretanto, o modelo de maturidade digital (MMD) é um tipo de modelo de maturidade (MM) que é relativamente novo no desenvolvimento de modelos e metodologias de avaliação de maturidade digital, especialmente quando integrado em um extenso processo de transformação digital. Com este trabalho, os autores pretendem realizar uma revisão abrangente para esclarecer o estado atual do campo MMD, incluindo suas características essenciais, elementos populares pertencentes às suas estruturas, o número de métodos e técnicas utilizadas no desenvolvimento e sua aplicação. Além disso, esses trabalhos identificam áreas de pesquisa importantes em andamento. Ademais, os autores levantam alguns desafios para o campo na captura de resultados, revisando-os: i) a necessidade de padronizar seus nomes de componentes; ii) um MMD contextualizado, mas de baixo custo para uso das PMEs em seus negócios; iii) a necessidade de posicionar os processos de MMD aplicados em um processo de transformação digital mestre e em um contexto dinâmico que tornem as aplicações de MMD mais eficientes. Os autores propuseram uma solução para o terceiro desafio através de um modelo conceitual, integrando a MMD em um processo contínuo de transformação digital.

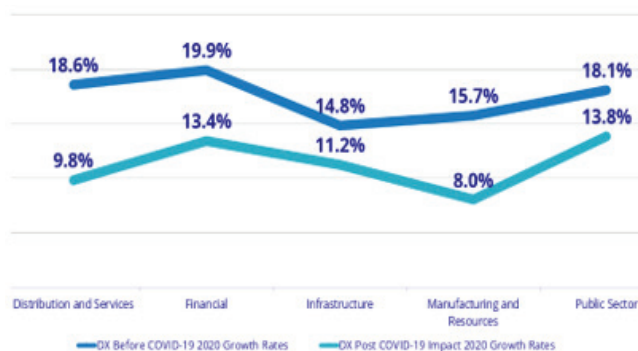
**Palavras-chave:** Transformação Digital; Modelo de Maturidade Digital; Processo de Transformação Contínua; Gerenciamento de Mudanças.

## BASE DE PESQUISA

### O avanço da Transformação Digital

A maioria das empresas modernas está sendo confrontada com os desafios da transformação digital (DT/DX), a qual é definida como “o uso da tecnologia para melhorar radicalmente o desempenho ou o alcance das empresas” (Westerman *et al.*, 2014b). A DX é vista como um tipo radical e complexo de Transformação Empresarial, referindo-se, em geral, a um processo turbulento que muda profundamente a maneira como as empresas competem, interagem e criam valor. Além disso, Bordeleau & Felden (2019) afirmam que altos níveis de digitalização são apresentados como positivos para o desempenho econômico de um país, pois aumentam a eficiência e a produtividade de uma organização.

Segundo a IDC (2020a), apesar dos desafios apresentados pela pandemia da COVID-19, os gastos globais em investimentos em DX crescerão continuamente a partir de 10,4% em 2020 para 1,3 trilhões de dólares. Embora este crescimento seja significativamente menor do que o crescimento de 17,9% em 2019, o índice de crescimento continua sendo um dos poucos pontos positivos, caso os gastos globais com tecnologia reduzam drasticamente. O gigante global da consultoria também revela que o investimento direto em DX está crescendo a 15,5% ao ano, movimentando mais de 6,8 trilhões de dólares de 2020 a 2023 à medida que as empresas lutam para se tornar futuras empresas digitais em escala. Até 2022, a economia digitalizada será responsável por cerca de 65% do PIB global (IDC, 2020b).



**Figura 1.** Gastos mundiais com a DX em 2020. Fonte: IDC (IDC, 2020a)

**Legenda:** Distribuição e Serviços; Financeiro; Infraestrutura; Fabricantes e Recursos; Setor Público; Taxas de crescimento da DX antes da COVID-19 em 2020; Taxas de Crescimento da DX após o impacto COVID-19 em 2020

### Aplicações do Modelo de Maturidade Digital na Transformação Digital

O conceito de modelo de maturidade (MM) surgiu na década de 1970 e é dedicado à engenharia de software (Chanias & Hess, 2016; Rafael *et al.*, 2020). Desde então, o conceito MM evoluiu para uma ferramenta importante para melhorar as práticas comerciais (Schäffer *et al.*, 2018), avaliando seu status-quo, traçando um caminho desejável para avançar com eles, e fazendo um benchmarking interno ou externo para identificar lacunas na forma de competências (Röglinger *et al.*, 2012).

Devido à ampla gama de aplicações potenciais, os MMs ganharam popularidade na administração e na ciência (Becker *et al.*, 2009; Rafael *et al.*, 2020). Há muitos MMs publicados com foco em diferentes campos das capacidades das organizações, tais como Gestão de Processos (ISO, 2015), Six Sigma (ISO, 2011), “Capacidade de serviços de TI, gestão de inovação, gestão de programas, arquitetura empresarial, alinhamento estratégico ou maturidade na gestão do conhecimento” (De Bruin *et al.*, 2005). O MM mais conhecido é o Modelo de Maturidade e Capacidade (MMC), derivado do modelo de Grade de Maturidade da Gestão de Qualidade (“Quality Management Maturity Grid” - QMMG) de Phillip Crosby, que tem como objetivo auxiliar na avaliação da qualidade dos sistemas e processos de informação (Williams *et al.*, 2019).

Enquanto isso, a DX é uma revolução moderna em que as empresas utilizam novas tecnologias digitais como SMACIT (Warner e Wäger, 2019) para permitir melhorias significativas nos negócios, tais como melhorar a experiência do cliente, avançar na excelência das operações e inovar nos modelos de negócios (Fitzgerald *et al.*, 2014). Trata-se de uma mudança estratégica que deve seguir vários aspectos (Singh & Hess, 2017), como estratégia operacional, funcional, financeira e corporativa (Matt *et al.*, 2015). Entretanto, todos os MMs mencionados anteriormente apenas se aplicaram para melhorar as capacidades de organizações específicas, ou seja, a necessidade de desenvolver um tipo de modelo de maturidade que cubra o número de capacidades necessárias para a DX (Kane, 2017). O Modelo de Maturidade Digital (MMD) é um tipo de MM focado no apoio a empresas para avaliar e desenvolver suas capacidades digitais (Becker *et al.*, 2009). Com o avanço da tendência da DX, o DMM se tornou um dos campos mais importantes tanto para o meio acadêmico quanto para que os profissionais pesquisem e sigam.

### Questões de pesquisa

Ao entender a importância da MMD para ajudar as empresas a se tornarem as futuras empresas em escala digital,

este trabalho visa investigar artigos de pesquisa para obter insights sobre a MMD em geral e as aplicações da MMD em particular. Para este fim, levantamos e pesquisamos respostas para as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os diferentes tipos de modelos, abordagens, métodos, técnicas, dimensões e níveis de maturidade utilizados para desenvolver e aplicar os MMDs?
- Quais são as áreas potenciais de pesquisa no campo do desenvolvimento de MMDs?

## METODOLOGIA DE PESQUISA

### Coleta de dados

Os autores coletaram artigos que foram revisados e publicados entre 2000 e maio de 2021 através de pesquisa estruturada de palavras-chave e referências cruzadas para garantir a qualidade e confiabilidade desta revisão. As palavras-chave aplicadas à pesquisa de artigos no banco de dados do Google Scholar foram: “Transformação digital” OU “maturidade digital” OU “modelo de maturidade” OU “índice de preparação”. Os autores limitam as fontes de artigos a vários bancos de dados bem conhecidos, incluindo Elsevier, EBSCOhost, Emerald, Taylor & Francis, AIS eLibrary, IEEE e

ResearchGate. Consideramos apenas artigos em inglês, não aqueles para revisões literárias e empresas.

Dentro de nossa pesquisa, características, elementos estruturados, métodos, técnicas, foco e desafios da pesquisa de DMM são definidos e classificados. Para este fim, nossos trabalhos de pesquisa de análise têm novas contribuições para este campo de pesquisa como, por exemplo:

- Especificar as funções e papéis dos MMDs no processo da DX.
- Desenvolver e/ou implementar um novo MMD para uma empresa.
- Investigar empiricamente como as empresas de setores específicos aplicam seus MMDs.
- Depois de realizar a triagem de títulos, resumos e conclusões para a escolha dos trabalhos apropriados para revisão, selecionamos e revisamos 96 trabalhos ao todo.

### Análise de dados

Os autores utilizaram o método de análise de conteúdo definido por Berelson (1952) e desenvolvido até Mayring (2015) para investigar os trabalhos coletados. Este método

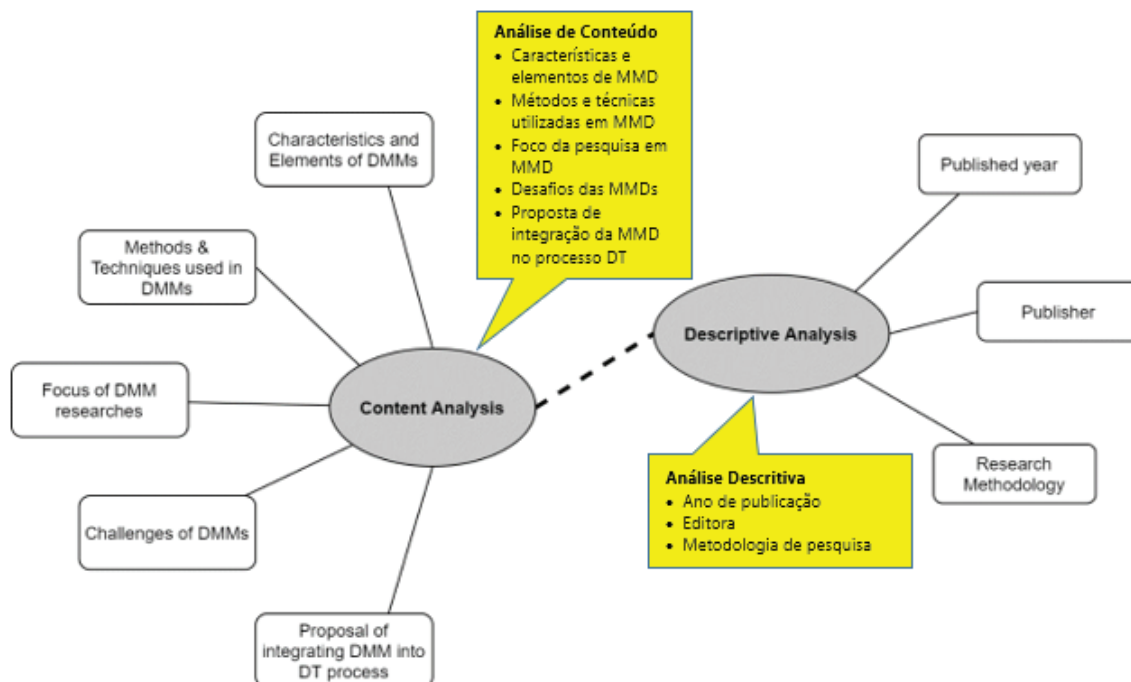


Figura 2. Categorias para análise de artigos revisados

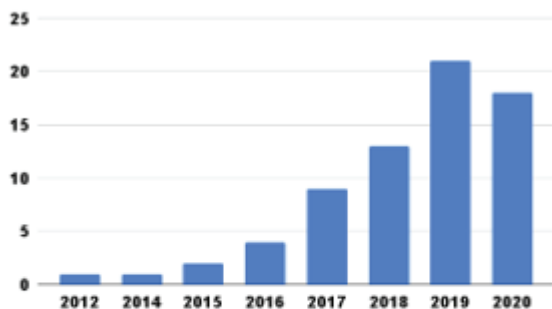
é bastante eficiente em combinar abordagens qualitativas ricas em significados com análises quantitativas robustas ao (i) permitir conteúdo manifesto de texto e documentos e (ii) descobrir conteúdo oculto e significado mais profundo incorporado no texto e documento (Durliau *et al.*, 2007; Wilding *et al.*, 2012).

Em primeiro lugar, codificamos os artigos selecionados de acordo com uma série de categorias que também foram revisadas durante o processo de codificação. A **Figura 2** apresenta nossas categorias analíticas que incluem dois grupos, a saber: análise descritiva e análise de conteúdo. Em segundo lugar, na fase de análise, sintetizamos e vinculamos dois grupos para obter insights sobre pontos críticos e tendências em aplicações de MMD no espaço DX.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise descritiva dos trabalhos revisados

Em nossa revisão, investigamos os trabalhos de pesquisa de base teórica (77 artigos) e empírica (19 artigos). A **Figura 3** mostra a distribuição dos artigos revisados por ano de publicação. De acordo com a prevalência do MMD em particular e do DX em geral, o número de artigos tem aumentado ao longo do tempo. A **Figura 4** mostra a distribuição de artigos revisados pelos editores.



**Figura 3.** Distribuição de trabalhos por ano de publicação

### Análise de conteúdo de artigos revisados

Com relação às questões de pesquisa, o conteúdo dos artigos revisados é analisado da seguinte forma: i) esclarecendo as características, estrutura, métodos e técnicas utilizadas no campo de MMD; e ii) encontrando potenciais áreas de pesquisa. Em primeiro lugar, para obter insights sobre o

fenômeno DX, é necessário entender as características e estrutura das MMDs (Berghaus & Back, 2016; Chantias & Hess, 2016; Rafael *et al.*, 2020; Zapata *et al.*, 2020). As características dos MMDs são analisadas, e os sintéticos estão na **Tabela 1**. Os atributos mais importantes dos DMMs apresentados na **Tabela 1** são seus objetivos, escopo e tipo de abordagem. O atributo propósito inclui funções descritivas, prescritivas e de benchmarking. Sugere-se que a função descritiva conduza a um cenário contextualizado para que possa dar recomendações específicas de contexto para empresas que tenham níveis de maturidade digital similares. Os escopos dos MMDs podem abranger uma indústria específica ou indústrias cruzadas para que as empresas decidam selecionar um DMM apropriado. A abordagem dos MMDs pode abarcar uma capacidade específica com a qual as empresas se preocupam ou todas as capacidades (multidimensionais) de que precisam para avançar como empresas digitais. A **Tabela 2** mostra os componentes populares usados para construir os MMDs: dimensão, itens de escala, fatores de ponderação, nível de maturidade, ferramentas de avaliação e caminho evolutivo. Uma comparação abrangente dos bem conhecidos MMDs é apresentada na **Tabela 3**, mostrando que as dimensões mais importantes são Organização, Processo, Estratégia, Cliente, Pessoas, Cultura e Tecnologia de TI. A **Tabela** também revela que apenas alguns MMDs muito complexos utilizam fatores de ponderação para que as empresas priorizem suas iniciativas de redução das lacunas digitais, conforme abordadas pelas avaliações. As ferramentas de avaliação são construídas com base em métodos e técnicas de avaliação detalhados na **Tabela 4**, que mostra vários métodos, desde os qualitativos até os quantitativos e mistos, abrangem diferentes técnicas e utilizam diferentes tipos de dados e ferramentas suportadas. Estes métodos e técnicas são utilizados no processo de avaliação e nos projetos de desenvolvimento de modelos. Quanto à sua trajetória evolutiva, grande parte dos MMDs desenvolvem suas trajetórias evolutivas com base em seus níveis de maturidade, o que implica uma trajetória linear até o próximo nível de maturidade. Esta implicação é criticada por sua simplificação excessiva do contexto atual das empresas, que não pode lhes dar caminhos específicos e particulares para seus próximos níveis (Remane *et al.*, 2017).

Em seguida, a partir dos trabalhos revisados, os autores podem encontrar potenciais áreas de pesquisa que estão sendo investigadas continuamente e que poderão ser futuramente incorporadas nos MMDs. São elas: Gerenciamento de mudanças, Capacidades dinâmicas, Tamanho da empresa, Caminho de evolução não linear, Métodos de avaliação e Dinâmica de MMD. A partir da **Tabela 3**, a dimensão Gestão da Transformação é a menos popular, mas devido ao DX, esta é uma mudança complexa que deve se concentrar não apenas nas capacidades que precisam ser alteradas, mas também na forma como essas mudanças são gerenciadas (Bordeleau & Felden, 2019). Por este motivo, as capacidades de Gerenciamento de Mudanças e Dinâmicas devem ser vistas



Tabela 1. Characteristics dos modelos de maturidade digital

Características	Componentes	Subcomponente	Descrição
<b>Objetivo</b>	§ Descritivo	§ Realização impactada	Os MMs são modelos de referência que tratam da identificação do estado atual das organizações (AS-IS) e da evolução da maturidade para o estado alvo (TO-BE) (Pöppelbuß and Röglinger, 2011). Os estados de desenvolvimento são sinônimos de níveis de maturidade. A mudança para um nível superior é equivalente a uma melhoria no DX (Leyh et al., 2017).
	§ Prescritivo	§ Identificação contextual	Existem três objetivos principais do MM (Canetta et al., 2018; Gollhardt et al., 2020; Röglinger et al., 2012): § Objetivo descritivo: avaliar a situação atual das organizações (AS-IS); § Objetivo prescritivo: indicar como abordar o aperfeiçoamento da maturidade; § Objetivo comparativo: para permitir o benchmarking entre empresas.
	§ Benchmarking		Os modelos descritivos são a maioria, com 72%, limitando assim seu escopo a fornecer às empresas algumas informações sobre seu nível de adoção das tecnologias Indústria 4.0 (Canetta et al., 2018). O uso prescritivo de modelos de maturidade requer a capacidade de adaptação a "características situacionais específicas da organização" (Colli et al., 2019) para a concepção de roteiros personalizados que consistam em recomendações de melhoria específicas do contexto para as empresas em suas DXs (Mittal et al., 2018). O uso comparativo de modelos de maturidade é uma ferramenta adequada para comparar capacidades entre unidades de negócio e organizações (Felch et al., 2019), onde os níveis de maturidade padronizados são a base de uma abordagem de benchmarking entre elas (Puchan et al., 2018). Apenas alguns modelos podem proporcionar esta função (Chanias & Hess, 2016).
<b>Âmbito do setor</b>	§ Intersetorial	§ SMEs § Indústria de TI	§ O modelo mais reconhecido dentro da área de sistemas de informação é o Modelo de Maturidade de Capacidade (CMM) (Issa et al., 2018);
	§ Específico (setor)	§ Fabricação § Atividades bancárias § Logística/Cadeia de Suprimentos (SCM) § Telecomunicação	§ Os dois maiores grupos de MM se concentram na fabricação, especificamente no que diz respeito à fabricação inteligente e SCM (Caiado et al., 2021); § Sistemas de Produtos e Serviços (Blatz & Dietel, 2018); (Häckel et al., 2021); § Bancos (Khanboubi & Boulmakoul, 2019); § Telecomunicação (Newman, 2017); Valdez-de-Leon (2016).
<b>Tipo de abordagem</b>	§ Holístico/ Multidimensional	§ Cultura corporativa § Orientado por dados	Existem dois grupos de orientação estratégica na Indústria 4.0 (Schumacher et al., 2019): abordagens holísticas e específicas. § Abordagens holísticas: visam avaliar elementos da indústria 4.0 de todos os ângulos possíveis para derivar fatores de sucesso abrangentes;
	§ Dimensão específica	§ Integração empresarial § Tecnologia IoT § Governança de TI (GTI) § Gestão de processos	§ Abordagens específicas: focam em aspectos específicos limitados (dimensões ou capacidades) com mais detalhes, como Cultura Corporativa (Schuh & Frank, 2020), Integração Empresarial (Khanboubi & Boulmakoul, 2019), Modelo de Governança de TI (Steuperaert et al., 2020) e Modelo de Avaliação de Processos (Aguar et al., 2019).
<b>Outras características</b>	§ Fonte	§ Praticantes/ Consultoria § Academia § Associação § Empresa de grande porte	Existem quatro grupos principais de criadores de MMD (Schallmo et al., 2020): Consultorias, Associações, Científicos e Grandes empresas: § Empresas de consultoria como PwC (Geissbauer et al., 2016) e Forrester (Gill & VanBoskirk, 2016) usam MMDs como ferramentas práticas de apoio para fornecer informações de alta qualidade e serviços de consultoria a empresas que necessitam melhorar sua estratégia digital. Isto mostra que 70% dos modelos são desenvolvidos por profissionais (Canetta et al., 2018); § As organizações acadêmicas consistem em universidades e institutos de pesquisa que visam educar e apoiar o público, como a ACATECH (Schuh et al., 2017) e a IMPULS (Lichtblau et al., 2017); § Associações como Open ROADS (2019), SIRI (2019) e TM Forum (Newman, 2017) são representações de uma soma de consultorias ou organizações acadêmicas para informar e fortalecer os setores industriais. A maturidade digital deve ajudar a criar benchmarks e comparações para os membros; § Grandes empresas como a Deutsche Telekom às vezes exigem seu próprio MMD para melhorar seu nível de maturidade e coletar dados de mercado (Schallmo et al., 2020).
	§ Requisitos		Os MMDs devem cumprir as definições normativas para MMs padronizados (ISO, 2015; 2007) (Rafael et al., 2020), tais como completude, clareza e inequívocidade para garantir que obtenham resultados objetivos, imparciais, consistentes, repetitivos, comparáveis e representativos das unidades organizacionais avaliadas (ISO, 2007). Além disso, eles devem ser: § Contexto específico; descritivo, prescritivo ou comparativo; composto de dimensões mutuamente exclusivas; descrevendo a dimensão de um continuum de maturidade; operacionalizável (ou seja, níveis mensuráveis) (Gollhardt et al., 2020); § Clareza do questionário; os modos de transparência, compreensibilidade, inteligibilidade, compreensibilidade, relevância, consistência, estrutura sistemática, nível detalhado, confiabilidade conceitual e aplicabilidade da representação (Asdecker & Felch, 2018; Schumacher et al., 2016).

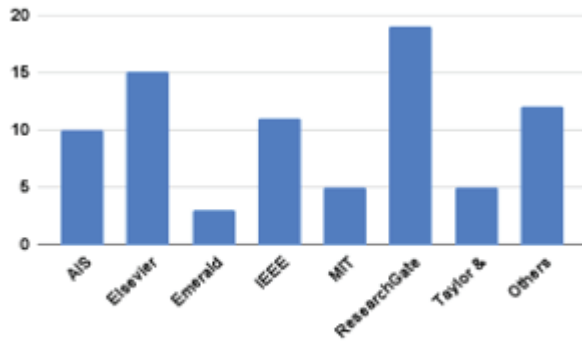
Tabela 2. Elementos de princípios dos modelos de maturidade digital

Elementos	Componentes	Subcomponente	Descrição
<b>Campos de atuação (ou áreas ou dimensões de foco)</b>	▪ Capacidades (ou Subdimensões)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Os Campos de Ação (Dimensões) abrangem áreas de negócios essenciais impactadas pela DX (Gollhardt et al., 2020; Rafael et al., 2020);</li> <li>Os Campos de Ação consistem em capacidades específicas como subcategorias (Häckel et al., 2021) ou subdimensões.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>A visão baseada em recursos define organizações como configurações de recursos que consistem em ativos e capacidades; capacidades são definidas como a habilidade de uma entidade organizacional de realizar certas atividades para alcançar um resultado específico (Häckel et al., 2021);</li> <li>As capacidades organizacionais foram desenvolvidas através da avaliação do estado atual e dos requisitos futuros (Schallmo &amp; Williams, 2021), e continuam sendo aprimoradas (Häckel et al., 2021).</li> </ul>
			De acordo com Westerman et al. (2014a) e Rossmann (2018), dois grupos de capacidades são: Capacidades digitais, incluindo estratégia, expertise tecnológica, modelos de negócios e experiência do cliente; ▪ Capacidades de liderança, incluindo governança, gestão de mudanças, cultura.
			De acordo com Schumacher et al. (2019), três grupos de capacidades relacionadas a três fases de realização em direção à Indústria 4.0 são: ▪ Habilidade: itens que constroem as bases para a realização da Indústria 4.0; ▪ Implementação: itens que capturam a promulgação dos conceitos da Indústria 4.0; ▪ Formalização: itens que ajudam a sustentar os estados dos alvos na Indústria 4.0.

<b>Níveis de maturidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Itens de escala</li> <li>Tipo de escala</li> <li>Fator de ponderação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nível fixo: Escalonado, Contínuo</li> <li>Área de foco</li> </ul>	<p>Representam estados arquetípicos de maturidade de certa dimensão ou domínio (Rafael <i>et al.</i>, 2020). O nível de maturidade é baseado no princípio da Dimensão de Capacidade da Indústria 4.0-MM (Gókalp <i>et al.</i>, 2017), e definição da Integração do Modelo de Maturidade de Capacidade (CMMI) do nível de maturidade (De Carolis <i>et al.</i>, 2017a), que especifica seis níveis de maturidade para avaliação (Lin <i>et al.</i>, 2020b).</p> <p>Os níveis de maturidade padronizados são a base de uma abordagem de benchmarking entre empresas (Puchan <i>et al.</i>, 2018).</p> <p>Cada nível deve ter itens de escala, que são descritores que proporcionam a intenção do nível e uma descrição detalhada de suas características. As características dos itens de escala devem ser distintas, empiricamente testáveis, e ter relações bem definidas com seus predecessores, e os níveis sucessores devem ser (Rafael <i>et al.</i>, 2020)</p> <p>De acordo com Gollhardt <i>et al.</i> (2020) e Häckel <i>et al.</i> (2021), há dois tipos de escala: níveis fixos e área de foco:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A maturidade sob a forma de níveis fixos é uma abordagem bastante clássica, na qual a escala de cinco níveis é a mais comum. Estes níveis fixos podem ser (i) faseados ou (ii) contínuos. O faseado requer uma atribuição de capacidades para um estágio de maturidade exato, enquanto o contínuo requer a especificação de capacidades para todos os estágios de maturidade (Häckel <i>et al.</i>, 2021);</li> <li>Na área de foco do modelo de maturidade, cada área de capacidade tem uma série de estágios de maturidade específicos que têm níveis de maturidade diferentes em termos de quantidade e distância entre si (Häckel <i>et al.</i>, 2021).</li> </ul> <p>Alguns modelos dependem de uma ponderação (dinâmica) de dimensões e indicadores relacionados (Chanias &amp; Hess, 2016), como o MMD da Deloitte (Anderson &amp; William, 2018), Open ROADS (2019) e SIRI (2019).</p>
<b>Ferramentas de avaliação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Qualitativo</li> <li>Quantitativo</li> </ul>	<p>Autoavaliação Avaliação guiada por experiência Avaliação contínua</p>	<p>Canetta <i>et al.</i> (2018) desenvolveram ferramentas de avaliação visando fornecer às empresas estruturas analíticas que elas poderiam adotar para autoavaliar suas condições.</p> <p>As ferramentas de avaliação podem ser qualitativas ou quantitativas, usando questionários e modelos de pontuação baseados no Likert (1932) (Rafael <i>et al.</i>, 2020).</p> <p>As empresas poderiam autoavaliar as condições usando questionários (online) e autoverificações online (Schallmo <i>et al.</i>, 2020) ou analisá-las de forma colaborativa em uma interação guiada com os desenvolvedores da estrutura (Canetta <i>et al.</i>, 2018).</p> <p>A avaliação contínua apoiada pela integração da tecnologia IoT ajuda a promover a transparência dos dados nos processos existentes. É uma base sólida para definir ações de transformação e planos de projeto (Nygard <i>et al.</i>, 2020).</p>
<b>Trajectoria da evolução</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condições de contorno</li> <li>Limites do Estágio</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Os caminhos de desenvolvimento ou maturação ajudam a lidar com o estado atual e a evolução da maturidade nas organizações (Pöppelbuß e Röglinger, 2011);</li> <li>O caminho de evolução é uma progressão linear e avançada na qual as organizações desenvolvem e melhoram suas capacidades, criação de valor, desempenho, etc. (Rafael <i>et al.</i>, 2020).</li> </ul> <p>Cada nível de maturidade particular é composto pelas características respectivas das previamente definidas e suas características requeridas (Becker <i>et al.</i> 2009).</p> <p>Condições-limite são condições particulares que as organizações precisam cumprir para progredir de um nível para outro. Elas são consideradas condições essenciais para um determinado nível de maturidade (Rafael <i>et al.</i>, 2020).</p> <p>Limites de estágio específicos para o ponto em que a organização avança para o próximo nível (Rafael <i>et al.</i>, 2020).</p>

como capacidades que precisam ser avaliadas pelos MMDs. O tamanho da empresa é outro fator que deve ser considerado, porque as grandes empresas tendem a criar suas próprias MMDs para seu uso específico e frequente (Schallmo *et al.* 2020). O caminho de evolução não linear é também uma área potencial de pesquisa devido às recomendações específicas do contexto para que as empresas aumentem sua maturidade digital (Remane *et al.*, 2017). Os métodos de

avaliação das empresas para selecionar um MMD adequado para suas visões digitais precisam ser pesquisados porque elas não têm qualquer orientação atual para esta atividade (Felch *et al.*, 2019). A última é a dinâmica dos MMDs, o que significa que atualmente os MMDs são vistos de forma estática em vez de gradualmente aprimorados e acessados para refletir o rápido ritmo de mudança dos ambientes externos (Gollhardt *et al.*, 2020).



**Figura 4.** Distribuição de artigos revisados pela editora

### Desafios no desenvolvimento do Modelo de Maturidade Digital

Embora o MMD traga enormes benefícios às atividades DX, o desenvolvimento desses modelos no meio acadêmico e industrial enfrenta muitos desafios. Primeiro, falta padronização na nomenclatura, especialmente na nomenclatura dos componentes estruturados dos modelos. Diferentes autores usaram estes termos em diferentes contextos com diferentes significados, incluindo as dimensões (Gill & Vanboskirk, 2016; Lichtblau *et al.*, 2017; Open Roads, 2017; Pirola *et al.*, 2019; SIRI, 2019; Santos & Martinho, 2019; Schuh *et al.*, 2018; Szaniawski *et al.*, 2020; Trotta & Garengo, 2019; Valdez-de-Leon, 2016), campos de ação (Bumann & Peter,

**Tabela 3.** Comparação de modelos conhecidos de maturidade digital

Nº	MMD	Autor/es	Ano	Fonte	Âmbito	Dimensões											
						Tamanho	Cultura	Cliente	Tecnologias digitais	Tecnologia de TI	Inovação	Organização	Parceiro	Pessoas	Processo	Produtos	Estratégia
1	Modelo Multidimensional de Maturidade	Berger et al. (2020)	2020	A	C	7	x	x	x				x	x	x		x
2	Mapa de Maturidade da OMDIA Telco Digital	Szaniawski et al. (2020)	2020	P	S	4		x		x	x					x	
3	Índice de Preparação da Indústria	SIRI (2019)	2019	O	S	5				x	x		x	x	x		
4	Modelo de Maturidade Digital* da Deloitte	Anderson & William (2018)	2018	P	C	10	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
5	Estruturação da Transformação Digital	Gimpel et al. (2018)	2018	A	C	8		x	x		x	x		x	x	x	x
6	Maturidade Digital	Rossmann (2018)	2018	A	C	7	o			o	o		o	o	o	o	o
7	Índice de Maturidade ACATECH Indústrias	Schuh et al. (2018)	2018	A	S	6	x		x	x		x		x	x		
8	Modelo de Maturidade Comercial Digital de	Iyengar (2018)	2018	P	C	7		x	x	x	x	x				x	x
9	Modelo de Maturidade para Alavancar a Digitalização na Fabricação	Sjodin et al. (2018)	2018	A	S				o	o				o	o		
10	MM para Avaliar a Preparação Digital das Empresas de Manufatura	De Carolis et al. (2017a)	2017	A	S	4	x			x		x			x		
11	IMPULS	Lichtblau et al. (2017)	2017	P	S	6			x			x		x	x	x	x
12	Modelo de Maturidade Digital Aberto	Open ROADS (2017)	2017	O	C	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	Roteiro da Transformação Digital	Earley (2017)	2017	P	C	5				x			x	x	x		x
14	Modelo de Maturidade Digital do Fórum	Newman (2017)	2017	O	S	7	x	x	x	x		x		x	x		
15	Modelo de Maturidade para a Preparação e Maturidade da Indústria 4.0	Schumacher et al. (2016)	2016	A	S	7	x	x		x		x		x		x	x
16	Fases de transformação de negócios digitais	Berghaus & Back (2016)	2016	A	C	10	x	x		x	x	x		x	x	x	x
17	O Modelo de Maturidade Digital 4.0 de Forrester	Gill & Vanboskirk (2016)	2016	P	C	4	o	o		o	o						
18	Alinhando a Organização para seu Futuro	Kane et al. (2016)	2016	A	C	5	x				x			x	x		x
19	O Livro de Jogos da Transformação Digital	Rogers (2016)	2016	A	C	4		x			x	x					x
20	SIMMI 4.0 – Modelo de Maturidade de Integração de Sistemas Indústria 4.0	Leyh et al., 2016	2016	A	S	5	x		x				x		x	x	
21	MMD para o Provedor de Serviços de Telecomunicações	Valdez-de-Leon (2016)	2016	P	S	7	o			o	o	o	o	o	o		o
22	Modelo de Maturidade da PwC	Geissbauer et al. (2016)	2015	P	C	9	o	o	o		o	o	o	o	o	o	o
23	Estrutura de transformação digital da Cognizant	Corver & Elkhuzen (2014)	2014	P	C	5		x				x	x		x	x	
24	Roteiro de Transformação Digital para as Organizações Bilion-Dolar	Westerman et al. (2011)	2011	A	C	6	o	o				o		o	o		o
<b>Total</b>						<b>15</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>2</b>

**Legenda:** A: Academia, P: Praticante; C: Intersetorial, S: Setor específico; o - MMD não tem subdimensões; x - MMD tem subdimensões; ponderação

**Tabela 4.** Métodos e técnicas usadas na aplicação de Modelo Digital de Maturidade

Métodos	Técnicas	Fases de aplicação	Principais conclusões e documentos relacionados
<b>A. Qualitativo</b>			
	Canvas do modelo de negócios (BMC)	Avaliação	A ajuda dos BMCs (Osterwalder & Pigneur, 2010) para mapear o estado atual do modelo de negócios é bastante simples (Cigaina & Riss, 2017; Ng <i>et al.</i> , 2018).
	Delphi	Desenvolvimento de modelo	O método Delphi foi utilizado para captar contribuições de especialistas para construir novos conceitos ou estruturas em áreas com evidências empíricas limitadas que são bem adequadas para o desenvolvimento de modelos de referência (Valdez-de-Leon <i>et al.</i> , 2016).
	Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)	Avaliação	O PBL ajuda a facilitar a contextualização da empresa avaliada e propõe diferentes recomendações de melhoria, incluindo os casos no mesmo estágio de maturidade (Colli <i>et al.</i> , 2019).
	Estrutura da Cadeia de Valor (VCF)	Avaliação	O VCF ajuda a abordar as vantagens competitivas e o nível de desenvolvimento das iniciativas digitais em cada uma das áreas centrais da organização que facilita a conexão entre a maturidade digital e sua contribuição para o sucesso da empresa (Salviotti <i>et al.</i> , 2019).
	Mapeamento de fluxo de valor (VSM)	Avaliação	A ferramenta VSM - a ferramenta lean tem um foco ampliado no fluxo de informações para mapear o estado atual da organização para considerar a logística, o desenvolvimento de produtos e outras áreas de negócios indiretos relacionados com a forma como a transformação é capitalizada (Nygaard <i>et al.</i> , 2020).
	Outros	Desenvolvimento de modelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conceitual Modelling (Angreani <i>et al.</i>, 2020; Schallmo <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Estudo de caso (Angreani <i>et al.</i>, 2020; Schallmo <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Revisão sistemática da literatura (Angreani <i>et al.</i>, 2020; Schallmo <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Workshop (Angreani <i>et al.</i>, 2020; Schallmo <i>et al.</i>, 2020).</li> </ul>
<b>B. Quantitativo</b>			
	Gestão de Processos de Negócios (BPM)	Desenvolvimento de modelo	A BPM ajuda a atender às exigências da digitalização (Imgrund <i>et al.</i> , 2018).
	Simulação de evento discreto (DES)	Avaliação	O DES é usado para simular o funcionamento de uma empresa e analisar seu nível de automação (índice de maturidade) (Gajsek <i>et al.</i> , 2019).
	Processo de hierarquia analítica Fuzzy (FAHP)	Desenvolvimento de modelo	Um Processo de Hierarquia Analítica Fuzzy (FAHP) é usado para priorizar os itens de maturidade e dimensões baseados em sua resolução de nível de importância (Wagire <i>et al.</i> , 2020).
	Sistemas de Inferência Fuzzy (FIS)	Avaliação	Os FIS ajudam a superar a imprecisão e a incerteza dos MMs anteriores, abordando a complexidade da percepção do nível de digitalização (Caiado <i>et al.</i> , 2021).
	Análise Hierárquica de Cluster (HCA)	Desenvolvimento de modelo	A HCA ajuda a construir clusters de itens que representam estágios de maturidade (Berghaus & Back, 2016).
	Integração com IoT	Avaliação	A integração da tecnologia IoT ajuda a promover a transparência dos dados nos processos existentes e, em seguida, uma avaliação contínua (Nygaard <i>et al.</i> , 2020).
	Simulação de Monte Carlo	Desenvolvimento de modelo	Os dados de entrada da simulação Monte Carlo são usados para avaliar os modelos de maturidade I4.0 que foram projetados com uma abordagem probabilística baseada em uma regra fuzzy (Caiado <i>et al.</i> , 2021).
	Outros		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Processamento de redes analíticas (Angreani <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Projeto e melhoria da fábrica (Angreani <i>et al.</i>, 2020).</li> </ul>



C. Métodos e técnicas mistas		
Método de Pesquisa em Design Science (DSRM)	Desenvolvimento de modelo	<p>O Design Science Research Method (DSRM) (Hevner <i>et al.</i>, 2004) fornece uma metodologia de pesquisa rigorosa para a resolução de problemas com artefatos de TI recém-desenvolvidos, tais como modelos ou métodos (Aguiar <i>et al.</i>, 2019; Gollhardt <i>et al.</i>, 2020).</p> <p>Um MM pode ser considerado um artefato e, portanto, está sujeito aos princípios da pesquisa científica em design (De Bruin <i>et al.</i>, 2005; Becker <i>et al.</i>, 2009). A teoria fundada por Becker <i>et al.</i> (2009) para desenvolver e avaliar modelos de maturidade é seguida pelo DSRM (Leyh <i>et al.</i>, 2017).</p>
Avaliações de vários modelos	Avaliação	Caso a empresa estivesse em estágios relativamente baixos, como avaliado por um modelo industrial específico, então o uso de um segundo MM holístico nos daria uma melhor visão das melhorias necessárias. Se a empresa estiver nos estágios mais altos da primeira avaliação, nenhuma outra avaliação seria necessária (Gajsek <i>et al.</i> , 2019).
Multitécnicas	Desenvolvimento de modelo	A maioria das técnicas de desenvolvimento MM é utilizada em um contexto combinado com outras (Angreani <i>et al.</i> , 2020).
	Avaliação	Caso a empresa estivesse em estágios relativamente baixos, além de utilizar o segundo MMD integral, a Simulação de Evento Discreto (DES) com entradas registradas do processo de operação AS-IS ajuda a descobrir atividades desnecessárias que não são de valor agregado e atualizável tecnologicamente como entradas para recomendações de melhoria (Gajsek <i>et al.</i> , 2019).
Baseado em modelo	Desenvolvimento de modelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>O desenvolvimento baseado em modelos ajuda a aumentar a qualidade previsível e a produtividade; aumentar o desempenho; diminuir erros; aumentar o envolvimento dos funcionários; aumentar o retorno do investimento e aumentar a satisfação dos clientes (De Carolis <i>et al.</i>, 2017b; Şener <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>Os modelos mais conhecidos (Şener <i>et al.</i>, 2018) são CMMI-DEV (Team, 2006), TOGAF (Open Group, 2011), SPICE (ISO, 2015) e o modelo da Mettler (Mettler, 2009).</li> </ul>

Tabela 5: Foco no campo do Modelo Digital de Maturidade

Focos	Subobjetivos	Principais conclusões e documentos relacionados
Gerenciamento de mudanças	<ul style="list-style-type: none"> <li>criação de valor</li> <li>estrutura organizacional</li> </ul>	Duas áreas temáticas devem ser exploradas além dos estágios DX: capacidades e gerenciamento de mudanças (Bordeleau & Felden, 2019).
		A estratégia DX precisa ser alinhada às estratégias operacionais, funcionais e corporativas. Considerando os aspectos financeiros, Matt <i>et al.</i> (2015) propõem mudanças na criação de valor e estrutura organizacional para explorar todo o potencial das tecnologias digitais emergentes.
Dinâmica de MMD		A maturidade digital é uma meta que está sempre mudando e melhorando (Newman, 2017).
		Os MMs se tornam ultrapassados se a realidade mudar; portanto, o MMD precisa ser alterado com o tempo, especialmente devido ao ritmo acelerado da DX (Gollhardt <i>et al.</i> , 2020),
		A necessidade das organizações de desenvolver seu próprio roteiro de transformação (Bordeleau & Felden, 2019).
Capacidades dinâmicas		A maioria dos modelos de maturidade não consegue identificar a capacidade dinâmica de uma organização ou examinar esta capacidade em um ambiente dinâmico e competitivo durante a transição, bem como não fornecer orientação dinâmica baseada na capacidade para que as empresas reavaliem suas estratégias e fortaleçam as capacidades necessárias para enfrentar um ambiente em mudança (Lin <i>et al.</i> , 2020a).
Caminho de evolução não linear	Impacto da tecnologia digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nos casos em que o fenômeno DX é específico do contexto e pode tomar caminhos idiossincráticos, a lógica de um caminho DX linear parece ser criticamente simplificada demais, pensando que pode resultar em decisões gerenciais erradas (Remane <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>O impacto que a DX tem em uma empresa específica deve ser uma escala que descreva a maturidade digital de uma empresa (Remane <i>et al.</i>, 2017).</li> </ul>
Tamanho da empresa		<ul style="list-style-type: none"> <li>As grandes empresas, por vezes, criam seu próprio MMD para melhorar seu nível de maturidade e coletar dados de mercado (Schallmo <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>As grandes empresas estão um passo à frente na implementação da Indústria 4.0 em comparação com as pequenas e médias empresas (PMEs) (Machado <i>et al.</i>, 2019; Rafael <i>et al.</i>, 2020); as PMEs estão esperando para ver as vantagens; falta de competência e recursos; incertezas sobre riscos e oportunidades (Machado <i>et al.</i>, 2019).</li> </ul>
Avaliação	NPS	O NPS é sugerido como um indicador-chave de desempenho adequado para a satisfação do MM, que ajuda os tomadores de decisão a selecionar o MM mais adequado entre os muitos MM disponíveis (Felch <i>et al.</i> , 2019).

2019; Gimpel *et al.*, 2018), áreas de foco (Corver & Elkhui-zen, 2014; De Carolis *et al.*, 2017a), capacidades (Rossmann, 2018; Westerman *et al.*, 2011), congruência (Kane *et al.*, 2016), domínio (Rogers, 2016) e rota (EARLEY, 2017). Devido ao uso majoritário de “dimensões” nos últimos anos, e com a popularidade deste termo em outras estruturas de gestão como ITIL 4 (2019), os autores sugerem que o termo “dimensões” deve ser usado como um nome padrão para os componentes de primeiro nível do MMD. Da mesma forma, os autores sugerem que o termo “capacidades” deve ser usado como um nome padrão para os componentes de segundo nível.

Em segundo lugar, a maioria dos modelos (72%) tem um propósito descritivo (Canetta *et al.*, 2018), limitando assim seu escopo a fornecer às empresas alguns conhecimentos sobre seu nível de adoção das tecnologias da Indústria 4.0 (von Leipzig *et al.*, 2017; Canetta *et al.*, 2018). Além disso, os modelos multidimensionais são geralmente muito altos (Matt *et al.*, 2015), ou seja, fornecem muito poucos detalhes ou são muito gerais, o que significa que não consideram as características relacionadas à indústria (Berghaus e Back, 2016a) para fornecer os conhecimentos necessários para as organizações. Entretanto, modelos específicos se concentram apenas em determinadas dimensões isoladas ou áreas funcionais, resultando em riscos potenciais (Schumacher *et al.*, 2019). Essas limitações levantam exigências bastante altas para ambos os lados dos contextos de aplicação do MMD. Do ponto de vista do desenvolvimento, elas exigem o estabelecimento de equipes de desenvolvimento que possam conduzir abordagens multidisciplinares para construir modelos multidimensionais para seus clientes. A **Tabela 3** mostra que a equipe deve ser composta de especialistas em diversas áreas de domínio, tais como Desenvolvimento e Projeto de Organizações, Gerenciamento de Operações e Qualidade, Gerenciamento Estratégico, Gerenciamento de Negócios, Tecnologia de TI, Tecnologias Digitais, Gerencia-

mento de Recursos Humanos, Gerenciamento de Serviços e Gerenciamento de Mudanças. Por outro lado, as empresas que utilizam MMDs devem fazer investimentos significativos em missões de avaliação de MMDs para obter resultados significativos específicos do contexto de suas empresas. A avaliação MMD específica do contexto pode levar à aplicação de avaliações multimodelo e avaliações multimétodo, incluindo avaliações de 360 graus (pesquisa de especialistas e entrevista) (Colli *et al.*, 2019), integração IoT (Nygaard *et al.*, 2020), simulação DES (Gajsek *et al.*, 2019) e análise Fuzzy (Caiado *et al.*, 2021; Wagire *et al.*, 2020). Essas avaliações sérias de MMD levarão apenas algumas grandes empresas a pagar por esses tipos de avaliações para alcançar recomendações específicas. O desafio de fornecer meios mais baratos para as PMEs avaliarem sua maturidade digital deve ser uma perspectiva para pesquisas futuras.

Em terceiro lugar, como as DXs são integradas nas estratégias das empresas que são gradualmente revisadas para responder ao contexto dinâmico do ambiente, a implementação das DXs é sugerida de forma crescente e contínua (Kane *et al.*, 2018; Rogers, 2016). Portanto, o MMD que reflete os impactos das tecnologias digitais sobre as empresas deve ser aplicado ao processo DX num ciclo fechado. Entretanto, poucos modelos mencionaram seu processo de avaliação (Colli *et al.*, 2019) e, nesse caso, eles só introduziram um contexto de avaliação único como o MMD da Deloitte (Anderson & William, 2018). Estas limitações levantam um requisito crítico de orientação que mostra as ações do MMD em todo o seu ciclo de vida em relação ao processo DX contínuo. A próxima seção apresenta uma sugestão para este desafio.

### Proposta para um processo contínuo de transformação digital com integração do modelo de maturidade digital

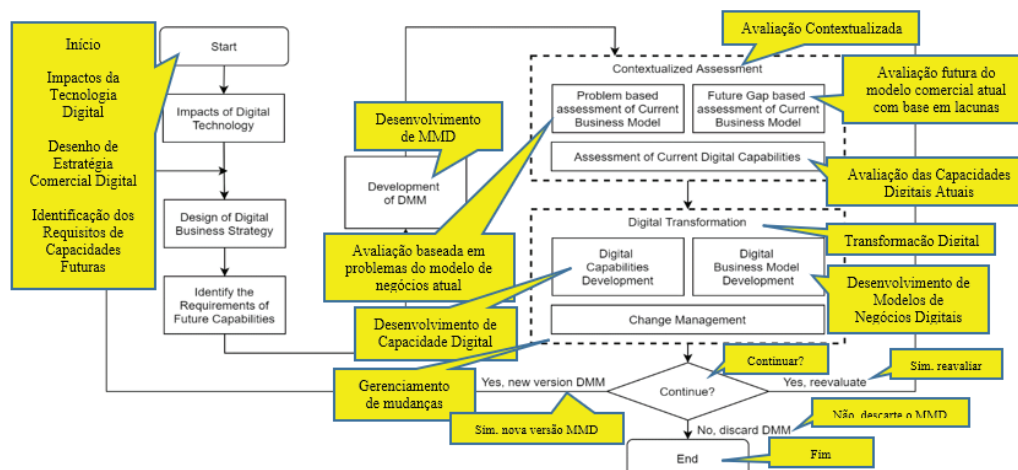


Figura 5. Uma proposta para integrar o MMD em um processo contínuo de transformação digital

Como a análise das seções anteriores, a necessidade de orientar sobre como aplicar os MMDs integrados aos processos DX para refletir as frequentes mudanças nas expectativas dos clientes (Chanias, 2017) e a dinâmica das condições externas, incluindo as rupturas da tecnologia digital, deve ser crucial (Römer *et al.*, 2017; Vial, 2019).

Nesta seção, os autores do artigo propõem um modelo conceitual para integrar os MMDs ao processo DX que respeita as exigências acima. O modelo proposto é baseado no processo DX sugerido por Vial (2019) e visa mostrar as aplicações de MMD em seu bloco de Resposta Estratégica, conforme apresentado na **Figura 5**. O processo na **Figura 5** mostra que, após perceber as perturbações dos mercados, as empresas devem redefinir sua estratégia comercial, que deve ser baseada no avanço da tecnologia digital (El Sawy *et al.*, 2015; Hess *et al.*, 2016), e então identificar as capacidades necessárias para implementar as estratégias recém-ajustadas (Ng *et al.*, 2018). Em seguida, as empresas desenvolvem um MMD adequado que reflete as visões estratégicas das empresas e suas necessidades futuras. Depois disso, o MMD avalia contextualmente as empresas para consultar as fraquezas que precisam curar em curto prazo e sua lacuna desde o modelo de negócio atual até o modelo de negócio das visões (Colli *et al.*, 2019; Pierenkemper & Gausemeier, 2020). A avaliação do MMD também permite às empresas compreender suas lacunas em termos de capacidades digitais (Brunner & Jodlbauer, 2020). Os resultados da avaliação serão usados como diretrizes para as empresas planejarem e implementarem suas transformações, consistindo na transformação de modelos de negócios em paralelo com o desenvolvimento de capacidades digitais (Pavlou & El Sawy, 2010; Ng *et al.*, 2018). A gestão da mudança que deve ser considerada (Bordeleau & Felden, 2019; Gimpel, 2018) devido à transformação é um tipo de mudança estratégica e cultural radical (Westerman *et al.*, 2014a) e é a mudança mais forte e arriscada para qualquer organização (By, 2006). Após cada loop incremental dentro dos planos de ação de transformação, as empresas fazem uma revisão do MMD atual referente ao seu desempenho (Felch *et al.*, 2019) e as mais novas rupturas externas, e tomam decisões para reutilizá-las ou construir outras novas (Gollhardt *et al.*, 2020).

## CONCLUSÃO

Este artigo utilizou pesquisa por palavra-chave e referências cruzadas para coletar unidades de análise e o método de análise de conteúdo para revisar os artigos de pesquisa coletados de 2000 a 2021. Este documento forneceu uma visão geral de (i) características e componentes de MMDs e (ii) métodos e técnicas usados no desenvolvimento e avaliação de MMD. Ademais, além dos principais temas de foco (iii) que estão atualmente em desenvolvimento, o documento levanta a necessidade de uma maior consideração dos de-

saafios (iv). Um desses desafios que mostra a necessidade de abordar a posição do MMD no processo DX master, os autores propõem uma integração das etapas de desenvolvimento e avaliação do MMD no processo DX em um contexto contínuo. A integração é complementar aos estudos revisados dos MMDs e, junto com eles, fornece ambos os lados de desenvolvimento e aplicação (empresa) das funções mais claras dos MMDs e suas posições no processo DX. A continuidade do modelo de integração sugere que não apenas a avaliação dos MMDs, mas também seu desenvolvimento deve ser conduzidos continuamente. Outros desafios, especialmente a necessidade de estudar métodos de desenvolvimento apropriados para os MMDs multidimensionais que as PMEs podem personalizar livremente e aplicar efetivamente a seus negócios sem gastos significativos de investimento são também uma perspectiva para pesquisas futuras.

## Agradecimentos

Esta pesquisa é financiada pelo Grupo VNPT<sup>1</sup> e a Universidade HUST<sup>2</sup>.

## Notas de Fim

- 1 Vietnam Post and Telecommunication Group (<https://vnpt.vn>)
- 2 Hanoi University of Science and Technology (<https://hust.edu.vn>)

## Biografia

**Hoang Pham Minh** é estudante de doutorado na Faculdade de Economia e Administração (SEM) da Universidade de Ciência e Tecnologia de Hanói (HUST) e Diretor do Departamento de Qualidade de Produto do Vietnam Telecommunication Group (VNPT) em Hanói, Vietnã. Ele é formado em Eletrônica e Telecomunicações pela Universidade de Ciência e Tecnologia de Hanói (HUST), Vietnã; Mestre em Eletrônica e Telecomunicações pela Universidade de Ciência e Tecnologia de Hanói (HUST), Vietnã; e Mestre em Administração de Empresas pela Universidade La Trobe, Austrália. Atualmente, ele está cursando o doutorado em Economia e Gestão (SEM) na Universidade de Ciência e Tecnologia (HUST). Ele publicou artigos em revistas e conferências em revistas científicas vietnamitas, tais como Economics Study, e os postou em sua página do Portal de Pesquisa. O Sr. Hoang concluiu projetos de pesquisa com o Posts and Telecommunications Institute of Technology (PTIT), Vietnam Telecom Services Company (VinaPhone), VNPT-Media Corporation, VNPT-Information Technology Company, Hanoi University of Science and Tech-

nology, Vietnam Institute for Development Strategies (VIDS) e MIT. Seus interesses de pesquisa incluem gestão de qualidade e operações, inteligência empresarial, lean, six-sigma, Agile Enterprise, DevOps, serviços digitais e economia de plataforma. Ele é membro do Fórum TM e da GSMA.

**Hong Pham Thi Thanh** é o vice-reitor da Escola de Economia e Administração (SEM) da Universidade de Ciência e Tecnologia de Hanói (HUST). Ela obteve um Ph.D. em Operações e Administração pelo Instituto Asiático de Tecnologia (AIT), Tailândia. Ela publicou artigos em revistas e de conferências para várias revistas, como a Conferência Internacional de Negócios Eletrônicos (ICEB), Conferência Internacional de e-Tecnologia, E-commerce, e E-Service (EEE). Dr. Hong concluiu projetos de pesquisa com o governo do Vietnã e muitas organizações proeminentes no Vietnã e na Tailândia, tais como VNPT, Viettel e AIT. Seus interesses de pesquisa incluem a economia digital, a fabricação inteligente e a transformação digital. A Dra. Hong é a Diretora da Conferência Internacional sobre Desafios Emergentes (ICECH).

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, T., Gomes, S. B., da Cunha, P. R., & da Silva, M. M. (2019, October). Digital Transformation Capability Maturity Model Framework. In *2019 IEEE 23rd International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)* (pp. 51-57). IEEE.
- Anderson, C. & William, E. (2018). "Digital Maturity Model - Achieving digital maturity to drive growth", *Deloitte*
- Angreani, L. S., Vijaya, A., & Wicaksono, H. (2020). Systematic Literature Review of Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing and Logistics Sectors. *Procedia Manufacturing*, 52, 337-343.
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213-222.
- Berelson, Bernard. 1952. *Content analysis in communication research*. New York: Hafner.
- Berger, S., Bitzer, M., Häckel, B., & Voit, C. (2020). Approaching Digital Transformation-Development of a Multi-Dimensional Maturity Model. In *ECIS*.
- Berghaus, S., & Back, A. (2016, September). Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study. In *MCIS* (p. 22).
- Blatz, F., Bulander, R., & Dietel, M. (2018, June). Maturity model of digitization for SMEs. In *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp. 1-9). IEEE.
- Bordeleau, F. È., & Felden, C. (2019). Digitally Transforming Organisations: A Review of Change Models of Industry 4.0.
- Brunner, M., & Jodlbauer, H. (2020). Mind the gap: Requirement engineering for learning factories with maturity model support. *Procedia Manufacturing*, 45, 510-515.
- Bumann, J., & Peter, M. K. (2019). Action fields of digital transformation—a review and comparative analysis of digital transformation maturity models and frameworks. *Digitalisierung und andere Innovationsformen im Management. Innovation und Unternehmertum*, 2, 13-40.
- By, R. T. (2005). Organisational change management: A critical review. *Journal of change management*, 5(4), 369-380.
- Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., de Matos Nascimento, D. L., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231, 107883.
- Canetta, L., Barni, A., & Montini, E. (2018, June). Development of a digitalization maturity model for the manufacturing sector. In *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp. 1-7). IEEE.
- Chanias, S. (2017). Mastering digital transformation: the path of a financial services provider towards a digital transformation strategy.
- Chanias, S., & Hess, T. (2016). How digital are we? Maturity models for the assessment of a company's status in the digital transformation. *Management Report/Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien*, (2), 1-14.
- Cigaina, M., & Riss, U. (2017). Digital business modeling—A structural approach toward digital transformation. *SAP White Paper—Digital Transformation*.
- Colli, M., Berger, U., Bockholt, M., Madsen, O., Møller, C., & Wæhrens, B. V. (2019). A maturity assessment approach for conceiving context-specific roadmaps in the Industry 4.0 era. *Annual Reviews in Control*, 48, 165-177.
- Corver, Q., Elkhuizen, G. (2014). "A Framework for Digital Business Transformation", *Cognizant*
- De Bruin, T., Rosemann, M., Freeze, R., & Kaulkarni, U. (2005). Understanding the main phases of developing a maturity assessment model. In *Australasian Conference on Information Systems (ACIS)*: (pp. 8-19). Australasian Chapter of the Association for Information Systems.
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017a). A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies. In *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (pp. 13-20). Springer, Cham.
- De Carolis, A., Macchi, M., Negri, E., & Terzi, S. (2017b). Guiding manufacturing companies towards digitalization a methodology for supporting manufacturing companies in defining their digitalization roadmap. In *2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp. 487-495). IEEE.



- Duriau, V. J., Reger, R. K., & Pfarrer, M. D. (2007). A content analysis of the content analysis literature in organization studies: Research themes, data sources, and methodological refinements. *Organizational Research Methods*, 10(1), 5–34.
- Earley (2016). “Building a Successful Digital Transformation Roadmap”, *Earley Information Science (EIS)*
- El Sawy, O., Kræmmergaard, P., Amsinck, H., & Vinter, A. L. (2015). Building the foundations and enterprise capabilities for digital leadership: The LEGO experience.
- Felch, V., Asdecker, B., & Sucky, E. (2019). Maturity models in the age of Industry 4.0—Do the available models correspond to the needs of business practice?
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., & Welch, M. (2014). Embracing digital technology: A new strategic imperative. *MIT sloan management review*, 55(2), 1.
- Gajsek, B., Marolt, J., Rupnik, B., Lerher, T., & Sternad, M. (2019). Using maturity model and discrete-event simulation for Industry 4.0 implementation. *International Journal of Simulation Modelling*, 18(3), 488-499.
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved from *PwC Website*: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4-0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf> ; Accessed 3-Aug-2021
- Gill, M., & VanBoskirk, S. (2016). The Digital Maturity Model 4.0. Benchmarks: digital transformation playbook.
- Gimpel, H., Hosseini, S., Huber, R. X. R., Probst, L., Röglinger, M., & Faisst, U. (2018). Structuring Digital Transformation: A Framework of Action Fields and its Application at ZEISS. *J. Inf. Technol. Theory Appl.*, 19(1), 3.
- Gollhardt, T., Halsbenning, S., Hermann, A., Karsakova, A., & Becker, J. (2020, June). Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies. In *2020 IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI)* (Vol. 1, pp. 94-103). IEEE.
- Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017, October). Development of an assessment model for industry 4.0: industry 4.0-MM. In *International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128-142). Springer, Cham.
- Hess, T., Matt, C., Benlian, A., & Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2).
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 75-105.
- Häckel, B., Huber, R., Stahl, B., & Stöter, M. (2021). Becoming a Product-Service System Provider—Toward a Maturity Model for Industry.
- IDC (2020b), “IDC Reveals 2021 Worldwide Digital Transformation Predictions; 65% of Global GDP Digitalized by 2022, Driving Over \$6.8 Trillions of Direct DX Investments from 2020 to 2023”; IDC, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46967420>; Accessed 3-Aug-2021
- IDC (2020a), “New IDC Spending Guide Shows Continued Growth for Digital Transformation in 2020, Despite the Challenges Presented by the COVID-19 Pandemic”, IDC, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46377220>; Accessed 3-Aug-2021
- ISO (2007), “ISO 19440:2007 Enterprise integration — Constructs for enterprise modelling”, ISO, <https://www.iso.org/standard/33834.html>; Accessed 3-Aug-2021
- ISO (2011), “ISO 13053-2:2011 Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Part 2: Tools and techniques”, ISO, <https://www.iso.org/standard/52901.html>; Accessed 3-Aug-2021
- ISO (2015), “ISO/IEC 33004:2015 Information technology - Process assessment - Requirements for process reference, process assessment and maturity models”, ISO, <https://www.iso.org/standard/54178.html>; Accessed 3-Aug-2021
- ITIL4 (2019), IT service management, AXELOS, <https://www.axelos.com>; Accessed 3-Aug-2021
- Imgrund, F., Fischer, M., Janiesch, C., & Winkelmann, A. (2018). Approaching digitalization with business process management. *Proceedings of the MKWI*, 1725-1736.
- Issa, A., Hatiboglu, B., Bildstein, A., & Bauernhansl, T. (2018). Industrie 4.0 roadmap: Framework for digital transformation based on the concepts of capability maturity and alignment. *Procedia CIRP*, 72, 973-978.
- Iyengar, P. (2018). “Digital Business Maturity Model: 9 Competencies Determine Maturity”, Gartner, ID: G00324906
- Kane GC, Palmer D, Phillips AN, Kiron D, Buckley N. Coming of Age Digitally. *MIT Sloan Manag Rev*. 2018; June 2018.
- Kane, G. C. (2017). Digital maturity, not digital transformation. *MIT sloan management review*, 1.
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., & Buckley, N. (2016). Aligning the organization for its digital future. *MIT Sloan Management Review*, 58(1).
- Khanboubi, F., & Boulmakoul, A. (2019). Digital Transformation Metamodel in Banking. *INTIS*, 2019, 8th.
- Leyh, C., Bley, K., Schäffer, T., & Bay, L. (2017). The application of the maturity model simmi 4.0 in selected enterprises.
- Leyh, C., Bley, K., Schäffer, T., & Forstnhäusler, S. (2016, September). SIMMI 4.0—a maturity model for classifying the enterprise-wide it and software landscape focusing on Industry 4.0. In *2016 federated conference on computer science and information systems (fedcsis)* (pp. 1297-1302). IEEE.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Mil-lack, A., ... & Schröter, M. (2017). Studie: Industrie 4.0 Readiness.

- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Lin, T. C., Sheng, M. L., & Jeng Wang, K. (2020a). Dynamic capabilities for smart manufacturing transformation by manufacturing enterprises. *Asian Journal of Technology Innovation*, 28(3), 403-426.
- Lin, T. C., Wang, K. J., & Sheng, M. L. (2020b). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: A case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(1), 102-115.
- Machado, C. G., Winroth, M., Carlsson, D., Almström, P., Centerholt, V., & Hallin, M. (2019). Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization. *Procedia Cirp*, 81, 1113-1118.
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & Information Systems Engineering*, 57(5), 339-343.
- Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. In *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 365-380). Springer, Dordrecht.
- Mettler, T. (2009). A design science research perspective on maturity models in information systems.
- Mittal, S., Khan, M. A., Romero, D., & Wuest, T. (2018). A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of Manufacturing Systems*, 49, 194-214.
- Newman, M. (2017, May). Digital Maturity Model (DMM): A new tool to navigate the maze of digital transformation. In *TM Forum White Paper 2017*.
- Ng, H. Y., Tan, P. S., & Lim, Y. G. (2018, December). Methodology for digitalization—a conceptual model. In *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1269-1273). IEEE.
- Nygaard, J., Colli, M., & Wæhrens, B. V. (2020). A self-assessment framework for supporting continuous improvement through IoT integration. *Procedia Manufacturing*, 42, 344-350.
- Open Group (2011). Module 2 TOGAF 9 Components, 1–13.
- Open ROADS (2019). The Accelerator for Digital Transformation, *Open ROADS Community*, <https://openroadscommunity.com>; Accessed 3-Aug-2021
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Pavlou, P. A., & El Sawy, O. A. (2010). The “third hand”: IT-enabled competitive advantage in turbulence through improvisational capabilities. *Information systems research*, 21(3), 443-471.
- Pierenkemper, C., & Gausemeier, J. (2020). Developing Strategies for Digital Transformation in SMEs with Maturity Models. In *ISPIM Conference Proceedings* (pp. 1-20). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2019). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Puchan, J., Zeifang, A., & Leu, J. D. (2018, December). Industry 4.0 in practice—identification of industry 4.0 success patterns. In *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1091-1095). IEEE.
- Pöppelbuß, J., & Röglinger, M. (2011). What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management.
- Rafael, L. D., Jaione, G. E., Cristina, L., & Ibon, S. L. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120203.
- Remane, G., Hanelt, A., Wiesboeck, F., & Kolbe, L. (2017). Digital maturity in traditional industries—an exploratory analysis.
- Rogers, D. L. (2016). *The Digital Transformation Playbook - Rethink Your Business for the Digital Age*. New York: Columbia University Press
- Rossmann, A. (2018). Digital maturity: conceptualization and measurement model.
- Röglinger, M., Pöppelbuß, J., & Becker, J. (2012). Maturity models in business process management. *Business Process Management Journal*.
- Römer, B., Gemsjäger, B., Di Lembo, G., & Fröhner, W. (2017). How to shape digitalisation in the energy sector—a new approach for systematic business innovation. *CIREC-Open Access Proceedings Journal*, 2017(1), 2767-2771.
- SIRI (2019), Smart Industry Readiness Index, *SIRI*, <https://www.siri.gov.sg>; Accessed 3-Aug-2021
- Salviotti, G., Gaur, A., & Pennarola, F. (2019). Strategic Factors Enabling Digital Maturity: An Extended Survey. In *The 13th Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)* (pp. 1-13).
- Santos, R. C., & Martinho, J. L. (2019). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- Schallmo, D., & Williams, C. A (2021). Integrated Approach for Digital Maturity: Levels, Procedure, and In-Depth Analysis.
- Schallmo, D., Lang, K., Hasler, D., Ehmig-Klassen, K., & Williams, C. A. (2020). An Approach for a Digital Maturity Model for SMEs based on Their Requirements. In *Proceedings of*.
- Schuh, G., & Frank, J. (2020, April). Maturity-based design of corporate culture in the context of Industrie 4.0. In *2020 Inter-*

- national Conference on Technology and Entrepreneurship-Virtual (ICTE-V)* (pp. 1-8). IEEE.
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., & Wahlster, W. (2017). Industrie 4.0 maturity index. Managing the digital transformation of companies. Munich: *Herbert Utz*.
- 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.
- Schumacher, A., Nemeth, T., & Sihm, W. (2019). Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *Procedia Cirp*, 79, 409-414.
- Schäffer, T., Leyh, C., Bley, K., & Schimmele, M. (2018). Towards an open ecosystem for maturity models in the digital era: The example of the data quality management perspective. *University of Applied Sciences Heilbronn Faculty of Business Administration*.
- Singh, A., & Hess, T. (2017). How Chief Digital Officers promote the digital transformation of their companies. *MIS Quarterly Executive*, 16(1).
- Sjödin, D. R., Parida, V., Leksell, M., & Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, processes, and technologies. *Research-Technology Management*, 61(5), 22-31.
- Steuperaert, D., Huygh, T., De Haes, S., & Poels, G. Exploring the Dimensions and Attributes of A Maturity Model for IT Governance Organizational Structures. In *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 6037).
- Szaniawski, K., Okeleke, A. & Cary, C. (2020). "Digital Telco Maturity Map", *OMDIA*
- Team, C. P. (2006). CMMI for Development, version 1.2.
- Trotta, D., & Garengo, P. (2019, March). Assessing industry 4.0 maturity: An essential scale for SMEs. In *2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)* (pp. 69-74). IEEE.
- Valdez-de-Leon, O. (2016). A Digital Maturity Model for telecommunications service providers. *Technology Innovation Management Review*, 6(8).
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144.
- Wagire, A. A., Joshi, R., Rathore, A. P. S., & Jain, R. (2020). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning & Control*, 1-20.
- Warner, K. S., & Wäger, M. (2019). "Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal". *Long Range Planning*, 52(3), 326-349
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014a). Leading digital: Turning technology into business transformation. *Harvard Business Press*.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014b). The nine elements of digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, 55(3), 1-6.
- Westerman, G., Calmêjane, C., Bonnet, D., Ferraris, P., & McAfee, A. (2011). Digital Transformation: A roadmap for billion-dollar organizations. *MIT Center for digital business and capgemini consulting*, 1, 1-68.
- Wilding, R., Wagner, B., Seuring, S., & Gold, S. (2012). Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*.
- Williams, C., Schallmo, D., Lang, K., & Boardman, L. (2019). Digital Maturity Models for Small and Medium-sized Enterprises: A Systematic Literature Review. In *ISPIM Conference Proceedings* (pp. 1-15). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- Zapata, M. L., Berrah, L., & Tabourot, L. (2020). Is a digital transformation framework enough for manufacturing smart products? The case of Small and Medium Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 42, 70-75.
- von Leipzig, T., Gamp, M., Manz, D., Schöttle, K., Ohlhausen, P., Oosthuizen, G., ... & von Leipzig, K. (2017). Initialising customer-orientated digital transformation in enterprises. *Procedia Manufacturing*, 8, 517-524.

**Recebido:** 5 abr. 2022

**Aprovado:** 5 abr. 2022

**DOI:** 10.20985/1980-5160.2022.v17n1.1789

**Como citar:** Minh, H.P., Thanh, H.P.T. (2022). Revisão abrangente de um Modelo de Maturidade Digital e proposta para um Processo de Transformação Digital Contínua com Integração do Modelo de Maturidade Digital. *Revista S&G* 17, 1. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1789>