



CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM  
SISTEMAS PRODUTIVOS

LEANDRO LUIZ DE ANDRADE

**UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DIGITAL EM  
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

São Paulo  
Abril/2021



LEANDRO LUIZ DE ANDRADE

UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DIGITAL EM  
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação da Profa. Dra. Eliane Antônio Simões.

São Paulo

Abril/2021

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA  
FATEC-SP / CPS CRB8-8390

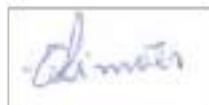
**A553m**      **Andrade, Leandro Luiz de**  
**Um modelo para avaliação do nível de maturidade digital em**  
**empresas de construção civil / Leandro Luiz de Andrade. – São**  
**Paulo: CPS, 2021.**  
**158 f. : il.**

**Orientadora: Profa. Dra. Eliane Antônio Simões**  
**Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia**  
**em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação**  
**Tecnológica Paula Souza, 2021.**

**1. Maturidade digital. 2. Tecnologias digitais. 3. Gestão da**  
**inovação. 4. Modelo de negócio. 5. Transformação digital. I.**  
**Simões, Eliane Antônio. II. Centro Estadual de Educação**  
**Tecnológica Paula Souza. III. Título.**

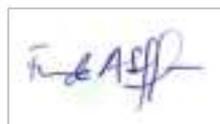
LEANDRO LUIZ DE ANDRADE

UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DIGITAL DE  
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL



---

Profª. Dra. Eliane Antônio Simões



---

Profª. Dra. Fernanda Aranha Safarro



---

Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro

São Paulo, 23 de abril de 2021

A Natália de Almeida Francisco de Andrade, minha esposa, que neste período me apoiou e me deu o suporte necessário para desenvolvimento do trabalho, e aos meus pais, Luiz Ordolino de Andrade e Maria de Fátima Peixoto Andrade, que sempre se esforçaram muito para que eu pudesse crescer pessoalmente e profissionalmente.



## AGRADECIMENTOS

A Natália de Almeida Francisco de Andrade, minha esposa, por todo apoio e parceira neste período.

Aos meus pais Luiz Ordelino de Andrade e Maria de Fátima Peixoto de Andrade, por todos cuidados, carinho e valores que me ensinaram.

Ao Mauricio Kenji Hino, diretor da unidade de qualidade e desempenho da empresa CTE – Centro de Tecnologia de Edificações – que me motivou, ajudou e apoiou nesta jornada de trabalho e aprendizado.

Ao Roberto de Souza, CEO da empresa CTE, que me ajudou, motivou, permitiu e colaborou para realização deste trabalho.

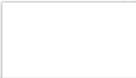
Ao Marco Aurélio D’Almeida Guerra, CEO da empresa MGuerra, que me ajudou, motivou, permitiu e colaborou para realização deste trabalho.

Ao Gabriel Borges, CEO da empresa Connect Data que me ajudou, motivou, permitiu e colaborou para realização deste trabalho.

A Profª Dra. Eliane Antônio Simões, que, nesta jornada, com suas orientações e conselhos, me orientou, me ajudou, me apoiou e impulsionou este resultado.

Aos professores Dr. Rosinei Batista Ribeiro e Dra. Fernanda Aranha Safarro por disponibilizarem tempo para participação da minha qualificação.

Não pare até se orgulhar de você  
(Autor desconhecido)



## RESUMO

ANDRADE, L. L. **Um modelo para avaliação do nível de maturidade digital de empresas de construção civil**, 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2020.

O presente trabalho teve como objetivo propor um modelo para avaliação da maturidade digital de empresas de construção civil, de forma a permitir um diagnóstico das empresas e apresentar os caminhos necessários para aumentar a maturidade digital, visando maior desempenho operacional e a obtenção de vantagens competitivas. O método utilizado foi o *Design Science Research*, adequado para o desenvolvimento de artefatos, tendo em vista a finalidade dessa dissertação. Para avaliação do artefato, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com diretores de empresas de construção civil. Os resultados obtidos permitiram enquadrar as empresas avaliadas no dentro das dimensões analisadas e dos níveis utilizados. Foi possível identificar as dimensões e sub dimensões com maior nível de maturidade por empresa e comparar a média dos dados em relação as demais empresas avaliadas por dimensão.

**Palavras-chave:** Maturidade digital; Tecnologias digitais; Gestão da inovação; Modelo de Negócio; Transformação digital.



## ABSTRACT

ANDRADE, L. L. **A model for evaluation of digital maturity level in civil construction companies.** 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2020.

The present paper aims to develop a maturity digital model for civil construction companies, to allow an updated diagnosis from companies and define which ways are necessary to improve the utilization of digital technologies, looking for higher operational performance and obtain competitive advantages. The method had used was Design Science Research suitable for development artifacts, in view of the purpose of this dissertation. For evaluation, the artifact will be realized semi structured interviews with construction civil CEOs. The results made it possible to classify the companies evaluated within the dimensions analyzed and the levels used. It was possible to identify the dimensions and sub-dimensions with the highest level of digital maturity per company and to compare the average of the data about other companies evaluated by dimension.

**Keywords:** Digital maturity; Digital Technologies; Innovation Management; Business Model; Digital Transformation.



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições sobre BIM.....	35
Quadro 2 - Definições sobre IOT para entendimento desta tecnologia digital .....	40
Quadro 3 - Definições sobre drones .....	44
Quadro 4 - Definições sobre impressora 3D .....	47
Quadro 5 - Definições sobre inteligência artificial.....	49
Quadro 6 - Definições sobre realidade virtual.....	52
Quadro 7 - Definições sobre o termo Big Data .....	54
Quadro 8 - Relação dos indicadores.....	60
Quadro 9 - Indicadores adotados na dissertação para acompanhamento e melhoria do nível de maturidade das organizações .....	62
Quadro 10 – Descrição dos níveis de maturidade digital por diferentes autores .....	68
Quadro 11 - Estruturas para utilização do Design Science Research.....	73
Quadro 12 - Etapas do modelo Design Science Research adotado para a pesquisa .....	74
Quadro 13 - Etapas do método DSR e suas relações com este trabalho .....	74
Quadro 14 - Níveis de maturidade digital para avaliação das empresas de construção civil ...	79
Quadro 15 - Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações .....	80
Quadro 16 - Parâmetros para cálculo do nível de maturidade digital das empresas .....	90
Quadro 17 - Indicador do nível de maturidade digital.....	91
Quadro 18 - Compilado das entrevistas realizadas.....	91
Quadro 19 - Resultados das avaliações realizadas com a aplicação do índice de compatibilidade .....	134



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das publicações em periódicos do uso de tecnologias digitais na construção civil entre 2016 e 2020. ....	34
Tabela 2 - Resultado em porcentagem das avaliações realizadas .....	94
Tabela 3 - Enquadramento das dimensões da maturidade digital das empresas .....	139



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Framework da transformação digital.....	24
Figura 2 - Representação esquemática da inovação aberta e inovação fechada.....	30
Figura 3 - Integração dos requisitos normativos da NBR ISO 56002:2020.....	31
Figura 4 - Posicionamento de diferentes setores na digitalização dos seus processos.....	32
Figura 5 - Países com maior utilização da ferramenta BIM.....	36
Figura 6 - Interação do BIM 5 D.....	38
Figura 7 - Interação do Big Data com outras tecnologias.....	56
Figura 8 - Passos para o desenvolvimento das tecnologias digitais nas organizações.....	58
Figura 9 – Modelo utilizado por Westernman em 2011 para definição da Maturidade digital..	64
Figura 10 – Modelo utilizado por Gill e Vanboskirk em 2016 para definição da Maturidade digital.....	65
Figura 11 – Modelo utilizado por Valdez-de-Leon em 2016 para definição da Maturidade digital.....	66
Figura 12 – Modelo utilizado por Anderson e Ellerby em 2018 para definição da Maturidade digital.....	66
Figura 13 - Divisão das dimensões do modelo de maturidade digital dos autores Anderson e Ellerby.....	67
Figura 14 – Modelo utilizado por Gollhardt em 2020 para definição da Maturidade digital...	67
Figura 15 - Fluxo de pesquisa deste trabalho.....	70
Figura 16 - Fluxo de pesquisa bibliométrica das tecnologias digitais na construção civil.....	71
Figura 17 - Fluxo da pesquisa bibliométrica sobre maturidade digital.....	72
Figura 18 - Modelo de Maturidade Digital para avaliação de Empresas de Construção (MMDC).....	77
Figura 19 - Modelo de Maturidade digital para avaliação de Empresas de Construção (MMDC) com as sub dimensões.....	78
Figura 20 – Dimensão Cultura e Organização na empresa A.....	95
Figura 21 – Dimensão Tecnologia na empresa A.....	96
Figura 22 – Estratégia na empresa A.....	97
Figura 23 – Clientes na empresa A.....	98
Figura 24 - Inovações na empresa A.....	99
Figura 25 - Ecossistema na empresa A.....	100
Figura 26 - Operações na empresa A.....	100

Figura 27 - IMDC na empresa A.....	101
Figura 28 - Cultura e Organização na empresa B.....	103
Figura 29 - Tecnologia na empresa B.....	104
Figura 30 - Estratégia na empresa B.....	105
Figura 31 - Clientes na empresa B.....	106
Figura 32 - Inovações na empresa B.....	107
Figura 33 - Ecossistema na empresa B.....	108
Figura 34 - Operações da empresa B.....	109
Figura 35 - IMDC na empresa B.....	110
Figura 36 - Cultura e Organização na empresa C.....	111
Figura 37 - Tecnologia na empresa C.....	112
Figura 38 - Estratégia na empresa C.....	113
Figura 39 - Clientes na empresa C.....	114
Figura 40 - Inovações na empresa C.....	115
Figura 41 - Ecossistema na empresa C.....	115
Figura 42 - Operações na empresa C.....	116
Figura 43 - IMDC na empresa C.....	117
Figura 44 - Cultura e Organização na empresa D.....	119
Figura 45 - Tecnologia na empresa D.....	119
Figura 46 - Estratégia na empresa D.....	120
Figura 47 - Clientes na empresa D.....	121
Figura 48 - Inovações na empresa D.....	122
Figura 49 - Ecossistema na empresa D.....	123
Figura 50 - Operações na empresa D.....	124
Figura 51 - IMDC na empresa D.....	125
Figura 52 - Cultura e Organização na empresa E.....	126
Figura 53 - Tecnologia da empresa E.....	127
Figura 54 - Estratégia da empresa E.....	128
Figura 55 - Clientes da empresa E.....	129
Figura 56 - Inovações da empresa E.....	130
Figura 57 - Ecossistema da empresa E.....	131
Figura 58 - Operações na empresa E.....	131
Figura 59 - IMDC na empresa E.....	132
Figura 60 - Média da dimensão Cultura e Organização das empresas.....	134

Figura 61 Média da dimensão Tecnologia das empresas .....	135
Figura 62 – Média da dimensão Estratégia das empresas .....	136
Figura 63 – Média da dimensão Clientes das empresas .....	136
Figura 64 -Média da dimensão Inovações das empresas.....	137
Figura 65 – Média da dimensão Ecossistema das empresas .....	137
Figura 66 - Média da dimensão Operações das empresas.....	138



## LISTA DE SIGLAS

BIM	<i>Building information modeling</i>
CDO	<i>Chief Digital Officer</i>
DSR	<i>Design science research</i>
FC	Fator de compatibilidade
IEEE	Instituto de engenheiros eletricista e eletrônicos
IMDC	Índice de Maturidade Digital das Empresas de Construção
IOT	<i>Internet of things</i>
MMDC	Modelo de Maturidade Digital das Empresas de Construção
OECD	Organization for economic cooperation and development
RFID	<i>Radio-frequency identification</i>
TD	Transformação digital
TI	Tecnologia da informação
WEF	<i>World economic forum</i>
NBR	Norma brasileira
ISO	<i>International organization for standardization</i>



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>21</b>
1.1 Transformação digital.....	21
1.2 Gestão da inovação.....	27
1.3 Tecnologias digitais na construção civil.....	32
1.3.1 BIM – Modelagem da informação da construção .....	35
1.3.2 IOT – Internet of Things.....	40
1.3.3 Drones.....	44
1.3.4 Impressão 3D.....	46
1.3.5 Inteligência artificial.....	49
1.3.6 Realidade virtual.....	52
1.3.7 Big Data.....	54
1.4 Implantação das tecnologias digitais na construção civil .....	57
1.5 Indicadores de inovação .....	59
1.6 Maturidade digital.....	63
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>69</b>
2.1 Bibliometria .....	70
2.2 Design Science Research.....	72
2.2.1 Coleta de Dados Empíricos .....	74
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>76</b>
3.1 Modelo de maturidade digital.....	76
3.2 Níveis de maturidade digital.....	78
3.3 Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital.....	79
3.4 Método de avaliação da maturidade digital.....	90
3.5 Resultado das entrevistas.....	91
3.5.1 Resultados para a empresa A.....	94
3.5.2 Resultados para a empresa B.....	102
3.5.3 Resultados para a empresa C.....	111
3.5.4 Resultados para a empresa D.....	118
3.5.5 Resultados para a empresa E.....	126
3.5.6 Resultados obtidos com dados ajustados pelo fator de compatibilidade .....	133
3.6 Comparação dos Resultados entre as empresas.....	134
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>141</b>
4.1 Limitações .....	143
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>144</b>
<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO DAS ENTREVISTAS</b> .....	<b>157</b>

## INTRODUÇÃO

O século XXI é descrito por alguns autores (AL-DEBEI e AVISON, 2010; VEIT *et al.*, 2014; EZEOKOLI *et al.*, 2016; BANDEIRA *et al.*, 2019) como a era digital, repleto de mudanças e inovações em todos os segmentos de negócios. Referindo-se ao setor industrial, muitos autores utilizam o termo Indústria 4.0 (BERGER, 2016; OESTERREICH e TEUTEBERG, 2016; LIERE-NETHELER, PACKMOHR e VOGELSANG, 2018; LOVE e MATTHEUS, 2018; ALALOUL *et al.*, 2019), relacionando o termo às mudanças que as indústrias de serviços e produtos estão se submetendo ou se submeterão nos próximos anos, conectando tecnologia e pessoas em suas atividades (ALALOUL *et al.*, 2020).

Essas mudanças conduzem à transformação digital (TD) e alteram o modelo de negócio das organizações, ou seja, o uso das tecnologias modifica tanto o direcionamento estratégico das empresas quanto a sua forma de entregar valor aos seus clientes (BERGER, 2016; OESTERREICH e TEUTEBERG, 2016; SOMMARBERG e MÄKINEN, 2019; KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019).

Exemplos dessas tecnologias são a robótica, o *Big Data*, o uso de drones, a inteligência artificial, a impressão 3D e a IOT - *Internet of Things* (internet das coisas), e as tecnologias aplicáveis em diversas áreas de negócio para produtos e serviços.

A robótica tem sido utilizada de forma significativa na indústria automobilística, especialmente nas etapas de montagem e na produção dos seus veículos (SIQUEIRA *et al.*, 2016). O *Big Data* possui utilização na área de tecnologia da informação (TI), principalmente para organizações que nasceram digitais ou estão em processo de transformação do seu modelo de negócio (SOMMARBERG e MÄKINEN, 2019).

A utilização de drones está presente em várias empresas que utilizam essa tecnologia para realização das entregas dos seus produtos (MANGIARACINA *et al.*, 2019). A proposta dessa tecnologia é reduzir o custo de entregas, com pessoas e veículos, tendo como objetivo distribuir e entregar mercadorias compradas no site da empresa (MANGIARACINA *et al.*, 2019).

Empresas utilizam inteligência artificial para adquirir conhecimento, prever resultados e soluções para diversas áreas, por exemplo na medicina, propiciando diagnósticos mais assertivos em relação aos médicos de modo geral, baseado nas características dos pacientes e no banco de dados do computador (BRAGA, *et al.*, 2019; BARROS, *et al.*, 2020).

Outro exemplo de aplicação da inteligência artificial é na área jurídica, que a utiliza para automatização, programação e mecanização dos processos de escritórios de direito (O'BRIEN, 2019), além do seu uso por juizes na tomada de decisão em casos de baixa complexidade (SURDEN, 2019).

A utilização da impressão 3D é comum para alguns segmentos de negócios. Na China, construiu-se um edifício de 40 metros de altura por meio dessa tecnologia (MANNARA, 2015; MULATI, 2020).

Há implementação da *IOT* nos processos e automação dos produtos e serviços, tal como casas construídas com a utilização dessa tecnologia, que permite aos moradores ligar e desligar aparelhos eletrônicos e o sistema de iluminação (SANCHEZ, COSTA e FERNADEZ, 2019). Algumas empresas utilizam a tecnologia *IOT* com auxílio de *RFID* - *Radio-Frequency Identification* - (rádio frequência identificada) para controle dos materiais do seu almoxarifado ou rastreabilidade da sua aplicação e uso (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016; BERGER, 2016; OLIVEIRA e SERRA, 2017).

A adoção das tecnologias possibilita melhorias nos processos organizacionais. Isto impacta em mudanças e alterações no modelo de negócio e permite que as empresas possam conduzir a TD.

Contudo, em alguns setores, entre eles a indústria da construção civil, ainda há barreiras e implicações para implementação das tecnologias. Devido às características do setor da construção civil (como a complexidade de interligação dos processos, a incerteza decorrente da utilização dessas tecnologias para projetos diversos, a existência de muitos projetos exclusivos e limitados em relação à sua duração, um setor de suprimentos fracionado, o uso constante de estratégias de curto prazo e a cultura estagnada às mudanças), a indústria é reticente às inovações (KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019).

Devido às informações que indicam uma lacuna no desenvolvimento das empresas de construção civil, o autor desta dissertação observou a necessidade deste estudo, baseado na sua experiência em empresas de construção civil, atuando como consultor para sistemas de gestão da qualidade.

Essa experiência é de aproximadamente 10 anos com atendimento para empresas construtoras e incorporadoras, de diferentes tamanhos e públicos-alvo. Nesse período, e por meio desta pesquisa, foi possível identificar que a literatura reflete o cenário de muitas empresas no Brasil, a visão conservadora, a limitação de recursos para projetos e a falta de inovação, que limitam a mudança de direcionamento estratégico.

Ademais, o autor do presente trabalho, como membro do grupo de pesquisa Gestão da

Inovação da Unidade de Pós-graduação, Extensão e Pesquisa do Centro Paula Souza, constatou que a inovação está crescendo como tema a ser pesquisado e adotado nas organizações, sendo assim relevante para o desenvolvimento da indústria da construção civil.

Com base nas informações descritas e no cenário contextualizado, se faz necessária a pesquisa para propor um modelo de diagnóstico e avaliação dos níveis de maturidade digital das organizações e para que se possa apresentar as lacunas que as empresas precisam desenvolver para inovação e redirecionamento dos negócios.

### **Questão de pesquisa**

Como avaliar o nível de maturidade digital de empresas de construção civil?

### **Objetivo**

Este trabalho como objetivo principal desenvolver um modelo para avaliação do nível de maturidade digital em empresas de construção civil.

### **Objetivos específicos**

Os objetivos específicos desta dissertação baseiam-se em:

- a) Identificar por meio de pesquisa bibliográfica quais tecnologias vêm sendo utilizadas nas empresas de construção civil;
- b) Definir os níveis de maturidade digital para avaliação e enquadramento das empresas de construção civil.
- c) Definir o método para avaliar o nível de maturidade digital em empresas de construção civil.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Baseado em duas bibliometrias realizadas, uma na fase inicial do trabalho, buscando-se fundamentos sobre as tecnologias digitais utilizadas na construção civil e outra na fase intermediária, essa focada em maturidade digital nas organizações, estruturou-se este referencial.

A fundamentação teórica foi estruturada em seis tópicos. O primeiro tópico traz uma abordagem conceitual sobre transformação digital, o segundo trata da gestão da inovação, o terceiro tópico explora as principais tecnologias digitais em utilização na área de construção civil. O quarto tópico discorre sobre a implantação das tecnologias na construção civil, o quinto tópico apresenta os indicadores de inovação que estão sendo discutidos na literatura e utilizados para trabalhos. Por último, o sexto tópico apresenta os conceitos sobre maturidade digital e os modelos de maturidade digital verificados na literatura.

### 1.1 Transformação digital

Piccinini *et al.* (2015) descrevem a TD como usufruir das tecnologias digitais a fim de se obter ganhos nos serviços e produtos fornecidos, elevando a experiência dos consumidores e gerando novos modelos de negócios.

Liere-Netheler, Packmohr e Vogelsang (2018) definem TD como o emprego de tecnologias digitais que possibilitam a evolução no ramo de atuação, por exemplo, melhorar a experiência do cliente, redução de processos ou geração de novos modelos de negócios.

A TD pode ser definida como um processo que tem como objetivo evoluir uma organização, estimulando modificações relevantes na sua estrutura, por meio da interação de tecnologias da informação, computadores, informação e conexão (VIAL, 2019).

Baseado nestas definições, é importante definir o termo tecnologia digital, presente nas definições sobre TD. Ribeiro (2020) apresenta tecnologias digitais como um agrupamento de tecnologias que concede a transformação de linguagens ou dados em números binários. Estes números são interpretados e estruturados para geração de imagens, sons e textos. Essas informações estão no interior de aparelhos como celulares e computadores.

Kabanda (2016) apresenta tecnologia digital como meio para encontrar, verificar, gerar e comunicar informações. Pfeiffer e Jarke (2016) a definem como um conjunto de objetos tecnológicos materiais e não materiais que geram interação e tecnologias da informação.

Além do uso das tecnologias digitais, a TD impacta no modelo de negócio das empresas. Desta forma, se a TD for implementada nas organizações, conseqüentemente, o seu modelo de negócio será alterado, criando valores aos seus clientes e usuários (OSTERWALDER e PIGNEUER, 2010). Como a TD e as tecnologias digitais impactam no modelo de negócio das organizações, se faz necessário apresentar as definições acerca do termo modelo de negócio.

Osterwalder e Pigneur (2010) descrevem que modelo de negócio pode ser entendido como a forma que uma empresa cria, entrega e obtém valores. Saebi e Foss (2015) definem modelo de negócio como a forma, a base e o controle das operações de uma empresa entre seus provedores externos e consumidores, que auxiliará a geração de valores para a organização. Teece (2018) descreve modelo de negócio como método de realização das operações que tem como objetivo, criar valores nas suas entregas para os seus consumidores.

Em relação ao modelo de negócio se faz necessário definir quatro conceitos que estão diretamente conectados e possuem relação com a TD. São eles: proposta de valor, plataforma digital, empresa digital e ecossistema digital.

A proposta de valor é o diferencial do negócio que influencia os consumidores a escolherem um produto ou serviço de determinada empresa, ao invés do seu concorrente. Ela pode ser dada pela melhoria do produto ou serviço a partir da agregação de diferenciais, pelo preço menor do produto ou serviço ou pela garantia da satisfação do cliente durante a experiência vivenciada. Também é entendida como o conjunto de vantagens oferecidas junto aos produtos ou serviços fornecidos pela organização (OSTERWALDER e PIGNEUER, 2010; OLIVEIRA, 2018).

A plataforma digital está relacionada à estrutura responsável por armazenar as informações dos produtos e serviços oferecidos por uma empresa, além das informações digitais geradas ou fornecidas por meio das interações dos usuários (NAMBISAN, 2017). Para Ahmed (2018), é o abastecimento das informações sincronicamente entre os consumidores e a empresa por meio de sistemas de informações digitais.

Castellani (2016) define plataforma digital como um ambiente que possui as seguintes características principais: é um modelo de negócios que utiliza tecnologias; propicia interação facilitada para clientes e empresas; entrega valor para o seu ecossistema; oferece confiança sobre o uso e integridade dos dados e das propriedades intelectuais; pode ser projetada para

atender milhares de pessoas mantendo um bom desempenho; apresenta uma agradável experiência aos consumidores; possui modelos de negócios com inovações e tecnologias.

Empresa digital pode ser definida como organizações que seguem a experiência dos clientes durante suas interações e retroalimentações com a empresa nos seus processos de compra e contratações de produtos e serviços digitais (CATLIN, SCANLAN e WILLMOTT, 2015).

Suominen (2017) descreve empresas digitais como organizações que operam os seus processos por meio de plataformas digitais e oferta aos seus clientes os produtos e serviços por meio de dispositivos digitais, por exemplo, aplicativos e softwares.

O ecossistema digital é um sistema que permite a conexão dos usuários, parceiros, meios de interação e entrega de valor. Este termo é definido por ambientes controlados compostos por softwares, aplicativos, produtos e serviços oferecidos, que serão gerados e trocados conforme ocorrem as inovações ou podem ser descartados, caso se tornem obsoletos (NACHIRA, 2002).

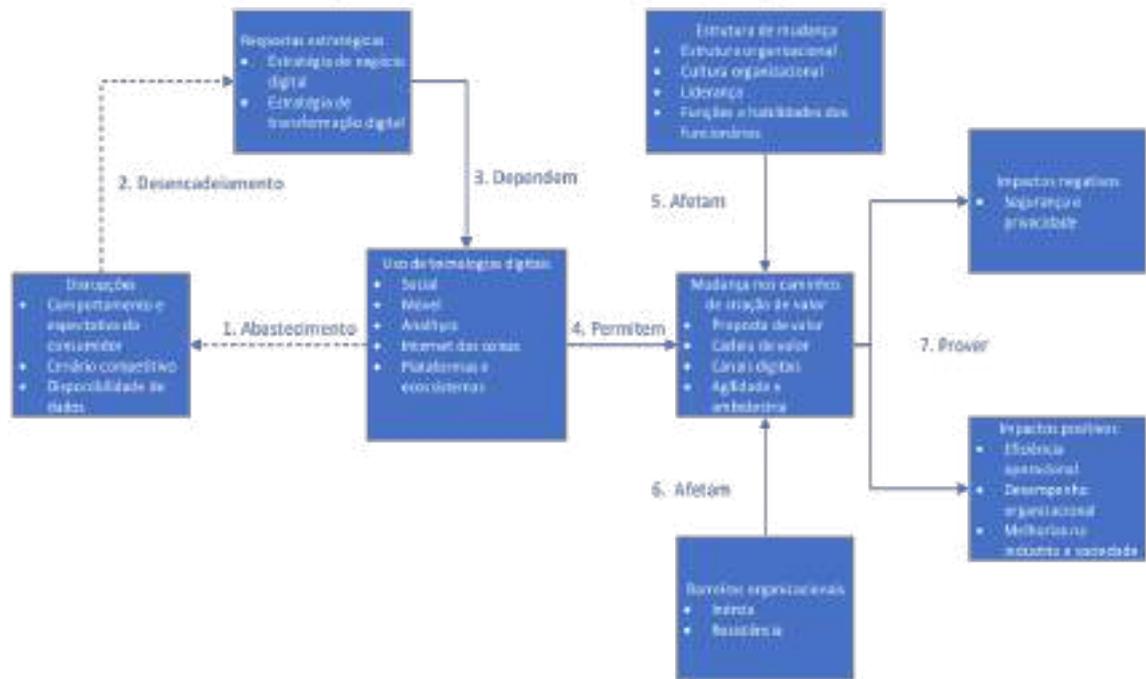
Wolfond (2017) descreve ecossistema como um grupo de empresas ou pessoas que compartilham plataformas digitais, com o intuito de obter benefícios, tais como, inovação e vantagem competitiva.

Para Reyna (2011), ecossistema é um conjunto de empresas que prestam serviços e soluções digitais, que possibilitam aos usuários a utilização de suas plataformas. Além disso, Melo (2018) o descreve como uma rede de organizações, plataformas digitais e clientes que criam valor para todas as partes interessadas.

Para que ocorra a TD e mudanças no modelo de negócio, na proposta de valor e no ecossistema digital, é necessária a utilização de tecnologias digitais (VIAL, 2019; PICCININI *et al.*, 2015; HAFFKE, KALGOVAS e BENLIAN *et al.*, 2016; HESS *et al.*, 2016; NWANKPA e ROUMAN, 2016).

Vial (2019) apresenta um *framework* representando os processos de TD, conforme a Figura 1. Nesse *framework*, o uso das tecnologias digitais (social, móvel, analítica, internet das coisas, plataformas e ecossistemas) abastecem as disrupções, desencadeando respostas estratégicas da organização, que permitem mudanças nos caminhos de criação de valor e promovem maior eficiência e desempenho operacional.

Figura 1 - Framework da transformação digital



Fonte: Vial (2019).

A TD, como processos indicados na Figura 1, ocorre por meio do uso das tecnologias digitais que permitem novos caminhos para criação de valor; canais digitais e agilidade, afetando as estruturas organizacionais, podendo colidir com as barreiras de resistência às mudanças e de inércia (VIAL, 2019; SEBASTIAN *et al.*, 2017).

As tecnologias digitais que permitem a TD são apresentadas por Sebastian *et al.* (2017) como social, móvel, *Analytics* (dados), *cloud* (nuvem) e *IOT* e Nwankpa e Roumani (2016) indicam *Big Data*, *Analytics* (dados analíticos), celulares inteligentes, plataformas em nuvem, redes sociais como as tecnologias digitais que facilitam a TD nas organizações.

As tecnologias digitais abastecem e facilitam as disrupções em relação ao comportamento de consumo e expectativas, cenário competitivo e disponibilidade dos dados (YOO, HENFRIDSSON e LYYTINEN, 2010; VIAL, 2019).

O acesso à informação e capacidade de comunicação, por meio de mídias sociais e celulares inteligentes, entre empresas e consumidores, permite e facilita o conhecimento dos produtos e serviços providos para consumo, além da alteração da expectativa dos usuários por meio das suas experiências vivenciadas (YOO, HENFRIDSSON e LYYTINEN, 2010; VIAL, 2019).

O cenário competitivo é criado ou alterado por meio das mudanças e disrupções de produtos e serviços que são facilitados pela TD. Ademais, pode-se criar soluções digitais com base em produtos e serviços já comercializados (BARRET *et al.*, 2015; VIAL, 2019).

A disponibilidade de dados permite a melhoria de serviços e de produtos com respostas mais eficientes para as necessidades dos seus consumidores. Pode-se coletar os dados de uma pessoa ou organização e usar essas informações para propor melhorias nos processos para empresas ou pessoas. Isso permite alcançar vantagem competitiva e diferenciação em soluções propostas pelas organizações (GÜNTHER *et al.*, 2017; VIAL, 2019).

O uso das tecnologias digitais desencadeia as respostas estratégicas, que são destacadas como estratégia de negócio digital e estratégia da transformação digital (VIAL, 2019).

A TD é descrita como um fenômeno que atinge o ambiente competitivo e exige respostas e ações das organizações para manutenibilidade do seu posicionamento estratégico e se manter competitiva no seu segmento de negócio (SEBASTIAN *et al.*, 2017; VIAL, 2019).

Para manter-se competitiva, as empresas precisam alavancar seus negócios, por meio das tecnologias digitais, para criar oportunidades de produtos e serviços, além da adoção de estratégias de negócios digitais que integram recursos digitais para geração de valor aos seus usuários (TAN *et al.*, 2015; VIAL, 2019).

A proposta de valor permite oferecer incrementos na provisão de serviços, mudanças de processos para atendimento às necessidades dos clientes, por meio de soluções inovadoras para os produtos e serviços ofertados pela organização (BARRET *et al.*, 2015; VIAL, 2019).

A cadeia de valor possibilita a integração das partes interessadas, clientes, parceiros, fornecedores e organizações para alteração ou mudança de produtos e serviços. Por exemplo, as mídias sociais, que conectam pessoas e organizações, contribuem para a retroalimentação e identificação de novas tendências e necessidades (HANSEN e SIA, 2015; VIAL, 2019).

Os canais digitais alteram os meios de venda dos produtos e serviços, mudam e criam experiências aos usuários. Sites de empresas e redes sociais são modificados com implementação de tecnologias digitais para melhoria dos processos organizacionais (HANSEN e SIA, 2015; GÜNTHER *et al.*, 2017; VIAL, 2019).

Agilidade e ambidestria são competências necessárias às empresas digitais, e podem ser obtidas ou aprimoradas por meio das tecnologias digitais. A agilidade é entendida como a habilidade de responder rapidamente às mudanças de produtos e serviços que são criados e comercializados. Desse modo, é entendida como uma forma rápida e ágil de acompanhar as inovações e as novas tecnologias, para implementação no seu modelo de negócio e com isso, obter lucros e resultados positivos (KOHLI e JOHNSON, 2011; GÜNTHER *et al.*, 2017; VIAL, 2019).

A ambidestria organizacional é a capacidade de a empresa adaptar-se às mudanças do seu segmento de negócio, criando produtos e serviços, mantendo ainda seus projetos principais

em atividade (VIAL, 2019). Haffke, Kalvogas e Benlian (2017) a definem como a habilidade para equilibrar necessidades que são concorrentes e possuem conflitos entre si dentro do contexto organizacional. Petro *et al.* (2019) a descrevem como a competência de uma organização realizar duas atividades que são contraditórias, ao mesmo tempo.

As mudanças nos caminhos de criação de valor da TD são afetadas pelas barreiras organizacionais, podendo-se destacar a inércia e a resistência dentro das empresas (VIAL, 2019). A inércia é uma das mais significantes barreiras para implementação da TD. Isto ocorre em empresas que possuem processos e procedimentos estruturados com pouca maleabilidade e em alguns casos até rígidos. Estas características criam barreiras para criação de valor e dificultam a implantação da TD nas organizações (ISLAM, BUXMANN e ELING, 2017; SVAHN, MATHIASSEN e LINDGREN, 2017; VIAL, 2019).

Outra barreira é a resistência demonstrada pelos colaboradores quando as disrupções tecnológicas são introduzidas nas empresas. Isto pode ocorrer pelo método da incorporação das tecnologias e da cultura de inércia arraigada nos funcionários (SINGH, KLARNER e HESS, 2019; VIAL, 2019). Além da inércia e da resistência, a estrutura de mudanças é outro fator que também afetará a TD, entre elas, destacam-se a estrutura organizacional; a cultura; a liderança e as funções e habilidades dos colaboradores (VIAL, 2019).

Para que as organizações se adequem, deve-se realizar um alinhamento estratégico visando agilidade para implantação ou ajustes da TD. Pode-se adotar técnicas de contratação e retenção de talentos, aprendizado e incrementações por etapas nos processos internos, a fim de garantir que a cultura vá ao encontro das mudanças provocadas pela TD (EARLEY, 2014; MAEDCHE, 2016; VIAL, 2019).

No contexto da TD, a liderança deve promover uma mentalidade digital na organização. Pode-se criar cargos, entre eles o *CDO – Chief Digital Officer* (chefe de escritório digital) para gerenciamento dos processos digitais e adequações dos planos de negócios com foco na TD (BENLIAN e HAFFKE, 2016; SINGH, KLARNER e HESS, 2019; VIAL, 2019).

E, por último, a estrutura de mudanças é afetada pelas habilidades e funções dos colaboradores. Neste caso, a falta de habilidades ou de funções específicas afetará a implementação da TD (VIAL, 2019). Vial (2019) recomenda que os colaboradores envolvidos nos projetos de TD possuam comprometimento com os objetivos. Devem também possuir maior autonomia para tomada de decisões, além do conhecimento multidisciplinar nos processos internos da organização.

As mudanças no caminho da criação de valor podem gerar impactos negativos para as empresas e usuários, por exemplo, afetando a segurança e a privacidade dos dados e das

informações pessoais e corporativas (VIAL, 2019). Contudo, alguns impactos são positivos, podendo ser destacados a eficiência operacional, o desempenho organizacional e melhorias na indústria e sociedade (VIAL, 2019).

Dentre esses impactos positivos, a eficiência organizacional se destaca, afinal inclui a automação dos processos e criação de processos sob demanda. Os dados e a inteligência analítica facilitam o processo de tomada de decisão e permitem que respostas sejam dadas em menor tempo, devido ao banco de informações coletado pelos processos internos (PAGANI, 2013; GUST *et al.*, 2017; VIAL, 2019).

O desempenho organizacional é outro ponto positivo no processo da TD, pois está associado às inovações, ao desempenho financeiro, ao crescimento da organização e às vantagens competitivas. A TD permite maior interação dos usuários e maior rentabilidade para o negócio da organização, além de possibilitar um direcionamento mais assertivo na criação do valor para seus consumidores (KARIMI e WALTER, 2015; SVAHN, MATHIASSEN e LINDGREN, 2017; VIAL, 2019).

Além da eficiência e do desempenho organizacional, a sociedade e a indústria também são impactadas de forma positiva, como, por exemplo, na área da saúde com o uso de tecnologias para monitoramento e análise dos dados (VIAL, 2019).

Todavia, há impactos indesejáveis na TD como a falta de segurança e de privacidade dos dados. Os dois exemplos oferecem riscos à sociedade, seja pela exposição de informações pessoais ou pela vulnerabilidade de exposição dos usuários e empresas no ecossistema do seu produto ou serviço, além da questão ética sobre o controle e armazenamento desses dados (NEWELL e MARABELLI, 2015; PICCININI *et al.*, 2015; VIAL, 2019).

## **1.2 Gestão da inovação**

A indústria da construção civil é conhecida por baixos investimentos em inovação para seus produtos e serviços (NOKTEHDAN *et al.*, 2019). Segundo Noktehdan *et al.* (2019), as empresas de construção civil optam na maioria dos casos por repetir os seus produtos, para evitar erros, desperdícios e facilitar controles durante produção. Isso é usado como meio de garantir seus entregáveis, contudo restringe as iniciativas de inovação e atrasa os avanços tecnológicos no segmento.

A gestão da inovação para o segmento da construção depende de uma sólida integração com as partes interessadas dos seus projetos (ERCAN, 2019). Isso é dificultado pela

complexidade dos projetos e pela exigência de uma grande variedade de especialistas envolvidos, que nem sempre possuem os mesmos padrões de participação e colaboração nos projetos que estão envolvidos (FREITAS, BAGNO e SALERMO, 2014).

Apesar dos obstáculos, a gestão da inovação apresenta-se como uma necessidade para o crescimento organizacional e direcionamento estratégico das empresas que visam obter vantagens competitivas (ERCAN, 2019).

Segundo a OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development* –, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2018), a inovação pode ser definida como um produto, um processo novo ou uma melhoria, que apresenta características divergentes aos modelos anteriores utilizados ou comercializados. O termo inovação aplicado às empresas é definido como a utilização de novas ideias para obter melhorias nos negócios, gerando diferenciais competitivos e resultados positivos (MBC, 2008).

Para implementar inovações nas empresas, alguns aspectos precisam ser analisados e, se necessário, devem ser estruturados para sua implementação. Segundo Abusalah e Tait (2018), os fatores de sucesso para implementação da gestão da inovação na empresa são liderança, incentivo, comunicação e equipe.

A liderança tem como papel gerir o orçamento e apoiar as implementações dos projetos. O incentivo refere-se à troca de experiência e conhecimento entre pessoas que atuam no projeto. Essas pessoas são incentivadas a compartilhar informações, além de receber reconhecimento e em alguns casos até bônus (ABUSALAH e TAIT, 2018).

A comunicação deve ser clara e objetiva, com meios definidos e padronizados para centralização das ideias e assuntos discutidos. Algumas empresas utilizam plataformas eletrônicas para reter essa informação. Por fim, a equipe que deve ser comprometida para sugerir ideias, críticas e ajudar na implementação dos projetos (ABUSALAH e TAIT, 2018).

Outro aspecto importante que deve ser avaliado é a capacidade da organização, que, segundo a OECD (2018), deve gerenciar as seguintes atividades: a) identificar, gerar e buscar ideias; b) organizar projetos internos na empresa; c) alocar ou realocar pessoas para projetos de inovação; d) desenvolver projetos com parceiros; e) compartilhar conhecimento interno e externo; f) monitorar os indicadores de inovação; e g) explorar as informações providas de outras inovações. Diante dessa análise, as empresas podem estruturar o seu planejamento estratégico e direcionar seus projetos.

Além disso, deve-se identificar os tipos de inovações que serão implementadas. As inovações são divididas nos seguintes tipos: inovação em produtos; inovação em processos; inovação tecnológica; inovação organizacional; inovação em marketing; inovação incremental;

e inovação radical (MCB, 2008).

Definindo-se os termos: (i) a inovação em produto é aplicada para bens e serviços, ocorre quando há mudanças no processo de execução para novos produtos ou quando implementa-se melhorias em bens e serviços existentes; (ii) as inovações em processos ocorrem quando há alterações, melhorias ou novos meios de execução, fabricação ou distribuição dos bens e serviços; (iii) a inovação organizacional acontece quando são introduzidos novos meios de gestão e organização, que pode ser aplicada internamente com colaboradores e processos ou externamente com parceiros e distribuidores; (iv) a inovação incremental é gerada a partir de melhorias ou aperfeiçoamento de um produto ou serviço, pode ser a inclusão de novos materiais e/ou novas funções que irão gerar valor agregado ao usuário; (v) a inovação radical é o resultado de novas ideias para processos ou produtos, inexistentes até o momento da sua concepção.

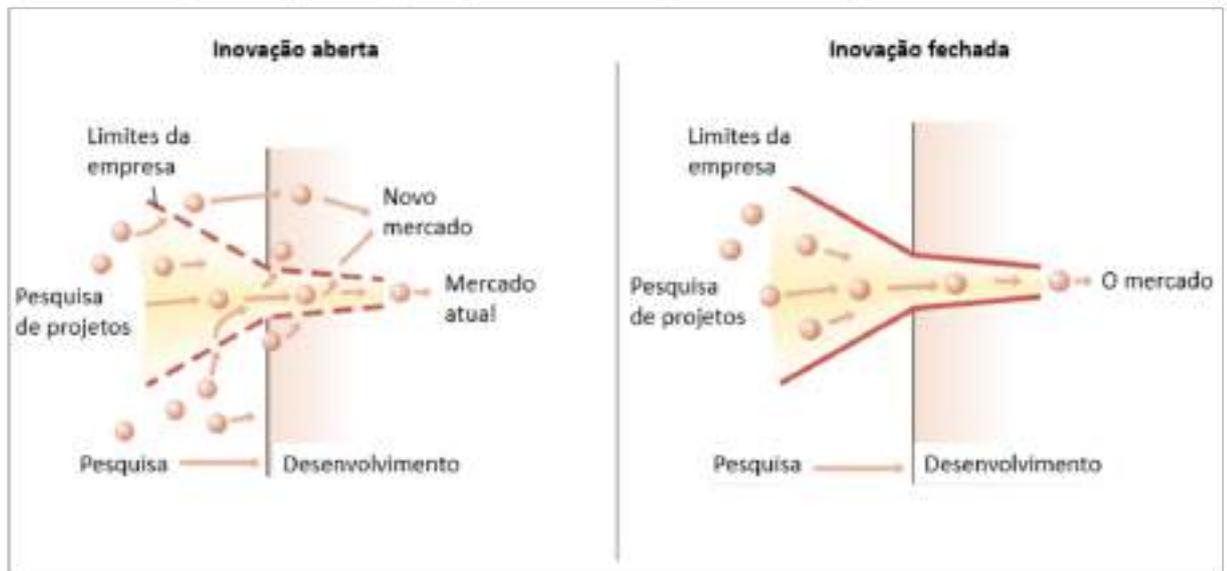
Há ainda a classificação de inovação para a empresa, para o mercado e para o mundo. (i) a inovação para a empresa é uma novidade que não transcende a organização. Essa inovação pode ocorrer em outras empresas, contudo ainda será inovação quando introduzida em uma nova empresa; (ii) a inovação para o mercado ocorre quando a empresa se torna a primeira a gerar esta inovação que será disponível ao mercado local; e (iii) a inovação para o mundo ocorre quando os produtos ingressam nos mercados nacionais e internacionais, ou seja, esta inovação não é praticada por outras organizações (MCB, 2008).

Outra definição importante é a tipologia, que pode ser aberta ou fechada. A inovação aberta indica a ideia de que produto e desenvolvimento externo pode gerar valor, com isso, parte do desenvolvimento pode ser realizado externamente para que a empresa possa inovar (CHESBROUGH, 2006; FREITAS et al., 2016; OECD, 2018). Ela ocorre de fora da empresa para dentro, integrando clientes e fornecedores (ROCHA, OLAVE e ORDONEZ, 2020).

A inovação fechada pode ocorrer do desenvolvimento de algum projeto derivado das suas rotinas e posteriormente é disponibilizado aos seus clientes (CHESBROUGH, 2006; OECD, 2020). Ela é criada de dentro da empresa para fora, gerando ideias e produtos ao mercado (ROCHA, OLAVE e ORDONEZ, 2020).

A Figura 2 ilustra os tipos de inovação aberta e fechada para facilitar a compreensão destes processos.

Figura 2 - Representação esquemática da inovação aberta e inovação fechada



Fonte: CHESBROUGH, 2006

Há também a inovação híbrida que integra os tipos de inovação aberta e fechada (ROCHA, OLAVE e ORDONEZ, 2020).

Após a escolha do tipo de inovação, as empresas precisam definir os meios que irão utilizar para gestão do sistema da inovação. No ano de 2019, foi publicada a norma ISO – *International organization for standardization* – (Organização internacional de normalização) 56002 – *Innovation management – Innovation management system – Guidance*, que, em 2020, foi traduzida e tornou-se a NBR (Norma brasileira) ISO 56002 – *Gestão da inovação – Sistema de gestão da inovação – Diretrizes*.

Estima-se que nos próximos anos seja adotada as diretrizes da nova ISO 56002:2019 como meio de atualização dos processos e forma de manutenção da sua competitividade. Essa norma visa introduzir inovação como metodologia de trabalho para as organizações (HASSANEEN, 2019).

A ISO 56002:2019 permite identificar uma política de inovação, metas, estratégias e processos necessários para inovação. Isso possibilita a criação de um sistema de gestão da inovação, além da apresentação dos requisitos que precisam ser adequados para métodos, meios de execução e gestão dos processos (CELUKANOVVS e BJÖRK, 2019).

Cada requisito da ISO 56002 define o que as empresas necessitam atender, contudo, em sua maior parte, não definem como isso deve ser feito, permitindo liberdade para criação e implementação de diferentes meios (CELUKANOVVS e BJÖRK, 2019).

O *framework* desenhado pela NBR ISO 56002 integra o contexto da empresa, a liderança, o planejamento, o suporte, as operações, as avaliações de desempenho e as melhorias,

além dos desmembramentos de cada requisito. A Figura 3 apresenta as interações entre os requisitos.

Figura 3 - Integração dos requisitos normativos da NBR ISO 56002:2020



Fonte: ABNT NBR ISO 56002:2020

Na Figura 3, interliga-se todos os requisitos que são estruturados a partir do contexto da organização, que remete para análise das questões externas e internas que afetam ou são afetadas pela organização, sua cultura e colaboração que dependem das oportunidades e intenções para criação das inovações.

Baseado no contexto da empresa, na cultura e na colaboração, a liderança deve comprometer-se com o sistema de gestão da inovação, por meio da sua visão estratégica e política que norteará os projetos da empresa. Com o conhecimento sobre o seu contexto e as definições claras da liderança sobre a inovação, o planejamento deve ser realizado para início da sua implementação, que será realizada nos requisitos de operação.

A operação consiste na identificação, na criação e validação dos conceitos, que serão desenvolvidos e implementados como soluções para produtos e serviços. A operação deve ser avaliada para acompanhamento do seu desempenho e possibilitar retroalimentação para que sejam identificadas e implementadas as melhorias. Essa sequência de processos irá padronizar a gestão dos projetos.

Por meio do modelo proposto pela NBR ISO 56002, as empresas podem definir as suas estratégias de inovação, estruturar seus objetivos, analisar seu contexto e foco de atuação. Isso facilita a manutenção da inovação e a competitividade no seu segmento de negócio (HASSANEEN, 2019; CELUKANOVS e BJÖRK, 2019).

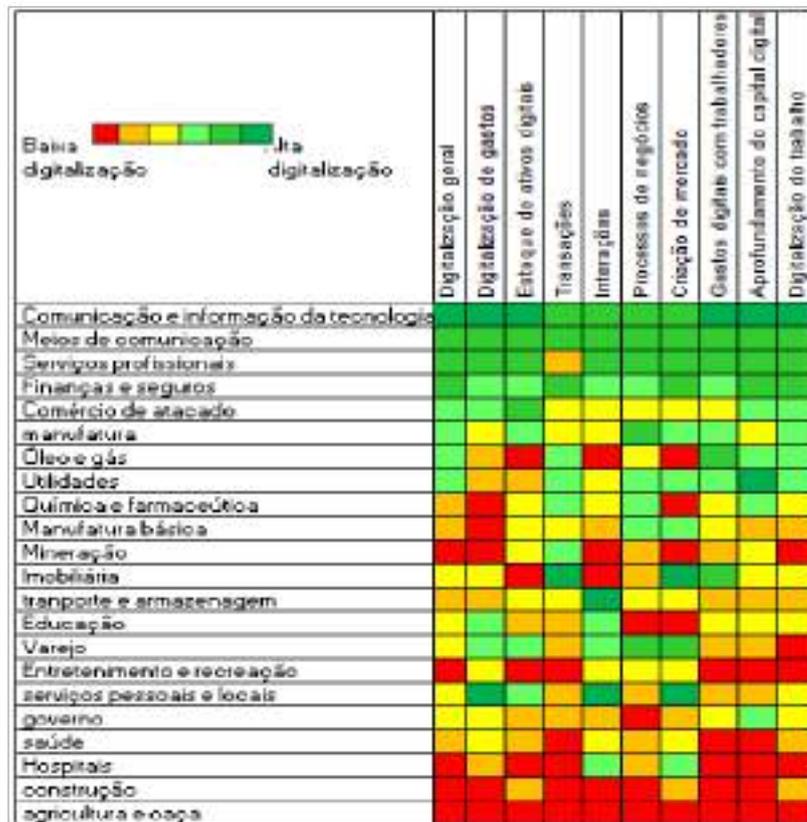
### 1.3 Tecnologias digitais na construção civil

O crescimento das tecnologias no mundo tem afetado de diversas maneiras a vida das pessoas, o ciclo de produção e a entrega de produtos e serviços das empresas a partir de novos medicamentos, desenvolvimento de softwares e aparelhos para recepção e análise de dados (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018).

Agarwal, Chandrasekaran, Sridhar (2016) descrevem que o setor da construção demorou a buscar e implementar tecnologias e inovações nos seus processos. Isto ocasiona falhas de coordenação de projetos, contratos com escopo mal redigido, análise superficial dos riscos dos negócios e dificuldades nos processos que envolvem a cadeia de suprimentos. Além disso, o baixo investimento por parte dos governos e outros investidores dificultam esta mudança e evolução na área da construção civil.

Essas são algumas causas que reforçam o desnivelamento do setor construtivo em relação às demais indústrias. A Figura 4 indica o posicionamento da construção civil em relação aos outros setores, no que tange a adoção de novas tecnologias e TD.

Figura 4 - Posicionamento de diferentes setores na digitalização dos seus processos



Fonte: Agarwal, Chandrasekaran, Sridhar (2016)

Comparado aos setores de serviços profissionais, financeiro e seguros, manufatura, comunicação e informação da tecnologia, o segmento da construção apresenta avanços menores em relação às implementações de novas tecnologias (AGARWAL, CHANDRASEKARAN, SRIDHAR, 2016).

Alguns fatores associados ao desnivelamento da indústria da construção são descritos por Oesterreich e Teuteberg (2016) como a falta de gerenciamento e integração das tecnologias inovadoras, isso, se comparado às indústrias automotivas e de engenharia mecânica. Essa situação é agravada pela complexa cadeia de valor do segmento, projetos singulares e com poucas repetições, cultura e planejamento de curto prazo, somadas às incertezas nos âmbitos político, social e econômico.

Ademais, os projetos de construção civil exigem mão de obra capacitada e, em alguns casos, não é de fácil acesso esse tipo de contratação (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016).

Oliveira e Serra (2017) citam que a indústria da construção civil carece de evolução nos seus processos e controles para seus sistemas de gestão, tais como: mudanças de estratégia, inclusão de tecnologias e métodos inovadores nos seus sistemas construtivos para produtos e serviços.

Oliveira e Serra (2017) complementam que a indústria da construção possui muitos serviços e materiais para gerenciamento e que a ausência de tecnologias limita a produtividade e apresenta riscos que podem afetar a qualidade dos seus produtos e serviços.

Alaloul *et al.* (2020) apresentam alguns desafios que a indústria da construção civil possui para a implementação da TD, nas esferas política, econômica, social, tecnológica, organizacional, legal e segurança.

No âmbito político, o governo e suas áreas de administração devem investir, patrocinar e colaborar para criação e desenvolvimento das empresas de construção civil, que visam utilizar tecnologias digitais para melhoria e otimização dos seus processos (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016; ALALOUL *et al.*, 2020).

No fator econômico, deve-se considerar o elevado custo para implementação das inovações e transparência financeira, além das incertezas dos resultados atrelados aos projetos investidos (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016; ALALOUL *et al.*, 2020).

Em relação ao fator social, é necessário que o ambiente de implementação dessas mudanças possua ou permita uma mudança cultural dos hábitos, que permitirá a adoção de novas ferramentas, mecanismos e novos entregáveis (ALALOUL *et al.*, 2020).

No ambiente organizacional, deve-se adequar os processos e projetos, os fluxos de trabalho devem ser redesenhados e adaptados, de forma simplificada e sem burocracia, para desenvolvimento dos novos projetos e produtos (ALALOUL *et al.*, 2020).

No âmbito legal, há incertezas sobre regulamentações e legislações que poderão ser aplicadas ou que possam ser elaboradas. Isto poderá ajudar ou prejudicar os processos baseados nos métodos adotados por uma organização (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018; GOLIZADEH *et al.*, 2019; ALALOUL *et al.*, 2020).

E, por fim, no âmbito de segurança, tanto as empresas quanto os usuários estão sujeitos aos riscos de exposição dos dados, roubo de informações e situações de extorsão para possível devolução dos dados (GOLIZADEH *et al.*, 2019; JIA *et al.*, 2019; ALALOUL *et al.*, 2020).

Contudo, Love e Matthews (2019) afirmam que o segmento da construção civil poderá obter melhorias por meio da implementação das novas tecnologias nos seus processos.

Apesar das barreiras, Koscheyev, Rappogf e Vinogradova, (2019) descrevem que a indústria da construção civil possui alto nível de influência interdisciplinar e interação. Com isso, a TD poderá melhorar suas condições de competitividade.

Para conhecimento de quais tecnologias digitais possuem maior utilização na construção civil, elaborou-se uma pesquisa que possibilitou a criação da Tabela 1, que lista as tecnologias que possuem maior número de citações nos artigos pesquisados. A Tabela 1 foi estruturada com a seleção de 56 artigos, todavia há artigos que abordam mais de uma tecnologia. Dessa forma, a somatória da quantidade e da porcentagem dos artigos que estão indicadas na Tabela 1 não apresentam os valores de 56 artigos e 100% respectivamente em caso de soma.

Tabela 1 – Relação das publicações em periódicos do uso de tecnologias digitais na construção civil entre 2016 e 2020.

Assunto	Quantidade de periódicos sobre o tema	% do tema em relação aos artigos pesquisados
BIM	27	47%
IOT	12	21%
Realidade virtual	5	9%
Impressão 3 D	5	9%
Inteligência artificial	4	7%
Drones	3	5%
Big Data	2	3%

Fonte: Autor, 2020.

A Tabela 1 indica o tema *BIM* com maior número de publicação neste intervalo de tempo, seguido de *IOT*, realidade virtual e impressão 3D. Os temas inteligência artificial, drones e *Big Data* também possuem publicações, contudo com uma menor porcentagem de trabalhos. Os resultados da pesquisa bibliométrica de cada uma dessas tecnologias serão apresentados segundo a ordem de relevância apresentada na tabela 1.

### 1.3.1 BIM – Modelagem da informação da construção

Berger (2016) descreve que as empresas precisam digitalizar os seus processos de planejamento, construção e logística. Segundo Redwood *et al.* (2017), o *BIM* é uma das tecnologias que permite a mudança de paradigma presente na área da construção civil, que é criticada por retardar a implementação de inovações nos seus produtos e processos e se faz necessário adotar tecnologias que permitam a inovação e melhoria dos processos construtivos. (REDWOOD *et al.* 2017; HAUTALA, JÄRVENPÄÄ e PULKKINEN, 2017).

Para entendimento sobre o termo *BIM*, foram coletadas algumas definições de diferentes autores, baseada na literatura consultada. O resultado é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Definições sobre BIM

Autor	Ano	Definição
WEF	2018	Processo que envolve a colaboração das partes interessadas de um projeto. Para isso, são usados aplicativos <i>design</i> em 3D, que podem incluir informações sobre planejamento, custos, operações e manutenções durante todo o ciclo de vida do projeto.
BRASIL	2019	Conjunto de tecnologias e processos que possibilitam gerar, usar e atualizar os modelos digitais de um projeto de construção, de forma colaborativa, durante o seu ciclo de vida do empreendimento.
Pärn, Edwards e Sing	2018	Tecnologia que promove a integração de equipes para gerenciamento e realização de projeto em um modelo digital.
Lokshina, Gregus e Thomas	2019	Processo ou método que gerencia toda a informação para auxiliar a elaboração e coordenação das entradas e saídas requeridas dos dados na concepção do projeto, por meio de representação digital das propriedades físicas do empreendimento.
Aleksandrova, Vinogradova e Tokunova	2019	Processo de geração e gerenciamento das informações de todas as etapas da construção de um projeto por meio de um modelo digital.
Safronova, Budakov e Ivankina	2018	Tecnologia que permite projetar empreendimento antes da concepção, podendo analisar, alterar e compartilhar suas interações durante o ciclo de vida do projeto.
Wong, Ge e He	2018	Tecnologia que suporta a criação e gestão de projetos no seu ciclo de vida, com representação digital, que permite simular e integrar todos os componentes da edificação.

Fonte: Autor, 2020

Os autores citados no Quadro 1, divergem sobre a definição do termo *BIM*, para uns é conhecido como uma tecnologia (PÄRN, EDWARDS e SING, 2018; SAFRONOVA, BUDAKOV e IVANKINA, 2018 e WONG, GE e HE, 2018) e para outros com um processo (WEF, 2018; BRASIL, 2019; LOKSHINA, GREGUS e THOMAS, 2019; ALEKSANDROVA, VINOGRADOVA e TOKUNOVA, 2019). Para este trabalho o termo *BIM* será tratado como uma tecnologia.

Pärn, Edwards e Sing (2018) descrevem que há um aumento de publicações sobre o tema *BIM*. Além disso, a sua utilização está tornando-se obrigatória em grandes países. Safronova, Budakov e Ivankina (2018) descrevem que *BIM* é uma tecnologia inovadora para desenvolver e operar edificações.

Roberts *et al.* (2018) descrevem o *BIM* como uma tecnologia de disrupção para a construção civil, e Giudice (2018) apresenta o *BIM* como uma tecnologia inovadora para mudança de entrega de valor das organizações.

Safronova, Budakov e Ivankina (2018) apresentam um mapa com descrição das nações que possuem maior implementação dessa tecnologia indicadas na Figura 5, e permite ilustrar melhor a sua disseminação.

Figura 5 - Países com maior utilização da ferramenta BIM



Fonte: Safronova, Budakov e Ivankina (2018)

Aleksandrova, Vinogradova e Tokunova (2019) apontam que *BIM* é a tecnologia mais utilizada no âmbito da construção civil na Rússia. Xu *et al.* (2018) indicam que o *BIM* tem crescido rapidamente nas áreas de arquitetura, engenharia e construção em países como a China por exemplo. E, na Alemanha, é obrigatório o uso dessa tecnologia em projetos de infraestrutura (BERGER, 2016).

Agarwal, Chandrasekaran, Sridhar (2016) descrevem que, em países como Finlândia, Cingapura e Grã-Bretanha, a tecnologia *BIM* é utilizada pelos governos para projetos de infraestrutura.

Em 22 de agosto de 2019, foi aprovado o decreto número 9.983 instituindo no Brasil a estratégia nacional de disseminação do *BIM* e criado o comitê gestor da estratégia (BRASIL, 2019). Esse decreto tem nove objetivos. São eles: difundir; utilizar a tecnologia no setor público; buscar investimento para o *BIM*; estimular a capacitação em *BIM*; criar parâmetros para contratações com uso do *BIM*; desenvolver normas para adoção do *BIM*; desenvolver plataforma e biblioteca nacional; estimular novas tecnologias relacionadas ao *BIM*; e incentivar a concorrência do mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade *BIM*.

E, em 2 de abril de 2020, foi estabelecido o decreto 10.306 no Brasil que regulamenta a utilização do *BIM* para obras e serviços de engenharia executados por órgãos públicos (BRASIL, 2020). Esse decreto prevê a implementação nos ministérios de defesa e infraestrutura, na secretaria nacional de aviação civil e no departamento nacional de infraestrutura de transportes.

O decreto 10.306 prevê uma implementação de forma gradual em três fases, a partir de 2021 a primeira, a segunda fase em 2024 e a terceira fase em 2028 (BRASIL, 2020).

Com base nas definições sobre a tecnologia *BIM*, apresenta-se a seguir as principais aplicações dessa tecnologia na indústria da construção civil, seus benefícios, suas interações com outras tecnologias, suas barreiras e desvantagens, obtidas por meio da literatura explorada.

Safronova, Budakov e Ivankina (2018) e Faltinsky e Tukonova (2018) apresentam como vantagens do *BIM* a possibilidade de visualizar, analisar, mudar e alterar vários sistemas construtivos simultaneamente. Isso facilita a gestão dos projetos e a troca de conhecimento (ROBERTS *et al.*, 2018; PÄRN, EDWARDS e SING, 2018). O *BIM* também permite controlar indicadores de prazo, custos e de alterações de produto (FALTINSKY e TOKUNOVA 2018; LIU *et al.*, 2019).

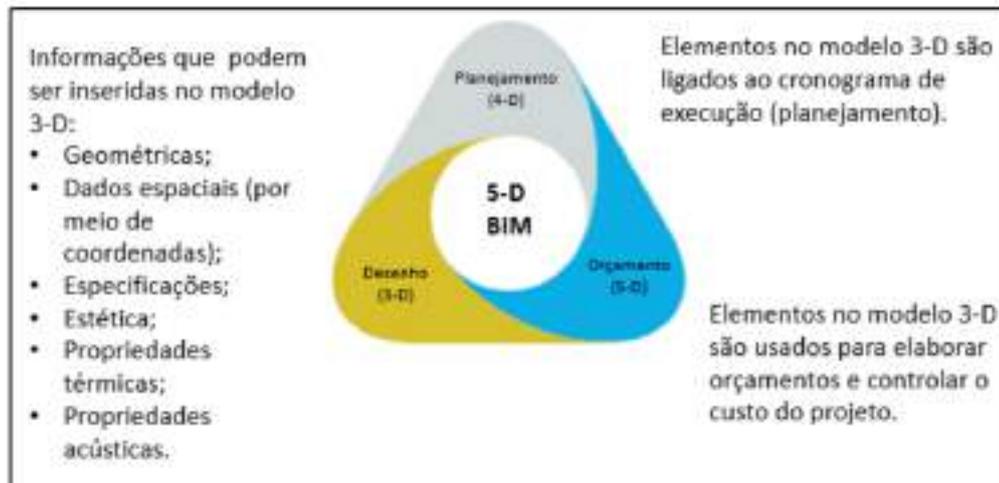
Pode-se destacar também a melhoria da comunicação com as partes interessadas, a redução de custos do projeto e a otimização do tempo gasto anteriormente com o processo de compatibilização (BERGER, 2016; PÄRN, EDWARDS e SING, 2018; HAUTALA, JÄRVENPÄÄ e PULKKINEN, 2017; SAFRONOVA, BUDAKOV e IVANKINA, 2018; FALTINSKY e TOKUNOVA, 2018; HWANG, NGO e HER, 2020; LI e CAO, 2020).

O monitoramento de projetos em *BIM* pode ser feito em todas as etapas de desenvolvimento do produto e no seu ciclo de vida (HAUTALA, JÄRVENPÄÄ e PULKKINEN, 2017; SANKARAN e O'BRIEN, 2018). Faltinsky e Tokunova (2018) e

Lokshina, Gregus e Thomas (2019) indicam que o monitoramento de projetos com a tecnologia *BIM* minimiza riscos de planejamento e possibilita maior controle do desenvolvimento dos trabalhos.

Alguns autores citam o *BIM* com 4D e 5D para trabalhos. A ferramenta *BIM* apresenta o protótipo de produtos em três dimensões, porém, quando inclui-se as informações prazos e planejamento físico do projeto, ele é entendido como 4D e, quando há a incorporação do custo do projeto, ele torna-se 5D (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016; ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017; GETULI *et al.*, 2018; LOKSHINA, GREGUS e THOMAS, 2019). A Figura 6 representa essa interação.

Figura 6 - Interação do BIM 5 D



Fonte: Agarwal, Chandrasekaran, Sridhar (2016)

A Interação do *BIM* 3D com o 4D e o 5D, indicada na Figura 6, permitem às organizações a criação de orçamentos e planejamentos físicos mais assertivos, viabilizando mais oportunidades de negócio e maiores margens de resultados (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016).

A implementação do *BIM* 4D permite a gestão da segurança do trabalho nas obras, possibilitando planejar a implementação e manutenção das medidas de controles para cada projeto (ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017; GETULI *et al.*, 2018), além de permitir a redução de custos destinados à segurança do trabalho, para controle e gerenciamento das medidas preventivas (ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017).

A tecnologia *BIM* também permite interação com outras tecnologias, a saber *IOT* (OESTERREICH e TEUBERG, 2016; WONG, GE e HE, 2018; LOKSHINA, GREGUS e THOMAS, 2019), realidade virtual (OESTERREICH, TEUBERG, 2016; GETULI *et al.*, 2018;

GIUDICE, 2018; PAVLOVSKIS *et al.*, 2019; HWANG, NGO e HER, 2020), realidade aumentada (OESTERREICH e TEUBERG, 2016; CUPERSCHMID, GRACHET e FABRÍCIO, 2016) e drones (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018; HWANG, NGO e HER, 2020).

O *IOT*, integrado ao *BIM*, permite monitorar equipamentos, máquinas e sistemas. Com isto, podem-se gerir dados para análise e interpretação no *BIM* (LOKSHINA, GREGUS e THOMAS, 2019). A conectividade também pode ser estendida ao controle de casas e cidades inteligentes elaboradas por meio do *BIM* (ALEKSANDROVA, VINOGRADOVA, TOKUNOVA, 2019). E Voordijk (2019) apresenta a utilização da *IOT* para monitorar o comportamento do concreto em estruturas e retroalimentar o modelo elaborado em *BIM*.

Para realidade virtual, sua integração com o *BIM* possibilita a realização de treinamentos de capacitação e orientações aos colaboradores de um projeto (CANUTO, MOURA e SALGADO, 2016; ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017; GETULI *et al.*, 2018; GIUDICE, 2018; PAVLOVSKIS *et al.*, 2019, HWANG, NGO e HER, 2020).

Os treinamentos permitem gerenciar e mitigar os riscos de segurança do trabalho envolvidos durante a construção dos projetos (ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017). Os maiores benefícios da integração entre *BIM* e a realidade virtual são simular as condições de trabalho; simular os riscos existentes; identificar novos riscos; promover conscientização e promover um ambiente de trabalho seguro a todos os colaboradores (ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017; HWANG, NGO e HER, 2020).

A realidade aumentada integrada ao *BIM* possibilita aos envolvidos no projeto a visualização das informações em maior escala, o que facilita a análise e interpretação dos dados. Auxilia também no desmembramento das tarefas para os colaboradores e diminui as dúvidas de montagem e execução dos sistemas construtivos (CUPERSCHMID, GRACHET e FABRÍCIO, 2016).

Por meio de drones, podem-se realizar inspeções, tirar fotos e realizar mapeamentos de áreas para fornecer dados à modelagem *BIM* (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018). E esses projetos podem ser monitorados durante sua vida útil por meio de drones, além de retroalimentar os modelos já desenvolvidos (HWANG, NGO e HER, 2020).

Todavia, a tecnologia *BIM* ainda possui muitos desafios e desvantagens para sua utilização e disseminação no segmento da construção civil, como os citados a seguir.

A cadeia de suprimentos precisa estar integrada na tecnologia *BIM* para melhor obtenção de resultados (LOKSHINA, GREGUS e THOMAS, 2019; SAFRONOVA, BUDAKOV e IVANKINA, 2018).

Muitas obras são atípicas, exclusivas e com muitas particularidades, entre elas, a adoção de novos sistemas construtivos e uso de diferentes materiais. Isso pode dificultar a implementação de novos projetos em *BIM*, pois é necessário que esses materiais e novos sistemas estejam disponíveis nas bibliotecas para uso e desenvolvimento do projeto (ZAYCHENKO, SMIRNOVA, BORREMANS, 2018).

A falta de conhecimento da tecnologia *BIM* por parte dos projetistas, fornecedores, usuários e clientes pode afetar a sua implementação (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS ,2018; XU *et al.*, 2018). O atendimento às legislações municipais, estaduais e federais é outro fator que dificulta a implementação dessa tecnologia (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS ,2018; XU *et al.*, 2018), visto que, conforme são criadas ou revisadas as legislações, a tecnologia necessitará de um período para atualização da sua biblioteca.

Há também o risco de que poucos softwares suportem a modelagem *BIM*, e isso diminui a interoperabilidade entre projetos (XU *et al.*, 2018; ROBERTS *et al.*, 2018). A implementação do *BIM* também pode ser afetada pela região e cultura das cidades, estados e nações (FALTINSKY e TOKUNOVA, 2018; XU *et al.*, 2018)

E, por fim, outro aspecto negativo refere-se à propriedade intelectual e aos direitos autorais dos projetos e bibliotecas desenvolvidas, que podem ser roubadas e transferidas para concorrentes (ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017; ROBERTS *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2019).

### 1.3.2 IOT – Internet of Things

Para discussão sobre a *IOT*, se faz necessário apresentar as definições sobre esta tecnologia digital. O Quadro 2 apresenta o resultado da pesquisa realizada nos artigos consultados.

Quadro 2 - Definições sobre *IOT* para entendimento desta tecnologia digital

Autor	Ano	Definição
Sommarberg e Mäkinen	2019	A tecnologia <i>IOT</i> trata do fenômeno de ligação dos elementos, materiais, equipamentos à internet. São gerados dados nos sensores acoplados aos objetos monitorados e analisados pela base de dados analítica.
Säynäjoki <i>et al.</i>	2017	É a utilização de sensores com tecnologia para comunicação de dados incorporados em objetos físicos, que possibilitam identificar seu posicionamento e monitorar seus dados por meio da internet.

Quadro 2 – Definições sobre *IOT* para entendimento desta tecnologia digital (continuação)

Lokshina, Gregus e Thomas	2019	Conecta sensores inteligentes para enviar e receber dados de produtos e serviços para análise e tomada de decisão de pessoas e empresas.
Agarwal, Chandrasekaran e Sridhar	2016	Dispositivos inteligentes que são acoplados aos objetos e permitem o fornecimento de dados para gestão e monitoramento dos serviços e produtos.
Santos Júnior, Galhardo e Leite dos Santos	2019	Dispositivos inteligentes que permitem gerenciar serviços e produtos por meio dos dados gerados entre os dispositivos e o local de recepção em uma plataforma na internet.
Jia <i>et al.</i>	2019	Equipamentos inteligentes conectados à internet que trocam dados entre si e para monitorar e manter o funcionamento de serviços e produtos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020

A *IOT* é uma das tecnologias digitais que está relacionada com a digitalização das empresas (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018). Os autores explicam que a digitalização nas empresas possui três ondas nesta era digital: a primeira sendo a computorização que inclui automação dos processos e telecomunicações; a segunda com plataformas online e sistema de nuvem para armazenamento das informações; e a terceira e última onda relaciona o uso das tecnologias digitais nos processos construtivos com o uso de *IOT*, *Big Data*, robótica, Inteligência artificial e impressão 3D.

A *IOT* é apresentada por Agarwal, Chandrasekaran e Sridhar (2016) como uma das 5 tendências que podem ser implementadas em projetos para a construção civil. São elas pesquisa de alta definição e geolocalização; *BIM 5D*; Colaborações e mobilidade digitais; e *IOT*.

Blanco *et al.* (2017) também apresentam algumas tecnologias como tendência de crescimento para o setor da construção civil, são elas *IOT*, *BIM 5D*, drones e realidade virtual.

Já, Santos Júnior, Galhardo e Leite dos Santos (2019) indicam que impressão 3D, *IOT* e drones são tecnologias que o setor da construção civil já tem utilizado nos seus processos.

Em contrapartida, Sommarberg e Mäkinen (2019) apontam as tecnologias de impressão 3 D, *Big Data*, inteligência artificial, computação na nuvem e *IOT* como tecnologias que ainda são emergentes para os processos de construção e fabricação de elementos e materiais da construção civil.

Baseado na descrição dos autores, pode-se afirmar que a *IOT* está entre as tecnologias que apresentam crescimento na sua utilização na indústria da construção civil. Baseado na literatura pesquisada, a seguir, apresentam-se as suas principais aplicações, interações, vantagens, barreiras e desvantagens.

De forma simplificada, a tecnologia *IOT* possibilita monitorar e controlar objetos e pode ser aplicada aos processos da construção civil (LOKSHINA, GREGUS e THOMAS, 2019) para realizar a gestão de materiais e equipamentos (BASTO, PELÀ e CHACÓN, 2017;

SÄYNÄJOKI *et al.*, 2017; ALEKSANDROVA, VINOGRADOVA e TOKUNOVA, 2019; VOORDIJK, 2019).

Uma área de aplicação é a logística, que segundo Berger (2016) ocupa parte do tempo dos funcionários e, para canteiros inteligentes, a logística pode ser aplicada às entregas dos insumos e maquinários de forma otimizada e mais assertiva.

A logística também pode ser utilizada com *IOT*, por exemplo, as escavadeiras podem solicitar caminhões, sempre que necessário. Um outro exemplo para *IOT* é a rastreabilidade de materiais por tecnologia *RFID* acoplada aos produtos.

Com a tecnologia *IOT* implementada nos equipamentos e materiais utilizados nos projetos de construções é possível obter dados de produtividade, consumo, tempo e desperdícios com este monitoramento. As empresas podem utilizar sensores, *RFID* e tecnologias sem fio para esta finalidade (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016).

A *IOT* pode ser adotada como mecanismo de mitigação dos problemas associados aos controles de materiais nas obras. Os autores Oliveira e Serra (2017) apresentam o controle de equipamentos e materiais por meio da tecnologia *RFID*, para facilitar o planejamento da construção e o controle de insumos, possibilitando ainda a geração de dados para viabilização de outros projetos ou melhoria nos controles dos processos internos.

A aplicação da tecnologia *RFID* pode ser implementada em diversos locais na cadeia produtiva da construção civil, entre elas: almoxarifados, controle de pessoas, controle de estoque, veículos e ferramentas (OLIVEIRA e SERRA, 2017).

Santos Júnior, Galhardo e Leite dos Santos (2019) destacam a utilização de rastreamento de máquinas e equipamentos com a tecnologia *IOT* controlados por meio de *RFID* e em alguns casos por *bluetooth* e aparelhos *smartphone*.

A tecnologia *IOT* pode ser implementada em caminhões tipo betoneira para controle da qualidade do concreto que será entregue nas obras, isto por meio da *RFID* conectada aos caminhões e ao mangote.

Outra utilização que pode ser adotada para *IOT* é o rastreamento de veículos, com isto é possível monitorar o fornecimento e recebimento de materiais para as obras (WOODHEAD e STEPHENSON, 2018).

Os autores Agarwal, Chandrasekaran, Sridhar (2016), citam cinco principais utilizações para *IOT*. São elas: o monitoramento e reparo de máquinas e equipamentos; o gerenciamento de estoque e pedido de materiais; a garantia da qualidade com verificações em fases críticas dos processos construtivos; a eficiência energética no monitoramento e a redução dos custos dos

projetos e, por último, a segurança, que permite monitorar motoristas, operadores, materiais e equipamentos a fim de evitar acidentes de percurso e de trabalho.

Esses controles podem também ser aplicados ao monitoramento de máquinas e equipamentos como medidas de manutenção preventiva (BLANCO *et al.*, 2017).

A tecnologia *IOT* também pode ser utilizada como meio de monitoramento dos sistemas construtivos, por exemplo, para monitorar a temperatura interna e externa, a umidade do local e a dimensão de fissuras de elementos estruturais (BASTO, PELÁ e CHACÓN, 2016).

É possível utilizar a *IOT* como método de medição e monitoramento dos equipamentos e materiais que possuam sistemas elétricos, como exemplo a utilização de sensores sem fio para monitoramento do concreto no acompanhamento da carga. Isto permite obter informações sobre a influência do clima e desgaste da sua vida útil (SANTOS JÚNIOR, GALHARDO e LEITE DOS SANTOS, 2019).

Voordijk (2019) indica que o *RFID* possui alta capacidade de resistência para ambientes e locais com grande agressividade. Portanto, essa tecnologia não terá o seu desempenho afetado no monitoramento do concreto e de sistemas construtivos em locais com condições adversas.

Há também controles implementados em *smart buildings* (prédios inteligentes) por *RFID* para monitoramento e gestão da edificação (JIA *et al.*, 2019). O monitoramento de casas inteligentes pode ser realizado por meio da tecnologia *IOT*, usando a adoção de sensores nos objetos e equipamentos para operação e manutenção (ALEKSANDROVA, VINOGRADOVA e TOKUNOVA, 2019).

Isso permite que a tecnologia forneça conhecimento sobre os locais monitorados e esses dados podem ser utilizados como parâmetros de construção de novos produtos mais confortáveis e personalizados às necessidades humanas (SÄYNÄJOKI *et al.*, 2017).

A utilização da tecnologia *IOT* permite que os envolvidos no processo possam tomar decisões mais rápidas e assertivas, baseadas em dados gerados em tempo real (LOKSHINA, GREGUS, THOMAS, 2019).

Todavia, essa tecnologia possui alguns desafios e barreiras para sua adoção e disseminação. Entre eles está a inviabilidade financeira para implementação (JIA *et al.*, 2019; ALEKSANDROVA, VINOGRANOVA e TUKONOVA, 2019), que pode retardar o processo nas empresas e no segmento da construção civil.

Jia *et al.* (2019) apontam para o fato de que os pontos que podem atrasar o crescimento dessa tecnologia refletem o retorno sobre investimentos, que podem não ser atrativos a curto prazo; a segurança, vulnerabilidade e privacidade dos dados das pessoas e empresas, além da aquisição e processamento dos dados, que precisam ter a capacidade de limpar e tratar os dados

corrompidos ou vazios, durante o seu processamento, além da análise da sua consistência quando recebidos de diversas fontes.

### 1.3.3 Drones

Para discussão sobre drones, se faz necessário apresentar as definições sobre esta tecnologia digital.

O Quadro 3 apresenta o resultado da pesquisa realizada nos artigos consultados.

Quadro 3 - Definições sobre drones

Autor	Ano	Definição
ANAC – Agência nacional de aviação civil	2017	São aeromodelos não tripulados, operados de forma remota e utilizados para fins de recreação.
ICA 100-40 DECEA - Ministério da defesa do comando da aeronáutica	2015	Aeronaves não tripuladas.
Makadsi e Makdisi-Somi	2019	Veículo aéreo não tripulado, controlado de forma remota.
Rao, Gopi e Maione	2016	Veículo aéreo que não necessita de piloto para operação e é controlado de forma remota.
McDonald	2019	Veículo aéreo que representa uma tecnologia para mitigar problemas de inspeções e permite rápida coleta de dados para análise e trabalho.
Mangiaracina <i>et al.</i>	2019	Veículos aéreos não tripulados que transportam ou não objetos e usam como meio de navegação a tecnologia de geolocalização.

Fonte: Autor, 2020

O uso drones começa a surgir em obras para realização de vistorias, análise de terrenos e coleta de dados para tomada de decisões (BERGER, 2016). Segundo Bogue (2018), os drones têm aumentado sua contribuição e valor para construção nos últimos anos.

Blanco *et al.* (2018) afirmam que a tecnologia digital drones surge como uma tendência de utilização para o segmento da construção civil auxiliando no monitoramento e inspeção de algumas atividades críticas para os processos construtivos.

A implementação de drones também permite fotos com maior qualidade e análise de locais com difícil acesso humano (AGARWAL, CHANDRASEKARAN e SRIDHAR, 2016). A partir da utilização de drones, os custos podem ser reduzidos, tendo em vista a diminuição do custo com a locação de materiais e equipamentos para inspeções em altura, diminui-se o custo de funcionários para operação dos equipamentos e a quantidade de pessoas que realizariam as inspeções sem a tecnologia drone.

A utilização de drones permite oferecer maior padronização e qualidade na realização dos processos e serviços, diminuindo o tempo de execução, verificação e validação dos serviços (KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019).

Dentre as principais vantagens no uso de drones, destaca-se a economia gerada nas inspeções de obras de arte, que possuem custo elevado, por causa de equipamentos e mão de obra especializada. Nesse sentido, a adoção de drones permite reduzir estes custos e o tempo necessário para esse tipo de inspeção, que consiste na montagem de equipamentos e içamento das pessoas para realização das atividades (BLANCO *et.al*, 2018).

Segundo os autores Santos Júnior, Galhardo e Leite dos Santos (2019), os drones são equipamentos de fácil manuseio e baixo custo para implementação, ademais, são indicados para mapeamento de locais de trabalho, fotos e filmagens de terrenos, obras de infraestrutura, obras de arte, edifícios em construção e edifícios construídos.

Canuto, Moura e Salgado (2016) destacam, como vantagem de trabalho, o alcance dos drones para realização dos trabalhos, em relação à altura de voo e quanto à distância a ser sobrevoada em relação ao ponto de localização de controle do operador.

Para monitoramento e acompanhamento do planejamento de obras, é possível inspecionar o andamento de algumas atividades nas obras por meio de drones (KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019; HWANG, NGO e HER, 2020).

O uso de drones pode ser integrado aos projetos *BIM*, podendo usar as fotos e dados coletados para iniciar novos projetos ou retroalimentar os projetos em andamento das organizações (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018; PAVLOVSKIS *et al.*, 2019; HWANG, NGO e HER, 2020).

Os dados coletados dos drones também podem ser utilizados por impressoras 3D, ao combinar-se o escaneamento a laser com os dados de uma pesquisa topográfica, por exemplo (OESTERREICH e TEUTEBER, 2016; ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018).

Zaychenko, Smirnova e Borremans (2018) apontam como vantagens da utilização de drones alguns aspectos, entre eles: segurança, eficiência de projeto e precisão dos dados coletados. Isto possibilita reduzir o custo destinado ao serviço de topografia do projeto, a redução dos gastos com as contratações e locação de equipamentos para este tipo de inspeção.

Bogue (2018) apresenta a utilização de drones para controle de materiais, utilizando a tecnologia para realização de inventário em locais com produção de matérias primas e materiais de grandes portes.

Lenda *et al.* (2016) e Melo Junior *et al.* (2018) apresentam a utilização de drones para mapeamento de patologias em fachadas por meio de fotos, que possibilitam monitorar e tomar medidas preventivas e corretivas para os sistemas construtivos construídos.

Os autores Kim, Sim e Cho (2015) abordam a utilização da tecnologia drone para detecção de fissuras em grandes estruturas de concreto, por exemplo, pontes, prédios e usinas nucleares. Nesses tipos de obras, muitos locais possuem acessos restritos ou com extrema dificuldade para inspeções humanas, desta forma o uso de drones apresenta-se como uma solução para verificação e monitoramento da durabilidade do concreto.

E os autores Makadsi e Makdisi-Somi (2019) apresentam a tecnologia drone como forma de monitoramento e gerenciamento da segurança nas obras, sendo adotada para fotografar e filmar condições e comportamentos inseguros dos colaboradores envolvidos.

Em contrapartida, os drones possuem algumas barreiras e desafios para sua implementação. Os autores Zaychenko, Smirnova e Borremans (2018) apresentam algumas desvantagens. São elas: o planejamento inicial dos trabalhos que não incorporam estes custos aos projetos; as obras com muitas particularidades que impedem a criação de procedimentos rotineiros; a capacitação para seu uso; o atendimento as legislações da aviação; os custos com treinamento e a manutenção das equipes técnicas.

Greenwood, Lynch e Zekkos (2019) apontam a questão de geoposicionamento como outro fator limitante dessa tecnologia, dado que, em alguns casos, os trabalhos são realizados em locais com conexão ruim ou inexistente, situação que dificulta a realização das atividades.

Golizadeh *et al.* (2019) apresentam alguns fatores, descritos como barreiras para implementação e uso de drones na construção civil. São eles: o tempo de voo limitado; a baixa resolução da qualidade das imagens capturadas a depender do aparelho utilizado para inspeção; atendimento as legislações pertinentes; certificados e treinamentos dos operadores; segurança pública; acidentes; condições climáticas; custos de manutenção dos equipamentos e de capacitação para uso e operação dos drones.

### 1.3.4 Impressão 3D

Para iniciar a discussão do tema impressão 3D, apresenta-se no Quadro 4 as definições, oriundas da pesquisa realizada na literatura. Para melhor compreensão e entendimento sobre o tema.

Quadro 4 - Definições sobre impressora 3D

Autor	Ano	Definição
Borges	2016	Produção de elementos físicos, criados de modelos digitais, dentro de equipamentos que extinguem as etapas de montagem e fabricação.
Taparello	2016	Produção por meio de prototipagem rápida, com auxílio de dados fornecidos por softwares CAD.
Yossef e Chen	2015	Fabricação de objetos sólidos tridimensionais a partir de modelos digitais como referência.
Kun	2016	É a criação de um objeto de forma integrada com auxílio de uma referência digital.
Ma, Wang e Ju	2018	É a impressão tridimensional de um modelo digital desenvolvido em software

Fonte: Autor, 2020

A impressão 3D é apontada como uma das tecnologias que estão atreladas à onda de inovações da era digital (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018). Os autores Santos Júnior, Galhardo e Leite dos Santos (2019) apontam a impressão 3D como umas tecnologias mais utilizadas pela área da engenharia civil.

De acordo com Vovchenko *et al.* (2017), a tecnologia digital de impressão 3D altera todo processo de desenvolvimento dos produtos e serviços das organizações. Os autores Ma, Wang e Ju (2018) indicam o desenvolvimento em grande escala da impressão 3D como uma forma rápida de inovação e competitividade para as empresas.

A utilização da impressão 3D já permitiu a construção de edificações completas (Vovchenko *et al.*, 2017; FALTINSKY e TOKUNOVA, 2018; ALEKSANDROVA, VINOGRANOVA e TUKONOVA, 2019) e pode optar-se, a depender do tipo do projeto, por sua construção fragmentada (FALTINSKY e TOKUNOVA, 2018).

Segundo Vovchenko *et al.* (2017), as impressoras 3D já constroem casas de concreto, desde 2014 na China. Algumas podem ser construídas em até 24 horas (YOSSEF e CHEN, 2015).

A adoção das impressoras 3D tem se expandido no segmento da construção civil. Isso ocorre pela redução dos custos de execução de projetos por meio desta tecnologia e da economia gerada em relação ao tempo, à mão de obra utilizada e aos custos indiretos do projeto (BORGES, 2016).

Esta tecnologia pode ser aplicada na concepção de materiais e sistemas construtivos, que, segundo Berger (2016), poderá automatizar a produção e aprimorar a garantia da qualidade nesse processo. A impressão 3D também pode ser utilizada para criação, reposição e substituição de componentes, entre eles: materiais, sistemas e equipamentos incorporados ao produto entregue (SANTOS JÚNIOR, GALHARDO e LEITE DOS SANTOS, 2019).

A impressora 3D possui vários materiais que podem ser utilizados como matéria prima, entre eles: cera, cerâmica, vidro, aço, titânio, alumínio, terra e plásticos (TAPARELLO, 2016). Essa variedade de matérias permite a fabricação de diferentes produtos e materiais, possibilitando a mudança do insumo cimento por terra nas construções, que pode gerar economia em relação ao custo do projeto (TAPARELLO, 2016).

A matéria prima utilizada para projetos com a impressão 3D possui menor perda no seu consumo, o que, para os fabricantes e construtores, se torna economia e facilita a gestão de logística, a estocagem e o controle dos seus insumos e produtos fabricados (TAPARELLO, 2016).

Com a utilização de impressoras 3D nos canteiros de obras, uma das principais mudanças é no projeto do canteiro, que deve ser estudado e elaborado considerando somente os maquinários e as matérias primas que serão empregadas no projeto (BORGES, 2016).

Vovchenko *et al.* (2017) indicam que as impressoras 3D criam mudanças significativas nas organizações e que algumas empresas poderão imprimir alguns componentes e deixar de adquiri-los dos seus atuais fornecedores, reduzindo seus custos de produção (VOVCHENKO *et al.*, 2017; ALEKSANDROVA, VINOGRANOVA e TUKONOVA, 2019).

A adoção dessa tecnologia apresenta redução de custos no planejamento do projeto (YOSSEF e CHEN, 2015; VOVCHENKO *et al.*, 2017; MA, WANG e JU, 2018; FALTINSKY e TOKUNOVA, 2018), por exemplo, encargos salariais, custos fixos de colaboradores, diminuição de gastos com equipamentos de segurança do trabalho e medidas preventivas de acidentes no trabalho (YOSSEF e CHEN, 2015; TAPARELLO, 2016; MA, WANG e JU, 2018; FALTINSKY e TOKUNOVA, 2018).

Outra redução de custo gerada pela impressão 3D é o gasto com a gestão de resíduos que as construtoras possuem, esse custo é minimizado pelo baixo desperdício do processo (YOSSEF e CHEN, 2015; MA, WANG e JU, 2018).

Todavia, essa tecnologia possui algumas desvantagens e desafios para sua implementação e uso, por exemplo a falta de regulamentações e legislações para fiscalização, padronização e monitoramento do uso e comercialização dos produtos, e a ausência de órgãos para aprovação, certificação e controle para comprovação da qualidade e desempenho destes materiais e sistemas construtivos (VOVCHENKO *et al.*, 2017; MA, WANG e JU, 2018).

Outas barreiras destacadas são a adequação que as empresas precisam criar para atendimento em grande escala dos mercados locais, a baixa quantidade de produtos construídos por meio dessa tecnologia e a falta de dados sobre as possíveis patologias geradas e suas possíveis ações corretivas e preventivas (YOSSEF e CHEN, 2015).

O custo de compra e manutenção das impressoras pode inviabilizar alguns tipos de projetos, por exemplo os de baixo padrão, voltados para famílias de baixa renda, e as questões ambientais e legais para implementação, que precisam estipular regras e controles para o processo de fabricação, obtenção da matéria prima e descarte dos resíduos gerados neste ciclo de construção (YOSSEF e CHEN, 2015).

Além disso, como não há muitas empresas e fabricantes que atuam com esta tecnologia, algumas peças e elementos podem sofrer com falta ou demora para reposição ou ainda apresentar mau desempenho, quando utilizadas de outros fornecedores para substituição (MA, WANG e JU, 2018).

E, por último, há a limitada aceitação de matérias primas para realização dos trabalhos. Isso pode aumentar o custo dos materiais com aumento da sua demanda e dificultar a redução de custos previstos para algumas etapas do projeto (MA, WANG e JU, 2018).

### 1.3.5 Inteligência artificial

Para discussão sobre o tema inteligência artificial, primeiramente são apresentadas algumas definições, obtidas por meio da literatura consultada e que facilitam o entendimento sobre o assunto. Os resultados destas definições estão indicados no Quadro 5.

Quadro 5 - Definições sobre inteligência artificial

Autor	Ano	Definição
Martins	2018	É o aprendizado da máquina por meio de dados gerados ou fornecidos.
Tan	2018	Tecnologia que desenvolve métodos e processos para compreender a inteligência dos seres humanos e tem como objetivo realizar tarefas que eram ou são realizadas pela inteligência das pessoas.
Eber	2019	Tecnologia que tem como objetivo tomar decisões melhores ou iguais a de um ser humano, quando exposta às mesmas condições, subsidiada pelas mesmas informações para análise e tomada de decisão.
Kok et al.	2009	É a capacidade de máquinas computadorizadas adquirirem conhecimento, adaptação e autocorrecções por meio de dados gerados e obtidos.
Jakhar e Kaur	2020	Campo da ciência da computação que trabalha criando e alimentando programas e sistemas com atividades que precisam de conhecimento humano. Entendido como inteligência humana nos aparelhos.

Fonte: Autor, 2020

A seguir são apresentados os principais benefícios, utilizações, barreiras e desvantagens dessa tecnologia presentes na literatura consultada.

Inteligência artificial é uma tecnologia que surge como facilitador da automação industrial das empresas (BEWARI, 2020), além de trazer benefícios de eficiência, desempenho e melhorias vinculadas aos produtos e serviços, gerando também reduções de custos operacionais.

A inteligência artificial surge como uma tecnologia emergente para a construção civil junto com *IOT*, *Big Data* e impressão 3D (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018) que possuem potencial para mudanças e transformação dos processos construtivos das empresas.

A utilização de inteligência artificial é atrelada em alguns softwares que, baseado nos dados inseridos em sua memória e nas informações de retroalimentação, irão gerar informações para trabalho e desenvolvimento de projetos, produtos e serviços (EBER, 2019).

Essa tecnologia pode ser aplicada para monitoramento das atividades dentro das obras, por exemplo para analisar o comportamento inseguro dos colaboradores, indicar locais com riscos de acidentes e identificar locais que precisam de cuidados ou manutenções (FANG *et al.*, 2020).

A utilização de inteligência artificial permite o desenvolvimento do conhecimento aplicado às máquinas por meio de dados existentes, retroalimentações e autocorreções que as máquinas recebem. Isso é possível com a produção e recebimento dos dados que os equipamentos utilizam durante operação (SOMMARBERG e MÄKINEN, 2019).

A inteligência artificial relaciona-se com outras tecnologias, por exemplo robótica, *IOT* e impressão 3 D. Com essas tecnologias, a inteligência artificial trabalha com aprendizado das máquinas, ou seja, conforme os equipamentos são utilizados, apresentando erros e acertos, as máquinas vão adquirindo e aprimorando os conhecimentos obtidos e programados (MUHURI, SHUKLA e ABRAHAM, 2019).

A utilização da inteligência artificial combinada com a impressão 3D também é apresentada por Tan (2018). Este autor descreve que a tecnologia é utilizada para desenhar e desenvolver novos materiais e sistemas por meio de impressão com a inteligência artificial por trás desse processo.

Para realizar as impressões, é necessária a configuração de um grande banco de dados dos materiais e dos algoritmos que irão realizar as etapas de impressão. A vantagem de utilizar os algoritmos de aprendizado é o aproveitamento das suas informações para melhorias das demais produções ou correções nos processos realizados (TAN, 2018).

A inteligência artificial baseia-se em redes neuronais, que são modelos computacionais que se assemelham às células nervosas para obter e gerar informações (MARTINS, 2018). A

inteligência artificial instrui as máquinas para montagens, instalações e realização de atividades para produção de serviços e produtos (MARTINS, 2018).

A inteligência artificial pode ser utilizada para captação de clientes, usando algoritmos de buscas e pesquisas, inserindo propagandas de um produto ou serviço para determinado perfil de consumidor (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

Um método de facilitar a experiência dos clientes é o atendimento inicial de sites de empresas por meio de robôs e inteligência artificial, utilizando dados e informações cadastradas no seu sistema. Isso permite um direcionamento mais preciso e assertivo às áreas de atendimento ao cliente (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

Outros exemplos de aplicação da inteligência artificial na construção civil são tributação em *blockchain* (cadeia de bloco), ou seja, uma cadeia de confiança para gerenciamento de transações, aluguel automatizado, propriedades inteligentes, detecção de fraudes tributárias e previsão de preços de produtos (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

Bewari (2020) descreve que essa tecnologia permite progressos nos processos organizacionais das empresas, seja em tarefas simples de baixa coleta ou inserção de dados, até o fornecimento de informações consolidadas para tomada de decisão e direcionamento de produtos ou serviços.

A inteligência artificial otimiza atividades rotineiras, reduzindo custos, com geração de relatórios, processos e atividades. Isso reduz horas de trabalhos, que podem ser direcionadas para outras tarefas ou até mesmo o enxugamento do quadro de colaboradores. Ademais, isso pode reduzir a carga tributária de encargos (BEWARI, 2020).

Outra aplicação da inteligência artificial é atribuída ao gerenciamento de atividades no canteiro de obras, o setor da construção civil possui muitos riscos em suas atividades, por exemplo trabalho em altura, riscos acidentes elétricos, quedas de materiais entre outros (FANG *et al.*, 2019). Nesse sentido, a inteligência artificial pode contribuir para identificação de locais com condições inseguras, processando o comportamento e tomadas de decisões dos colaboradores e, com isso, direcionando treinamentos mais adequados e específicos (FANG *et al.*, 2019).

Contudo, a inteligência artificial possui algumas barreiras e desafios para sua total implementação nas organizações. Bewari (2020) indica que o banco de dados dos sistemas e máquinas é limitado, com isso não pode prever todas as situações possíveis em seu uso.

Outra limitação da ferramenta é a identificação correta e precisa das pessoas em situações inseguras nas obras, como descrito por Bewari (2020).

A resistência às mudanças que as empresas e pessoas possuem é apresentada como uma barreira para implementação desta tecnologia. Isso pode prejudicar a evolução e os benefícios que os projetos iriam obter (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

### 1.3.6 Realidade virtual

Antes de apresentar os principais usos, benefícios e desvantagens e barreiras sobre a tecnologia digital realidade virtual, é necessário apresentar as definições encontradas na literatura explorada sobre o tema para melhor compreensão sobre o assunto. O Quadro 6 apresenta os resultados desta pesquisa.

Quadro 6 - Definições sobre realidade virtual

Autor	Ano	Definição
Canuto, Moura e Salgado	2016	Local constituído de simulações computacionais que captam a localização dos indivíduos e possibilita que as suas ações sejam reproduzidas no ambiente virtual, sentindo-se mentalmente imerso.
Prado Junior	2018	É uma tecnologia que permite analisar processos, visualizar serviços, avaliar projetos, dar treinamentos e ajuda a tomar decisões.
Martins	2018	É o método de integrar o usuário em um ambiente virtual, simulando as interações entre o ambiente físico projetadas no ambiente virtual.
Zou, Kiviniemi e Jones	2017	É a capacidade de um computador reproduzir virtualmente animações e movimentos realizados por pessoas e equipamentos no ambiente externo.
Kayhani et al.	2019	É uma mistura de computação gráfica, tecnologia de sensores e processamento digital, que possibilita a interação de pessoas que estão no ambiente físico para o virtual

Fonte: Autor, 2020

Agarwal, Chandrasekaran e Sridhar (2016) destacam a tecnologia realidade virtual como uma tendência para o setor da construção civil, que pode ser implementada em projetos e processos. Esta tecnologia surge como opção de otimizar treinamentos e orientações de trabalho para empresas (FU, 2015; ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017; GETULI *et al.*, 2018; BLANCO *et al.*, 2017).

A tecnologia realidade virtual possibilita o planejamento de atividades e apresenta detalhes dos projetos em maior escala para as partes interessadas, facilitando a análise e interpretação das informações (KAYHANI *et al.*, 2019; HWANG, NGO e HER, 2020).

A realidade virtual apresenta às organizações uma nova forma de planejamento, analisando riscos técnicos de construção, de segurança e possíveis incompatibilidades de execução (FU, 2015; BLANCO *et al.*, 2017; PRADO JUNIOR, 2018).

Os projetos de construção civil geralmente envolvem riscos de planejamento e segurança para alguns colaboradores, alguns desses riscos podem ser mitigados por meio da realidade virtual (GETULI *et al.*, 2018; BLANCO *et al.*, 2017).

Em relação à segurança nas obras, a realidade virtual é introduzida como ferramenta de treinamento para colaboradores e visitantes durante a execução dos projetos. Antes de iniciar os trabalhos, os profissionais recebem treinamento com óculos que possuem a tecnologia e permitem simular as condições inseguras das obras, conscientizando as pessoas que irão trabalhar na obra (GETULI *et al.*, 2018; BLANCO *et al.*, 2017).

Pode-se também utilizá-la para treinamentos de planos de emergência, situações em caso de incêndio ou outros fatores que necessitam parada da realização das atividades e evacuação dos postos de trabalho (GETULI *et al.*, 2018).

Outro exemplo de aplicação da realidade virtual é o planejamento de atividades por meio dessa tecnologia (FU, 2015; KAYHANI *et al.*, 2019). Para essa finalidade, ela é usada como teste de implementação de ferramentas e equipamentos nas obras, isso permite enxergar as restrições, conflitos e validar a melhor logística para construção. Além de reduzir custos por falhas de planejamento, pode gerar economia com a redução de etapas construtivas e diminuição do retrabalho (KAYHANI *et al.*, 2019).

Para construção civil, a realidade virtual trabalha com dados estruturados em modelagem 3D, que facilitam apresentações e discussões técnicas acerca das melhores soluções construtivas para os projetos. Isso possibilita também a simulação de cenários e situações de uso e operação do projeto (FU, 2015).

A realidade virtual permite simular visitas por obras, edificações que estão danificadas, locais com restrição de acesso e ambientes que já foram destruídos, usando a tecnologia como meio de apresentação das obras (CANUTO, MOURA e SALGADO, 2016).

Como forma de planejamento de serviços, Prado Junior (2018) cita a interação da tecnologia com o processo de montagem de paredes de estruturas de madeira. Nessa situação, são fornecidos treinamentos sobre montagem e instalação dos componentes que formam o sistema construtivo (PRADO JUNIOR, 2018).

A realidade virtual também pode ser utilizada em conjunto com a tecnologia *BIM*, nesse sentido o projeto desenvolvido em *BIM* é transportado para a plataforma que permite analisar os dados em realidade virtual, facilitando análises críticas, discussões e tomadas de decisões durante o desenvolvimento do projeto (GETULI *et al.*, 2018; ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017).

Todavia, essa tecnologia possui barreiras e desafios para sua implementação em todo setor da construção civil. A baixa capacitação e conhecimento de pessoas para implementação da tecnologia nas empresas, o custo de implementação, além da parametrização para que possa ser utilizada com outras tecnologias, por exemplo, o *BIM* (ZOU, KIVINIEMI e JONES, 2017).

Outra barreira dessa tecnologia é o nível de detalhamento que os projetos exigem, sendo necessário inserir ou ajustar informações para atendimento a cada especificidade, que pode retardar o desenvolvimento dos trabalhos e inviabilizar a sua implementação para projetos com curta duração de desenvolvimento (PAVLOVSKIS *et al.*, 2019).

### 1.3.7 Big Data

Para iniciar a discussão sobre a tecnologia digital *Big Data*, se faz necessário apresentar as definições encontradas na literatura pesquisada para melhor compreensão do tema e posterior explanação das suas vantagens, usos, benefícios, desvantagens e barreiras. O Quadro 7 apresenta os resultados desta pesquisa.

Quadro 7 - Definições sobre o termo *Big Data*

Autor	Ano	Definição
Veras, Suresh e Renukappa	2018	É o conjunto de dados que não podem ser gerenciados por ferramentas tradicionais, para captura, armazenamento e análise dos dados.
Ullah, Sepasgozar e Wang	2018	Refere-se ao grande volume de dados que não podem ser processados por softwares tradicionais.
Jia et al.	2019	É o conjunto dos 3 grandes Vs, sendo o primeiro o volume de dados, o segundo a velocidade de dados e o último a variedade de dados.
Bilal et al.	2016	Big data possui três atributos de definição, são eles o volume, a variedade e a velocidade dos dados.

Fonte: Autor, 2020

O volume de dados cresce de forma exponencial a cada segundo e muitas ferramentas se tornam obsoletas para análise e monitoramento destas informações. Para mitigar o trabalho dessas ferramentas, o *Big Data* surge como solução para reter e processar as informações desejadas (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018; TANG *et al.*, 2019).

Para a construção civil, o *Big Data* pode ser utilizado com *BIM* para armazenamento de dados, visando um maior banco de informações para os projetos e, conseqüentemente, entregando dados de forma mais rápida e consolidada para realização dos projetos (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018; TANG *et al.*, 2019).

Nwankpa e Roumani (2016) indicam *Big Data*, celulares inteligentes, plataformas em nuvem, redes sociais como tecnologias digitais que facilitam a TD nas organizações. Essa tecnologia é descrita como uma das quais permitem a digitalização das organizações, seguida da *IOT*, inteligência artificial e impressão 3 D (ZAYCHENKO, SMIRNOVA e BORREMANS, 2018). E a tecnologia *Big Data* também é apontada como uma ferramenta tecnológica emergente no setor da construção civil (SOMMABERG e MÄKINEN, 2019).

A tecnologia digital *Big Data* possibilita ao segmento da construção civil analisar os dados obtidos e gerados pelas organizações, o que facilita a tomada de decisão, baseada em informações e ajudam a direcionar as estratégias de atuação no mercado (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

Os dados utilizados pela construção civil podem ser coletados por sensores implantados nos edifícios ou sistemas construtivos, devendo ser transmitidos em curto espaço de tempo e armazenados num banco de dados protegido e confiável. Dessa forma, a(s) empresa(s) pode(m) tomar decisões e monitorar os seus processos (JIA *et al.*, 2019).

O uso do *Big Data* na construção civil pode auxiliar na análise das informações e dados obtidos e gerados com projetos, simulações, análises técnicas e dados do sistema *BIM* (VERAS, SURESH, RENUKAPPA, 2018).

Além de facilitar a implementação de medidas sustentáveis e a conexão entre a construção civil e o governo, o desempenho dos projetos poderá ser potencializado e obterá maior eficiência nos requisitos dos usuários e da sociedade (VERAS, SURESH, RENUKAPPA, 2018).

O *Big Data* e a inteligência artificial estão relacionados à análise de dados e produzem velocidade para interpretação das informações, isso apresenta qualidade na criação do valor para as organizações (WOODHEAD, STEPPHENSON e MORREY, 2018; SOMMARBERG e MÄKINEN, 2019).

A inteligência artificial das máquinas pode aprender por padrões e recebimento de informações, isso permite melhorias e evoluções nos processos atrelados a produção. Dessa forma, o *Big Data* é utilizado em conjunto com a inteligência artificial. Nesse caso, os dados coletados e gerados pela inteligência são armazenados e tratados no *Big Data* (WOODHEAD, STEPPHENSON e MORREY, 2018; SOMMARBERG e MÄKINEN, 2019).

O *Big Data* pode também ser utilizado com as tecnologias *IOT* e *BIM*, automatizando decisões e facilitando monitoramento dos processos (DALLASEGA, RAUCH e LINDER, 2018).

Para que as tecnologias sejam analisadas em *Big Data*, os dados gerados e obtidos precisam estar disponíveis online e as empresas necessitam criar parâmetros de inserção, recebimento e respostas para utilização das informações e otimização dos seus processos (TANG *et al.*, 2019).

Outra oportunidade para a tecnologia *Big Data* é base de dados dos softwares que precisarão dos dados por meio do *Big Data* e o crescimento das informações geradas por pessoas, empresas e equipamentos, que deverão ser geridas por essa tecnologia (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

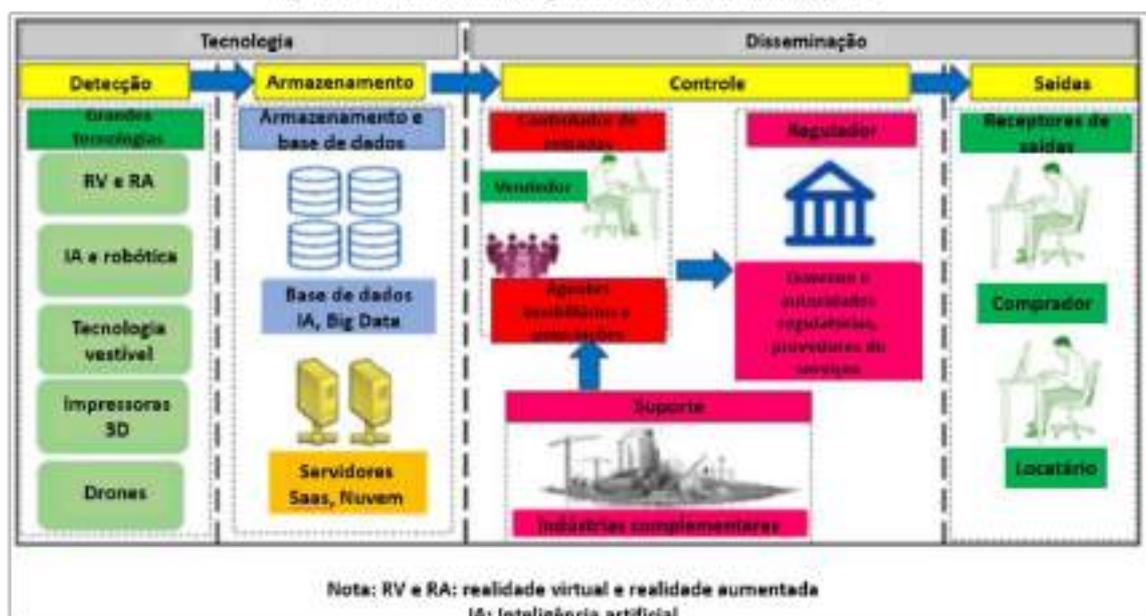
*Big Data* tem como vantagem a sua integração com *BIM*, computação na nuvem, *IOT*, prédios inteligentes e realidade aumentada. Para o *BIM*, os dados podem ser recebidos de bases externas a do local de uso, além de facilitar o processamento e desenvolvimento das aplicações.

O *IOT* e os prédios inteligentes podem monitorar os dados dos serviços e sistemas construídos, por exemplo o desempenho dos sistemas construtivos e das instalações. Com isso, as decisões são definidas em dados e apresentam maior assertividade (BILAL *et al.*, 2016).

Para realidade aumentada, a integração pode auxiliar na disponibilização dos dados de outros projetos, sites, bibliotecas e sistemas já desenvolvidos. Isso permite maior variedade de opções para criação e maior possibilidades de soluções para os produtos e serviços desenvolvidos (BILAL *et al.*, 2016).

A Figura 7 apresenta a interação do *Big Data* e as demais tecnologias.

Figura 7 - Interação do Big Data com outras tecnologias



Fonte: Ullah, Sepasgozar e Wang, 2018.

A Figura 7 ilustra como o *Big Data* interage com as demais tecnologias digitais, que tem como objetivo armazenar e suportar os dados gerados das outras tecnologias. Estes dados são utilizados pelas empresas e governo. E, ao final, alguns desses dados são utilizados pelos compradores ou locatários dos serviços das empresas ou do governo (ULLAH, SEPASGOZAR e WANG, 2018).

Na Rússia, o uso de *Big Data* é geralmente utilizado para gerenciamento de projetos e análise de vendas, o que possibilita tomar medidas ou criar ações para manter, aumentar ou mudar os trabalhos e processos (ALEKSANDROVA, VINOGRADOVA e TOKUNOVA, 2019).

Todavia, a tecnologia *Big Data* possui barreiras, desafios que podem dificultar, atrasar ou inviabilizar a sua implementação em algumas empresas. As principais barreiras são a burocracia das empresas para mudança e a cultura conservadora para adequação dos seus processos e operações, isto atrasa a disseminação desta tecnologia no setor da construção civil (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018).

Outra barreira é as falhas oriundas dos projetos que são mal estruturados por meio desta tecnologia, isso desmotiva a migração de empresas para implementação desta tecnologia (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018).

A crença de empresas e pessoas que os dados não são confiáveis impede a venda da ideia e a proposta de implementação, além da falta de conhecimento e interesse por mudanças e inovações nos processos construtivos (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018).

Outros desafios para implementação do *Big Data* são a padronização dos dados gerados e obtidos pelas empresas e equipamentos, a falta de treinamento e capacitação das pessoas para uso e operação (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018), a confidencialidade e segurança das informações privadas e, por fim, a falta de suporte do setor econômico e dos órgãos governamentais, como, por exemplo, a falta de investimentos e a criação de regulamentos e leis para controle e disseminação da tecnologia (VERAS, SURESH e RENUKAPPA, 2018).

#### **1.4 Implantação das tecnologias digitais na construção civil**

Para Blanco *et al.* (2017), a implementação das tecnologias digitais é facilitada por meio de 4 passos que podem ser adotados para auxiliar este processo, como estão indicados na Figura 8.

Figura 8 - Passos para o desenvolvimento das tecnologias digitais nas organizações



Fonte: Blanco *et al.* (2017)

O primeiro passo aborda a criação e foco na estratégia organizacional, que deve ser determinada por meio de metas e indicadores para acompanhar os processos implementados. Deve-se delegar responsáveis por etapas e processos, verificar a estrutura e suporte ofertados pela TI, identificar as lacunas e definir prazos para mitigação (BLANCO *et al.*, 2017).

O segundo passo é dado pela fase de teste em laboratórios, que compreende a estruturação de protótipos e testes para suas aplicações e monitoramento dos dados, a criação e acompanhamento de indicadores de desempenho, a análise das falhas e dos sucessos obtidos por meio dos testes e dos resultados dos indicadores (BLANCO *et al.*, 2017).

O terceiro processo é o direcionamento gerado pelos dados fornecidos, que será o direcionador do negócio das organizações e possibilitará simplificações nos processos, além de facilitar a implantação de soluções nas empresas (BLANCO *et al.*, 2017).

Por último, deve-se aumentar o investimento em soluções digitais para processos internos e externos, podendo ser feitos por meio de parcerias e elaborados por retroalimentações da indústria, concorrentes e demais partes interessadas (BLANCO *et al.*, 2017).

Koscheyev, Rappog e Vinogradova (2019) destacam que, como muitas tecnologias são utilizadas de forma segmentada, isso pode afetar o desempenho e não gerar todas as vantagens

esperadas pelas organizações. Além disso, as empresas também possuem dificuldades em integrar os processos financeiros e econômicos para as tecnologias relacionadas à TD.

Como caminho para o sucesso da implementação da TD nas empresas de construção civil, Koscheyev, Rappgof e Vinogradova (2019) apresentam três fatores que podem facilitar este processo, a saber: aderência, compatibilidade e criação de valor para os colaboradores.

A aderência deve direcionar os negócios para promoção da TD, contudo os resultados serão impactados diretamente se o planejamento de médio e longo prazo não for bem estruturado e isto poderá indicar resultados baixos ou negativos, além de pressionar os novos orçamentos e viabilidade de outros projetos (KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019).

A compatibilidade poderá garantir maior eficiência nas operações e integração dos processos corporativos, além da oportunidade de criação de novos negócios e entregáveis nos produtos e serviços já fornecidos pelas organizações (KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019).

A criação de valor para os funcionários se faz necessária para obter maior entrega e engajamento dos envolvidos. Isso deve ser estimulado por meio de cursos, capacitações e programas de desenvolvimento e crescimento profissional (KOSCHEYEV, RAPGOF e VINOGRADOVA, 2019).

Koscheyev, Rappgof e Vinogradova (2019) indicam que é necessária a mudança no modelo operacional das empresas, que deve ter foco na cooperação e interação do cliente. Trata-se de trabalhar com maior apresentação das vantagens dos seus produtos e serviços oferecidos aos clientes e usuários, adotar novas ferramentas de gerenciamento de processos e estimular a transparência dos dados e colaboração digital para desenvolvimento dos projetos.

Em suma, as empresas que se tornarem digitais mais cedo, sairão na frente dos seus concorrentes e poderão reduzir custos, com entregas mais assertivas, aumentar suas receitas e expandir seus negócios (BERGER, 2016).

## **1.5 Indicadores de inovação**

Silva *et al.* (2016) apresentam os indicadores de inovação como um desmembramento dos indicadores de produto e desenvolvimento, que estão em estágio inicial, mas possuem determinado nível de complexidade.

Silva (2018) descreve indicadores de inovação como fruto dos indicadores de projeto e

desenvolvimento utilizados nas empresas e suportados pela teoria científica, com o objetivo de monitorar dados ou processos.

Por fim, segundo a OECD – *Organization for Economic Cooperation and Development* (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) (2018), indicador de inovação é uma medida estatística derivada de um processo de inovação e analisada em uma amostragem, formada por projetos, processos ou outro parâmetro que a organização julga necessário para análise.

Além disso, algumas propriedades precisam ser consideradas para criação destes indicadores, são elas: relevância, precisão, confiabilidade, oportunidade, coerência e acessibilidade (OECD, 2018).

O Quadro 8 apresenta os indicadores de inovação encontrados na literatura pesquisada.

Quadro 8 - Relação dos indicadores.

Autor	Ano	Indicador	Métrica de mensuração
Beuren, Floriani e Hein	2014	Aquisição de softwares e/ou ferramentas para trabalhos	Quantidade de softwares e/ou ferramentas para trabalho adquiridas em um intervalo de tempo.
		Destinação de determinado valor para inovações	Gastos previstos em inovação / gastos realizados em inovação.
		Recursos para realização de treinamentos	Gastos previstos para realização dos treinamentos/ Gastos realizados para realização de treinamentos.
		Estruturação de P & D interno – Produto e desenvolvimento	Recursos previstos para estruturação de P & D interno/ Recursos realizados para estruturação de P & D interno.
		Estruturação de P & D externo	Recursos previstos para estruturação de P & D externo/ Recursos realizados para estruturação de P & D externo.
Lakiza e Deschamps	2018	Tempo gasto em projetos de inovação	Cálculo de horas trabalhadas nos projetos ou por projeto de inovação.
		Quociente de inovação	Avaliação dos componentes do projeto para definição do seu quociente de inovação, por meio notas e escalas previamente definidas.
Taques <i>et al.</i>	2020	Custo investido em P & D	custos previstos para P & D da organização / Custos realizados para P & D da organização.
		Número de pessoas em projetos de P & D	Quantidade de pessoas da organização atuantes em projeto(s) e/ou processos de inovação/ quantidade total de funcionários.
		Gastos com P & D externo	Gastos previstos com P & D externo / gastos realizados com P & D externo.
		Despesas com TI	Despesas previstas com a área de TI da organização / Despesas realizadas com área de TI da organização.
		Percentual de funcionários com graduação, mestrado e doutorado	Quantidade de pessoas da empresa que possuem título acadêmico/ quantidade total de colaboradores x 100.

Quadro 8 – Relação dos indicadores (continuação)

Tiques <i>et al.</i>	2020	Treinamentos para desenvolver habilidades	Quantidade de treinamentos realizados para processos e/ou projetos de inovações.
		Percentual de pessoas capacitadas	Quantidade pessoas capacitadas em projetos e/ou processos de inovação/ quantidade de funcionários da empresa x 100.
		Publicação de patentes	Quantidades de patentes geradas por um intervalo de tempo.
		Criação de marcas ou produtos	Quantidade de marcas ou produtos criados por um determinado período.
		Vendas de inovação	Percentual das vendas ou valor recebido por vendas de projetos inovadores da empresa.
		Divulgação de novos produtos	Quantidade de novos produtos divulgados e promovidos durante determinado período.
Santos e Pestillo	2019	Indicador de produtividade	Receita do setor em projetos de inovação / número de pessoas ocupadas nestes projetos.
		Margem operacional	(Margem operacional/ receita do setor) x 100.
		Margem líquida	(Lucro líquido/ receita do setor) x 100.
		Retorno sobre investimento	(Margem operacional/ total do ativo) x 100.
		Retorno sobre ativos	(Lucro líquido/ total do ativo) x 100.

Fonte: Autor, 2020

O Quadro 8 apresenta os principais indicadores utilizados pelos autores para coleta de dados sobre inovação. Os indicadores definidos Beuren, Floriani e Hein (2014) são quantitativos que buscam identificar se as metas definidas estão próximas ou iguais aos valores previstos, por exemplo aquisição de softwares e realização de treinamentos.

Os indicadores definidos por Lakiza e Deschamps (2018) são quantitativos medidos em tempo gasto para inovação e do quociente de inovação das empresas, que são definidos por escalas e métricas previamente estipuladas.

Tiques *et al.* (2020) definem também indicadores quantitativos, como custo investido em P&D e despesas com a TI. Santos e Pestillo (2019) utilizam indicadores quantitativos para análise dos projetos de inovação das empresas, por exemplo retorno sobre investimento e margem operacional.

Nessa dissertação optou-se por definir os indicadores constantes no Quadro 9 obtidos a partir da integração dos indicadores encontrados na literatura. Esses indicadores podem ser utilizados para acompanhamento e melhoria da maturidade digital na indústria da construção civil.

Quadro 9 - Indicadores adotados na dissertação para acompanhamento e melhoria do nível de maturidade das organizações

Nº	Indicador	Métrica para cálculo do indicador
1	Investimento em inovações para produto e desenvolvimento	$(\text{Investimentos previstos em inovações} / \text{Investimentos realizados em inovações}) \times 100$
2	Percentual de capacitação dos colaboradores	$(\text{Quantidade de colaboradores capacitados} / \text{total de funcionários da empresa}) \times 100$
3	Investimento em ferramentas de suporte para transformação digital	$(\text{Investimentos previstos em ferramentas de suporte para TD} / \text{Investimentos realizados em ferramentas de suporte para TD}) \times 100.$
4	Patentes geradas	Quantidade de patentes geradas por ano.
5	Produtividade	Receita do setor com os projetos de inovações / número de pessoas ocupadas nestes projetos.
6	Criação de novas marcas e/ou produtos	Quantidade novas marcas e/ou produtos criadas por ano
7	Margem operacional	$(\text{Margem operacional} / \text{receita do setor}) \times 100.$
8	Margem líquida	$(\text{Lucro líquido} / \text{receita do setor}) \times 100.$
9	Retorno sobre investimento	$(\text{Margem operacional} / \text{total do ativo}) \times 100.$

Fonte: Autor, 2020

O primeiro indicador avalia o investimento da empresa em produto e desenvolvimento. Esse indicador servirá para analisar como as empresas suportam suas tecnologias ou como planejam aumentar suas implementações.

O segundo indicador analisa a porcentagem de pessoas que estão capacitadas em projetos de inovações. Esse indicador tem como objetivo verificar se as organizações possuem programas de treinamentos e capacitações para seus colaboradores e se o conhecimento é distribuído durante a realização dos projetos.

O terceiro indicador analisa o valor investido em ferramentas que irão suportar as tecnologias digitais na empresa. Esse indicador serve para acompanhar a manutenibilidade das tecnologias das organizações.

O quarto indicador avalia o número de patentes que a empresa gerou em determinado período. Esse indicador tem como objetivo analisar quantos produtos são novos e a capacidade de inovação da empresa para novos produtos e serviços durante o período de mensuração.

O quinto indicador avalia a receita do setor sobre o número de pessoas alocadas no projeto. Esse indicador possui como objetivo avaliar os resultados de cada projeto para continuação das atividades, cancelamento de projetos ou ajustes de melhoria nos processos.

O sexto indicador analisa quantas novas marcas e/ou produtos foram criados no período. Esse indicador tem como diretriz atender ao planejamento estratégico das empresas e avaliar se a empresa obtém novos mercados ou insere-se em mercados existentes, que ainda não eram explorados pela organização.

O sétimo, oitavo e nono indicador analisam a margem operacional, a margem líquida e o retorno sobre investimento respectivamente. Eles têm como objetivo apresentar a viabilidade da manutenção ou não das tecnologias digitais, a aderência das estratégias digitais definidas pelas empresas e eles possibilitam analisar quais processos precisam de melhorias, automação, recursos ou infraestrutura para evolução e maior retorno financeiro dos projetos.

## 1.6 Maturidade digital

A maturidade digital é descrita como a integração dos processos digitais e do seu processo de transformação digital. Ela pode ser facilitada por meio do uso das tecnologias digitais e possibilita a implementação de inovações nos processos e na organização (WESTERMAN e MCAFEE, 2012; SHAWCROFT *et al.*, 2019).

A maturidade digital também é definida como uma habilidade para reagir ao(s) ecossistema(s) envolvido(s) da organização, a qual deve ser flexível para integrar dentro dos seus processos as mudanças de ambientes digitais e pode ser resumida como um processo ininterrupto de adaptações aos ecossistemas em que as empresas estão presentes (KANE *et al.*, 2017).

Shawcroft *et al.* (2019) descrevem que a maturidade digital é um processo vagaroso. Contudo, é indispensável para manutenibilidade das organizações no ecossistema em que estas estão envolvidas. Esse processo ocorre pelo crescimento da intensidade digital das empresas e pela intensidade que flui a gestão da transformação (WESTERMAN e MCAFEE, 2012).

Para determinação da maturidade digital da organização, Westerman *et al.* (2011) apresentam o modelo representado pela Figura 9. Esse modelo da maturidade digital, é desenvolvido em quatro dimensões, fashionistas, iniciantes, conservadores e *digitari* (termo adotado para empresas com alto nível de intensidade digital e alto nível de intensidade da gestão da transformação) (WESTERMAN *et al.*, 2011; WESTERMAN e MCAFEE, 2012; SHAWCROFT *et al.*, 2019).

Neste modelo, o estágio inicial indica empresas que utilizam poucas tecnologias digitais nos seus processos e possuem cultura digital incipiente nos seus processos. O estágio fashionista apresenta a implementação de algumas tecnologias digitais nos seus processos, em forma de silos, ou seja, restrita ao processo ou projeto sem interação com outras áreas da organização. Todavia, a intensidade da gestão da transformação é baixa (WESTERMAN *et al.*, 2011; WESTERMAN e MCAFEE, 2012).

O estágio conservador indica empresas que possuem poucos recursos digitais, mas possuem visão digital abrangente e uma forte governança com foco em capacitação digital nos silos, ou seja, em projetos específicos e sem integração com as demais áreas (WESTERMAN *et al.*, 2011; WESTERMAN e MCAFEE, 2012).

E, por fim, o estágio *digitari* que apresenta empresas com visão digital bem estruturada, muitos projetos digitais e cultura digital disseminada (WESTERMAN *et al.*, 2011; WESTERMAN e MCAFEE, 2012).

Figura 9 – Modelo utilizado por Westerman em 2011 para definição da Maturidade digital



Fonte Westerman *et al.* (2011)

Gill e Vanboskirk (2016) apresentam outro modelo de maturidade digital como meio de análise da sua implementação nas organizações, o qual é apresentado na Figura 10.

O modelo representado pela Figura 10 é dividido em 4 dimensões, que são interligadas. São elas: a cultura, a tecnologia, a organização e a percepção.

A Cultura visa à capacitação das pessoas para implementação da inovação. A tecnologia vincula-se aos recursos digitais utilizados pela organização. A organização deve possuir um alinhamento estratégico para alcançar a sua estratégia digital e de governança. E, por último, a percepção, aplicada para medir e monitorar os clientes e os dados gerados pelos seus negócios (GILL e VANBOSKIRK, 2016).

Figura 10 – Modelo utilizado por Gill e Vanboskirk em 2016 para definição da Maturidade digital



Fonte: Gill e Vanboskirk (2016)

Para análise da maturidade digital, os autores Berghaus e Back (2016) indicam nove dimensões como composição da maturidade digital. São elas: experiência do cliente, inovação de produto, estratégia, organização, processos de digitalização, colaboração, tecnologia da informação, cultura e conhecimento e, por fim, gestão da transformação.

Em 2016, também, o autor Valdez-de-Leon apresenta um modelo composto por sete dimensões que são indicadas na Figura 11.

O modelo de maturidade digital proposto por Valdez-de-Leon (2016) apoia-se na estratégia para direcionamento da maturidade digital. A organização deverá prover os recursos e conhecimento para desenvolvimento e implementação da maturidade digital.

Na dimensão cliente, as mudanças sofridas na maturidade digital das organizações são ocasionadas por meio das experiências vivenciadas pelos clientes e usuários. Neste modelo, as operações utilizam tecnologias digitais nos seus processos. Essas tecnologias suportam os serviços e produtos prestados e as inovações que visam às melhorias e evoluções dos processos organizacionais (VALDEZ-DE-LEON, 2016).

Figura 11 – Modelo utilizado por Valdez-de-Leon em 2016 para definição da Maturidade digital



Fonte: Valdez-de-Leon (2016).

Anderson e Ellerby (2018) implementam no modelo parecido ao proposto por Gill e Vanboskirk (2016), com o acréscimo da dimensão de operações, que está representada na figura 12.

Na Figura 12, dos autores Anderson e Ellerby (2018), a operação aparece como dimensão que utilizará as tecnologias nos seus processos e possibilitará a obtenção e atendimento das metas estratégicas da empresa. Dessa forma, nesse modelo, a dimensão da tecnologia será a responsável por suportar a infraestrutura necessária para operação das tecnologias nos processos para desenvolvimento de produtos e serviços.

Figura 12 – Modelo utilizado por Anderson e Ellerby em 2018 para definição da Maturidade digital



Fonte: Anderson e Ellerby (2018)

O modelo proposto por Anderson e Ellerby (2018) foi dividido em sub dimensões que exemplificam o que cada dimensão necessita para sua estruturação. A Figura 13 apresenta este modelo com estas as sub dimensões.

Figura 13 - Divisão das dimensões do modelo de maturidade digital dos autores Anderson e Ellerby



Fonte: Anderson e Ellerby (2018)

Gollhardt *et al.* (2020) apresentam um modelo de exploração da maturidade digital delineado por meio de cinco dimensões e suas sub dimensões, que estão indicados na Figura 14.

Figura 14 – Modelo utilizado por Gollhardt em 2020 para definição da Maturidade digital



Fonte: Gollhardt *et al.* (2020)

Neste modelo proposto por Gollhardt *et al.* (2020), indicado na Figura 14, a organização é denominada como dimensão de governança e estratégia. E outra mudança em relação aos demais modelos é a extinção da dimensão do cliente que se torna uma sub dimensão do ecossistema da organização.

Além dos modelos de maturidade digital supracitados, foram identificados na literatura

os parâmetros para avaliação destes níveis de maturidade digital. Alguns autores apresentam diferentes formas de análise e avaliação. Desta forma, elaborou-se o Quadro 10.

Quadro 10 – Descrição dos níveis de maturidade digital por diferentes autores.

Autor	Ano	Níveis	Resumo
Balaban, Redjep e Calopa	2018	Básico	Só possui a instalação das tecnologias digitais.
		Inicial	Poucos equipamentos com as tecnologias e baixa utilização.
		Ativo	Mais da metade dos equipamentos possuem tecnologias, contudo menos da metade as utiliza.
		Seguro	Quase todos os equipamentos possuem tecnologias e mais da metade as utilizam.
		Maduro	Quase todos os equipamentos possuem tecnologias e quase todos as usam.
Gill e VanBoskirk	2016	Céticos	Iniciantes no processo da maturidade digital.
		Adotantes	Investem em habilidades e infraestrutura.
		Colaboradores	Quebram barreiras tradicionais.
		Diferenciadores	Aproveitam-se dos dados e da experiência do cliente para manutenção da maturidade.
Kane <i>et al.</i>	2017	Inicial	Processo inicial para implantação da maturidade digital.
		Em desenvolvimento	Utilização de algumas ferramentas e recursos, ainda é necessário desenvolvimento dos processos.
		Amadurecendo	Processos implantados que acompanham e se adaptam ao seu ecossistema continuamente.
Koniari e Wetermann	2019	Início	Início da implementação da maturidade.
		Transformação	Processo em andamento para maturidade.
		Amadurecimento	Processo implementado e com acompanhamento do seu negócio periodicamente.
Carolis <i>et al.</i>	2017	Inicial	Com pouco ou sem controle dos processos e o processo de gestão é reativa. Gestão organizacional e tecnológica inadequada.
		Gerenciado	Processo planejado e executado de forma parcial. Gestão organizacional e tecnológica fraca.
		Definido	Possui planejamento e boas práticas de gestão. Contudo, há processo limitados por questões organizacionais ou tecnológicas.
		Integrado e interoperável	Processos planejados e executados de forma integrada e interoperável com base em padrões internos ou similares do seu segmento de mercado.
		Orientado digital	Processo bem estruturado com tecnologia e apoio da organização que suporta os processos e ajuda a garanti-los, com rapidez, robustez e segurança dos dados além da colaboração dos colaboradores nas tomadas de decisões.
Valdez-de-Leon	2016	Não iniciado	Processo de maturidade ainda não iniciado.
		Iniciando	Decisão de implementar a maturidade e início da implantação dos processos.
		Capacitação	Implementação do processo e formação da sua base de negócio digital.
		Integração	Integração dos processos com toda a empresa e provisão de suporte e recursos para sua execução.
		Otimização	Processos implementados e com ajustes para melhoria contínua do seu desempenho.
		Pioneirismo	Trilhando novos caminhos com suas tecnologias e acompanhando as mudanças do seu segmento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A próxima seção apresenta a metodologia utilizada para condução deste trabalho.

## 2 METODOLOGIA

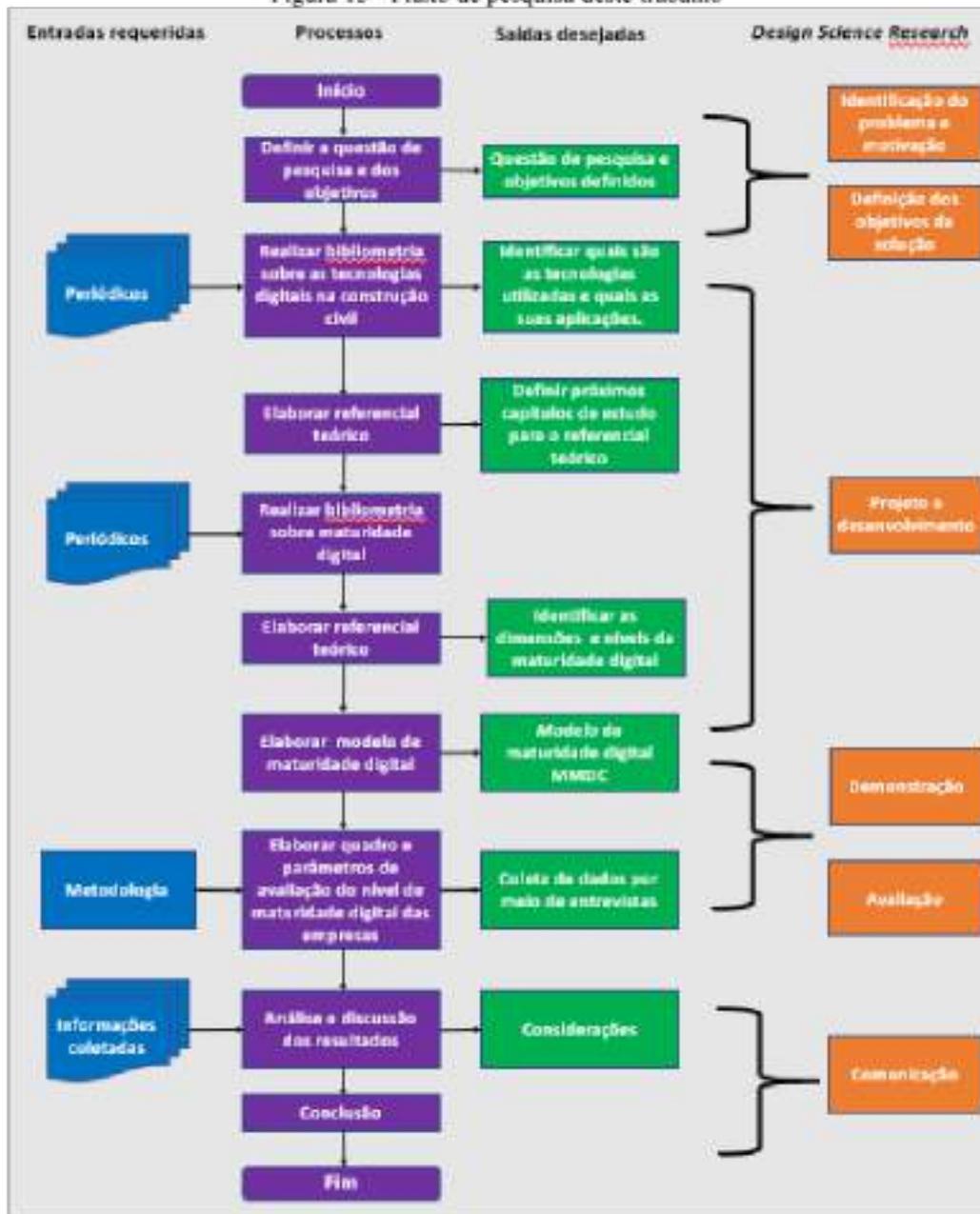
Para este trabalho, o desenvolvimento do referencial teórico foi estruturado por meio de duas pesquisas bibliométricas. E, para desenvolvimento da pesquisa, a metodologia adotada foi o *Design Science Research*.

Considerando o DSR como método adotado para este trabalho, o desenho de pesquisa da dissertação é apresentado na Figura 15, que possui as entradas para cada etapa do trabalho, os processos que foram realizados, as saídas requeridas e a correlação com o método *Design Science Research* adotado.

O fluxo foi estruturado da seguinte forma: (i) definição da questão e dos objetivos da pesquisa; (ii) realização da bibliometria para identificação das tecnologias digitais que são utilizadas na construção civil; (iii) elaboração parcial do referencial teórico; (iv) realização da segunda bibliometria para identificar modelos, dimensões e níveis de maturidade digital discutidos na literatura; (v) desenvolvimento da segunda parte do referencial teórico; (vi) concepção do modelo de maturidade digital e do quadro para avaliação do índice de maturidade digital das empresas de construção civil.

A coleta de dados empíricos (vii) foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com diretores de empresas da área de construção civil; (viii) a análise e avaliação dos dados foram realizadas por meio de parâmetros estabelecidos; e (ix) as considerações e conclusões sobre os resultados obtidos e possíveis sugestões sobre os dados obtidos foram elaboradas.

Figura 15 - Fluxo de pesquisa deste trabalho



Fonte: Autor, 2020

Descreve-se na seção seguinte como foi realizada a bibliometria deste trabalho,

## 2.1 Bibliometria

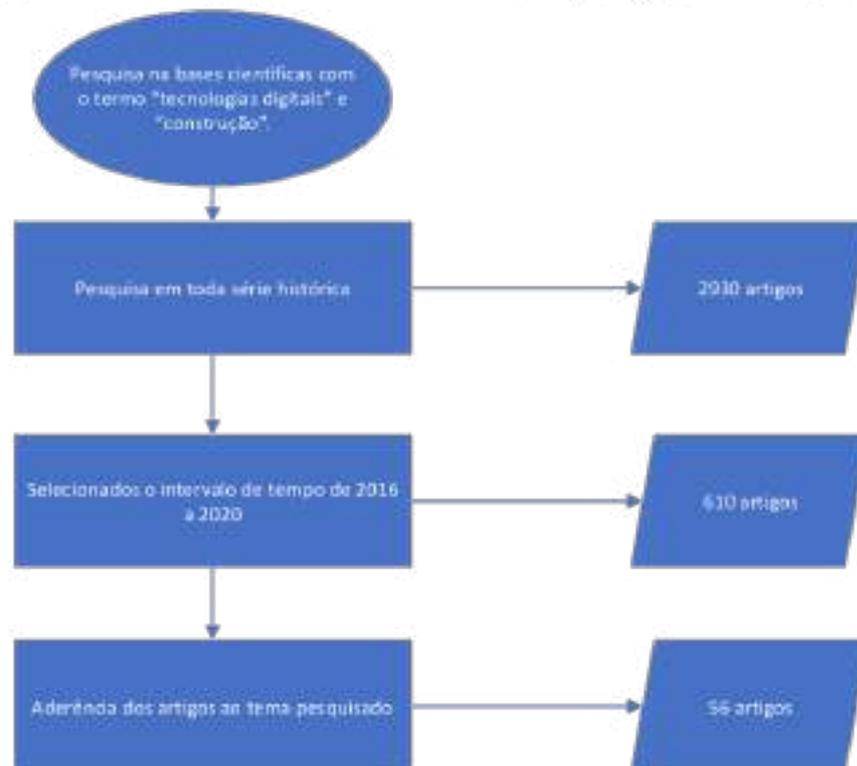
Para construção do referencial teórico, utilizou-se da bibliometria em duas etapas de desenvolvimento. A primeira bibliometria foi utilizada para buscar informações no início do trabalho sobre quais são as tecnologias digitais mais utilizadas na construção civil presentes na

literatura. Essa primeira etapa consistiu em pesquisa no repositório Capes Periódicos e nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e *IEEE* (Instituto de Engenheiros Eletricista e Eletrônicos).

Para isso, foram utilizados os dados mais atualizados de busca, sendo considerados somente os últimos cinco anos de publicação dos periódicos, que compreende de 2016 a 2020. Em todas as bases, os termos pesquisados foram “tecnologias digitais” e “construção” na língua inglesa.

Essa primeira bibliometria possibilitou identificar quais são as principais tecnologias em uso na construção civil. O material estudado também apresentou dados e informações sobre o uso, benefícios, barreiras e desvantagens de cada uma delas. Estas informações permitiram a estruturação de parte da fundamentação teórica. A Figura 16 apresenta o fluxo desencadeado pela pesquisa nessa etapa.

Figura 16 - Fluxo de pesquisa bibliométrica das tecnologias digitais na construção civil



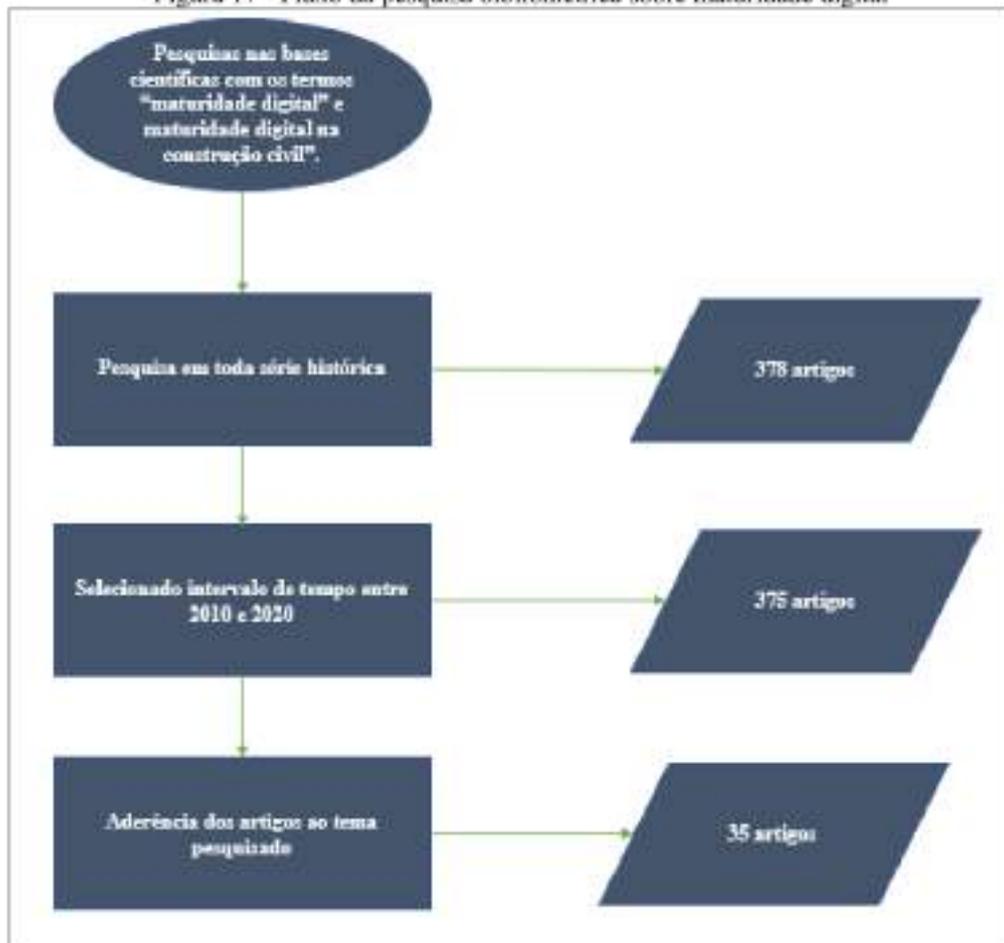
Fonte: Autor, 2020.

A segunda bibliometria realizada compreendeu uma busca no repositório Capes periódicos e nas bases *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e *IEEE*, pesquisando os termos “maturidade digital” e “maturidade digital na construção civil” na língua inglesa.

Essa segunda bibliometria teve abrangência maior de tempo, sendo filtrados os materiais entre 2010 e 2020 para avaliação. Feito isso, foram selecionados os materiais que possuem

aderência ao tema e a linha de pesquisa desse trabalho. A Figura 17 ilustra o fluxo adotado para pesquisa e coleta das informações que deram embasamento teórico sobre o tema maturidade digital.

Figura 17 - Fluxo da pesquisa bibliométrica sobre maturidade digital



Fonte: Autor, 2020

Na próxima seção é apresentado o método Design Science Research, que foi adotado para realização deste trabalho.

## 2.2 Design Science Research

Para este trabalho, foi adotado como método de pesquisa o *Design Science Research* (DSR). Esse método tem sido discutido por diversos autores e foi idealizado inicialmente por Simon (1996) gerado do *Design Science*, que aborda o artefato como objeto artificial.

*Design Science Research* pode ser definido como método para analisar a natureza dos produtos oriundos de pesquisas científicas aplicados na solução de problemas e a natureza das

diretrizes de pesquisas que geram esses artefatos. Tem como meta elaborar conhecimento para criar e realizar artefatos, para solucionar problemas ou criar melhorias nos processos existentes (AKEN, 2004).

Para Lacerda *et al.* (2013), DSR é definido como método de geração de artefatos para solução de problemas.

O *Design Science Research* objetiva gerar conhecimento que seja oportuno para solução de problemas, possibilitar melhorias em processos existentes e permite criar artefatos (CUPERSCHMID, GRACHET e FABRÍCIO, 2016).

Aken (2004) descreve que o método *Design Science Research* tem sido utilizado nos campos da engenharia e medicina, pois utiliza soluções por meio do conhecimento científico adquirido na pesquisa de trabalho. Gregor e Henver (2013) também indicam a utilização deste método na área de engenharia.

Como este método permite a construção do conhecimento e a realização de artefatos para posterior testes e validações, adotou-se este método para realização desta pesquisa. O método *Design Science Research* possui algumas estruturas de uso, adotadas por diferentes autores, estas são exemplificadas no Quadro 11 por tópicos de construção.

Quadro 11 - Estruturas para utilização do *Design Science Research*

Cupersschmid, Grachet e Fabricio (2016)	Aken e Romme (2009)	Peppers <i>et al.</i> (2007)	Hevner, March e Park (2004)	Santos (2018)
Compreensão do problema	Definição do problema que precisa de resolução	Identificação do problema e motivação	Design como artefato	Compreensão do problema
Definição do objetivo	Revisão sistemática	Definição dos objetivos da solução	Relevância do problema	Geração de alternativas
Desenvolvimento	Pesquisa síntese	Projeto e desenvolvimento	Avaliação do Design	Desenvolvimento do artefato
Simulação e avaliação dos resultados	Desenvolvimento de proposições	Demonstração	Contribuições do Design	Avaliação
	Teste do modelo desenvolvido	Avaliação	Rigor da pesquisa	Conclusões
		Comunicação	Design como um processo de pesquisa	
			Comunicação da pesquisa	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Para este trabalho, foi adotado o método proposto por Santos (2018), e cada componente deste método é explanado no Quadro 12.

Quadro 12 - Etapas do modelo *Design Science Research* adotado para a pesquisa

Etapas	Descrição
Compreensão do problema	A compreensão não deve ser reducionista e requer ênfase sistêmica. Ela pode ser auxiliada por meio de bibliometrias e estudos através de outros métodos de pesquisa para aprofundamento do entendimento do problema.
Geração de alternativas	Processo criativo que pode ser desenvolvido por um ou mais pesquisadores para geração de uma ou mais alternativas. O resultado das alternativas pode ser avaliado pelo consenso dos pesquisadores envolvidos ou por meio de análise crítica dos benefícios gerados com a criação do artefato.
Desenvolvimento do artefato	O desenvolvimento pode envolver infográficos, modelos, maquetes, protótipos, entre outros. Além do produto gerado o seu objetivo é maior e trata da criação de conhecimento útil e utilizável na resolução do problema ou na melhoria a ser implementada.
Avaliação	Nessa etapa, busca-se a validação científica e pragmática, ou seja, rigor na concepção e desenvolvimento da pesquisa e análise da eficácia e efetividade dos resultados. Deve-se avaliar o artefato criado no seu ambiente de uso, analisando o seu comportamento e o impacto das suas soluções.
Conclusões	Após a realização das avaliações, deve-se realizar as considerações e conclusões do trabalho realizado.

Fonte: Santos (2018)

Diante do método proposto por Santos (2018) elaborou-se o Quadro 13 que relaciona as etapas do método DSR com o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 13 - Etapas do método *DSR* e suas relações com este trabalho

Etapas	Relação da etapa com o desenvolvimento do trabalho
Compreensão do problema	Identificação na literatura da ausência de ferramentas para medição do nível de maturidade digital de empresas de construção.
Geração de alternativas	Criação de um modelo para avaliação do nível de maturidade digital em empresas de construção civil.
Desenvolvimento do artefato	Pesquisa bibliométrica acerca da literatura existente sobre o tema maturidade digital e elaboração de um modelo para avaliação do nível de maturidade digital em empresas de construção civil.
Avaliação	Realização de cinco entrevistas com diretores e <i>CEOs</i> de empresas de construção civil para avaliar o comportamento e o impacto das soluções obtidas por meio desse modelo desenvolvido.
Conclusões	Apresentação dos dados obtidos por meio das entrevistas e análises realizadas com base no modelo desenvolvido.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Descreve-se na seção seguinte como foi realizada a coleta de dados empíricos deste trabalho.

### 2.2.1 Coleta de Dados Empíricos

Para avaliação do artefato construído a partir da fundamentação teórica, foram realizadas cinco entrevistas semiestruturadas com profissionais de empresas da construção civil. As entrevistas foram compostas por perguntas direcionadas para enquadramento dos níveis de maturidade digital das empresas. Por uma questão de proteção dos dados, as empresas

são identificadas como empresa A, empresa B, empresa C, empresa D e empresa E.

A primeira entrevista foi aplicada a um diretor da empresa A de consultoria para sistemas de gestão integrada de empresas, com atuação maior atuação no estado de São Paulo e realização de alguns projetos em outros estados. Esta entrevista foi realizada por meio da plataforma eletrônica *Microsoft Teams*. Nesta entrevista, foi avaliado o nível de maturidade digital em uma grande construtora da cidade São Paulo atendida por esta empresa.

A segunda entrevista foi realizada com o *CEO – Chief Executive Officer* (Diretor executivo) de uma *startup*, identificada aqui como empresa B, de soluções em tecnologia *IOT* para a indústria da construção civil. Essa entrevista foi realizada por telefone.

A terceira entrevista foi realizada com o *CEO* de uma construtora do estado de São Paulo, indicada aqui como empresa C. Esta empresa possui mais de 60 anos de existência, mais de 1700 obras entregues e grande variedade de projetos entregues. Essa entrevista foi realizada por meio da plataforma eletrônica *Microsoft Teams*.

A quarta entrevista foi realizada com o diretor de Controladoria e Finanças de uma construtora de São Paulo, identificada como empresa D. Esta empresa possui mais de 65 anos de existência, com forte atuação na zona oeste da cidade de São Paulo, já entregaram mais de 2,8 milhões de metros quadrados construídos. Essa entrevista foi realizada presencialmente.

A quinta entrevista foi realizada com o *CEO* de uma empresa de consultoria para toda a cadeia da construção civil, com atendimento nas áreas de qualidade e desempenho, gerenciamento de obras, sustentabilidade, *smart cities* (cidades inteligentes), inovação e tecnologia e operações sustentáveis. Esta empresa, identificada como empresa E, possui atuação nível Brasil dos seus projetos. Essa entrevista foi realizada por meio da plataforma eletrônica *Microsoft Teams*.

Todas as entrevistas seguiram o mesmo roteiro para coleta e análise dos dados, esse roteiro de entrevistas se encontra no Apêndice A deste trabalho.

As entrevistas foram segregadas em sete blocos, um para cada dimensão do modelo construído. Ao final de cada bloco de perguntas os resultados das respostas fornecidas foram apresentados aos entrevistados que puderam analisar, concordar ou discordar com os dados apresentados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelas pesquisas na literatura analisada e as informações obtidas e avaliadas das entrevistas realizadas são apresentadas neste tópico.

#### 3.1 Modelo de maturidade digital

Baseado nos estudos acerca da maturidade digital da literatura pesquisada e nos modelos de maturidade digitais dos autores consultados, nesta dissertação, desenvolveu-se um Modelo para avaliação da Maturidade Digital específico para empresas de construção civil (MMDC).

O MMDC desenvolvido possui sete dimensões, são elas: Cultura e Organização; Tecnologia; Estratégia; Clientes; Inovações; Ecossistema e Operações. A definição dessas dimensões foi baseada nos autores Gill e Vanboskirk (2016), Valdez-de-Leon (2016), Anderson e Ellerby (2018) e Gollhardt *et al.*, 2020.

A Cultura e Organização deve ser voltada para a inovação, visando à capacitação dos colaboradores, retendo o conhecimento e os talentos gerados (GILL e VANBOSKIRK, 2016; VALDEZ-DE-LEON, 2016; ANDERSON e ELLERBY, 2019; GOLLHARDT *et al.*, 2020).

As Tecnologias devem possuir planejamento para implementação, com suporte e desenvolvimento adequado, além do acompanhamento das tecnologias emergentes e do monitoramento dos dados, das suas aplicações e garantindo a sua segurança no uso e operação (GILL e VANBOSKIRK, 2016; VALDEZ-DE-LEON, 2016; ANDERSON e ELLERBY, 2019).

A Estratégia deve ter foco na TD, com metas e investimentos específicos, além da definição clara das funções e responsabilidades que irão trabalhar nos projetos que envolvem tecnologias digitais (VALDEZ-DE-LEON, 2016; ANDERSON e ELLERBY, 2019; GOLLHARDT *et al.*, 2020).

O Cliente deve ser analisado como a pessoa que passará por uma experiência e como ela pode ser melhorada para sua fidelização, ademais, o engajamento e o comportamento dos clientes constituem essa dimensão que deve ser observados para direcionamento dos produtos e serviços (VALDEZ-DE-LEON, 2016; ANDERSON e ELLERBY, 2019).

As Inovações devem ser adotadas por meio de métodos ágeis e flexíveis, com foco na experiência do cliente e com uma infraestrutura que permita o desenvolvimento e realização

dos projetos dentro da organização (VALDEZ-DE-LEON, 2016).

O Ecossistema deve possuir empresas, universidades e faculdades para prototipação e testes das novas e emergentes tecnologias, além de parceiros para desenvolvimento e compartilhamento de dados para desenvolvimento dos novos projetos e processos (VALDEZ-DE-LEON, 2016; GOLLHARDT *et al.*, 2020).

E as Operações devem possuir recursos automatizados para gestão dos processos, métodos ágeis de trabalho, gestão ágil para mudanças, utilização de dados para gestão e adoção do conceito de melhoria contínua dos processos (VALDEZ-DE-LEON, 2016; ANDERSON e ELLERBY, 2019; GOLLHARDT *et al.*, 2020). A Figura 18 apresenta o resultado desse MMDC elaborado.

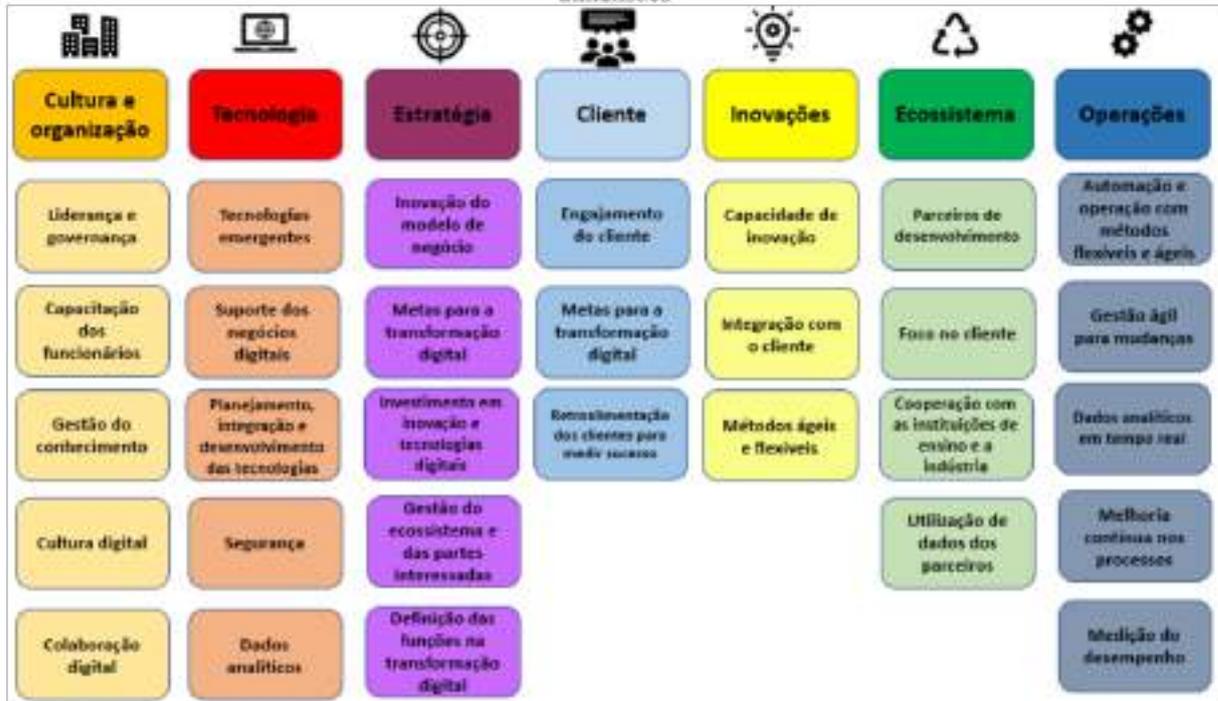
Figura 18 - Modelo de Maturidade Digital para avaliação de Empresas de Construção (MMDC)



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com base na Figura 18, foi criada a Figura 19, que apresenta as sub dimensões de cada dimensão que compõe o MMDC desenvolvido nesse trabalho.

Figura 19 - Modelo de Maturidade digital para avaliação de Empresas de Construção (MMDC) com as sub-dimensões



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Optou-se por não se determinar um índice de maturidade digital global para a empresa, pois acredita-se que esse índice global não permitiria uma análise consistente da maturidade digital da empresa. Assim, por meio do modelo, calcula-se um índice de maturidade digital em cada dimensão estabelecida e partir deste índice é possível verificar as ações específicas necessárias ao crescimento da maturidade digital.

Descreve-se, na seção seguinte, os níveis de maturidade digital adotados para este trabalho.

### 3.2 Níveis de maturidade digital

Baseado na fundamentação teórica, definiu-se quatro diferentes níveis de maturidade digital que foram utilizados para avaliação da maturidade digital das organizações, são eles: o não iniciado, o nível inicial, o nível gerenciado e o nível integrado e interoperável. Essa definição foi baseada no trabalho dos autores Valdez-de-Leon (2016), Gill e Vanboskirk (2016), Carolis *et al.* (2017), Kane *et al.* (2017), Balaban, Redjep e Calopa (2019) e Koniari e Wetemann (2019).

O nível não iniciado está associado à ausência ou à fraca utilização de alguma dimensão ou sub dimensão nas organizações (VALDEZ-DE-LEON, 2016; BALABAN, REDJEP e

CALOPA, 2019).

O nível inicial indica que as dimensões e sub dimensões estão iniciando o seu desenvolvimento e implementação nos processos e projetos (GILL e VANBOSKIRK, 2016; VALDEZ-DE-LEON, 2016; CAROLIS *et al.*, 2017; KANE *et al.*, 2017; BALABAN, REDJEP e CALOPA, 2019; KONIARI e WETERMANN, 2019).

O nível gerenciado indica o estágio das dimensões e sub dimensões que estão operando e são bem controladas. No entanto, as empresas não possuem total domínio de todos os fatores tecnológicos ou organizacionais que impactam o desenvolvimento dos seus projetos e processos (CAROLIS *et al.*, 2017; KANE *et al.*, 2017; BALABAN, REDJEP e CALOPA, 2019).

Por fim, o nível integrado e interoperável é quando as organizações realizam suas atividades com as suas dimensões e sub dimensões de forma digital, com a implementação já realizada e operando de forma aderente, com monitoramento contínuo e desenvolvimento para possíveis melhorias, quando necessário (VALDEZ-DE-LEON, 2016; CAROLIS *et al.*, 2017; KANE *et al.*, 2017; KONIARI e WETERMANN, 2019). O Quadro 14 apresenta o resumo dos níveis de maturidade digital que foram utilizados nesse trabalho.

Quadro 14 - Níveis de maturidade digital para avaliação das empresas de construção civil

Nível	Resumo
Não iniciado	A empresa não possui maturidade digital nos seus processos.
Inicial	A empresa possui estratégia de maturidade e iniciou a implementação em alguns processos.
Gerenciado	Alguns processos possuem maturidade digital e são controlados, contudo, ainda há limitações por parte organizacional e tecnológica.
Integrado e interoperável	Os processos são executados e operados de forma integrada e interoperável com auxílio de dados internos e similares aos dos seus concorrentes de mercado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na próxima seção, é apresentado o quadro de identificação dos níveis de maturidade digital para as empresas de construção civil.

### 3.3 Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital

Baseado na fundamentação teórica acerca da maturidade digital, elaborou-se o Quadro 15, que possui de forma detalhada os critérios para cada nível de maturidade digital em todas as sub dimensões a serem utilizados na avaliação das empresas de construção civil.

Quadro 15 - Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações

Dimensão	Parâmetros	Níveis de maturidade			
		M1 (Não iniciado)	M2 (Inicial)	M3 (Gerenciado)	M4 (Integrado)
Cultura e organização	<b>Liderança e governança voltadas para inovação</b>	A organização não possui liderança e governança estruturadas para projetos e processos de inovação.	A empresa iniciou a estruturação da governança e da liderança com foco em projetos e/ou processos de inovação.	Alguns projetos e/ou processos são implementados por meio de inovações com liderança da alta direção.	Os projetos e/ou processos gerenciados pela liderança e governança possuem foco na inovação dos seus processos e métodos operacionais.
	<b>Capacitação dos funcionários com tecnologias digitais</b>	A empresa não possui programas e/ ou processos de capacitação dos colaboradores para uso das tecnologias digitais.	Os programas e processos de capacitação dos funcionários para uso das novas tecnologias estão no estágio incipiente, com pouca infraestrutura e recursos disponíveis para trabalho. Os indicadores estão sendo definidos para medição do processo.	Alguns projetos e/ou processos possuem rotinas e procedimentos de treinamentos e capacitação, que são monitorados por meio de indicadores, no entanto, há processos ou operações que não estão dentro desses programas.	Todos os colaboradores envolvidos possuem planos de capacitação para uso e operação das tecnologias digitais e a capacitação é constantemente reforçada e monitorada por meio de indicadores de capacitação.
	<b>Gestão do conhecimento</b>	A empresa não possui fontes de retenção do conhecimento obtido por meio do desenvolvimento dos seus produtos e/ou serviços ou há somente meios com baixa utilização.	A organização definiu procedimentos e métodos para reter o conhecimento organizacional obtido por meio dos seus projetos e/ou processos e o estágio de implementação é o incipiente, além disso, os indicadores estão sendo definidos para medição do processo.	Alguns projetos e/ou processos da empresa possuem ferramentas e procedimentos para reter o conhecimento organizacional obtidos por meio das suas operações e são gerenciados por meio de indicadores.	Todos os processos e/ou projetos da organização possuem rotinas e/ou procedimentos para reter o conhecimento organizacional necessário para manutibilidade das suas operações e processos, controlados por meio de indicadores.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

Cultura e organização	<b>Cultura digital</b>	A cultura de trabalho nos projetos e processos de forma digital ainda não foi implementada na organização ou é subutilizada nos processos e/ou projetos.	A empresa está em processo de desenvolvimento de uma cultura digital e implementação nos seus processos e/ou projetos.	Alguns processos e/ou projetos possuem cultura digital, contudo, ainda é necessária sua disseminação para as demais operações.	A empresa possui a cultura digital implementada em todos os processos e/ou projetos do seu segmento de negócio.
	<b>Colaboração digital para assumir riscos e adoção da cultura do erro (sem cultura de culpa)</b>	Os projetos desenvolvidos pela empresa ainda não possuem a cultura da colaboração digital, ou seja, falta ferramentas e métodos para as pessoas compartilharem informações. Os processos não possuem a mentalidade do risco (sem cultura de culpa).	A empresa está em processo de implementação da cultura de colaboração digital e da adoção da mentalidade de risco nos seus projetos e/ou processos.	Alguns projetos e/ou processos tem adotado a mentalidade do risco (sem cultura de culpa) no seu desenvolvimento, contudo, esta prática não possui total colaboração digital.	Os projetos e/ou processos são executados por meio de colaboração digital e a cultura do erro (sem cultura de culpa) está presente nos trabalhos e operações.
Tecnologia	<b>Uso e adoção de tecnologias emergentes</b>	Sem utilização ou fraca utilização de tecnologias digitais nos seus projetos e/ processos.	Implantação de tecnologias digitais em alguns dos seus projetos e/ projetos e com implementação em andamento dos indicadores de controle.	Uso das tecnologias digitais em alguns projetos e/ou processos, contudo, há limitações para sua total integração, seja por tecnologia ou por gestão organizacional. Processo gerenciado por meio de indicadores.	Todos os processos e/ou projetos utilizam tecnologias digitais de forma integrada e interoperável. A gestão é realizada por meio de indicadores para retroalimentação da empresa.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

Tecnologia	<b>Suporte dos negócios digitais</b>	A empresa não possui plataformas digitais e infraestrutura para suportar a maturidade digital.	Os projetos e/ou processos estão adaptando sua estrutura e suporte para sustentação dos negócios digitais. Os indicadores de investimento e suporte estão sendo definidos.	Alguns processos e/ou projetos possuem infraestrutura adequada para suportar as operações dos negócios digitais, que são monitoradas por meio de indicadores de investimentos.	Os processos e/ou projetos estão integrados na plataforma digital e possuem infraestrutura adequada para garantir a sua operação. Além do controle por meio de indicadores para gestão do processo.
	<b>Planejamento, integração e desenvolvimento efetivos das tecnologias</b>	A empresa não possui um planejamento para integração das suas ferramentas de trabalho com as novas tecnologias.	A empresa desenvolveu um cronograma e estudos para integrar seus processos, indicadores e as tecnologias digitais cabíveis às suas operações. Os processos encontram-se no estágio incipiente de implementação.	Alguns projetos e/ou processos estão integrados as novas tecnologias digitais, no entanto, ainda há limitações tecnológicas e/ou gerenciais para total implementação nos demais processos. A gestão do desenvolvimento e integração é feita por meio de indicadores.	Os projetos e/ou processos estão integrados as novas tecnologias digitais e as tecnologias emergentes estão sendo estudadas e planejadas para posterior implementação. Este processo é controlado por meio de indicadores.
	<b>Segurança</b>	As tecnologias digitais da empresa não possuem base de segurança e privacidade dos dados coletados e utilizados ou sua proteção de dados ainda possui fragilidade para ataques, perdas e roubos dos dados.	A empresa iniciou a implantação de um sistema de segurança e <i>back-up</i> dos dados gerados e coletados das suas tecnologias digitais. Além disso, estão sendo definidos indicadores para controle do processo.	Alguns projetos e/ou processos da empresa possuem um sistema de segurança dos dados implementados, contudo, ainda há operações atreladas ao modelo de negócio que não possuem segurança dos seus dados. Os processos implementados utilizam indicadores como ferramenta de monitoramento do processo.	Os projetos e/ou processos da empresa possuem segurança e privacidade dos dados gerados e coletados suportados por meio de tecnologia da informação. Este processo é gerenciado por meio de indicadores específicos.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

Tecnologia	<b>Dados analíticos</b>	A empresa não produz ou recebe dados analíticos das suas tecnologias digitais utilizadas para produtos e serviços.	A empresa está definindo e estruturando os dados que serão monitorados, medidos e controlados por meio das tecnologias digitais.	Alguns processos e/ou projetos entregam e coletam dados das suas operações, que são gerenciados por meio de indicadores. Todavia, ainda falta integração dos processos e as limitações operacionais ou tecnologias limitam a coleta de informações.	Os processos e/ou projetos são integrados com coleta e geração de dados das tecnologias digitais para retroalimentação dos indicadores de gestão da empresa.
	<b>Estratégia de inovação para o modelo de negócio</b>	A organização não possui um modelo de negócio alinhado a estratégia de inovação.	A empresa está desenvolvendo um modelo de negócio alinhado a sua estratégia de inovação. Este modelo está no estágio inicial de implementação e definição de indicadores.	A empresa possui um modelo de negócio estruturado, contudo, ele ainda não foi implementado em todos os processos e/ou projetos de tecnologias digitais. Essa estratégia é gerenciada por meio de indicadores.	O modelo de negócio foi estruturado baseado na estratégia de inovação para todos os projetos e/ou processos de tecnologias digitais. Esse processo é controlado por meio de indicadores.
	<b>Metas para a transformação digital</b>	A empresa não iniciou a implementação da transformação digital nos seus processos ou o processo está sendo implementado sem metas claras, objetivas, mensuráveis e sem monitoramento constante.	A empresa definiu metas e indicadores para implementação da transformação digital e começou a implementá-las.	O processo de transformação digital foi implementado em alguns projetos e/ou processos e estão sendo monitorados por meio de indicadores, todavia, algumas operações ainda não foram estruturadas para a transformação digital.	A empresa já possui a transformação digital implementada e integrada aos seus processos e/ou projetos. Este processo é gerenciado por meio de indicadores específicos.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

Estratégia	<b>Investimentos em inovação e tecnologias digitais</b>	A empresa não possui investimentos em inovações e tecnologias digitais para produtos e serviços ou os investimentos são baixos e não permitem a correta implementação de novas tecnologias nos seus processos.	A empresa está elaborando orçamento com previsões de investimentos em tecnologias digitais e inovações para os seus processos e/ou projetos, além disso, estão em desenvolvimento os indicadores para gestão do processo.	Alguns projetos e/ou processos possuem investimentos em inovação e tecnologias digitais, que são gerenciados por meio de indicadores. Contudo, os recursos são limitados e não abrangem todas as operações relacionadas as tecnologias digitais.	Os projetos e/ou processos da empresa possuem investimentos para promover a inovação e o uso das tecnologias digitais nas suas operações e seu acompanhamento é feito por meio de indicadores específicos.
	<b>Gestão do ecossistema e das partes interessadas</b>	A empresa não possui em sua estratégia a gestão do ecossistema e das suas partes interessadas.	A empresa está em processo de implementação de uma estratégia para gestão do ecossistema e das suas partes interessadas. Para isso, estão sendo implantados indicadores de acompanhamento.	A estratégia da organização abrange algumas partes interessadas e a gestão do ecossistema, com apoio de indicadores para monitoramento. Contudo, ainda há limitações de gestão do processo.	A organização possui uma estratégia implementada e integrada para gestão do ecossistema e das suas partes interessadas, que são monitoradas por meio de indicadores específicos.
	<b>Definição das funções e responsabilidades na transformação digital</b>	A organização não definiu as funções e responsabilidades que atuarão na transformação digital da empresa.	A organização está em processo de definição e distribuição de responsabilidades para implementar a transformação digital.	Alguns projetos e/ou processos possuem pessoas com funções e responsabilidades definidas para implementação da transformação digital no uso das tecnologias digitais.	Os projetos e/ ou processos possuem pessoas com as suas funções e responsabilidades definidas na transformação digital da organização.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

<b>Clientes</b>	<b>Engajamento do cliente</b>	A empresa ainda não possui projetos e/ou processos que permitem interação e engajamento do cliente ou estes são subutilizados na empresa.	A empresa está estruturando ferramentas para possibilitar a interação e o engajamento do cliente nos seus projetos e/ou processos que utilizam as tecnologias digitais que serão medidos por meio de indicadores específicos.	Alguns projetos e/ou processos permitem e utilizam as retroalimentações recebidas por meio do engajamento dos seus clientes e dados obtidos por meio dos indicadores, contudo, ainda há limitações de interações e de uso dessas retroalimentações.	Os projetos e/ou processos possuem como dados de entradas o engajamento, os indicadores de monitoramento e a interação do cliente para seu desenvolvimento e operação.
	<b>Acompanhamento das ideias e comportamento do cliente para construção da sua estratégia</b>	A empresa não possui processo que utiliza e desenvolve produtos e/ou serviços baseados nas tendências de consumo dos seus clientes.	A empresa começou a implementar métodos para monitorar as tendências e comportamento dos seus clientes para posterior agregação dessas necessidades nos seus produtos e/ou serviços.	Alguns projetos e/ou processos possuem as tendências e comportamentos dos clientes agregadas no seu desenvolvimento, contudo, estas adequações ainda são limitadas as partes dos processos principais.	A organização possui de forma integrada aos seus processos e/ou projetos as informações de comportamento e ideias dos seus clientes para definição e acompanhamento da sua estratégia.
	<b>Retroalimentação dos clientes para medir sucesso</b>	A organização ainda não possui ferramentas para avaliar a satisfação dos seus clientes ou utiliza-se de ferramentas que geram dados de baixa relevância para retroalimentação dos seus processos e/ou projetos.	A organização está em processo de definição e desenvolvimento de ferramentas e indicadores para avaliar e monitorar a satisfação dos seus clientes.	Alguns projetos e/ou processos possuem parâmetros e indicadores definidos e em utilização para mensuração da satisfação dos clientes em relação aos seus produtos e/ou serviços de tecnologias digitais.	Os projetos e/ou processos da organização possuem indicadores que monitoram e acompanham a satisfação do cliente durante o seu desenvolvimento e após a finalização do projeto.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

<b>Inovações</b>	<b>Capacidade de inovação</b>	A empresa ainda não possui infraestrutura, recursos, equipe técnica e/ou investimentos para inovações ou há uma baixa capacidade para suportar o processo de inovação.	A empresa está em processo de implementação de infraestrutura, recursos, indicadores, equipe técnica e/ou investimentos para inovações;	Alguns projetos e/ou processos são concebidos baseados na infraestrutura, recursos, equipe técnica e/ou investimentos disponíveis da organização e são monitorados por meio de indicadores. No entanto, ainda há limitações organizacionais ou tecnológicas para expansão aos demais projetos.	Os projetos e /ou processos de inovações são realizados por meio de infraestrutura, recursos, equipe técnica e/ou investimentos adequados. E, para gestão, são utilizados indicadores específicos de acompanhamento.
	<b>Integração com o cliente</b>	A organização ainda não possui projetos e/ou processos de tecnologias digitais que permitem integração com o cliente. Os projetos em andamento possuem fraca integração com o cliente no seu desenvolvimento.	A empresa está em processo de implementação de ferramentas e métodos para integração com seu cliente durante o desenvolvimento dos seus projetos.	Alguns projetos e/ou processos de inovação permitem integração com os clientes durante o processo de desenvolvimento.	Os projetos e/ou processos de inovação da organização permitem integração com os clientes na etapa de desenvolvimento.
	<b>Métodos flexíveis e ágeis</b>	A empresa ainda não possui métodos flexíveis e ágeis implementados nos seus projetos e/ou processos de inovação.	A empresa está em processo de implementação de métodos, indicadores e ferramentas ágeis e flexíveis para gestão da inovação dos projetos e/ou processos.	Alguns projetos e/ou processos possuem indicadores de controles para os métodos flexíveis e ágeis de trabalho. Todavia, há limitações do seu uso e da sua extensão com outras áreas e operações.	Os projetos e/ou processos de inovação possuem métodos flexíveis e ágeis para gestão e controle do processo, além de indicadores específicos para gestão do processo.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

<b>Ecosistema</b>	<b>Parceiros de desenvolvimento</b>	A empresa não possui parceiros para desenvolvimento dos seus produtos e/ou serviços com as tecnologias digitais.	A empresa definiu as tecnologias digitais que utilizarão e já está negociando com parceiros para implementá-las nos seus processos e/ou projetos. Além da definição de indicadores para gestão do processo.	Alguns projetos e/ou processos já estão/ são desenvolvidos por meio de parceiros para utilização das tecnologias digitais e possuem monitoramento por meio de indicadores específicos.	Os projetos e/ou processos de tecnologias digitais possuem parceiros para desenvolvimento e suporte das atividades (quando necessário). O processo possui monitoramento por meio de indicadores específicos.
	<b>Foco no cliente</b>	A organização ainda não possui um ecossistema voltado para o foco no cliente.	O ecossistema que a empresa está envolvida iniciou sua integração orientada para o foco no cliente.	Alguns projetos e/ou processos possuem um ecossistema com foco no cliente principal da empresa.	Os processos e/ou projetos de tecnologias digitais possuem um ecossistema voltado ao cliente final da empresa.
	<b>Cooperação com a academia e indústria</b>	A organização não utiliza dados, tecnologias, metodologias ou técnicas advindas da academia ou indústria do seu segmento.	A empresa começou a adotar dados, tecnologias, metodologias ou técnicas providos da academia ou da indústria do seu segmento para adoção das tecnologias digitais. Há indicadores em elaboração para controle do processo.	Alguns projetos e/ou processos usam dados, tecnologias, metodologias ou técnicas providas da academia ou indústria do seu segmento nas suas operações e são controladas por meio de indicadores. Contudo, ainda falta integração de alguns processos e áreas de operação.	Os processos e/ou projetos utilizam cooperação de dados, tecnologias, metodologias ou técnicas advindas da academia ou da indústria do seu segmento. Este processo é gerenciado por meio de indicadores específicos.

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

Ecosistema	<b>Utilização de dados dos parceiros</b>	A empresa ainda não utiliza os dados e informações providas dos seus parceiros, academia, órgãos e associações.	A organização está implementando um processo para análise, validação e incorporação dos dados providos por parceiros, academia, órgãos e associações. Há indicadores em elaboração para controle do processo.	Alguns projetos e/ou processos utilizam dados oriundos dos seus parceiros, academia, órgãos e associações para melhorias e operações dos seus processos, contudo, ainda há limitações das extensões e dos projetos atendidos por meio dessas informações. Este processo é gerenciado por meio de indicadores específicos.	Os projetos e/ou processos usam dados, quando necessário, dos parceiros, academia, órgãos e associações para melhoria, correções e operações dos seus processos. Para monitoramento deste processo há indicadores específicos de controle.
	<b>Automação e operação flexível</b>	A empresa ainda não possui operações automatizadas e flexíveis nos seus projetos e/ou processos.	A empresa está em processo de implementação da automação dos seus processos operacionais para controle das tecnologias digitais. Além da estruturação de indicadores para gestão do processo.	Alguns processos operacionais já são automatizados e com operações flexíveis, estes são gerenciados por meio de indicadores. No entanto, ainda há limitações para integração com os demais projetos e/ou processos por questões tecnológicas ou organizacionais.	Os projetos e/ou processos são automatizados e com operações flexíveis de forma integrada e interoperável. Para gestão dos processos, há indicadores específicos de controle.
		<b>Gestão ágil para mudanças</b>	A empresa não possui processos ou áreas para gestão das mudanças internas e externas do seu produto e/ou serviço fornecidos.	A organização está em processo de implementação de técnicas e ferramentas para gestão de mudanças dos seus projetos e/ou produtos desenvolvidos. Os indicadores estão sendo estruturados para monitoramento do processo.	Alguns projetos e/ou processos possuem planejamento e estratégias para adaptação as mudanças nos seus produtos e/ou serviços desenvolvidos, que são controlados por meio de indicadores específicos.
Operações					

Quadro 15 – Quadro de identificação dos níveis de maturidade digital das organizações (continuação)

Operações	<b>Dados analíticos em tempo real</b>	As tecnologias digitais da empresa não entregam ou geram dados em tempo real das suas operações.	A empresa iniciou a definição de quais dados devem ser gerados e coletados por meio das tecnologias digitais nos seus projetos e/ou processos. Estão sendo definidos indicadores para controle do processo.	Alguns projetos e/ou processos geram e coletam dados em tempo real das suas operações e são gerenciados por meio de indicadores. Todavia, ainda não há integração com todas as tecnologias digitais e sistemas da empresa.	Os projetos e/ou processos da organização geram e coletam dados em tempo real para controle das atividades e direcionamento das tomadas de decisões e possuem gerenciamento por meio de indicadores específicos para gestão do processo.
	<b>Melhoria contínua nos processos</b>	A empresa ainda não possui a cultura de melhoria contínua dos seus processos e/ou projetos ou tem subutilizado suas informações para melhoria contínua.	A organização está implementando técnicas para obtenção de dados para retroalimentação e posterior utilização como melhoria contínua dos seus processos e/ou projetos.	Alguns processos e/ou projetos da empresa possuem o processo de melhoria contínua implementado nas suas operações e controle por meio de indicadores específicos. Contudo, ainda há limitações de dados para alguns processos e geração de retroalimentação de todos os processos.	Os processos e/ou projetos da empresa trabalham com a melhoria contínua integrada em todo seu desenvolvimento. Além da gestão por meio de indicadores específicos.
	<b>Medição do desempenho</b>	A organização ainda não possui metas definidas para medição do desempenho das tecnologias digitais presente nos seus projetos.	A empresa definiu metas e indicadores para medir o desempenho das suas tecnologias e está implementando-as.	Alguns processos e/ou projetos possuem metas e indicadores definidos e monitorados para as tecnologias digitais, no entanto, ainda há operações que precisam de metas e objetivos definidos.	Os projetos e/ou processos das tecnologias digitais possuem medição e acompanhamento dos seus respectivos desempenhos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Descreve-se, na próxima seção, o método utilizado para avaliação da maturidade digital das empresas de construção civil.

### 3.4 Método de avaliação da maturidade digital

Os níveis de maturidade foram definidos por meio de critérios de ponderação. No Quadro 16, apresentam-se os pesos adotados para cada nível da maturidade digital. Para realização desse cálculo, utilizou-se o critério exposto a seguir.

Como são quatro níveis de maturidade digital e os critérios estão limitados ao intervalo de 0,00 a 1,00, foi definido o peso de cada nível, considerando-se o mesmo intervalo entre os níveis. Dessa forma, o nível não iniciado ficou com o peso 0,00; peso 0,33 para o nível inicial; peso 0,67 para o nível gerenciado e peso 1,00 para o nível integrado.

Quadro 16 - Parâmetros para cálculo do nível de maturidade digital das empresas

Peso por nível	Níveis de maturidade			
	M1 (Não iniciado)	M2 (Inicial)	M3 (Gerenciado)	M4 (Integrado)
	0,00	0,33	0,67	1,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Após coleta das informações providas das organizações, foi possível calcular o Índice de Maturidade Digital de Empresas de Construção (IMDC) por dimensão, que foi realizado da seguinte forma:

$$\text{IMDC} = (\sum M1*0,00 + \sum M2*0,33 + \sum M3*0,67 + \sum M4*1,00 / \sum n) * 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde n é número de sub dimensões de cada dimensão avaliada.

O resultado foi expresso em porcentagem para cada dimensão e sub dimensão avaliada das empresas, a fim de posteriormente serem analisados e discutidos.

Com base nos resultados obtidos das entrevistas e cálculos realizados, cada dimensão foi classificada em um dos quatro níveis de maturidade digital. Para isso, foi elaborado o Quadro 17, que ilustra as faixas compreendidas em cada nível de maturidade como indicador para as dimensões analisadas.

O Quadro 17 foi definido pelo autor desta dissertação para posicionamento de cada dimensão das empresas em relação aos seus resultados. Para isso, foram consideradas as avaliações em porcentagem que possuem o intervalo de 0% a 100%.

Neste intervalo, o autor definiu limites para cada nível de maturidade, que ficaram da seguinte forma: de 0,00% a 25,00% a empresa foi enquadrada no nível não iniciado para aquela dimensão analisada; de 25,01% a 50,00% a empresa foi posicionada no nível inicial. Entre 50,01% e 75,00% a empresa foi enquadrada no nível gerenciado e entre 75,01% e 100,00% a empresa foi identificada no nível integrado.

Quadro 17 - Indicador do nível de maturidade digital

Indicador das dimensões da maturidade digital	Níveis de maturidade			
	M1 (Não iniciado)	M2 (Inicial)	M3 (Gerenciado)	M4 (Integrado)
	0% a 25%	25,01% a 50%	50,01% a 75%	75,01% a 100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O autor dessa dissertação pode verificar por meio das entrevistas realizadas que o modelo desenvolvido para avaliação do nível de maturidade digital em empresas de construção possui fácil usabilidade e não apresentou dificuldades no momento do seu preenchimento e inserção das respostas durante a coleta dos dados com os entrevistados.

Descreve-se, na próxima seção, o resultado das entrevistas realizadas com as empresas de construção civil.

### 3.5 Resultado das entrevistas

Os resultados das entrevistas realizadas foram compilados no Quadro 18. Esses são apresentados em cinco colunas (A, B, C, D e E), cada uma delas representa uma das empresas e as respectivas respostas fornecidas. No Quadro 18, as respostas são apresentadas por letras M1, M2, M3 e M4, que representam os níveis de maturidade digital segundo as informações dos entrevistados. Foram realizadas entrevistas com diretores/*CEOs*, um entrevistado por empresa, conforme descrito no capítulo Metodologia.

Quadro 18 - Compilado das entrevistas realizadas

		Perguntas:	A	B	C	D	E
 Cultura e organização	1	A liderança e a governança da empresa são voltadas para inovação?	M4	M4	M4	M3	M3
	2	A empresa possui programas de capacitação para uso das tecnologias digitais?	M4	M4	M2	M3	M3
	3	A organização possui fontes para reter o conhecimento adquirido por meio do desenvolvimento de produtos ou serviços?	M3	M3	M3	M4	M3
	4	A organização implementou a cultura digital para realização dos trabalhos?	M4	M4	M4	M4	M3
	5	A colaboração digital entre os projetos e a cultura do erro foi implementada na organização?	M3	M4	M3	M3	M3
 Tecnologia	Perguntas:		A	B	C	D	E
	6	A empresa está utilizando tecnologias digitais emergentes nos seus projetos?	M3	M4	M4	M2	M3
7	As tecnologias digitais utilizadas pela organização possuem suporte e infraestrutura adequada?	M4	M4	M3	M4	M3	

Quadro 18 - Compilado das entrevistas realizadas (continuação)

 <b>Tecnologia</b>	8	A empresa está planejando e desenvolvendo a integração de novas tecnologias digitais nos seus processos?	M1	M4	M4	M3	M3
	9	As tecnologias digitais da empresa possuem uma base segura que garante a privacidade e proteção dos seus dados?	M4	M4	M3	M4	M3
	10	A empresa gera e utiliza dados oriundos das tecnologias digitais para desenvolvimento de produtos e serviços?	M2	M4	M4	M2	M3
 <b>Estratégia</b>	<b>Perguntas:</b>		A	B	C	D	E
	11	A empresa possui um modelo de negócio alinhado a estratégia de inovação?	M4	M4	M4	M3	M3
	12	A empresa possui metas para a implementação da transformação digital?	M4	M4	M3	M3	M2
	13	A estratégia da empresa possui investimentos em inovações e tecnologias digitais para os seus produtos e serviços?	M4	M4	M4	M3	M2
	14	A estratégia da organização aborda a gestão do seu ecossistema e das suas partes interessadas?	M4	M4	M2	M4	M3
	15	As funções e responsabilidades para implementar a transformação digital estão claramente definidas e operam corretamente?	M3	M4	M4	M2	M2
 <b>Clientes</b>	<b>Perguntas:</b>		A	B	C	D	E
	16	A organização possui projetos que possuem tecnologias digitais que permitem o engajamento do cliente durante o seu desenvolvimento?	M2	M4	M4	M4	M2
	17	A empresa possui meios e técnicas para acompanhar as ideias e comportamento dos seus consumidores e posteriormente adequá-las aos seus projetos de tecnologias digitais?	M2	M4	M4	M4	M2
 <b>Inovações</b>	18	A empresa possui ferramentas para avaliar a satisfação dos seus clientes em projetos que utilizam as tecnologias digitais e retroalimentam seus processos por meio desses dados?	M2	M4	M2	M4	M2
	<b>Perguntas:</b>		A	B	C	D	E
	19	A empresa possui infraestrutura, recursos, equipe técnica e/ou investimentos para implementar inovações nos seus processos?	M4	M3	M4	M3	M3
	20	Os projetos de inovações da empresa que utilizam de tecnologias digitais, possuem algum meio de integração com seus clientes e/ou usuários no seu desenvolvimento?	M3	M4	M4	M3	M2
	21	Os projetos de inovações da organização possuem métodos flexíveis e ágeis para sua realização?	M2	M4	M2	M3	M3

Quadro 18 - Compilado das entrevistas realizadas (continuação)

		<b>Perguntas:</b>	A	B	C	D	E
 <b>Ecosistema</b>	22	A empresa possui parceiros para desenvolvimento dos seus produtos e/ou serviços com as tecnologias digitais?	M4	M4	M4	M3	M3
	23	O ecossistema que a empresa está inserida possui orientação e foco no cliente?	M4	M3	M4	M4	M3
	24	A organização utiliza nos seus projetos tecnologias, métodos ou técnicas advindas da área acadêmica ou da indústria do seu segmento para as tecnologias digitais?	M3	M4	M4	M4	M2
	25	A empresa utiliza dados e informações providas dos seus parceiros, instituições de ensino, órgãos e/ou associações para uso das tecnologias digitais?	M3	M4	M4	M4	M2
		<b>Perguntas:</b>	A	B	C	D	E
 <b>Operações</b>	26	As operações da empresa são automatizadas, com a adoção de métodos ágeis e flexíveis para os seus produtos e serviços?	M2	M4	M3	M3	M2
	27	A empresa possui gestão ágil para mudanças?	M3	M4	M4	M4	M3
	28	A empresa gera e utiliza dados nas suas operações, por meio dos seus processos digitais?	M4	M4	M3	M3	M2
	29	Os projetos que utilizam tecnologias digitais utilizam a melhoria contínua para desenvolvimento e melhoria dos seus produtos e serviços?	M4	M4	M4	M3	M2
	30	A empresa possui indicadores para monitoramento do desempenho das suas tecnologias digitais?	M4	M4	M1	M2	M3

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Tabela 2 apresenta os resultados em porcentagem das informações fornecidas pelas empresas. Para isto, cada resposta foi calculada baseada na equação 01.

Portanto, a dimensão de Cultura e Organização da empresa A foi obtida por meio da equação 01, substituindo-se cada nível de maturidade indicado pelo respondente da empresa A, pelo peso a ele atribuído no modelo (Eq. 02).

$$IMDC = ((3x(M4) + 2x(M3)) / 5) \times 100 \quad \text{Eq. (02)}$$

$$IMDC = 86,8\%$$

O mesmo sistema de cálculo foi utilizado para as demais dimensões propostas no modelo, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultado em porcentagem das avaliações realizadas

Dimensões	A	B	C	D	E
Cultura e organização	86,8%	93,4%	73,4%	80,2%	67,0%
Tecnologia	60,0%	100,0%	86,8%	66,6%	60,2%
Estratégia	93,4%	100,0%	80,0%	66,8%	46,6%
Clientes	33,0%	100,0%	89,0%	100,0%	33,0%
Inovações	66,7%	89,0%	89,0%	67,0%	55,7%
Ecossistema	83,5%	91,8%	100,0%	91,8%	50,0%
Operações	80,0%	100,0%	66,8%	66,8%	46,6%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Inicialmente os IMDCs foram calculados a partir das respostas dos entrevistados, mas analisando-se os dados coletados, em que o entrevistado apresentava respostas diferentes para a mesma dimensão, decidiu-se agregar à fórmula um multiplicador denominado fator de compatibilidade (FC), deixando o cálculo de índice de maturidade digital ajustado. Esse fator reduz o nível de maturidade na dimensão analisada, pois considerou-se que o fato de apresentar desajustes numa mesma dimensão retrata níveis inferiores de maturidade na dimensão. Assim, o FC serviu para corrigir os IMDCs, quando uma ou mais sub dimensões apresentassem discrepância em relação às demais, em uma mesma dimensão.

A equação 3 indica como é o cálculo do IMDCs ajustados por meio da aplicação do FC.

$$\text{IMDC} = (\sum M1*0,00 + \sum M2*0,33 + \sum M3*0,67 + \sum M4*1,00 / \sum n) * \text{FC} * 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

A determinação do FC segue as seguintes premissas: (a) se as respostas de todas as sub dimensões são iguais dentro de uma dimensão analisada, o FC é igual 1, ou seja, o valor do IMDC da dimensão será multiplicado por 1 e não haverá alteração no resultado; (b) se uma ou duas sub dimensões apresentam desvios dentro de uma dimensão, o FC será de 0,67, ou seja, o IMDC da dimensão será multiplicado por 0,67 e, com isso, reajustado; (c) caso três ou mais sub dimensões apresentem divergências nos seus resultados, o FC será de 0,33, ou seja, neste caso, o IMDC da dimensão obtido será multiplicado por 0,33 ao final.

### 3.5.1 Resultados para a empresa A

Na Figura 20 apresentam-se graficamente os dados do IMDC para cada sub dimensão da dimensão Cultura e Organização na Empresa A.

Figura 20 – Dimensão Cultura e Organização na empresa A



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Nessa primeira dimensão, o entrevistado da empresa A indicou que as sub dimensões Liderança e Governança, Capacitação dos Colaboradores e Cultura Digital encontram-se no nível integrado. Todavia, segundo a percepção do entrevistado, as sub dimensões Gestão do Conhecimento e Colaboração Digital com a Integração da Cultura do Erro não estão presentes na organização da mesma forma que as demais, essas sendo classificadas como nível gerenciado.

Como todas as sub dimensões da Cultura e Organização deveriam estar alinhadas em termos de maturidade digital, considerou-se que nessa dimensão, existe incompatibilidade dos dados fornecidos pelo entrevistado e aplicou-se o FC. Como há dois resultados que destoam dos demais, o IMDC que era de 86,8%, foi multiplicado por 0,67, resultando no IMDC de 58,2% nessa primeira dimensão.

Na segunda dimensão avaliada, a de Tecnologia, o resultado dessa dimensão é ilustrado graficamente na Figura 21.

Figura 21 – Dimensão Tecnologia na empresa A



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em relação ao Uso e Adoção de Tecnologias Emergentes, a empresa A tem utilizado as tecnologias *BIM* para projetos, realidade virtual para visitas ao apartamento decorado, inteligência artificial para atendimento iniciais aos clientes, drones para vistorias de fachadas e patologias e por fim o uso do *Big Data* para desenvolvimento de produtos e serviços.

Dessa forma, segundo o entrevistado, o Uso e Adoção de Tecnologias Emergentes, enquadra-se no nível gerenciado. Já o Suporte dos Negócios Digitais e a Segurança e privacidade dos dados gerados e obtidos estão classificadas como nível integrado.

Em contrapartida, essas tecnologias ainda não possuem projetos para integração e otimização dos processos, ou seja, não há Planejamento e Integração dessas tecnologias no momento, sendo assim, essa sub dimensão foi avaliada no nível não iniciado.

Ademais, os Dados Analíticos gerados por estas tecnologias são subutilizados, segundo a percepção do entrevistado. Por isso, o resultado dessa sub dimensão foi o nível inicial.

Nessa dimensão, segundo a visão do entrevistado, a empresa A tem o suporte adequado para as utilizações de cada tecnologia de forma separada, faltando explorar os dados que estes projetos geram.

Pode-se afirmar que o Uso e Adoção das Tecnologias Emergentes e o Suporte dos Negócios Digitais elevam o resultado deste indicador, o que é impactado de forma negativa pela baixa utilização dos Dados Analíticos e do seu Planejamento e Integração com as outras tecnologias.

Como a dimensão Tecnologia também apresenta discrepâncias nos resultados das sub

dimensões, que, nesse caso, são quatro sub dimensões com divergências, o FC aplicado foi de 0,33, portanto, o IMDC obtido inicialmente era de 60%, mas após aplicação do FC, o IMDC da dimensão Tecnologia ficou em 19,8%.

A terceira dimensão analisada da empresa A foi a Estratégia, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 22.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Segundo o entrevistado da empresa A, a Estratégia da empresa é voltada à Inovação para o Modelo de Negócio, com Metas implementadas para a TD, com Investimentos em diversos projetos de Inovações e Tecnologias Digitais, além da abordagem da sua estratégia com foco na Gestão do Ecossistema e nas suas Partes Interessadas. Desta forma, o entrevistado afirmou que estas sub dimensões estão no nível integrado.

Nessa dimensão, a Definição das Funções e Responsabilidades ainda requerer ações para amadurecimento digital, segundo relatos do entrevistado, sendo avaliada como nível gerenciado.

Como a terceira dimensão apresentou um desvio nas respostas de uma das sub dimensões, o valor final foi alterado, nesse caso foi adotado o FC de 0,67 e o valor antigo do IMDC de 93,4%, foi ajustado para 62,6%.

A quarta dimensão avaliada da empresa A foi a dos Clientes, essa apresentou os resultados que são apresentados graficamente na Figura 23.

Figura 23 – Clientes na empresa A



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

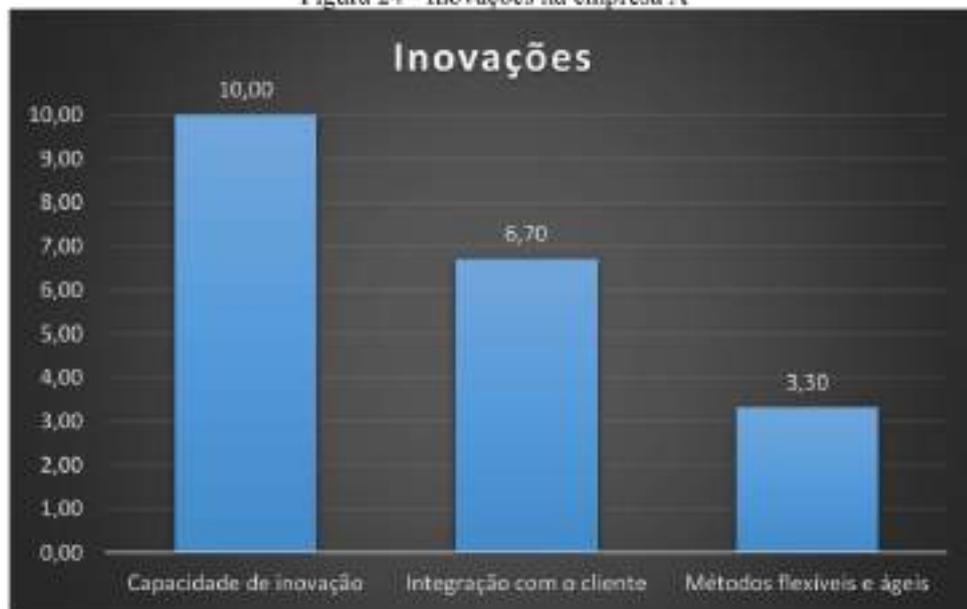
Nessa dimensão, as três perguntas realizadas possuem o mesmo resultado, que indicam que a empresa quando utiliza as suas tecnologias digitais possui o nível inicial para o Engajamento dos seus Clientes, para o Acompanhamento das Ideias e Comportamento dos seus Clientes e para a Retroalimentação.

Como a empresa A possui uso limitado e sem integração das tecnologias, segundo relatos do entrevistado, a sub dimensão Engajamento do Cliente pode ser comprometida. Ademais, conforme percepção do entrevistado, as tecnologias utilizadas pela empresa A geram poucos dados, e isso pode afetar o Acompanhamento das Ideias e Comportamentos dos seus clientes e usuários. Isso, conseqüentemente, irá refletir na resposta dada sobre o nível inicial da sub dimensão Retroalimentação dos Clientes.

Como nessa quarta avaliação, os resultados não apresentam divergências de respostas, o FC aplicado foi de 1, o que não irá alterar o resultado e o valor do IMDC desta dimensão manteve-se em 33%.

A avaliação da quinta dimensão da empresa A, Inovações, apresentou os resultados que são apresentados graficamente na Figura 24.

Figura 24 - Inovações na empresa A



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

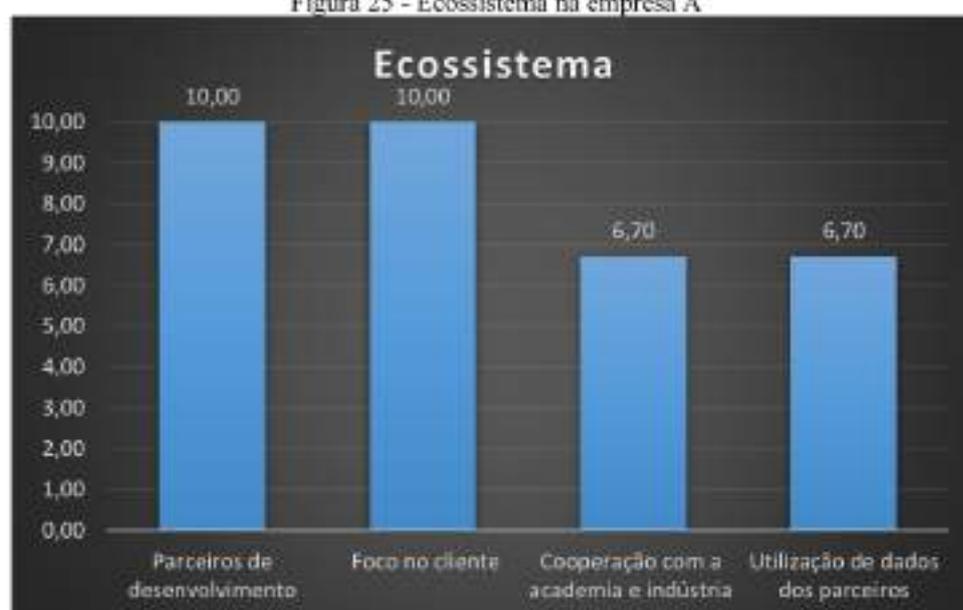
Na dimensão Inovações, na empresa A, apresenta-se a sub dimensão Capacidade de Inovação, com investimentos, infraestrutura, recursos e equipe técnica para utilização das tecnologias digitais. Essa sub dimensão é avaliada pelo entrevistado como nível integrado. Entretanto, a sub dimensão Integração com o Cliente requer amadurecimento, segundo relatos do entrevistado, o que está coerente aos resultados indicados na dimensão dos clientes e possui avaliação enquadrada no nível gerenciado. E por último a sub dimensão utilização de Métodos Flexíveis e Ágeis, foi indicada como nível inicial.

Como o entrevistado da empresa A indicou que a organização possui em nível inicial a utilização de Métodos Flexíveis e Ágeis, isso pode ser um dos fatores que afeta o resultado das dimensões Tecnologia e dos Clientes. Outro ponto que deve ser analisado para amadurecimento é a Integração com o Cliente no desenvolvimento dos seus projetos, que, segundo relatos do entrevistado da empresa A, essa sub dimensão ainda não está totalmente integrada aos seus processos.

Nessa quinta avaliação, há variação de respostas de duas sub dimensões, por consequência, o FC aplicado foi de 0,67, e o valor anterior do IMDC de 66,7% foi corrigido para 44,7%.

A sexta avaliação apresenta os resultados da dimensão Ecossistema, que é apresentada graficamente na Figura 25.

Figura 25 - Ecosistema na empresa A



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A avaliação da dimensão Ecosistema na empresa A apresenta as sub dimensões Parceiros de Desenvolvimento e Foco no Cliente com nível integrado, contudo, as sub dimensões Cooperação da Academia e Indústria e Utilização de Dados dos Parceiros são classificadas como nível gerenciado. Como a sexta dimensão analisada apresenta duas respostas com divergências em relação às demais informações, o FC foi de 0,67, desse modo, o valor do IMDC de 83,5% foi ajustado para 55,9%.

Na última dimensão analisada da empresa A, o resultado é ilustrado na Figura 26.

Figura 26 - Operações na empresa A

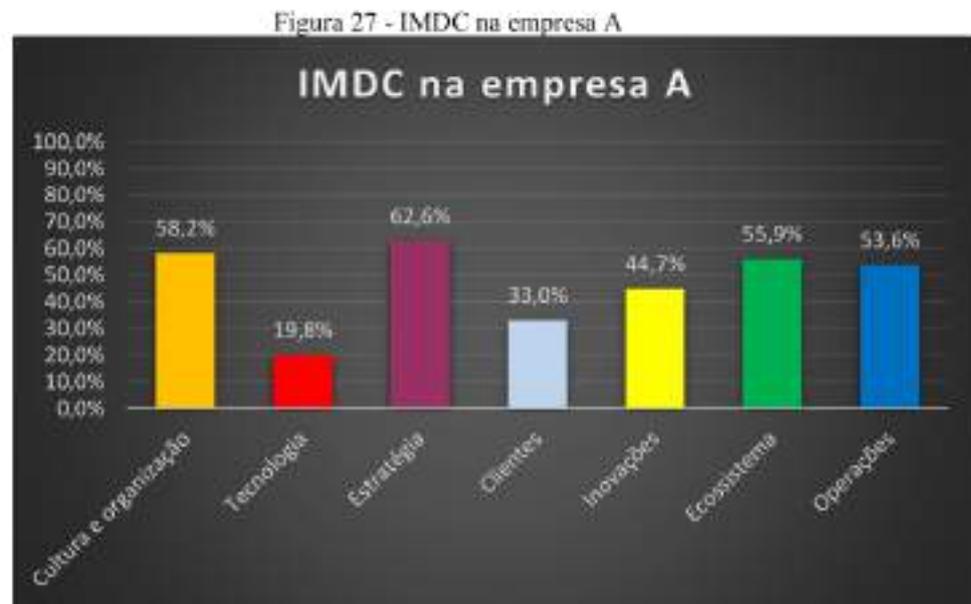


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na última avaliação na empresa A, as sub dimensões de uso dos Dados Analíticos, a Melhoria Contínua e a Medição do Desempenho dos processos digitais são indicadas como nível integrado. Já as sub dimensões Gestão Ágil para Mudanças e Automação e Operação Flexível dos processos são avaliadas como nível gerenciado e inicial respectivamente.

Visto que, nessa dimensão, duas sub dimensões apresentaram desvios em relação às demais analisadas, foi aplicado o FC de 0,67, que ajustou o valor do IMDC de 80% para 53,6%.

Baseado nas respostas do entrevistado, nos cálculos efetuados e nas correções aplicadas, onde necessário, a Figura 27 apresenta o resultado do IMDC da empresa A.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Pode-se verificar que a diferença entre os níveis de maturidade digital nas dimensões poderia ser minimizada por meio de ações de melhorias como as elencadas a seguir:

a) na dimensão Cultura e Organização, sugere-se que sejam criados métodos para reter o conhecimento obtido dos projetos e meios de disseminá-los aos colaboradores e ainda implementar de forma gradativa a colaboração digital com a cultura do erro.

b) em relação à dimensão Tecnologia, sugere-se à empresa iniciar um planejamento de adoção de mais tecnologias de forma a integrá-las aos seus projetos, visando à obtenção de dados para facilitar a tomada de decisão. Os indicadores Investimentos em Inovações e Investimento em Ferramentas de Suporte podem ser utilizados para acompanhamento do índice de maturidade digital.

c) no que tange à dimensão Estratégia, deve-se formalizar e acompanhar as definições das pessoas envolvidas no processo da transformação digital da organização.

d) sobre a dimensão Clientes, a empresa A pode analisar meios que permitam integrar suas tecnologias com a integração dos clientes para acompanhar o desenvolvimento dos seus projetos. Ademais, deve utilizar meios para acompanhar as ideias e comportamento dos usuários e, com isso, retroalimentar o seu sistema de gestão.

e) no que se refere à dimensão Inovação, pode-se explorar tecnologias e meios que permitem integrar o cliente e realizar interações com o seu produto. Além disso, para maturidade dos seus processos, recomenda-se implementar métodos ágeis e flexíveis para maior otimização dos processos. Os indicadores Investimentos em Inovações, Investimento em Ferramentas de Suporte, Criação de Novas Marcas e/ou Produtos, Margem Operacional e Margem Líquida podem ser utilizados para acompanhamento do índice de maturidade digital.

f) a dimensão Ecossistema da empresa A pode ser explorada, buscando parcerias para desenvolver tecnologias e para obter dados dos parceiros. E as Operações podem ser mais automatizadas, com a implantação de métodos ágeis e novos fluxos para aumentar a produtividade. O indicador de Produtividade pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

### *3.5.2 Resultados para a empresa B*

A empresa B, de acordo com as suas respostas fornecidas, apresentou o resultado da dimensão Cultura e Organização ilustrados graficamente na Figura 28.

Figura 28 - Cultura e Organização na empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na primeira dimensão avaliada da empresa B, a percepção do entrevistado indica que a Liderança e Governança já são voltadas para inovação, o que vai ao encontro do modelo de negócio desta organização, sendo avaliada como nível integrado.

A Capacitação dos Funcionários, a Cultura Digital a Colaboração Digital com a mentalidade do risco para assumir e executar novos trabalhos são avaliadas como nível integrado.

A única sub dimensão que requer amadurecimento é a gestão do conhecimento, que, segundo o entrevistado, ainda não está integrada, sendo avaliada como nível gerenciado.

Como a empresa B possui uma sub dimensão que destoa das outras informações, foi utilizado o FC de 0,67, com isso, o valor anterior do IMDC de 93,4% foi corrigido para 62,6%.

A segunda dimensão analisada foi a Tecnologia da empresa B, esta apresentou os resultados que estão indicados graficamente na Figura 29.

Figura 29 - Tecnologia na empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na dimensão Tecnologia, todas as sub dimensões são avaliadas pelo entrevistado como integradas. A empresa B utiliza inteligência artificial, *Big Data* e *IOT* para realização dos seus trabalhos, o que indica o atendimento à sub dimensão de Uso e Adoção de Tecnologias emergentes, segundo relatos do entrevistado.

Para atendimento aos trabalhos da empresa B, segundo o entrevistado, os colaboradores possuem Suporte e infraestrutura que tem permitido gerar e utilizar dados, além de suportar os produtos e serviços gerados por meio do negócio.

Como a empresa B já tem realizado entregas de projetos, o entrevistado afirma que parte do seu escopo de contrato é garantir a segurança dos dados gerados, situação que justifica a avaliação feita pelo entrevistado da sub dimensão de segurança.

Por fim, as tecnologias *IOT*, *Big Data* e inteligência artificial trabalham de forma integrada nos projetos realizados e em desenvolvimento, o que, segundo o entrevistado, justifica o enquadramento da sub dimensão no nível integrado.

Na segunda dimensão, para a empresa B, não há variações de resultados, portanto, o FC aplicado foi de 1 e não houve alteração no resultado, que continua como IMDC de 100%.

A terceira dimensão analisada da empresa B, foi a Estratégia, que possui o resultado ilustrado graficamente na Figura 30.

Figura 30 - Estratégia na empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Como a empresa B possui foco de atuação na utilização de tecnologias para o segmento da construção civil, o entrevistado avaliou sua organização com o nível integrado em todas as sub dimensões analisadas.

Para realização e desenvolvimento dos trabalhos, o entrevistado da empresa B indica que a organização possui uma Estratégia de Inovação para o seu Modelo de Negócio, que é estruturada com investimentos e acelerações para novos projetos e melhorias.

A TD é descrita como nível integrado e, segundo relatos do entrevistado, isto é uma premissa para concepção de novos trabalhos. A estratégia também visa a gestão do seu Ecossistema e das suas Partes Interessadas para manutenibilidade do negócio da empresa B, de acordo com o entrevistado.

E, para realização e acompanhamento das estratégias e metas da empresa, o entrevistado afirmou que as Funções e Responsabilidades estão definidas e são respeitadas para atendimento às metas e objetivos organizacionais.

Visto que a terceira dimensão não apresentou respostas que destoam, o FC aplicado foi de 1 e o resultado do IMDC de 100% foi mantido.

Na quarta dimensão avaliada da empresa B, Clientes, os dados obtidos são apresentados graficamente na Figura 31.

Figura 31 - Clientes na empresa B



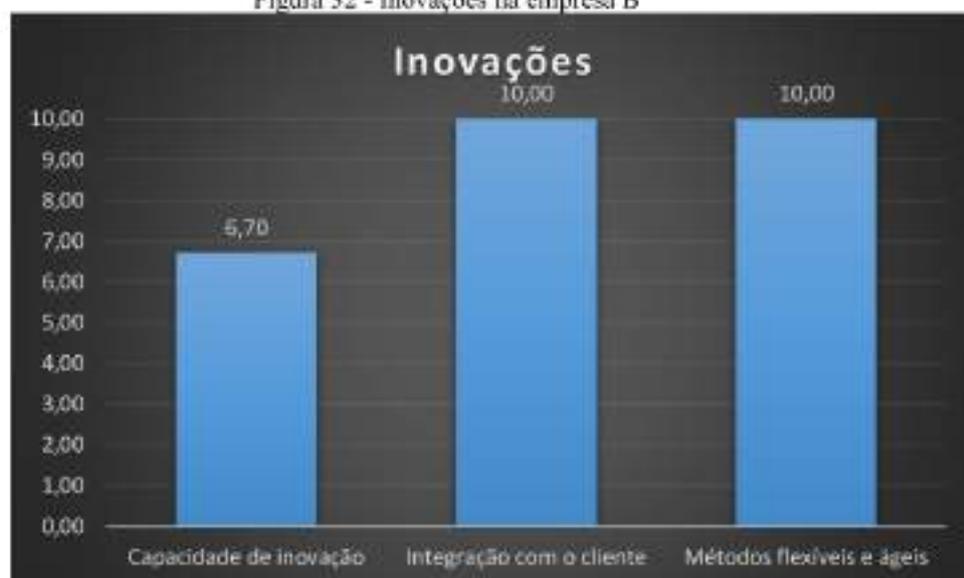
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para o Engajamento do Cliente na empresa B e Acompanhamento das Ideias e do Comportamento dos Clientes, o entrevistado avaliou essas sub dimensões como nível integrado e afirmou que essas sub dimensões são o foco do direcionamento estratégico da empresa.

Ademais, segundo relatos do entrevistado, a empresa B possui métodos que permitem a Retroalimentação para melhoria dos seus processos, sendo esta sub dimensão também avaliada como nível integrado. Dado que na quarta dimensão os resultados não possuem desvios entre si, o FC utilizado foi de 1 e o resultado do IMDC de 100% não foi alterado.

A quinta dimensão da empresa B analisada foi a de Inovações que apresenta os resultados indicados graficamente na Figura 32.

Figura 32 - Inovações na empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O entrevistado da empresa B indica que os seus projetos possuem como meio de realização a adoção de Métodos Flexíveis e Ágeis, que permitem a Integração com o Cliente para alinhamento e ajuste das expectativas, sendo essas duas sub dimensões avaliadas como nível integrado. No entanto, segundo o entrevistado, a empresa B ainda requer amadurecimento na sub dimensão capacidade de inovação, que possui avaliação de nível gerenciado.

As inovações da empresa B são baseadas nas necessidades dos seus clientes, segundo o entrevistado. Para isso, existe Integração dos Clientes aos processos, de forma a personalizar seus produtos e serviços para obter maior valor agregado e otimizar os resultados.

A Capacidade de Inovação, segundo o entrevistado da empresa B sempre pode ser maior e receber mais investimentos, como a empresa B é uma *startup*, quanto maior o investimento, maior será o campo de inovações mapeadas e investidas.

Dado que a quinta dimensão apresentou uma sub dimensão com divergência em relação às demais, utilizou-se o FC de 0,67 e o valor do IMDC de 89% foi corrigido para 59,6%.

A sexta dimensão analisada da empresa B foi a do Ecossistema, que possui os resultados apresentados graficamente na Figura 33.

Figura 33 - Ecossistema na empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação ao Ecossistema, o entrevistado da empresa B afirmou que a Parceria de Desenvolvimento das suas tecnologias está no nível integrado e permite a realização e entrega dos seus trabalhos. Para esta dimensão ainda há a necessidade de amadurecer o Foco no Cliente final, por causa das partes interessadas que interagem com a empresa B, segundo relatos do entrevistado.

O Foco no Cliente final precisa estar alinhado em todas as empresas da cadeia de atendimento da empresa B para que seu Ecossistema esteja integrado e apresente maior valor ao cliente final dos produtos da construção civil, moradores e locatários. Segundo a percepção do entrevistado.

O entrevistado da empresa B também afirmou que possui parceria com uma Universidade para utilização de laboratórios e desenvolver tecnologias, da mesma forma que utiliza dados dos parceiros conforme desenvolve e entrega produtos e serviços.

Como a empresa B possui serviços e produtos com tecnologias digitais, o entrevistado afirmou que há um envolvimento com seus Parceiros para desenvolver, aprimorar e compartilhar dados e tecnologias para que todas as empresas do ecossistema possam se beneficiar.

Visto que a sexta dimensão apresentou uma sub dimensão que destoa das demais, foi utilizado o FC de 0,67 e o valor do IMDC de 91,8% foi ajustado para 61,5%.

A sétima dimensão da empresa B analisada foi a de Operações que apresenta os resultados ilustrados graficamente na Figura 34.

Figura 34 - Operações da empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Como a empresa B trabalha somente com tecnologias digitais e Métodos Ágeis e Flexíveis, as suas atividades são automatizadas, por exemplo o monitoramento das obras por meio da *IOT*, de acordo com as afirmações do entrevistado. Ademais, segundo o entrevistado, a empresa possui Gestão Ágil para Mudanças para adaptar-se ao mercado e manter-se competitiva. Essas sub dimensões são avaliadas como nível integrado, segundo o entrevistado.

As operações da empresa B geram Dados em Tempo Real e são monitoradas por meio de *Big Data*. Os dados são acompanhados e monitorados com seus clientes que propiciam a Melhoria Contínua dos processos desses clientes, sub dimensões que também são avaliadas como nível integrado.

Os controles utilizados pela empresa B permitem identificar pontos que requerem melhoria e ajustes e possibilitam implementar ações de melhoria contínua nos processos, as quais são medidas por meio de indicadores para acompanhamento e direcionamento estratégico do negócio, segundo relatos do entrevistado.

Como não houve variações nas sub dimensões da sétima dimensão analisada, o FC foi de 1 e conseqüentemente o valor do IMDC foi mantido em 100%.

Baseado nas respostas do entrevistado, nos cálculos efetuados e nas correções aplicadas, onde necessário, a Figura 35 apresenta o resultado do IMDC da empresa B.

Figura 35 - IMDC na empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Baseado nas respostas fornecidas pelo entrevistado da empresa B, a diferença entre os níveis de maturidade poderia ser minimizada por meio de ações, por exemplo as elencadas a seguir:

a) em relação à Cultura e Organização da empresa B, recomenda-se criar procedimentos para registrar os resultados, métodos e mecanismos para desenvolvimento dos produtos e serviços. Com isso, pode-se adotar sistemáticas para capacitar os novos colaboradores nos projetos envolvidos. O indicador de Percentual de Capacitação dos Colaboradores pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

b) acerca da dimensão de Inovação, a sub dimensão de Capacidade de Inovação pode ser explorada com a busca por mais investimentos e empresas que realizam acelerações em empresas do tipo *startup* ou programas dos governos que fomentem as inovações para o setor da construção civil. Os indicadores Investimentos em Inovações, Investimento em Ferramentas de Suporte, Patentes Geradas, Criação de Novas Marcas e/ou Produtos, Margem Operacional e Margem líquida podem ser utilizados para acompanhamento do índice de maturidade digital.

c) a dimensão do Ecosistema pode ser aumentada com a colaboração da empresa B, por meio de programas e ações que ressaltam e reforçam o comprometimento que todas as partes interessadas envolvidas necessitam para atender as expectativas e necessidades dos clientes e usuários.

d) sobre as dimensões Tecnologia, Estratégia, Clientes e Operações não há recomendações, pois segundo dados obtidos são dimensões que se encontram no nível integrado e devem ser mantidas para manutenção e posicionamento estratégico da organização.

### 3.5.3 Resultados para a empresa C

A empresa C, de acordo com as respostas fornecidas pelo entrevistado, apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 36 para a dimensão Cultura e Organização.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na primeira dimensão analisada da empresa C, as sub dimensões de Liderança e Governança e Cultura Digital são avaliados pelo entrevistado como nível integrado.

A Gestão do Conhecimento e a Colaboração Digital são avaliadas como nível gerenciado e precisam de análise e ações para evolução e amadurecimento, segundo relatos do entrevistado. Já a sub dimensão de Capacitação dos Funcionários está no nível inicial e deve ser trabalhada para amadurecimento, segundo a percepção do entrevistado.

Como esta análise apresenta três desvios entre as respostas das sub dimensões, o FC utilizado foi de 0,33 e o IMDC de 73,4% foi ajustado para 24,2%.

A segunda dimensão analisada foi a Tecnologia da empresa C, essa apresenta os resultados identificados na Figura 37.

Figura 37 - Tecnologia na empresa C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na segunda dimensão analisada da empresa C, as sub dimensões de Uso e Adoção das Tecnologias Emergentes, o Planejamento e Integração das Tecnologias e os Dados Analíticos são avaliados pelo entrevistado como nível integrado.

Em relação às sub dimensões Suporte dos Negócios Digitais e Segurança dos dados gerados e utilizados, essas ainda requerem amadurecimento, segundo a ótica do entrevistado. Essas duas sub dimensões foram avaliadas como nível gerenciado.

Sobre a utilização das tecnologias digitais, a empresa C tem utilizado o *BIM* para desenvolvimento de projetos e drones para inspeções prediais, segundo relatos do entrevistado.

Como duas sub dimensões, nesta segunda dimensão, apresentaram desvio em relação às outras, foi aplicado o FC de 0,67 e o resultado do IMDC de 86,8% foi ajustado para 58,2%.

A terceira dimensão analisada foi a Estratégia da empresa C, que apresenta os resultados ilustrados graficamente na Figura 38.

Figura 38 - Estratégia na empresa C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na terceira dimensão analisada da empresa C, as sub dimensões de Estratégia de Inovação para o Modelo de Negócio, Investimento em Inovações e Tecnologias Digitais e nas Definições de Funções e Responsabilidades para realização da TD foram definidas pelo entrevistado como nível integrado.

Em relação às Metas para TD, a empresa C ainda requer amadurecimento e o entrevistado afirmou que se encontra no nível gerenciado. A Gestão do Ecossistema e das Partes Interessadas se encontra no nível inicial.

Como esta terceira avaliação apresenta duas sub dimensões com desvio de respostas em relação às demais sub dimensões que estão no nível integrado, o FC aplicado foi de 0,67, dessa forma o resultado anterior do IMDC era de 80% e foi alterado para 53,6%.

A quarta dimensão analisada da empresa C foi a dos Clientes, que apresentou os resultados ilustrados graficamente na Figura 39.

Figura 39 - Clientes na empresa C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na quarta dimensão analisada da empresa C, o entrevistado afirmou que o Engajamento do Cliente e o Acompanhamento das Ideias e Comportamento do Cliente para construção da sua estratégia são avaliadas como nível integrado. Já a Retroalimentação dos clientes foi avaliada como nível gerenciado.

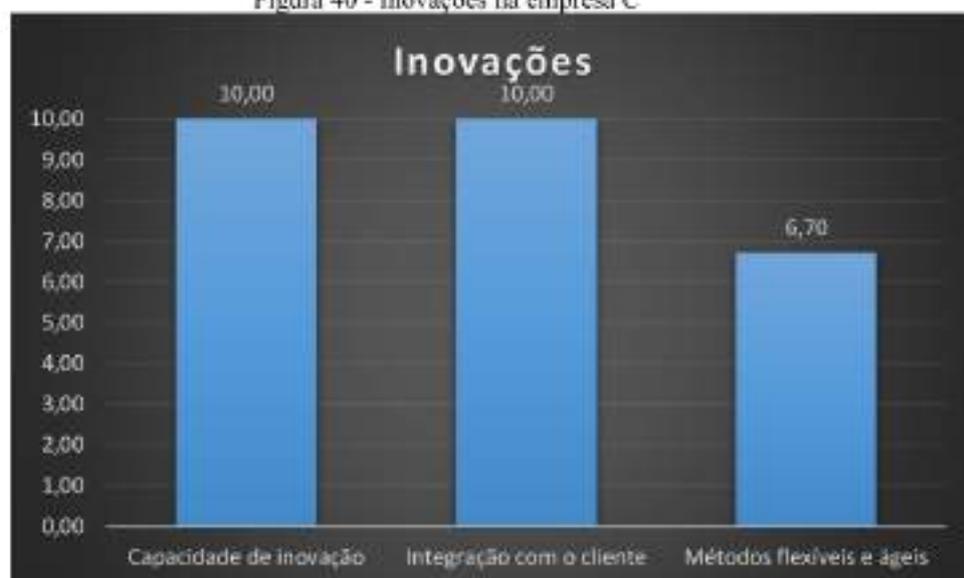
Como a empresa possui poucas tecnologias digitais em uso, em especial o *BIM* e o uso de drones, o Engajamento do Cliente torna-se difícil de ser obtido nessas aplicações, segundo relatos do entrevistado.

O entrevistado afirmou que as Retroalimentações das Tecnologias Digitais ainda não são analisadas de forma individual para capturar desvios e pontos de melhoria, desta forma o uso de drones e do *BIM* não geram as retroalimentações necessárias para tratativa do amadurecimento desta sub dimensão.

Visto que nesta dimensão há uma divergência de resposta em uma sub dimensão, o FC adotado foi de 0,67 e o valor do IMDC de 89% foi corrigido para 59,6%.

A quinta dimensão analisada da empresa C foi a de Inovações, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 40.

Figura 40 - Inovações na empresa C



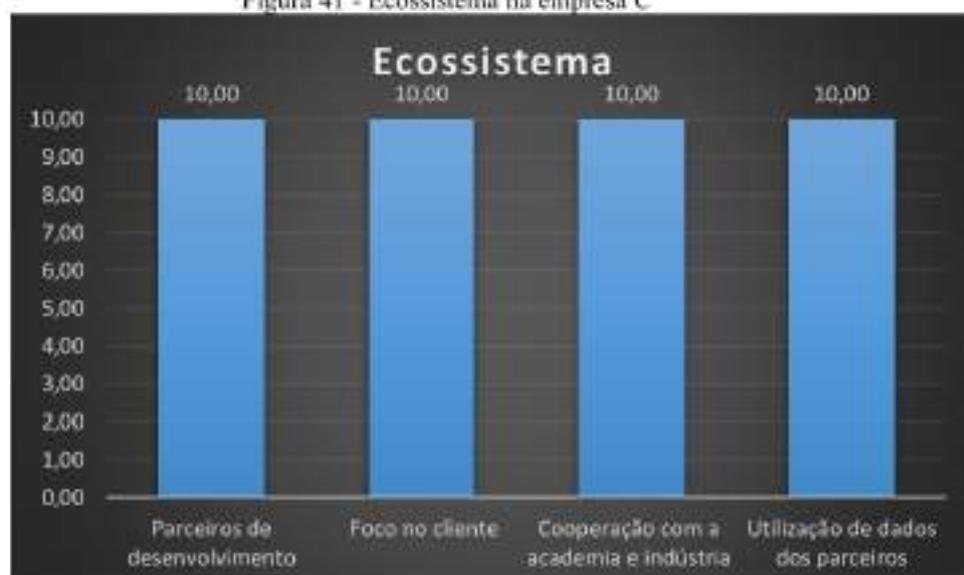
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na quinta dimensão avaliada da empresa C, as sub dimensões de Capacidade de Inovação e Integração com o Cliente foram respondidas como nível integrado e sobre o uso de Métodos Flexíveis e Ágeis de trabalho. O entrevistado da empresa C informou que essa sub dimensão se encontra no nível gerenciado.

Como esta quinta avaliação apresentou um desvio em uma das sub dimensões, o FC aplicado foi de 0,67, com isto, o resultado do IMDC que era de 89% foi ajustado para 59,6%.

A sexta dimensão analisada da empresa C foi a do Ecossistema, esta ficou com os resultados identificados graficamente na Figura 41.

Figura 41 - Ecossistema na empresa C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Segundo a opinião do entrevistado, a empresa C possui os Parceiros de Desenvolvimento, o Foco no Cliente, a Cooperação com a Academia e a Indústria e a Utilização de Dados dos Parceiros no nível integrado.

Como não há desvio nas respostas do entrevistado nesta dimensão, o FC aplicado foi de 1, por isso o resultado do IMDC não foi alterado e manteve-se 100%.

A sétima dimensão analisada da empresa C foi Operações, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 42.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A sétima dimensão da empresa C indicou que as sub dimensões Gestão Ágil para Mudanças e Melhoria Contínua dos processos estão no nível integrado. A Automação e Operação Flexível dos trabalhos e os Dados Analíticos foram avaliados como nível gerenciado e devem amadurecer para integração dos processos, segundo relatos do entrevistado. Já em relação à Medição do Desempenho, o entrevistado da empresa C afirmou que ainda não possui indicadores para medir os resultados, benefícios e possíveis desvantagens atreladas as tecnologias digitais, dessa forma essa sub dimensão foi avaliada como nível não iniciado.

Como esta dimensão apresentou três sub dimensões com variações, o FC foi de 0,33 e, desta forma, o resultado anterior do IMDC de 66,8% foi ajustado para 22%.

Baseado nas respostas do entrevistado, nos cálculos efetuados e nas correções aplicadas, onde necessário, a Figura 43 apresenta o resultado do IMDC da empresa C.

Figura 43 - IMDC na empresa C



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

As diferenças entre os níveis de maturidade digital apresentadas nas dimensões analisadas poderiam ser minimizadas por meio de ações de melhorias, como as elencadas a seguir:

a) a Cultura e Organização da empresa C pode ser amadurecida por meio de processos de capacitação dos colaboradores, adoção de treinamentos e investimento em programas de qualificação dos seus funcionários. Ademais, pode-se inserir meios para reter o conhecimento obtido na realização dos projetos e implementar nos processos ferramentas para a colaboração digital dos processos. O indicador de Percentual de Capacitação dos Colaboradores pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

b) Sobre a dimensão Tecnologia, recomenda-se verificar empresas que garantam, por meio de contratos e acordos, a prestação do suporte adequado para as tecnologias contratadas e, ademais, a segurança da informação e dos dados gerados por meio do desenvolvimento dos projetos realizados. O indicador de Investimento em Ferramentas de Suporte pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

c) acerca da dimensão Estratégia, a empresa pode implementar ações para implementar a TD nos seus processos, de forma que estas ações sejam acompanhadas e monitoradas periodicamente. Sugere-se, para gestão do ecossistema, maior participação e integração com os parceiros e fornecedores para alinhamento das expectativas de todas as partes interessadas.

d) na dimensão Clientes, recomenda-se uma análise sobre os processos que possuem relação direta com os clientes e adoção de métricas para medir a percepção e o valor agregado pela ótica do cliente, com isto, a organização poderá retroalimentar os seus processos.

e) a dimensão de Inovações pode buscar a implementação de métodos flexíveis e ágeis para realização dos projetos e maior otimização dos possíveis resultados, facilitando as tomadas de decisões para manter ou declinar de algum projeto ou proposta. Os indicadores Investimento em Inovações, Investimento em Ferramentas de Suporte, Percentual de Capacitação dos Colaboradores, Criação de Novas Marcas e/ou Produtos, Margem Operacional e Margem líquida podem ser utilizados para acompanhamento do índice de maturidade digital.

f) como a dimensão Ecossistema foi avaliada pelo entrevistado como integrada, não há recomendações para esta dimensão.

g) sobre a dimensão Operações, como indicado na dimensão Inovações, a utilização de métodos flexíveis e ágeis pode facilitar e otimizar entrega dos projetos. Como indicado na dimensão Clientes, a adoção de indicadores pode facilitar a retroalimentação dos processos, inclusive da operação. Sugere-se, também, criar banco de dados para facilitar análise e direcionamento do planejamento das atividades e processos. O indicador de Produtividade pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

#### *3.5.4 Resultados para a empresa D*

A empresa D, de acordo com as respostas fornecidas, apresentou os resultados ilustrados na Figura 44 para a dimensão Cultura e Organização.

Figura 44 - Cultura e Organização na empresa D



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Segundo as respostas do entrevistado da empresa D, a Gestão do Conhecimento e a Cultura Digital estão no nível integrado. E as demais sub dimensões, Liderança e Governança, Capacitação dos Funcionários e Colaboração Digital estão no nível gerenciado.

Como nesta avaliação três sub dimensões apresentaram desvios em relação aos resultados, o FC utilizado foi de 0,33, sendo assim o resultado do IMDC de 80,2% foi corrigido para 26,5%.

A segunda dimensão analisada da empresa D foi Tecnologia, que apresentou os resultados ilustrados graficamente na Figura 45.

Figura 45 - Tecnologia na empresa D



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A segunda dimensão da empresa D foi respondida com as sub dimensões de nível integrado para Suporte dos Negócios Digitais e Segurança dos dados gerados e utilizados nos seus trabalhos. Em relação ao Planejamento e Integração das tecnologias, o entrevistado da empresa D afirmou que esta é uma sub dimensão que se encontra no nível gerenciado e requer amadurecimento.

Sobre o Uso das Tecnologias Emergentes e dos Dados Analíticos, o entrevistado da empresa afirmou que a empresa D se encontra no nível inicial e ainda deve amadurecer essas sub dimensões.

Na questão do Uso das Tecnologias Emergentes, o entrevistado da empresa D afirmou que já trabalhou com *BIM*, mas no momento só é utilizado realidade virtual no estande de venda para comercialização dos seus produtos.

Como nesta dimensão foram apresentadas três sub dimensões que destoam, o FC utilizado foi de 0,33, desta forma o resultado do IMDC era de 66,6% e foi ajustado para 22%.

A terceira dimensão analisada da empresa D foi Estratégia, essa dimensão apresentou os resultados identificados graficamente na Figura 46.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na terceira dimensão da empresa D, o entrevistado apresentou a Gestão do Ecossistema e das Partes Interessadas como nível integrado. A Definição das Funções e Responsabilidades como nível inicial e as demais sub dimensões, Estratégia de Inovação para o Modelo de Negócio, as Metas para TD e o Investimento em Inovação e Tecnologias Digitais como nível gerenciado.

Segundo relatos do entrevistado, no momento, a Estratégia da organização é acompanhar a implementação das tecnologias emergentes no setor e se adequar conforme disseminação dessas tecnologias. Dessa forma, o Investimento será de maneira gradativa, conforme aumento do uso das tecnologias pelas empresas do seu segmento.

Como essa dimensão apresentou duas dimensões com variações entre as demais sub dimensões, o FC aplicado foi de 0,67, com isto, o resultado do IMDC de 66,8% foi corrigido para 44,8%.

A quarta dimensão analisada da empresa D foi Clientes, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 47.



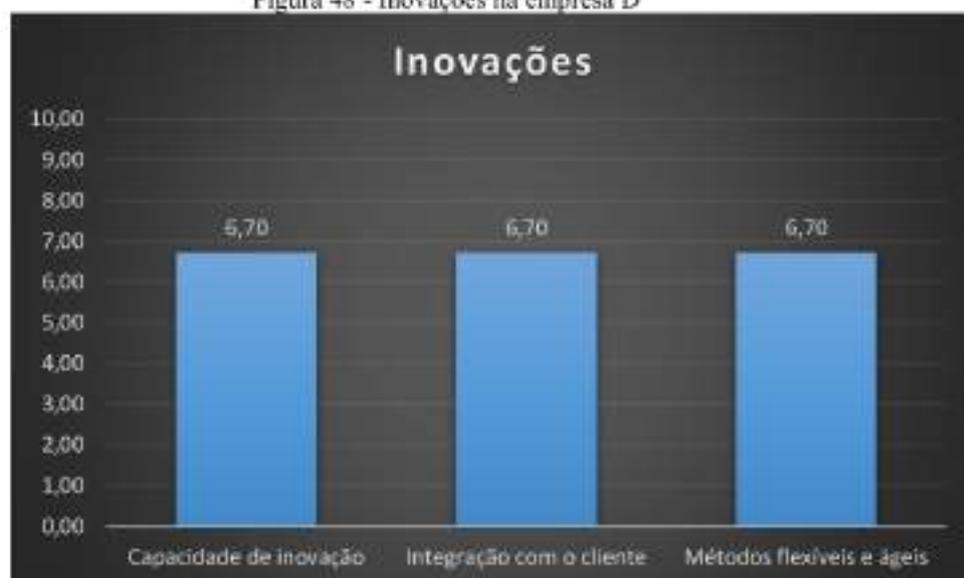
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A quarta dimensão da empresa D foi respondida pelo entrevistado como nível integrado em todas as sub dimensões. Segundo relatos do entrevistado a empresa D tem realizado o Acompanhamento das Ideias e Comportamento do Cliente, também acompanha o Engajamento do cliente e com isso Retroalimenta seus processos.

Como não há variações entre as respostas dessa dimensão, o FC aplicado foi de 1 e, portanto, o resultado do IMDC de 100% não foi alterado.

A quinta dimensão analisada da empresa D foi Inovações, que apresentou os resultados ilustrados graficamente na Figura 48.

Figura 48 - Inovações na empresa D



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

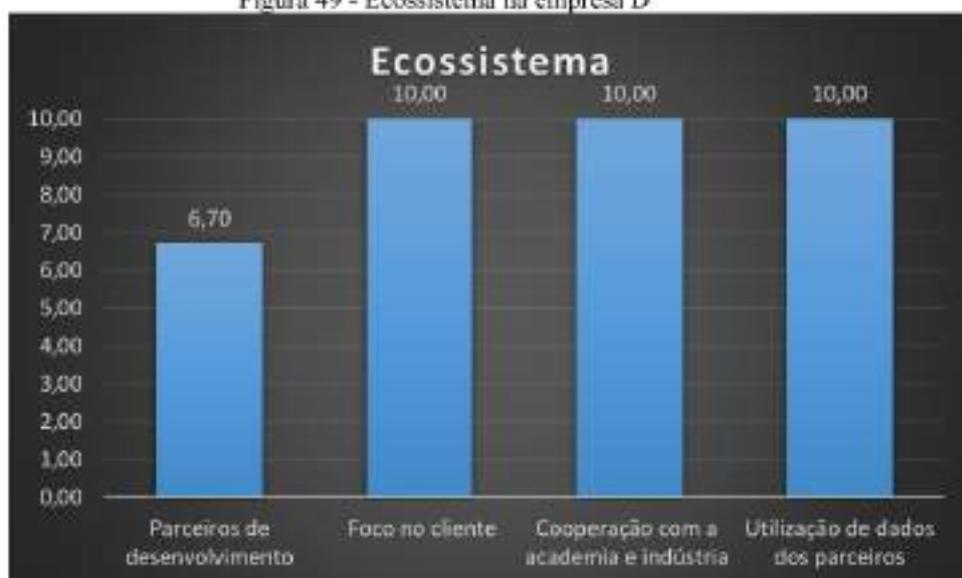
Para a quinta dimensão da empresa D, o entrevistado apresentou todas as respostas das sub dimensões com o mesmo nível de maturidade, nível gerenciado.

Segundo relatos do entrevistado, a empresa tem se organizado no nível gerenciado que permite, quando apropriado, utilizar a sua Capacidade de Inovação, monitorando as possíveis Integrações com Cliente e analisando quais métodos podem ser utilizados para trabalhar com as inovações, por exemplo, Métodos Flexíveis e Ágeis.

Por tratar-se de uma avaliação em que todas as respostas indicaram o mesmo nível nesta dimensão, o FC aplicado foi de 1, por isso o resultado desta dimensão não foi alterado e mantém-se o IMDC de 67%.

A sexta dimensão da organização D analisada foi Ecossistema, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 49.

Figura 49 - Ecossistema na empresa D



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

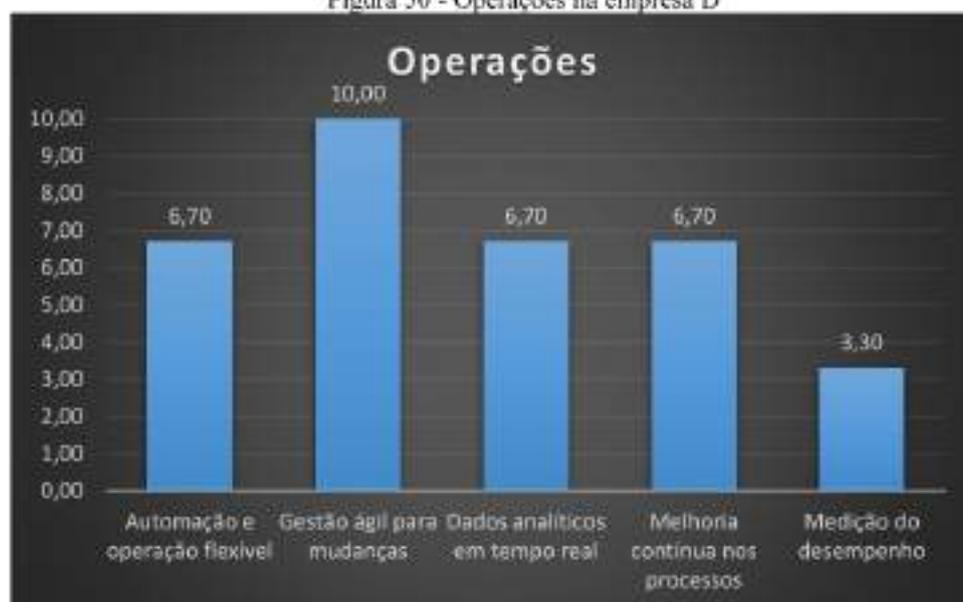
Para a sexta dimensão, a empresa D, segundo a opinião do entrevistado, possui as subdimensões Foco no Cliente, Cooperação com a Academia e Indústria e Utilização de Dados dos Parceiros como nível integrado.

Já na sub dimensão de Parceiros de Desenvolvimento, o entrevistado indicou que a empresa se encontra no nível gerenciado.

Como esta dimensão apresentou um desvio em relação às demais sub dimensões analisadas, o FC utilizado foi de 0,67 e o resultado do IMDC de 91,8% foi ajustado para 61,5%.

A sétima dimensão analisada da empresa D foi Operações, que apresentou os resultados identificados graficamente na Figura 50.

Figura 50 - Operações na empresa D



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

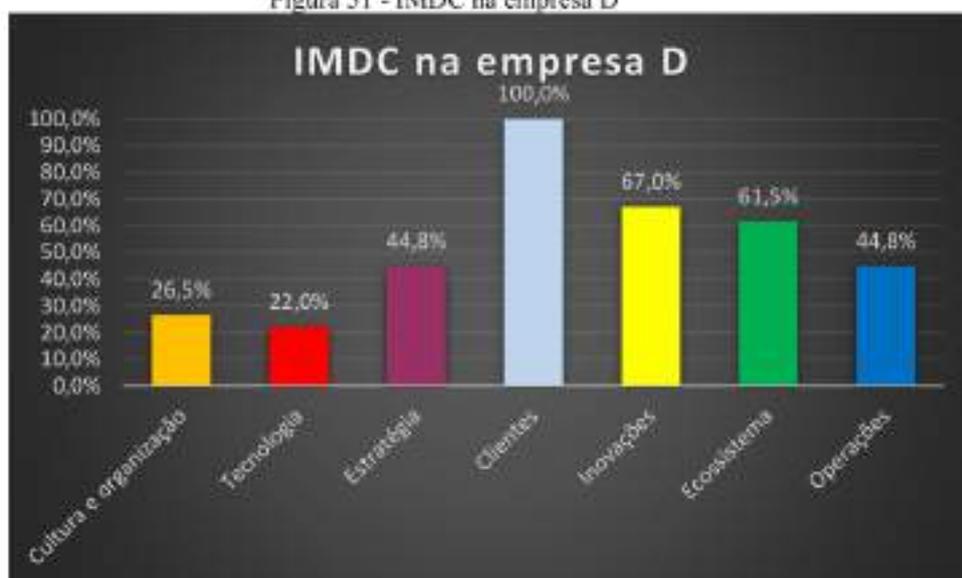
Para a sétima dimensão da empresa D, o entrevistado apresentou a sub dimensão Gestão Ágil para Mudanças como nível integrado e a sub dimensão Medição de Desempenho das tecnologias, em nível inicial.

As sub dimensões Automação e Operação Flexível, Dados Analíticos e Melhoria Contínua foi apresentada com avaliação de maturidade no nível gerenciado.

Como esta dimensão apresentou duas variações em relação às demais sub dimensões, o FC foi de 0,67, portanto, o resultado do IMDC de 66,8% foi corrigido para 44,8%.

Baseado nas respostas do entrevistado, nos cálculos efetuados e nas correções aplicadas, onde necessário, a Figura 51 apresenta o resultado do IMDC da empresa D.

Figura 51 - IMDC na empresa D



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Pode-se verificar que a diferença entre os níveis de maturidade digital nas dimensões poderia ser minimizada por meio de ações de melhorias como as elencadas a seguir:

a) convém, para a dimensão Cultura e Organização da empresa D, implementar programas para capacitação dos seus colaboradores e implementar meios que os projetos possam ser realizados por meio da colaboração digital. O indicador de Percentual de Capacitação dos Colaboradores pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

b) em relação à dimensão Tecnologia, recomenda-se analisar quais processos internos permitem integrar novas tecnologias e que possam gerar dados para otimizar os trabalhos e aumentar a satisfação do cliente, além de criar um planejamento para adequar esses processos, conforme mapeamento realizado.

c) a respeito da dimensão Estratégia, convém definir quais metas para obter TD ainda são necessárias, definindo também os respectivos responsáveis, com a provisão dos investimentos que possam suportar esta mudança organizacional.

d) tendo em vista que a dimensão Clientes foi avaliada, segundo o entrevistado, como nível integrado, não há recomendações para essa dimensão.

e) em relação à dimensão Inovações, convém mapear quais inovações e projetos permitem a integração dos seus clientes e que também possam ser desenvolvidos de forma flexível e ágil para maior otimização dos processos internos. Os indicadores Investimento em

Inovações, Percentual de Capacitação dos Colaboradores, Investimento em Ferramentas de Suporte, Criação de Novas Marcas e/ou Produtos, Margem Operacional e Margem Líquida podem ser utilizados para acompanhamento do índice de maturidade digital.

f) acerca do Ecossistema da empresa, recomenda-se, após definição de quais tecnologias a empresa irá investir ou adequar aos seus processos, a busca por empresas que forneçam suporte e segurança adequada para seus dados.

g) Por fim, a dimensão Operações pode ser elevada por meio automação das atividades, por exemplo na adoção de métodos ágeis e flexíveis para desenvolvimento dos produtos e serviços, maior implementação de dados para tomada de decisão e retroalimentação dos processos organizacionais. O indicador de Produtividade pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

### 3.5.5 Resultados para a empresa E

A empresa E, de acordo com as respostas fornecidas, apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 52 para a dimensão Cultura e Organização.

Figura 52 - Cultura e Organização na empresa E



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A primeira dimensão da empresa E, na opinião do entrevistado, apresentou todas as sub-dimensões Liderança e Governança, Capacitação dos Funcionários, Gestão do Conhecimento, Cultura Digital e Colaboração Digital como nível gerenciado.

Segundo o entrevistado, nessa dimensão, requer-se amadurecimento, pois há distorção das sub dimensões entre as áreas de produtos da organização.

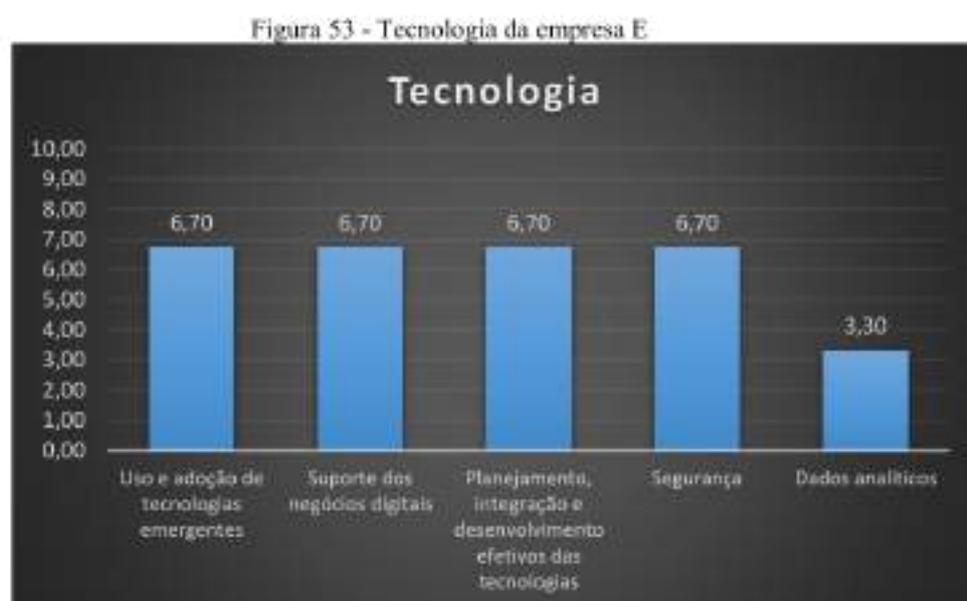
Segundo o entrevistado, a empresa E possui um corpo diretivo em que alguns gestores possuem Liderança e Governança nos seus processos, contudo há diretores que ainda não possuem o foco voltado para inovação.

A Capacitação dos Funcionários está, segundo os relatos do entrevistado, coerente com as operações da empresa, que capacita seus funcionários quando iniciam e desenvolvem projetos que envolvem tecnologias digitais.

A Cultura Digital é avaliada como nível gerenciado, o entrevistado indicou que alguns projetos e operações ocorrem por meio digital, no entanto a Cultura Digital ainda não foi introduzida em alguns produtos e serviços providos pela organização.

Como nessa primeira dimensão as respostas apresentam os mesmos resultados, o FC utilizado foi de 1, desta forma o resultado do IMDC foi mantido em 67%.

A segunda dimensão analisada da empresa E foi Tecnologia, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 53.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A segunda dimensão da empresa E apresentou a sub dimensão dos Dados Analíticos como nível inicial e as demais sub dimensões, Uso e Adoção de Tecnologias Digitais, Suporte dos Negócios Digitais, Planejamento e Integração das Tecnologias e Segurança como nível gerenciado, segundo a opinião do entrevistado.

Em relação ao Uso e Adoção das Tecnologias Emergentes, o entrevistado da empresa E

afirmou que tem utilizado *BIM* para projetos, drones em inspeções, *IOT* para monitoramento de edifícios em operação, *Big Data* para realização de estudos e projetos e inteligência artificial para análise de dados. Sobre o planejamento de integração das tecnologias digitais, o entrevistado indicou que há projetos que integram *IOT* e *Big Data*, por exemplo, no monitoramento de edifícios em operação e o nível gerenciado condiz com o resultado indicado.

Em relação à Segurança da informação, o entrevistado afirmou que a empresa possui base com segurança adequada, mas que alguns projetos utilizados com inovações em plataformas e aplicativos necessitam amadurecimento e maior proteção.

Como esta dimensão apresentou uma sub dimensão com desvio em relação às demais, o FC aplicado foi de 0,67 e o resultado do IMDC de 60,2% foi ajustado para 40,3%.

A terceira dimensão analisada da empresa E foi Estratégia, esta apresentou os resultados ilustrados graficamente na Figura 54.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A terceira dimensão da empresa E apresentou as sub dimensões Estratégia de Inovação para o Modelo de Negócio e Gestão do Ecossistema e das Partes Interessadas como nível gerenciado. Já as sub dimensões Metas para da TD, Investimentos em Tecnologias Digitais e Inovações e Definições das Funções e Responsabilidades da TD foram indicadas como nível inicial.

Em relação às Definições das Funções e Responsabilidades para implementar a TD e suas metas, o entrevistado concordou que o resultado reflete a situação organizacional, tendo

em vista que algumas áreas da empresa ainda estão iniciando a TD nos seus projetos, segundo a percepção dele.

Acerca dos Investimentos em Inovações e Tecnologias Digitais, o entrevistado afirmou que o resultado reflete a situação atual da empresa E, que possui áreas que necessitam de inovações e investimentos para amadurecimento digital.

Visto que esta dimensão apresentou duas variações entre as sub dimensões avaliadas, o FC utilizado foi de 0,67 e o resultado do IMDC de 46,6% foi corrigido para 31,2%.

A quarta dimensão da empresa E avaliada foi Clientes, que apresentou os resultados identificados graficamente na Figura 55.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

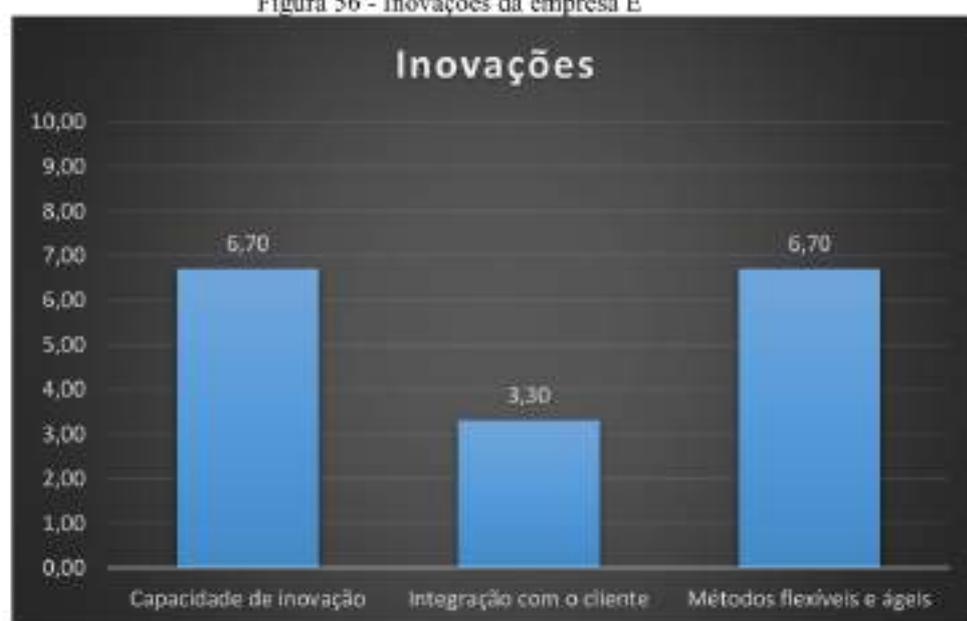
Para a quarta dimensão da empresa E, o entrevistado apresentou todas as sub dimensões Engajamento do Cliente, Acompanhamento das Ideias e Comportamento do Cliente e Retroalimentação dos Clientes como nível inicial.

Acerca do Engajamento do Cliente, o entrevistado afirmou que as tecnologias digitais e inovações da organização ainda não permitem muita interação e engajamento por parte dos clientes. Dessa forma, o resultado deste nível é inicial.

Dado que as sub dimensões possuem a mesma resposta, o FC aplicado foi de 1, desta forma o resultado do IMDC foi mantido em 33%.

A quinta dimensão analisada da empresa E foi a de inovações, que apresentou os resultados indicados na Figura 56.

Figura 56 - Inovações da empresa E



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na quinta dimensão da empresa E, o entrevistado apresentou as sub dimensões Capacidade de Inovações e Métodos Flexíveis e Ágeis como nível gerenciado. Já a sub dimensão de Integração com o Cliente nas suas inovações foi apresentada como nível inicial.

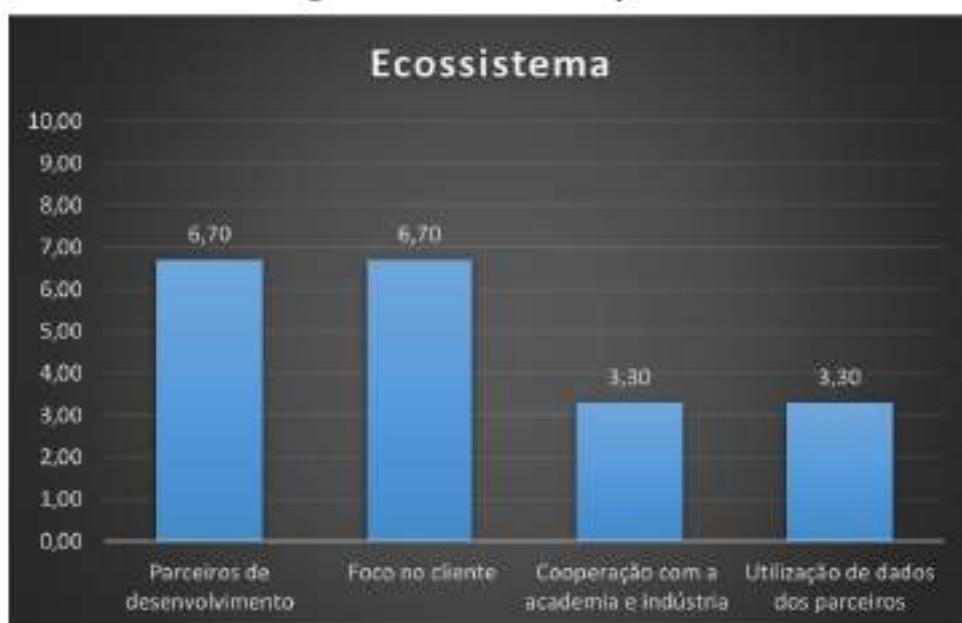
Sobre os projetos de inovações, o entrevistado da empresa E indicou que o está no nível inicial e ainda deve implementar novos projetos que permitam esta integração.

Em relação à adoção de Métodos Flexíveis e Ágeis, o entrevistado da empresa E informou que tem utilizado em algumas áreas de negócios metodologias como *Scrum* e o *Design Thinking*, que são métodos ágeis para elaborar e desenvolver projetos. No entanto, algumas áreas ainda não possuem essas ferramentas integradas, dessa forma o entrevistado concorda com o resultado de nível gerenciado.

Nesta dimensão, há uma sub dimensão que apresenta desvio em relação às demais. Por isso, o FC utilizado foi de 0,67 e o resultado do IMDC de 55,7% foi alterado para 37,3%.

A sexta dimensão da empresa E analisada foi Ecossistema, que apresentou os resultados ilustrados graficamente na Figura 57.

Figura 57 - Ecossistema da empresa E



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Na sexta dimensão da empresa E, o entrevistado apresentou as sub dimensões Parceiros de Desenvolvimento e Foco no Cliente como nível gerenciado. Já as sub dimensões Cooperação com a Academia e a Indústria e Utilização de Dados dos Parceiros com o nível inicial.

Visto que duas sub dimensões apresentaram desvio nas suas respostas, o FC adotado foi de 0,67. Por isso, o resultado do IMDC de 50% foi ajustado para 33,5%.

A sétima dimensão analisada da empresa E foi Operações, que apresentou os resultados indicados graficamente na Figura 58.

Figura 58 - Operações na empresa E



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

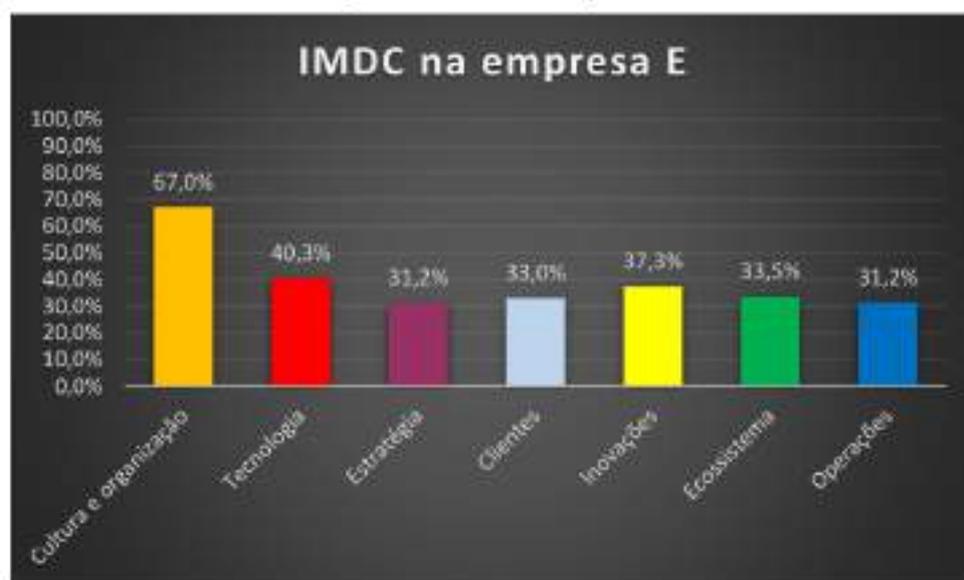
Na sétima dimensão da empresa E, o entrevistado indicou as sub dimensões de Gestão Ágil para Mudanças e Medição de Desempenho como nível gerenciado. Já as sub dimensões Automação e Operação Flexível, Dados Analíticos e Melhoria Contínua como nível inicial.

Para manutenibilidade dos negócios da empresa E, a Gestão Ágil para Mudanças se encontra coerente com os resultados, segundo a percepção do entrevistado, que também afirmou que a organização acompanha as tendências e se adequa para manter-se competitiva.

Visto que duas sub dimensões apresentaram desvios em relação às outras analisadas, o FC utilizado foi de 0,67 e o resultado do IMDC 46,6% foi corrigido para 31,2%.

Baseado nas respostas do entrevistado, nos cálculos efetuados e nas correções aplicadas, onde necessário, a Figura 51 apresenta o resultado do IMDC da empresa E.

Figura 59 - IMDC na empresa E



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

As divergências entre os níveis de maturidade digital nas dimensões podem ser minimizadas por meio de ações de melhoria, por exemplo as elencadas a seguir:

a) no que tange à dimensão Cultura e Organização, a empresa E pode realizar programas e trabalhos para envolvimento das lideranças sobre as suas áreas de negócios. Implementar programas para disseminar a capacitação nos projetos e criar meios para registrar os dados importantes dos projetos, como forma de reter o conhecimento adquirido. O indicador de Percentual de Capacitação dos Colaboradores pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

b) sobre a dimensão Tecnologia, sugere-se analisar quais são os possíveis dados que podem ser obtidos por meio das tecnologias e definir banco de dados para que possam ser incorporados nos estudos de novos trabalhos e na otimização dos projetos em desenvolvimento.

c) acerca da dimensão Estratégia, a empresa E pode realizar planejamento e criar pequenas metas para facilitar a implementação da TD nos seus processos. Para isso, deve-se definir as responsabilidades por projeto e prover os investimentos necessários para essas adequações.

d) Em relação à dimensão Clientes, sugere-se analisar, dentro das tecnologias em uso pela organização, quais processos permitem acompanhar o comportamento dos seus clientes e como eles podem integrar o desenvolvimento dos seus projetos, para que seja possível aumentar a retroalimentação dos seus processos.

e) a dimensão Inovações pode ser discutida com as demais áreas de negócios e incentivar a adoção de métodos ágeis e flexíveis para os projetos, de forma que a integração com os clientes seja realizada no seu desenvolvimento. Os indicadores Investimentos em Inovações, Investimento em Ferramentas de Suporte, Criação de Novas Marcas e Produtos, Margem Operacional e Margem Líquida podem ser utilizados para acompanhamento do índice de maturidade digital.

f) sobre a dimensão Ecossistema, a empresa E pode buscar parcerias com universidades e laboratórios que apoiam inovações e realizam trabalhos que desenvolvem e aprimoram as tecnologias digitais. Ademais, pode-se conectar com parceiros que possuem banco de dados que permitam otimizar os processos e as entregas dos projetos.

g) por fim, a dimensão Operações pode ser amadurecida por meio de adoção de métodos ágeis e flexíveis na entrega e desenvolvimento dos trabalhos, com a implementação de dados para facilitar a tomada de decisões e impulsionar a melhoria contínua dos processos organizacionais. O indicador de Produtividade pode ser utilizado para acompanhamento do índice de maturidade digital.

A próxima seção apresenta os resultados compilados dos IMDCs avaliados das empresas A, B, C, D e E.

### *3.5.6 Resultados obtidos com dados ajustados pelo fator de compatibilidade*

Os resultados obtidos das empresas foram ajustados pelo FC, sendo os IMDCs

multiplicados pelos valores 1, ou por 0,67, ou 0,33 conforme critérios definidos. A compilação das avaliações com esses ajustes realizados se encontra no Quadro 19.

Quadro 19 - Resultados das avaliações realizadas com a aplicação do índice de compatibilidade

Dimensões	A	B	C	D	E
Cultura e organização	58,2%	62,6%	24,2%	26,5%	67,0%
Tecnologia	19,8%	100,0%	58,2%	22,0%	40,3%
Estratégia	62,6%	100,0%	53,6%	44,8%	31,2%
Clientes	33,0%	100,0%	59,6%	100,0%	33,0%
Inovações	44,7%	59,6%	59,6%	67,0%	37,3%
Ecossistema	55,9%	61,5%	100,0%	61,5%	33,5%
Operações	53,6%	100,0%	22,0%	44,8%	31,2%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Com a adequação dos resultados das dimensões analisadas, as empresas ficaram com IMDCs menores. Contudo, são pontos que devem ser discutidos para melhorias, já que todas as sub dimensões se complementam e devem estar no mesmo nível para evolução e amadurecimento contínuo das organizações.

### 3.6 Comparação dos Resultados entre as empresas

Na dimensão Cultura e Organização, a média de maturidade digital das empresas é de 47,7%. A Figura 60 apresenta graficamente esse resultado.

Figura 60 – Média da dimensão Cultura e Organização das empresas

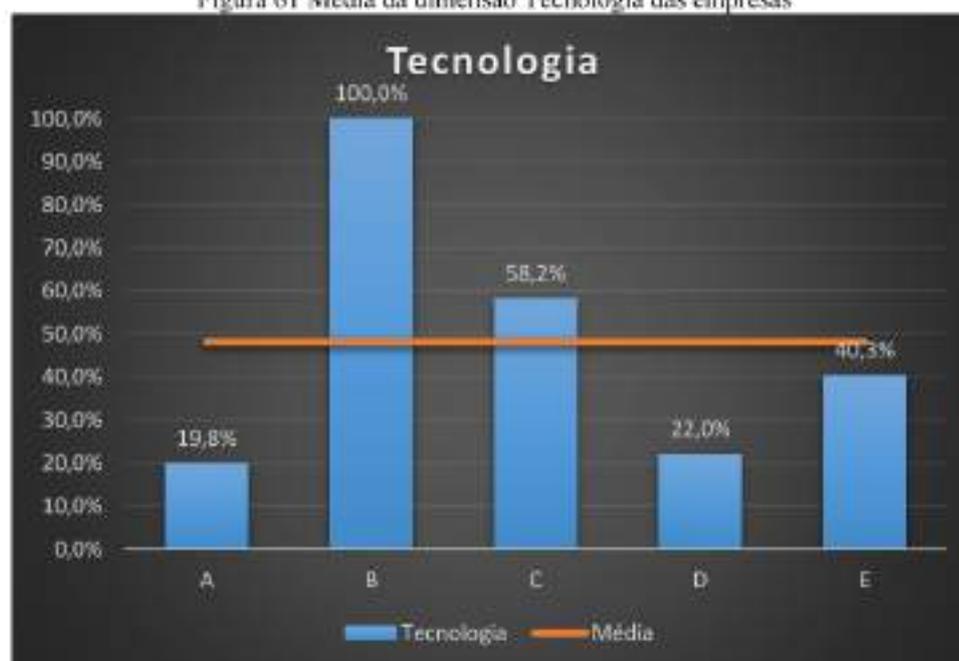


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da primeira dimensão, somente as empresas A, B e E ficaram acima desse valor, já as empresas C e D estão abaixo dessa média, com uma diferença de 23,3% e 21,2% respectivamente.

Na dimensão da Tecnologia, a média foi de 48,1%, que está ilustrada na Figura 61.

Figura 61 Média da dimensão Tecnologia das empresas

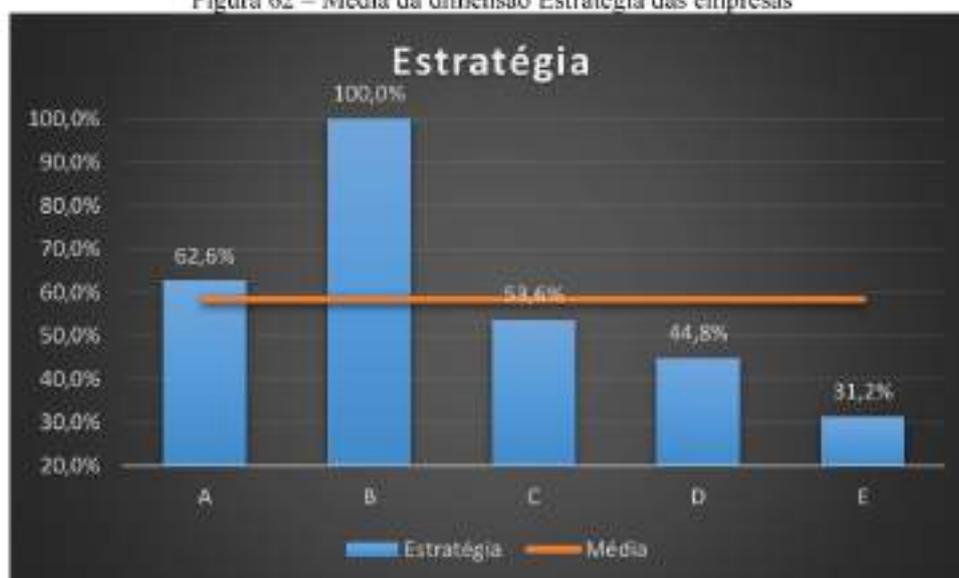


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da segunda dimensão, somente as empresas B e C ficaram acima deste valor, a empresa E ficou com 7,8% abaixo desta medida, e as empresas A e D ficaram com as maiores variações abaixo deste valor médio, com uma diferença de 28,3% e 26,1% respectivamente.

Na dimensão Estratégia a média obtida foi de 58,4%, que está indicada na Figura 62.

Figura 62 – Média da dimensão Estratégia das empresas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da terceira dimensão, as empresas A e B ficaram acima deste valor, a empresa C ficou com 4,8% abaixo dessa medida. Já as empresas D e E apresentaram os maiores desvios, sendo a diferença de 13,6% e 27,2% respectivamente.

A dimensão Clientes ficou com a média de 65,1%, como ilustrado na Figura 63.

Figura 63 – Média da dimensão Clientes das empresas

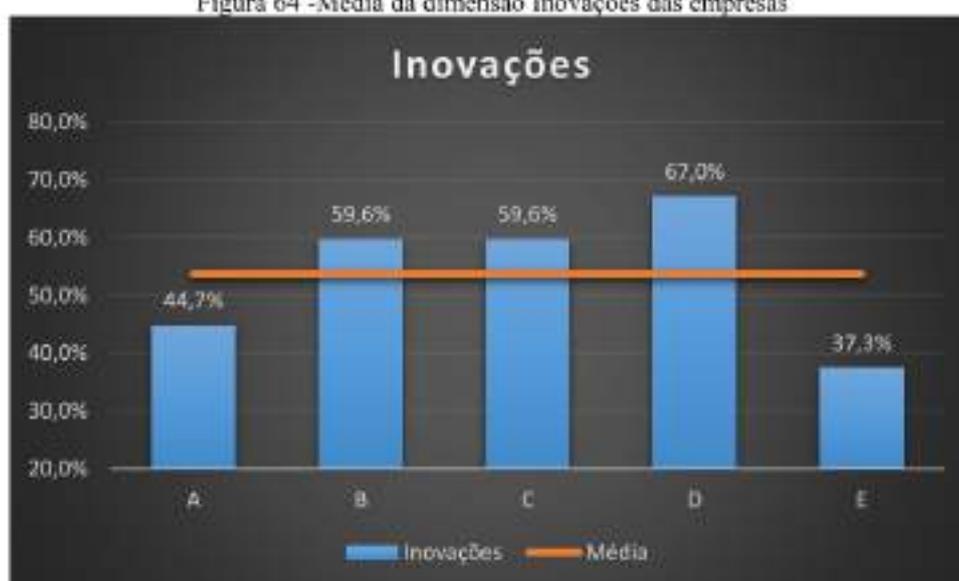


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da quarta dimensão, as empresas B e D ficaram acima desse valor, a empresa C ficou próxima à média, com um desvio abaixo de 5,5%. E as empresas A e E apresentaram maior variação abaixo deste valor de 32,1%.

A média da dimensão Inovações é de 53,7%, que está identificado na Figura 64.

Figura 64 -Média da dimensão Inovações das empresas

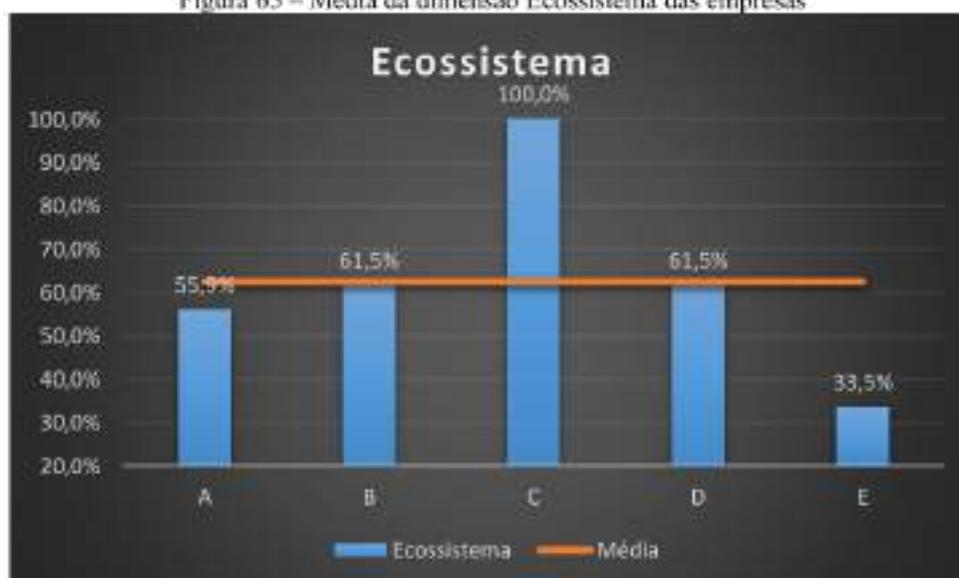


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da quinta dimensão, as empresas B, C e D ficaram acima deste valor. A empresa A apresentou valor abaixo com variação de 9,0%. Já a empresa E apresenta a maior variação entre a média que representa 16,4%.

A média da dimensão Ecossistema é de 62,5% e foi identificada na Figura 65.

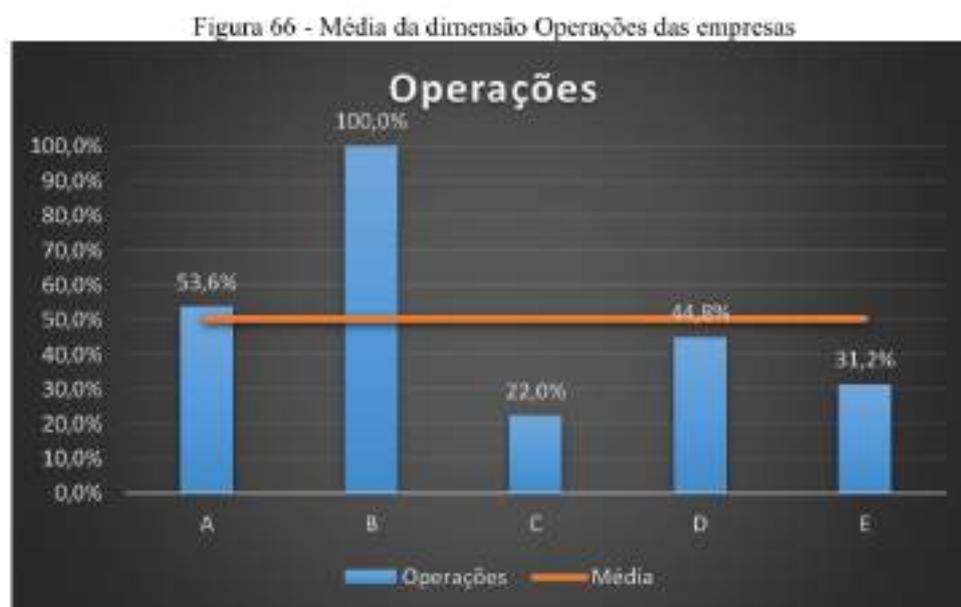
Figura 65 – Média da dimensão Ecossistema das empresas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da sexta dimensão, somente a empresa C ficou acima dessa média. As empresas B e D ficaram bem próximas ao valor com um desvio abaixo de 1,0%. Além das empresas B e D, a empresa A apresentou desvio abaixo próximo à média dessa dimensão, com variação de 6,6%. Somente a empresa E apresentou maior variação em relação a esta média, com uma variação de 29,1%.

A média da dimensão Operações foi de 50,3% e está indicada na Figura 66.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Em relação à média da sétima dimensão, somente as empresas A e B ficaram acima deste valor. A empresa D ficou abaixo com uma variação de 5,5%. E as empresas C e E apresentaram as maiores variações, sendo os desvios de 28,3% e 19,1% respectivamente.

Pode-se verificar pelas médias em cada dimensão que as empresas apresentam IMDCs com variações significativas, indicando que as empresas requerem amadurecimento em todas as dimensões analisadas da amostragem selecionada, com exceção da empresa B, que se trata de uma *startup*.

A empresa B apresentou seis das sete dimensões acima da média, e a única dimensão abaixo foi o Ecossistema, que também se encontra bem próxima à média das demais organizações. Este é o único caso da amostragem que pode indicar que a empresa possui a maturidade digital elevada em 6 das 7 dimensões analisadas.

Sobre a Cultura e Organização, as empresas C e D precisam de ações para amadurecer os seus processos comparando-se os resultados com as demais organizações. Em relação à Tecnologia, as empresas A e D precisam de planos para evolução dos processos e a empresa E deve reavaliar suas estratégias, pois no momento apresenta a maior discrepância nesta dimensão.

Acerca da Estratégia, as empresas D, E e C devem criar medidas para amadurecimento das suas sub dimensões e nivelamento do seus IMDCs. Sobre a dimensão Clientes, as empresas A, E e C necessitam revisar os seus resultados e definir ações para elevar as sub dimensões e nivelar o resultado do IMDC apresentado.

Na dimensão de Inovação, as empresas A e E devem revisar os seus processos para implementar planos e elevar suas sub dimensões. O Ecossistema de todas as empresas, exceto a empresa D, devem ser analisados e discutidos para implementação de ações de melhoria e amadurecimento da dimensão.

As Operações das empresas D, E e C requerem análise e definição de ações para elevar o amadurecimento dos processos e, conseqüentemente, elevar o IMDC dessa dimensão.

Por fim, para a obtenção da maturidade digital das organizações é necessário que todas as dimensões estejam alinhadas e com os mesmos níveis de amadurecimento, dessa forma a empresa poderá evoluir de forma contínua, para manter-se competitiva no seu segmento.

Por tratar-se de um tema novo, com menos dez anos de discussão e poucos materiais de pesquisa, conforme literatura pesquisada acerca desse tema, as empresas avaliadas apresentaram resultados que são reflexos da exploração do tema, poucos materiais, poucas diretrizes e alguns pontos que geram confusão e ambigüidade no entendimento dos entrevistados, por exemplo, digitalização dos processos e transformação digital.

Com as avaliações realizadas, a Tabela 3 apresenta os resultados das avaliações realizadas nas empresas e o enquadramento de cada dimensão no seu respectivo nível de maturidade.

Tabela 3 - Enquadramento das dimensões da maturidade digital das empresas

Dimensões	A	B	C	D	E	LEGENDA
Cultura e organização	58,2%	62,6%	24,2%	26,5%	67,0%	M1 (0% a 25%)
Tecnologia	19,8%	100,0%	58,2%	22,0%	40,3%	M2 (25,01 a 50%)
Estratégia	62,6%	100,0%	53,6%	44,8%	31,2%	M3 (50,01 a 75%)
Clientes	33,0%	100,0%	59,6%	100,0%	33,0%	M4 (75,01 a 100%)
Inovações	44,7%	59,6%	59,6%	67,0%	37,3%	
Ecossistema	55,9%	61,5%	100,0%	61,5%	33,5%	
Operações	53,6%	100,0%	22,0%	44,8%	31,2%	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Por meio da Tabela 3, é possível notar que somente a empresa B possui as 4 dimensões com o nível integrado e as demais gerenciadas, sendo classificada como a melhor empresa em relação ao IMDC entre as organizações estudadas.

A empresa C possui uma dimensão integrada, quatro dimensões classificadas como gerenciadas e duas no nível não iniciado, classificando-a como o segundo melhor IMDC entre as empresas estudadas.

A empresa D possui uma dimensão integrada, duas dimensões gerenciadas, três no nível inicial e uma no nível não iniciado, o que a posiciona com o terceiro melhor IMDC das empresas

estudadas.

A empresa A aparece com quatro das sete dimensões como nível gerenciado, duas dimensões no nível inicial e uma dimensão no nível não iniciado, o que a posiciona com o quarto lugar entre as empresas estudadas, em termos de IMDC.

E, por fim, a empresa E que possui uma dimensão no nível gerenciado e as demais dimensões no nível inicial, sendo classificada em quinto lugar entre as empresas estudadas, em relação ao IMDC. Dessa forma, é possível apresentar a empresa B com maior nível de maturidade digital e a empresa E com o menor índice obtido.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho, que é o desenvolvimento de um modelo para avaliação do nível de maturidade digital em empresas de construção civil, foi alcançado e, por meio dele, foi possível analisar as cinco empresas estudadas neste trabalho, em termos de maturidade digital.

Este trabalho possuía dois objetivos específicos que também foram alcançados, sendo o primeiro a identificação por meio de pesquisa bibliográfica sobre quais são as tecnologias que vêm sendo utilizadas nas empresas de construção civil, que, segundo a literatura pesquisada, correspondem ao *BIM*, *IOT*, drones, impressão 3D, inteligência artificial, realidade virtual e *Big Data*.

O segundo objetivo específico deste trabalho foi a definição dos níveis de maturidade digital para enquadramento das empresas de construção civil. Esse objetivo também foi atingido, sendo definidos quatro níveis nomeados por M1 (não iniciado); M2 (inicial); M3 (gerenciado) e M4 (integrado). Por meio desses níveis, foi possível analisar a maturidade digital das cinco empresas estudadas e indicar o posicionamento de cada dimensão por meio dos dados obtidos.

Pode-se verificar, por meio da literatura, que, entre os temas pesquisados (maturidade digital, transformação digital, cultura digital e ecossistema), há poucos estudos que são direcionados para o setor da construção civil e que as empresas que atuam nesse segmento requerem maior imersão nessas áreas.

Com a transformação digital e gestão da inovação, as tecnologias digitais são introduzidas no desenvolvimento de produtos e serviços e isso requer planejamento e organização, para uma correta implementação. Com as entrevistas, verificou-se que as empresas estudadas caminham para a TD com dimensões que precisam ser amadurecidas para obter inovação e maior competitividade.

A transformação digital é consequência do nível de maturidade digital das empresas, que precisam, em sete diferentes dimensões, apresentar o nível integrado para poder transformar o seu o negócio de forma digital.

As empresas precisam integrar todas as setes dimensões e analisar com a devida atenção e cuidado as sub dimensões que as compõem. A dimensão Cultura e Organização irá desencadear a mudança do nível estratégico aos níveis operacionais da empresa.

A dimensão Tecnologia permite otimização dos processos, dados analíticos e tomadas de decisões mais assertivas. A dimensão Estratégia deve estar voltada para a inovação, com foco na transformação digital com uma definição clara e objetiva dos responsáveis e das suas responsabilidades.

O Cliente deve ter engajamento com os produtos e serviços das empresas, além de ter o seu comportamento e ideias acompanhadas para direcionamento, isso suportado por meio de retroalimentação dos processos.

As Inovações da empresa devem ser trabalhadas baseadas na capacidade de inovação, nos métodos de entregas e desenvolvimento e com o pensamento nas possíveis integrações com os clientes e usuários.

O Ecossistema das empresas precisa de parceiros para desenvolver e manter as tecnologias emergentes, ademais, quando possível, deve-se utilizar parcerias, como academia e indústria, para desenvolvimento e, dentro do âmbito legal, aproveitar os dados disponíveis dos parceiros.

E as Operações devem ser ágeis para mudanças, com métodos de flexíveis e ágeis para maior otimização dos processos, além da geração de dados analíticos para medir o desempenho e possibilitar a melhoria contínua dos processos.

Falta, para as empresas entrevistadas, uma visão clara de todas as sub dimensões e das interações, que irão afetar o IMDC da empresa. Isso pode atrasar o processo de amadurecimento, dificultar a implementação de mudanças e afetar o posicionamento estratégico das empresas no seu segmento de negócio.

Por fim, a principal contribuição desse trabalho foi a elaboração de um modelo para avaliação do nível de maturidade digital em empresas de construção civil. Por meio desse modelo outras empresas podem avaliar os seus respectivos níveis e, se necessário, tomar medidas para desenvolvimento da maturidade digital nos seus processos organizacionais.

É importante que todas as dimensões que compõem o MMDC estejam niveladas para garantir a permeabilidade da maturidade digital nas empresas. Além disso, a cada intervalo de tempo planejado, as empresas podem realizar uma nova avaliação, como melhoria contínua dos

seus processos. Isso gerará uma análise crítica e direcionamento de quais pontos devem ser monitorados e tratados para manutenibilidade da maturidade digital e obtenção da transformação digital.

#### **4.1 Limitações**

Neste trabalho foram identificadas algumas limitações que em trabalhos futuros podem ser analisadas, tratadas e consideradas para desenvolvimento de novas pesquisas.

A primeira limitação do trabalho refere-se à pouca quantidade de periódicos encontrados sobre o tema maturidade digital e de materiais que fossem voltados para a área da construção civil.

A segunda limitação trata do modelo de entrevista realizado, que se limitou a entrevistar somente uma pessoa de cada organização. Para pesquisas futuras, recomenda-se entrevistar mais pessoas para ter uma visão compartilhada da maturidade digital na empresa. Isso porque pôde-se verificar, nas respostas dos entrevistados, inconsistências.

Ainda sobre as entrevistas, as questões são respondidas pela percepção do entrevistado, que se refere a apenas um tipo de evidência. Sugere-se, para novos trabalhos, criar questões que apontem para mais de uma evidência em cada dimensão e assunto para melhor enquadramento das empresas.

A terceira limitação é a falta de entendimento dos entrevistados sobre os temas abordados. Afinal, apesar de ser uma pesquisa realizada somente com CEOs, há uma grande variação de entendimento sobre cada assunto e, muitas vezes, os entrevistados respondiam com propriedade um tema, mas, em outros momentos, quando o tema voltava a ser discutido em outro tópico, havia dúvidas sobre a maturidade da empresa.

A quarta limitação é a amostragem adotada que restringe a empresas da cidade de São Paulo, mesmo que estas tenham atuação em diversas cidades. Outras pesquisas poderiam analisar empresas de outras cidades e estados para comparação.

## REFERÊNCIAS

ABUSALAH, M.; TAIT, J. **Innovation Management in Construction–Practical Approach**. Pipeline Technology Conference, 2018.

AGARWAL, R.; CHANDRASEKARAN, S.; SRIDHAR, M. **Imagining construction's digital future**. McKinsey & Company, 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>. Acesso em: 27 out. 2020.

AHMED, A. **Measuring Developer Experience of a Digital Platform**. 2018. Dissertação (mestrado em programa em ciências da computação e engenharia) Universidade Aalto, Espoo, Finlândia, 2018.

AKEN, J. E. V. **Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules**. *Journal of management studies*, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

AKEN, J. E. V.; ROMME, G. **Reinventing the future: adding design science to the repertoire of organization and management studies**. *Organization Management Journal*, v. 6, n. 1, p. 5-12, 2009.

ALALOUL, W. S.; LIEW, M.S.; ZAWAWI, N.A.W.; KENNEDY, I.B. **Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders**. *Ain Shams Engineering Journal*, v.11, n. 1. P. 225-230, 2020.

AL-DEBEI, M. M.; AVISON, D. **Developing a unified framework of the business model concept**. *European Journal of Information Systems*, v. 19, n. 3, p. 359-376, 2010.

ALEKSANDROVA, E.; VINOGRADOVA, V.; TOKUNOVA, G. **Integration of digital technologies in the field of construction in the Russian Federation**. *Engineering Management in Production and Services*, v. 11, n. 3, p. 38-47, 2019.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial – RBAC-E nº 94. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Resolução nº 419, 2 de maio de 2017.

ANDERSON, C.; ELLERBY, W. **Digital Maturity Model Achieving digital maturity to drive growth**. 2018 Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/deloitte-digital-maturity-model.pdf>. Acesso em 07 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 56002: Sistema de gestão da inovação – Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2020.

BALABAN, I.; REDJEP, N. B.; CALOPA, M. K. **The analysis of digital maturity of schools in Croatia**. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, v. 13, n. 06, p. 4-15, 2018.

BANDEIRA, S. R.; MACIEL, J. B. S.; OLIVEIRA, J. C. S.; SANCHES, A. E. **Construction and Demolition Waste Management Practices at Construction Sites**. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 6, n. 10, 2019.

BARRETT, M.; DAVIDSON, E.; PRABHU, J.; VARGO, S. L. **Service innovation in the digital age: key contributions and future directions**. MIS quarterly, v. 39, n. 1, p. 135-154, 2015.

BARROS, J. C. C.; RORIZ, T. B. A.; GONÇALVES, R. M.; SILVA, D. E. G.; ANDRADE, D. D. B. C. **A inteligência artificial a caminho da visão da experiência do paciente**/Artificial intelligence on the path of the patient's experience vision. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 4, p. 18321-18335, 2020.

BASTO, C.; PELÀ, L.; CHACÓN, R. **Open-source digital technologies for low-cost monitoring of historical constructions**. Journal of Cultural Heritage, v. 25, p. 31-40, 2017.

BENLIAN, A.; HAFFKE, I. **Does mutuality matter? Examining the bilateral nature and effects of CEO–CIO mutual understanding**. The Journal of Strategic Information Systems, v. 25, n. 2, p. 104-126, 2016.

BERAWI, M. A. **Managing artificial intelligence technology for added value**. International journal of technology, v. 11, 2020.

BERGER, R. **Digitization in the construction industry**. Roland Berger GmbH, Competence Center Civil Economics, 2016.

BERGHAUS, S.; BACK, A. **Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study**. In: MCIS. Tenth Mediterranean Conference on Information System, p. 22, 2016.

BEUREN, I. M.; FLORIANI, R.; HEIN, N. **Indicadores de inovação nas empresas de construção civil de Santa Catarina que aderiram ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H)**. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, v. 4, n. 1, p. 161-178, 2014.

BILAL, M.; OYEDELE, L. O.; QADIR, J.; MUNIR, K.; AJAAYI, S. O.; AKINADE, O. O.; OWOLABI, H. A.; ALAKA, H. A.; PASHA, M. **Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends**. Advanced engineering informatics, v. 30, n. 3, p. 500-521, 2016.

BLANCO J. L, MULLIN A.; PANDYA K. SRIDHAR M. **The new age of engineering and construction technology**. McKinsey & Company-Capital Projects & Infrastructure, 2017.

BOGUE, R. **What are the prospects for robots in the construction industry?** Industrial Robot: An International Journal, v. 45, p.1-6, 2018.

BORGES, M. F. **Fabricação digital no Brasil e as possibilidades de mudança de paradigma no setor da construção civil**. Ambiente Construído, v. 16, n. 4, p. 79-91, 2016.

BRAGA, A. V.; LINS, A. F. ; SOARES, L.S.; FLEURY, L.G; CARVALHO, J.C.; PRADO, R.S. **O Uso da Inteligência Artificial na Medicina/Machine learning: The Use of Artificial Intelligence in Medicine**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 9, p. 16407-16413, 2019.

BRASIL. Decreto nº 10306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm).

BRASIL. Decreto nº9983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm).

CANUTO, C. L.; DE MOURA, L. R; SALGADO, M. S. **Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 7, n. 4, p. 252-264, 2016.

CAROLIS, A.; MACCHI, M.; NEGRI, E.; TERZI, S. **A maturity model for assessing the digital readiness of manufacturing companies**. In: IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems. Springer, Cham, p. 13-20, 2017.

CASTELLANI, S. **Everything you need to know about Digital Platforms**. Disponível em:<http://stephane-castellani.com/everything-you-need-to-know-about-digital-platforms/>. 2016. Acesso em: 28 out. 2020.

CATLIN, T.; SCANLAN, J.; WILLMOTT, P. **Raising your digital quotient**. McKinsey Quarterly, v. 1, p. 1-14, 2015.

CELUKANOV, A.; BJÖRK, S. W. **Best Practices for Innovation Management.: A Study on Large Companies in Sweden**. 2019.

CHESBROUGH, H. W. **The era of open innovation**. Managing innovation and change, v. 127, n. 3, p. 34-41, 2006.

CUPERSCHMID, A. R. M.; GRACHET, M. G.; FABRÍCIO, M. M. **Development of an Augmented Reality environment for the assembly of a precast wood-frame wall using the BIM model**. Ambiente Construído, v. 16, n. 4, p. 63-78, 2016.

DALLASEGA, P.; RAUCH, E.; LINDER, C. **Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review**. Computers in Industry, v. 99, p. 205-225, 2018.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Bookman Editora, 2015.

EARLEY, S. **The digital transformation: staying competitive**. IT Professional, v. 16, n. 2, p. 58-60, 2014.

EBER, W. **Artificial Intelligence in Construction Management—a Perspective**. Creative Construction Conference, p. 205-212, 2019.

ERCAN, T. **New three-part model of innovation activity in construction companies**. Journal of construction engineering and management, v. 145, n. 5, p. 04019022,

2019.

EZEOKOLI, F. O.; OKOLIE, K. C.; OKOYE, P.U.; BELONWU, C. C. **Digital transformation in the Nigeria construction industry: The professionals' view.** World, v. 4, n. 3, p. 23-30, 2016.

FALTINSKY, R.; TOKUNOVA, G. **Information technologies and construction sector: Why construction loses competition for innovations to other industries?** In: SHS Web of Conferences. EDP Sciences, v.44, p. 00033, 2018.

FANG, W.; DING, L.; LOVE, P. E. D.; LUO, H.; LI, H.; PENA-MORA, F.; ZHONG, B.; ZHOU, C. **Computer vision applications in construction safety assurance.** Automation in Construction, v. 110, p. 103013, 2020.

FREITAS, A. S.; FILARDI, O.; LOTT, A. C. O.; BRAGA, D. **Inovação aberta nas empresas brasileiras: uma análise da produção acadêmica no período de 2003 a 2016.** Revista Ibero Americana de Estratégia, v. 16, n. 3, p. 22-38, 2017.

FU, C. **A new research approach on the application of virtual reality technology in civil engineering.** In: International Conference on Materials Engineering and Information Technology Applications (MEITA 2015). Atlantis Press, 2015.

GETULI, V.; GIUSTI, T.; CAPONE, P.; SORBI, T.; BRUTTINI, A. **A project framework to introduce virtual reality in construction health and safety.** IN BO-RICERCHE E PROGETTI PER IL TERRITORIO LA CITTA EL ARCHITETTURA, v. 9, n. 13, p. 166-175, 2018.

GILL, M.; VANBOSKIRK, S. **The digital maturity model 4.0. Benchmarks: Digital Transformation Playbook.** For ebusiness & channel strategy professionals, 2016.

GIUDICE, M. **The Role of Digital Technologies for Project Representation.** diségno, n. 3, p. 119-128, 2018.

GOLIZADEH, H.; REZAHOSSEINI, M.; EDWARDS, D. J.; ABRISHAMI, S.; TAGHAVI, N.; BANIHASHEMI, S. **Barriers to adoption of RPAs on construction projects: a task-technology fit perspective.** Construction Innovation, V. 2, 2019.

GOLLHARDT, T.; HALSBENNING, S.; HERMANN, A.; KARSAKOVA, A.; BECKER, J. **Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies.** In: 2020 IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI). IEEE, p. 94-103, 2020

GREENWOOD, W. W.; LYNCH, J. P.; ZEKOS, D. **Applications of UAVs in civil infrastructure.** Journal of Infrastructure Systems, v. 25, n. 2, p. 04019002-1- 04019002-21, 2019.

GREGOR, S.; HEVNER, A. R. **Positioning and presenting design science research for maximum impact.** MIS quarterly, p. 337-355, 2013.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica.** Encontro Nacional de Ciência da Informação, v. 6, n. 1, p. 18, 2005.

GÜNTHER, W. A.; MEHRIZI, M. H. R.; HUYSMAN, M.; FELDBERG, F. **Debating big data: A literature review on realizing value from big data.** *The Journal of Strategic Information Systems*, v. 26, n. 3, p. 191-209, 2017.

GUST, G.; FLATH, C. M.; BRANDT, T.; STRÖHLE, P.; NEUMANN, D. **How a traditional company seeded new analytics capabilities.** *MIS Quarterly Executive*, v. 16, n. 3, p. 215-230, 2017.

HAFFKE, I.; KALGOVAS, B. J.; BENLIAN, A. **The Role of the CIO and the CDO in an Organization's Digital Transformation.** 2016.

HAFFKE, I.; KALGOVAS, B.; BENLIAN, A. **The transformative role of bimodal IT in an era of digital business.** In: *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. 2017.

HANSEN, R.; SIA, S. K. **Hummel's Digital Transformation Toward Omnichannel Retailing: Key Lessons Learned.** *MIS Quarterly Executive*, v. 14, n. 2, 2015.

HASSANEEN, M. E. **The role of innovation management in achieving sustainable innovation in productive institutions.** V.5, P.636-649, 2020.

HAUTALA, I. K.; JÄRVENPÄÄ, M. E.; PULKKINEN, P. **Digitalization transforms the construction sector throughout asset's life-cycle from design to operation and maintenance.** *Stahlbau*, v. 86, n. 4, p. 340-345, 2017.

HESS, T.; MATT, C.; BENLIAN, A.; WIESBOCK F. **Options for formulating a digital transformation strategy.** *MIS Quarterly Executive*, v. 15, n. 2, P. 123-139, 2016.

HEVNER, A.; MARCH, S. T. **Design science in information systems research.** *MIS quarterly*, p. 75-105, 2004.

HWANG, B. G.; NGO, J.; HER, P. W. Y. **Integrated Digital Delivery: Implementation status and project performance in the Singapore construction industry.** *Journal of Cleaner Production*, V. 262, 121396, 2020.

Instrução de Comando da Aeronáutica – ICA 100-40. Portaria 415 de 09 de novembro de 2015. Rio de Janeiro, 2015.

ISLAM, N.; BUXMAN, P.; ELING, N. **Why should Incumbent Firms jump on the Start-up Bandwagon in the Digital Era? -A Qualitative Study.** 2017.

JAKHAR, D.; KAUR, I. **Artificial intelligence, machine learning and deep learning: definitions and differences.** *Clinical and experimental dermatology*, v. 45, n. 1, p. 131-132, 2020.

JAKHAR, D.; KAUR, I. **Artificial intelligence, machine learning and deep learning: definitions and differences.** *Clinical and experimental dermatology*, v. 45, n. 1, p. 131-132, 2020.

JIA, M.; KOMEILYA, A.; WANGB, Y.; SRINIVANASA R. S. **Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and**

**applications.** Automation in Construction, v. 101, p. 111-126, 2019.

KABANDA, P. **Creative natives in the digital age: how digital technology has revolutionized creative work.** Policy research working paper. The World Bank, 2016.

KANE, G. C.; PALMER, D.; PHILLIPS, A. N.; BUCKLEY, N. **Achieving digital maturity.** MIT Sloan Management Review, v. 59, n. 1, 2017.

KARIMI, J.; WALTER, Z. **The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry.** Journal of Management Information Systems, v. 32, n. 1, p. 39-81, 2015.

KAYHANI, N.; TAGHADDOS, H.; NOGHABAEI, M.; HERMANN, U. **Utilization of Virtual Reality Visualizations on Heavy Mobile Crane Planning for Modular Construction.** arXiv preprint arXiv:1901.06248, v.1, 2019.

KIM, H.; SIM, S.H.; CHO, S. **Unmanned aerial vehicle (UAV)-powered concrete crack detection based on digital image processing.** In: International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering. 2015.

KOHLI, R.; JOHNSON, S. **Digital Transformation in Latecomer Industries: CIO and CEO Leadership Lessons from Encana Oil & Gas (USA) Inc.** MIS Quarterly Executive, v. 10, n. 4, 2011.

KOK, J. N.; BOERS, E. J. W.; KOSTERS, W. A.; PUTTEN, P. V. D. **Artificial intelligence: definition, trends, techniques, and cases.** Artificial intelligence, v. 1, p. 1-20, 2009.

KONIARI, M.; WESTERMANN, S. **Digital transformation and firm performance of banks.** 166, mestrado em gestão estratégia e ciências em finanças, Copenhagen Business School, Copenhagen, 2019.

KOSCHEYEV, V.; RAPGOF, V.; VINOGRADOVA, V. **Digital transformation of construction organizations.** In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 012010. 2019.

KUN, K. **Reconstruction and development of a 3D printer using FDM technology.** Procedia Engineering, v. 149, p. 203-211, 2016.

LACERDA, D.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; JÚNIOR, J. A. V. A. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção.** Gestão & produção, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LAKIZA, V.; DESCHAMPS, I. **How to develop innovation KPIs in an execution-oriented company.** Technology Innovation Management Review, v. 8, n. 7, 2018.

LENDI, G.; UZNANSKI, A.; STRACH, M.; LEWINSKA, P. **Laser scanning in engineering surveying: methods of measurement and modeling of structures.** Reports on Geodesy and Geoinformatics, v. 100, n. 1, p. 109-130, 2016.

LI, Y. W.; CAO, K. **Establishment and application of intelligent city building information model based on BP neural network model.** Computer Communications, v. 153, p. 382-389, 2020.

LIERE-NETHELER, K.; VOGELSANG, K.; PACKMOHR, S. **Drivers of digital transformation in manufacturing**. In: 51st Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Waikoloa, Hawaii (2018). Shidler College of Business, p. 3926-3935, 2018.

LIU, Z.; JIANG, L.; OSMANI, M.; DEMIAN, P. **Building information management (BIM) and blockchain (BC) for sustainable building design information management framework**. Electronics, v. 8, n. 7, p. 724, 2019.

LOKSHINA, I. V.; GREGUŠ, M.; THOMAS, W. **Application of Integrated Building Information Modeling, IoT and Blockchain Technologies in System Design of a Smart Building**. Procedia computer science, v. 160, p. 497-502, 2019.

LOVE, P. E. D.; MATTHEWS, J. **The ‘how’ of benefits management for digital technology: From engineering to asset management**. Automation in Construction, v. 107, p. 102930, 2019.

MA, G. W.; WANG, L.; JU, Y. **State-of-the-art of 3D printing technology of cementitious material—An emerging technique for construction**. Science China Technological Sciences, v. 61, n. 4, p. 475-495, 2018.

MA, G. W.; WANG, L.; JU, Y. **State-of-the-art of 3D printing technology of cementitious material—An emerging technique for construction**. Science China Technological Sciences, v. 61, n. 4, p. 475-495, 2018.

MAEDCHE, A. **Interview with Michael Nilles on “What Makes Leaders Successful in the Age of the Digital Transformation?”**. Business & Information Systems Engineering, v. 58, n. 4, p. 287-289, 2016.

MAKADSI, I.; MAKDISI-SOMI, M. **An Exploratory Study of Drones Used for Safety Purposes on Outdoor Construction Sites**. 86. Dissertação de mestrado em engenharia e gestão industrial, KTH Instituto real de tecnologia - Estocolmo, 2019.

MANGIARACINA, R.; PEREGO, A.; SEGHEZZI, A.; TUMINO, A. **Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: a literature review**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2019.

MANNARA, B. **Empresa chinesa constrói primeiro edifício do mundo com uma impressora 3D**. 2015. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/01/empresa-chinesa-constro-i-primeiro-edificio-do-mundo-com-uma-impressora-3d.html>. Acesso em: 31 maio 2020.

MANUAL, DE INOVAÇÃO-MBC MATTOS et al. **Movimento Brasil Competitivo: MBC**. Brasília:[sn], 2008.

MARTINS, N. F. S. **Estudo das vantagens da aplicação de metodologias, indústria 4.0, no contexto industrial**. 150, Dissertação Mestrado em engenharia eletrotécnica. ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2018.

MCDONALD, W. **Drones in urban stormwater management: A review and future perspectives**. Urban Water Journal, v. 16, n. 7, p. 505-518, 2019.

MELO JÚNIOR, C. M.; EVANGELISTA JUNIOR, F.; SILVA, L. S.; NEPOMUCENO, A.

- A. **Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital.** *Ambiente Construído*, v. 18, n. 3, p. 211-226, 2018.
- MELO, H. S. S. **Estudo de caso da transformação digital do modelo de negócios de um Banco público de abrangência nacional.** 126. Dissertação de Mestrado em administração – FGV – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2018.
- MUHURI, P. K.; SHUKLA, A. K.; ABRAHAM, A. **Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview.** *Engineering applications of artificial intelligence*, v. 78, p. 218-235, 2019.
- MULATI, L. F. **Conheça a WinSun e seus prédios feitos por uma impressora 3 D. 2020.** Disponível em: <https://www.chinalinktrading.com/blog/winsun-predios-impressora-3d/>. Acesso em: 07 nov. 2020.
- NACHIRA, F. **Towards a network of digital business ecosystems fostering the local development.** *Digital business ecosystem*. 2002.
- NAMBISAN, S. **Digital entrepreneurship: Toward a digital technology perspective of entrepreneurship.** *Entrepreneurship Theory and Practice*, v. 41, n. 6, p. 1029-1055, 2017.
- NEWELL, S.; MARABELLI, M. **Strategic opportunities (and challenges) of algorithmic decision-making: A call for action on the long-term societal effects of ‘datification’.** *The Journal of Strategic Information Systems*, v. 24, n. 1, p. 3-14, 2015.
- NOKTEHDAN, M.; SHAHBAZPOUR, M.; ZARE, M. R.; WILKINSON, S. **Innovation management and construction phases in infrastructure projects.** *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 145, n. 2, p. 04018135, 2019.
- NWANKPA, J. K.; ROUMANI, Y. **IT capability and digital transformation: A firm performance perspective.** 2016.
- O'BRIEN, C. **How Artificial Intelligence Will Affect Law Firms?** Academic Festival, Event 50, 2019.
- OECD - **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition**, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. Disponível em: [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018\\_9789264304604-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018_9789264304604-en). Acesso em 07 nov. 2020.
- OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. **Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry.** *Computers in industry*, v. 83, p. 121-139, 2016.
- OLIVEIRA, J. M. **A proposta de valor e a extensão de marca: caso pedagógico Time Out Market.** 96. Dissertação de Mestrado em marketing, ISCTE Business School – Instituto universitário de Lisboa, Lisboa, 2018.
- OLIVEIRA, V. H. M.; SERRA, S. M. B. **Controle de obras por RFID: sistema de**

**monitoramento e controle para equipamentos de segurança no canteiro de obras.** Ambiente construído, v. 17, n. 4, p. 61-77, 2017.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers.** John Wiley & Sons, 2010.

PAGANI, M. **Digital business strategy and value creation: Framing the dynamic cycle of control points.** Mis Quarterly, p. 617-632, 2013.

PÄRN, E. A.; EDWARDS, D. J.; SING, M. C P. **Origins and probabilities of MEP and structural design clashes within a federated BIM model.** Automation in Construction, v. 85, p. 209-219, 2018.

PAVLOVSKIS, M.; MIGILINSKAS, D.; ANTUCHEVICIENE, J.; KUTUT, V. **Ranking of heritage building conversion alternatives by applying BIM and MCDM: a case of Sapieha Palace in Vilnius.** Symmetry, v. 11, n. 8, p. 973, 2019.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; GENGLER, C. E.; ROSSI, M.; HUI, W.; VIRTANEN, V.; BRAGGE, J. **The design science research process: a model for producing and presenting information systems research.** Journal of management information systems, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PETRO, Y.; OJIAKO, U.; WILLIAMS, T.; MARSHALL, A. **Organizational Ambidexterity: A Critical Review and Development of a Project-Focused Definition.** Journal of management in Engineering, v. 35, n. 3, 2019.

PFEIFFER, D. A.; JARKE, M. **Digital transformation within the emobility market.** 2016.

PICCININI, E.; HANELT, A.; GREGORY, R. W.; KOLBE, L. M. **Transforming industrial business: the impact of digital transformation on automotive organizations.** ICIS. 2015.

PRADO JUNIOR, A. **Utilização de realidade aumentada para construções em wood frame.** 2018.

RAO, B.; GOPI, A. G.; MAIONE, R. **The societal impact of commercial drones.** Technology in Society, v. 45, p. 83-90, 2016.

REDWOOD, J.; THELNING, S.; ELMUALIM, A.; PULLEN, S. **The proliferation of ICT and digital technology systems and their influence on the dynamic capabilities of construction firms.** Procedia engineering, v. 180, p. 804-811, 2017.

REYNA, J. **Digital teaching and learning ecosystem (DTLE): a theoretical approach for online learning environments.** Changing demands, changing directions. Proceedings ascilite Hobart, p. 1083-1088, 2011.

RIBEIRO, A. E. Disponível em:

<http://www.ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/tecnologia-digital>. Acesso em: 07 nov. 2020.

ROBERTS, C. J.; PÄRN, E. A.; EDWARDS, D. J.; AIGBAVBOA, C. **Digitalising asset management: concomitant benefits and persistent challenges.** International Journal of Building Pathology and Adaptation, v. 36, 2018.

ROCHA, R.O.; OLAVE, M. E. L.; ORDONEZ, E. D. M. **Estratégias de Inovação: Uma Análise em Startups de Tecnologia da Informação.** Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas, v. 9, n. 3, 2020.

SAEBI, T.; FOSS, N. J. **Business models for open innovation: Matching heterogeneous open innovation strategies with business model dimensions.** European Management Journal, v. 33, n. 3, p. 201-213, 2015.

SAFRONOVA, N.; BUDAKOV, A.; IVANKINA, E. **Application of digital technologies to increase business activity in construction.** In: MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2018.

SANCHEZ, R. B.; COSTA, D. A. M.; FERNANDES, J. C. L. **A internet das coisas conectando casas as pessoas.** Revista Eniac Pesquisa, v. 8, n. 1, p. 41-58, 2019.

SANKARAN, B.; O'BRIEN, W. J. **Bayesian Second-Order Factor Model for Maturity Assessment of CIM Technologies and Practices at Highway Agencies.** Journal of Construction Engineering and Management, v. 144, n. 4, 2018.

SANTOS, A. **Seleção do Método de Pesquisa: Guia para pós graduando em design e áreas afins.** Insight, 2018.

SANTOS JÚNIOR, J. E.; GALHARDO, C. X.; LEITE SANTOS, V. M. **Innovations in the civil construction sector provided by information technologies.** Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias, v. 9, n. 4, p. 5131-5145, 2019.

SANTOS, D. F. L.; PESTILLO, L. **Padrões setoriais de inovação e desempenho na indústria brasileira.** Revista Brasileira de Economia de Empresas/Brazilian Journal of Business Economics, v. 19, n. 1, P. 79-109, 2019.

SÄYNÄJOKI, A.; PULKKA, L.; SÄYNÄJOKI, E. S.; JUNNILA, S. **Data Commercialisation: Extracting Value from Smart Buildings.** Buildings, v. 7, n. 4, p. 104, 2017.

SEBASTIAN, I.; ROSS, J.; BEATH, C.; MOCKER, M.; MOLONEY, K.; FONSTAD. **How big old companies navigate digital transformation.** MIS quarterly executive, v.3, P. 197-213, 2017.

SHAWCROFT, Y G. D.; LIMA, C. C.; AMORIM, M. P.; ALVES, A. D.; MOURA, V. F. **Transformação digital no ensino superior: potencialidades para gestão e para o ensino.** In: Congresso Transformação Digital, 2019.

SILVA, E. **O conhecimento científico no contexto de sistemas nacionais de inovação: análise de políticas públicas e indicadores de inovação.** 291, tese de doutorado em ciência da informação, UNESP, Marília, 2018.

SILVA, E.; BASSETO, C. L.; OTTONICAR, S. L. C.; YAFUSHI, C. A. P. **O processo de inteligência competitiva e sua relação com indicadores de inovação e competência em informação.** Perspectivas em Gestão & Conhecimento, v. 6, p. 240-252, 2016.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial** Third edition. MIT press, 1996.

SINGH, A.; KLARNER, P.; HESS, T. **How do chief digital officers pursue digital**

**transformation activities? The role of organization design parameters.** Long Range Planning, v. 53, n. 3, p. 101890, 2020.

SIQUEIRA, R. S.; SOUZA, C. R.; MAIA, P. M.; SIQUEIRA, S.L. **Cirurgia Robótica: Aspectos Bioéticos.** ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo), v. 29, n. 4, p. 287-290, 2016.

SOMMARBERG, M.; MÄKINEN, S. J. **A method for anticipating the disruptive nature of digitalization in the machine-building industry.** Technological Forecasting and Social Change, v. 146, p. 808-819, 2019.

SUOMINEN, K. **Accelerating digital trade in Latin America and the Caribbean.** IDB Working Paper Series, 2017.

SURDEN, H. **Artificial Intelligence and Law: An Overview.** Georgia State University Law Review, v. 35, 2019.

SVAHN, F.; MATHIASSEN, L.; LINDGREN, R. **Embracing Digital Innovation in Incumbent Firms: How Volvo Cars Managed Competing Concerns.** Mis Quarterly, v. 41, n. 1, 2017.

TAN, B.; LU, X.; PAN, S. L.; HUANG, L. **The role of IS capabilities in the development of multi-sided platforms: the digital ecosystem strategy of Alibaba. com.** Journal of the Association for Information Systems, v. 16, n. 4, p. 2, 2015.

TAN, K. **The framework of combining artificial intelligence and construction 3d printing in civil engineering.** In: MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2018.

TANG, S.; SHELDEN, D. R.; EASTMAN, C. M.; BOZORGI, P. P.; GAO, X. **A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends.** Automation in Construction, v. 101, p. 127-139, 2019.

TAPARELLO, G. I. K. **A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D.** MIX Sustentável, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2016.

TAQUES, F. H.; LÓPEZ, M. G.; BASSO, L. F.; AREAL, N. **Indicators used to measure service innovation and manufacturing innovation.** Journal of Innovation & Knowledge, 2020.

TEECE, D. J. **Business models and dynamic capabilities.** Long Range Planning, v. 51, n. 1, p. 40-49, 2018.

ULLAH, F.; SEPASGOZAR, S. M. E.; WANG, C. **A systematic review of smart real estate technology: Drivers of, and barriers to, the use of digital disruptive technologies and online platforms.** Sustainability, v. 10, n. 9, p. 3142, 2018.

VALDEZ-DE-LEON, O. **A digital maturity model for telecommunications service providers.** Technology innovation management review, v. 6, n. 8, 2016.

VEIT, D.; CLEMONS, E.; BENLIAN, A.; BUXMANN, P.; HESS, T.; KUNDISCH, D.; LEIMEISTER, J. M.; LOOS, P.; SPANN, M. **Business models.** Business & Information

Systems Engineering, v. 6, n. 1, p. 45-53, 2014.

VERAS, P. R.; SURESH, S.; RENUKAPPA, S. **The Adoption of Big Data Concepts for Sustainable Practices Implementation in the Construction Industry**. In: 2018 IEEE/ACM International Conference on Utility and Cloud Computing Companion (UCC Companion). IEEE, p. 349-352, 2018.

VIAL, G. **Understanding digital transformation: A review and a research agenda**. The Journal of Strategic Information Systems, v. 28, n. 2, p. 118-144, 2019.

VOORDIJK, J. T. **Technological Mediation in Construction: Postphenomenological Inquiry into Digital Technologies**. Journal of construction engineering and management, v. 145, n. 12, 2019.

VOVCHENKO, N. G.; ANDREEVA, A. V.; OROBINSKIY, A. S.; FILIPPOV, Y. M.; **Competitive advantages of financial transactions on the basis of the blockchain technology in digital economy**. European Research Studies, v. 20, n. 3B, p. 193-212, 2017.

WANZELER SANTOS, R.; NASCIMENTO, V. M. B.; OLIVEIRA, M. C. R. **Gestão estratégica de pessoas e a importância do alinhamento das diretrizes estratégicas: um estudo de caso**. Revista de Carreiras e Pessoas (ReCaPe). ISSN 2237-1427, v. 8, n. 3, 2018.

WEF. **An action plan to accelerate Building Information Modeling (BIM) adoption**. 2018 Disponível em: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Accelerating\\_BIM\\_Adoption\\_Action\\_Plan.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf). Acesso em: 07 nov. 2020.

WESTERMAN, G.; CALMÉJANE, C.; BONNET, D.; FERRARIS, P.; MCAFEE, A. **Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations**. MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting, v. 1, p. 1-68, 2011. Disponível em: <https://www.capgemini.com/resources/digital-transformation-a-roadmap-for-billion-dollar-organizations/>. Acesso em: 24 out. 2020.

WESTERMAN, G.; MCAFEE, A. **The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry**. MITSloan Management and Capgemini Consulting, MA, v. 2, p. 2-23, 2012.

WOLFOND, G. **A blockchain ecosystem for digital identity: improving service delivery in Canada's public and private sectors**. Technology Innovation Management Review, v. 7, n. 10, 2017.

WONG, J. K. W.; GE, J.; HE, S. X. **Digitisation in facilities management: a literature review and future research directions**. Automation in Construction, v. 92, p. 312-326, 2018.

WOODHEAD, R.; STEPHENSON, P.; MORREY, D. **Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem**. Automation in Construction, v. 93, p. 35-46, 2018.

XU, J.; JIN, R.; PIROOZFAR, P.; WANG, Y. **Constructing a BIM climate-based framework: regional case study in China**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 144, n. 11, 2018.

YOO, Y.; HENFRIDSSON, O.; LYYTINEN, K. **Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research.** *Information systems research*, v. 21, n. 4, p. 724-735, 2010.

YOSSEF, M.; CHEN, A. **Applicability and limitations of 3D printing for civil structures.** *Proceedings of the 2015 Conference on Autonomous and Robotic Construction of Infrastructure*, p. 237-245, 2015.

ZAYCHENKO, I.; SMIRNOVA, A.; BORREMANS, A. **Digital transformation: the case of the application of drones in construction.** In: *MATEC Web of Conferences*. EDP Sciences, v. 193, 2018.

ZOU, Y.; KIVINIEMI, A.; JONES, S. W. **A review of risk management through BIM and BIM-related technologies.** *Safety science*, v. 97, p. 88-98, 2017.

## APÊNDICE A – FORMULÁRIO DAS ENTREVISTAS

<b>Cultura e Organização</b> 		<b>Perguntas:</b>
	1	A liderança e a governança da empresa são voltadas para inovação?
	2	A empresa possui programas de capacitação para uso das tecnologias digitais?
	3	A organização possui fontes para reter o conhecimento adquirido por meio do desenvolvimento de produtos ou serviços?
	4	A organização implementou a cultura digital para realização dos trabalhos?
	5	A colaboração digital entre os projetos e a cultura do erro foi implementada na organização?
<b>Tecnologia</b> 		<b>Perguntas:</b>
	6	A empresa está utilizando tecnologias digitais emergentes nos seus projetos?
	7	As tecnologias digitais utilizadas pela organização possuem suporte e infraestrutura adequada?
	8	A empresa está planejando e desenvolvendo a integração de novas tecnologias digitais nos seus processos?
	9	As tecnologias digitais da empresa possuem uma base segura que garante a privacidade e proteção dos seus dados?
	10	A empresa gera e utiliza dados oriundos das tecnologias digitais para desenvolvimento de produtos e serviços?
<b>Estratégia</b> 		<b>Perguntas:</b>
	11	A empresa possui um modelo de negócio alinhado a estratégia de inovação?
	12	A empresa possui metas para a implementação da transformação digital?
	13	A estratégia da empresa possui investimentos em inovações e tecnologias digitais para os seus produtos e serviços?
	14	A estratégia da organização aborda a gestão do seu ecossistema e das suas partes interessadas?
	15	As funções e responsabilidades para implementar a transformação digital estão claramente definidas e operam corretamente?
<b>Clientes</b> 		<b>Perguntas:</b>
	16	A organização possui projetos de tecnologias digitais que permitem o engajamento do cliente durante o seu desenvolvimento?
	17	A empresa possui meios e técnicas para acompanhar as ideias e comportamento dos seus consumidores e posteriormente adequá-las aos seus projetos de tecnologias digitais?
	18	A empresa possui ferramentas para avaliar a satisfação dos seus clientes e retroalimenta seus processos por meio desses dados em relação aos projetos de tecnologias digitais?

## Formulário das entrevistas (continuação)

<b>Inovações</b> 		<b>Perguntas:</b>
	19	A empresa possui infraestrutura, recursos, equipe técnica e/ou investimentos para implementar inovações nos seus processos?
	20	As inovações da organização permitem integração dos seus clientes no seu desenvolvimento?
<b>Ecosistema</b> 	21	Os projetos de inovações da organização possuem métodos flexíveis e ágeis para sua realização?
		<b>Perguntas:</b>
	22	A empresa possui parceiros para desenvolvimento dos seus produtos e/ou serviços com as tecnologias digitais?
	23	O ecossistema que a empresa está inserida possui orientação e foco no cliente?
	24	A organização utiliza nos seus projetos dados, tecnologias, métodos ou técnicas advindas da área acadêmica ou da indústria do seu segmento?
25	A empresa utiliza dados e informações providas dos seus parceiros, instituições de ensino, órgãos e/ou associações?	
<b>Operações</b> 		<b>Perguntas:</b>
	26	As operações da empresa são automatizadas, com a adoção de métodos ágeis e flexíveis para os seus produtos e serviços?
	27	A empresa possui gestão ágil para mudanças?
	28	A empresa gera e utiliza os dados obtidos pela operação dos seus processos com as tecnologias digitais?
	29	A organização trabalha com a melhoria contínua nos seus processos para produtos e serviços?
	30	A empresa possui indicadores para monitoramento do desempenho das suas tecnologias digitais?