



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: ESTRUTURAS E**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**JEFERSON SPIERING BÖES**

**PROPOSTA DE PLANO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NA INDÚSTRIA DA**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA**

**2019**

JEFERSON SPIERING BÖES

PROPOSTA DE PLANO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NA INDÚSTRIA DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Estruturas e Construção Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.  
Coorientadora: Profa. Dra. Mariana M. Xavier de Lima.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação Universidade  
Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- B1p Bões, Jeferson Spiering.  
Proposta de plano de implantação do BIM na indústria da construção civil / Jeferson Spiering  
Bões. – 2019. 281 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil,  
Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.  
Coorientação: Profa. Dra. Mariana Monteiro  
Xavier de Lima.
1. Adoção BIM. 2. Macro adoção BIM. 3. Implantação BIM. 4. Construção Civil. I. Título.  
CDD 624.1
-

JEFERSON SPIERING BÖES

PROPOSTA DE PLANO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NA INDÚSTRIA DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Estruturas e Construção Civil. Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em: 22/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dra. Mariana Monteiro Xavier de Lima (Coorientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Dedico este trabalho à Sra. Marli Spiering.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os envolvidos que fizeram parte desta pesquisa ou que contribuíram para o seu desenvolvimento. Em especial, gostaria de agradecer ao Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVAICON) e ao SINDUSCON-CE, por acreditarem na pesquisa e abrirem suas portas para o desenvolvimento da mesma. Minha admiração e gratidão ao Programa, que tem proporcionando uma grande evolução tecnológica e inovações ao setor da construção civil cearense, servindo de exemplo a todo Brasil.

Agradeço ao Prof. Dr. José de Paula Barros Neto, por me receber em Fortaleza/CE, indicar-me o tema, propor o desafio e pela orientação prestada ao longo dos últimos três anos. À professora Dra. Mariana Monteiro Xavier de Lima, pela orientação, mentoria e atenção.

Agradeço a minha esposa, Beatriz Borges da Gama Bões, que me acompanhou e esteve ao meu lado nesses anos de dedicação à pesquisa, que se apropriou do tema junto comigo, incentivando-me em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis, com angústias e dúvidas sobre os caminhos a serem seguidos.

A minha mãe, Marli Spiering, por ser meu referencial e sempre me aconselhar sobre as decisões tomadas. O orgulho que tenho por ti, por nossa família e nossa história, é imensurável. Se hoje concluo esta etapa, a principal responsável é você, por me proporcionar a minha educação e base.

## RESUMO

A implantação do *Builing Information Modeling* (BIM) tem sido incipiente e concentrada em um número reduzido de empresas no setor da construção civil. Diversos estudos apresentam metodologias de implantação visando o fomento e à adoção do BIM para as organizações, geralmente com um enfoque operacional, com pouca ênfase na visão macro de implantação em um setor econômico. A inserção do BIM deve ocorrer de forma progressiva, envolvendo um conjunto de políticas, processos e tecnologia nas organizações. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo propor uma metodologia de implantação BIM no setor da construção civil, dentro de uma perspectiva estratégica, envolvendo os diversos *stakeholders* do processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários. Devido à escassez de trabalhos sobre o processo estratégico de implantação BIM no Brasil, o trabalho se caracteriza como um estudo exploratório com uma abordagem qualitativa. A estratégia de pesquisa adotada foi a *Desing Science Research* (DSR), propondo, ao final, um artefato (metodologia de implantação na indústria da construção civil). O estudo está organizado em dois momentos. O primeiro engloba o diagnóstico da caracterização do uso, adoção e a maturidade BIM no Estado do Ceará, processo que envolveu mais de 201 stakeholders, a partir de aplicação de questionários e entrevistas, abrangendo stakeholders de todo o estado. Foram analisados 11 modelos de maturidade BIM para utilização na pesquisa, como, também, foi desenvolvido um modelo de mensuração de maturidade BIM para as Instituições de Ensino Superior (IES), devido à lacuna existente na literatura. A identificação dos stakeholders que adotam o BIM e o seu nível de maturidade permitiu formar um panorama local, servindo como referência para a mensuração do desempenho do plano proposto. O segundo momento consistiu no desenvolvimento de um plano de implantação BIM para a construção civil do estado do Ceará, com proposições de ações estratégicas para adoção, envolvendo as construtoras, projetistas, as instituições de ensino superior e o poder público. O plano de implantação BIM está estruturado com base na Estratégia BIM BR, possuindo, ao todo, um conjunto de 45 ações estratégicas, divididas em 8 componentes da Macro Maturidade BIM. As ações estratégicas são divididas em três fases, conforme prevê o plano: a preparação para adoção do BIM, a implantação e a melhoria contínua, por meio do uso da maturidade BIM.

**Palavras-chave:** Adoção BIM. Macro Adoção BIM. Implantação BIM. Construção Civil.

## ABSTRACT

The implementation of the Building Information Model (BIM) has been incipient and concentrated in a small number of companies in the construction sector. Several studies have been implemented, with BIM support and consolidation for organizations, usually with an operational focus, with little emphasis on the vision of implementation in a macro sector. BIM deployment should be phased in, including a set of policies, processes, and technologies in organizations. This objective, the present work have a purpose rational method, BIM and the civil building in the civil market, in the storages of development of real estate investments. Compared to BIM in Brazil, the work is characterized as an exploratory study with a qualitative approach. A research strategy adopted for this work is the Desing Scientific Research (DSR), proposed for a work methodology in construction. This research is divided in two moments. The first one includes the diagnosis of the characterization of BIM use, adoption and maturity in the state of Ceará. This stage involved more than 201 stakeholders, through questionnaires and interviews, covering stakeholders from all over the state. There were also 11 BIM maturity models for use, as well as it was developed to measure BIM maturity for Higher Education Institutions, due to a gap in the literature. Identifying stakeholders who can help improve local performance and serve as a benchmark for measuring the performance of the proposed plan. The BIM for the construction of the state of Ceará, with the purpose of implementing adoption strategies, such as Builders, Designers, as Higher Education Institutions and the Government. The BIM implementation plan is structured based on BIM BR, having the entire set of 45 national spheres, divided into 8 components of BIM Macro Maturity. Strategic actions are divided into three phases, based on BIM's implementation plan, implementation and continuous improvement through BIM's maturity.

**Keywords:** BIM adoption. Macro BIM adoption. BIM implementation. Civil Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil .....	30
Figura 2 -	Os 25 casos de uso BIM nas grandes fases do ciclo de um empreendimento .....	31
Figura 3 -	Comparação entre o processo tradicional de troca de informações entre várias disciplinas e um modelo compartilhado .....	32
Figura 4 -	Conotações BIM .....	33
Figura 5 -	BIM framework: Campos, Estágios e Lentes .....	34
Figura 6 -	Campos BIM .....	35
Figura 7 -	Lentes BIM .....	37
Figura 8 -	Conjunto de competências - Mapa mental de granularidade nível 2 .....	40
Figura 9 -	Comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM .....	44
Figura 10 -	Cinco Componentes críticos para provocar uma mudança de fato numa empresa ou organização e o que falta de cada um deles pode ocasionar ...	50
Figura 11 -	Mapa com os países que possuem políticas estratégicas BIM .....	51
Figura 12 -	Comparação dos estados dos componentes de política BIM entre os seis países .....	57
Figura 13 -	Sistematização da Estratégia BIM BR .....	58
Figura 14 -	Mapeamento do roadshow "Workshop Implementação BIM" .....	61
Figura 15 -	Iniciativas de Ensino BIM no Brasil .....	64
Figura 16 -	Número de publicações em eventos x Ano .....	65
Figura 17 -	Número de publicações em periódicos x Ano .....	66
Figura 18 -	Pesquisadores de instituições brasileiras mais atuantes .....	66
Figura 19 -	Modelo de Ponto de Adoção v1.1 .....	68
Figura 20 -	Modelo de áreas de difusão .....	70
Figura 21 -	Componentes de Macro Maturidade BIM .....	71
Figura 22 -	Modelo de dinâmica de difusão macro .....	73
Figura 23 -	Modelo Ações Políticas .....	75
Figura 24 -	Modelo de Macro Difusão de Responsabilidades .....	76
Figura 25 -	Matriz de função de difusão .....	77

Figura 26 -	Interactive Capability Maturity Model .....	80
Figura 27 -	BIM proficiency Matrix - Indiana University .....	81
Figura 28 -	Níveis da Matriz de Maturidade .....	82
Figura 29 -	bimSCORE .....	83
Figura 30 -	Elementos de planejamento BIM .....	84
Figura 31 -	Recorte do modelo de maturidade .....	85
Figura 32 -	Framework BIMCAT .....	85
Figura 33 -	Modelo multifuncional de maturidade BIM .....	86
Figura 34 -	Estágios BIM .....	88
Figura 35 -	Índices de Maturidade BIM .....	89
Figura 36 -	Matriz de maturidade BIM (BIM) .....	91
Figura 37 -	Matriz de Maturidade Macro BIM .....	92
Figura 38 -	Matriz de Maturidade Macro BIM (continuação) .....	92
Figura 39 -	Fases e passos do delineamento da pesquisa .....	95
Figura 40 -	Delineamento da pesquisa .....	96
Figura 41 -	Método para revisão sistemática da literatura .....	99
Figura 42 -	Processo de busca, elegibilidade e codificação .....	101
Figura 43 -	Delineamento Diagnóstico atual da maturidade BIM .....	103
Figura 44 -	Delineamento da identificação dos stakeholders .....	104
Figura 45 -	Brainstorming para identificação dos agentes intervenientes .....	105
Figura 46 -	Delineamento da caracterização do uso e adoção do BIM no estado do Ceará .....	106
Figura 47 -	Delineamento da mensuração BIM .....	111
Figura 48 -	Delineamento do desenvolvimento do Plano de Implantação BIM .....	121
Figura 49 -	Brainstorming para sintetização .....	122
Figura 50 -	Roadmap conceitual do plano de implantação BIM .....	124
Figura 51 -	Identificação macro dos envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no estado do Ceará .....	127
Figura 52 -	Identificação dos agentes intervenientes no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários .....	127
Figura 53 -	Representatividade dos agentes intervenientes .....	128
Figura 54 -	Caracterização das IES .....	148

Figura 55 -	Tipos de contatos com o BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado do Ceará .....	150
Figura 56 -	Barreiras para adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado do Ceará .....	151
Figura 57 -	Quais motivos levaram a adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará .....	152
Figura 58 -	Vantagens percebidas na adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará .....	156
Figura 59 -	Percepção do valor investido em software, hardware e rede .....	158
Figura 60 -	Benefícios das IES perante parcerias com desenvolvedores de softwares BIM .....	160
Figura 61 -	Macro Maturidade BIM do Estado do Ceará .....	184
Figura 62 -	Estrutura do Plano de Implantação BIM .....	185
Figura 63 -	Roadmap do plano de macroimplantação BIM .....	186
Figura 64 -	Níveis de atuação .....	187
Figura 65 -	Motivadores e Promotores BIM .....	197

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Distribuição de trabalhos encontrados por ano .....	67
Gráfico 2 -	Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente .....	130
Gráfico 3 -	Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente (continuação).....	131
Gráfico 4 -	Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente (continuação) .....	132
Gráfico 5 -	Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente (continuação) .....	133
Gráfico 6 -	Representação das construtoras e projetistas que afirmam usar o BIM ....	135
Gráfico 7 -	Motivos para não adoção do BIM .....	135
Gráfico 8 -	Solicitação BIM entre relação Projetista/Construtora e Construtora/Projetista .....	137
Gráfico 9 -	Desenvolvimento de ações de implantação BIM .....	139
Gráfico 10 -	Tempo pretendido para implantação do BIM .....	139
Gráfico 11 -	Usos BIM que pretendem usufruir .....	140
Gráfico 12 -	Repetibilidade da aplicação BIM .....	141
Gráfico 13 -	Tempo de implantação BIM .....	141
Gráfico 14 -	Motivos que levaram a adoção do BIM .....	142
Gráfico 15 -	Usos do BIM .....	142
Gráfico 16 -	Desenvolvimento dos usos BIM para as construtoras .....	143
Gráfico 17 -	Condução da implantação BIM .....	144
Gráfico 18 -	Implantação em um processo formal ou informal .....	145
Gráfico 19 -	Principais barreiras e dificuldades para adoção do BIM .....	145
Gráfico 20 -	Principais benefícios percebidos na adoção do BIM .....	146
Gráfico 21 -	Percepção quando ao valor investido em softwares e hardwares .....	146
Gráfico 22 -	Percepção se um projeto em BIM custa mais caro .....	147
Gráfico 23 -	Nível de conhecimento BIM do corpo docente dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado do Ceará .....	156
Gráfico 24 -	Porcentagem de docentes que manipulam tecnologias BIM .....	157
Gráfico 25 -	Caracterização do Poder Público .....	161

Gráfico 26 -	Ciência do Decreto 9.337/2018 no Poder Público .....	161
Gráfico 27 -	Grau de Maturidade BIM médio dos critérios da BIM <sup>3</sup> - Construtoras.....	165
Gráfico 28 -	Grau de Maturidade BIM médio das Construtoras – Campos BIM .....	166
Gráfico 29 -	Grau de Maturidade BIM médio das Construtoras – Tecnologia .....	167
Gráfico 30 -	Grau de Maturidade BIM médio nas Construtoras – Processos .....	167
Gráfico 31 -	Grau de Maturidade BIM médio das Construtoras – Política .....	168
Gráfico 32 -	Grau de Maturidade BIM por Construtora – Campos BIM .....	168
Gráfico 33 -	Maturidade BIM das Construtoras .....	169
Gráfico 34 -	Grau de Maturidade BIM médio dos critérios da BIM <sup>3</sup> - Projetistas .....	171
Gráfico 35 -	Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Campos BIM .....	172
Gráfico 36 -	Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Tecnologia .....	172
Gráfico 37 -	Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Processo .....	173
Gráfico 38 -	Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Política .....	173
Gráfico 39 -	Grau de Maturidade BIM por Projetista – Campos BIM .....	174
Gráfico 40 -	Maturidade BIM dos Projetistas .....	175
Gráfico 41 -	Grau de Maturidade BIM médio dos critérios da m <sup>2</sup> BIM-IES .....	177
Gráfico 42 -	Grau de Maturidade BIM médio nas IES – Campos BIM .....	178
Gráfico 43 -	Grau de Maturidade BIM médio nas IES – Tecnologia .....	179
Gráfico 44 -	Grau de Maturidade médio nas BIM – Política .....	179
Gráfico 45 -	Grau de Maturidade BIM médio nas IES- Desempenho .....	180
Gráfico 46 -	Grau de Maturidade BIM por curso – Campos BIM .....	180
Gráfico 47 -	Maturidade BIM dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo do Ceará .....	182

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Ranking dos aspectos impactantes na adoção do BIM .....	47
Quadro 2 -	Levantamento global de ações BIM em Regulamentos, Agentes e Publicações .....	52
Quadro 3 -	Levantamento global de ações BIM em Regulamentos, Agentes e Publicações (continuação) .....	53
Quadro 4 -	Relação de normas BIM em vigor no Brasil .....	55
Quadro 5 -	Recomendações para difusão do BIM no Brasil .....	57
Quadro 6 -	Objetivos e ações da estratégia BIM BR .....	59
Quadro 7 -	Objetivos e ações da Estratégia BIM BR (continuação) .....	60
Quadro 8 -	Definições Macro BIM .....	71
Quadro 9 -	Definições Macro BIM (continuação) .....	72
Quadro 10 -	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão .....	74
Quadro 11 -	Domínios e subdomínios do modelo multifuncional de maturidade BIM	87
Quadro 12 -	Níveis de maturidade BIM .....	90
Quadro 13 -	Tipos de Artefatos .....	94
Quadro 14 -	Atendimento dos objetivos específicos em cada etapa do delineamento da pesquisa .....	97
Quadro 15 -	Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura .....	101
Quadro 16 -	Caracterização dos questionários 2, 3, 4 e 5 .....	107
Quadro 17 -	Relação dos Stakeholders do Poder Público .....	110
Quadro 18 -	Comparação entre Modelos de Maturidade BIM .....	112
Quadro 19	Índice de Maturidade BIM .....	114
Quadro 20 -	Relação Grau de Maturidade BIM e Conceito de Nível de Maturidade ..	115
Quadro 21 -	Comparação da BIM <sup>3</sup> x m <sup>2</sup> BIM-IES .....	116
Quadro 22 -	m <sup>2</sup> BIM-IES .....	117
Quadro 23 -	m <sup>2</sup> BIM-IES (continuação) .....	118
Quadro 24 -	m <sup>2</sup> BIM-IES (continuação) .....	119
Quadro 25 -	m <sup>2</sup> BIM-IES (continuação) .....	120
Quadro 26 -	Relação Grau de Maturidade BIM e Conceito de Nível de Maturidade ..	120
Quadro 27 -	Ranking dos stakeholders projetistas .....	129
Quadro 28 -	Objetivos e Ações da Estratégia BIM BR de incumbência das IES .....	149

Quadro 29 -	Identificação das personas nos níveis de atuação dos stakeholders .....	188
Quadro 30 -	Estratégia adotada para os níveis de atuação .....	189
Quadro 31 -	Sintetização das barreiras, dificuldades e baixa maturidade .....	190
Quadro 32 -	Fundamentação teórica da estrutura das ações estratégicas .....	191
Quadro 33 -	Roadmap das ações estratégicas .....	192
Quadro 34 -	Ações estratégicas para o campo Objetivos, Estágios e Marcos .....	193
Quadro 35 -	Ações estratégicas para o campo Objetivos, Estágios e Marcos (continuação) .....	194
Quadro 36 -	Ações estratégicas para o campo Campeões e Piloto .....	196
Quadro 37 -	Ações estratégicas para o campo Quadro Retangular .....	198
Quadro 38 -	Ações estratégicas para o campo Publicações Dignas de Nota .....	199
Quadro 39 -	Ações estratégicas para o campo Publicações Dignas de Nota (continuação) .....	200
Quadro 40 -	Ações estratégicas para o campo Aprendizagem e Educação .....	201
Quadro 41 -	Ações estratégicas para o campo Aprendizagem e Educação (continuação) .....	202
Quadro 42 -	Ações estratégicas para o campo Medições e Benchmarks .....	203
Quadro 43 -	Ações estratégicas para o campo Peças Padronizadas e Entregáveis .....	204
Quadro 44 -	Ações estratégicas para o campo Infraestrutura Tecnológica .....	205
Quadro 45 -	Ações estratégicas para o campo Infraestrutura Tecnológica (continuação) .....	206

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Campos BIM, interações e sobreposições .....	36
Tabela 2 -	Capacidade BIM .....	38
Tabela 3	Benefícios BIM a partir de estudos de caso .....	42
Tabela 4	Obstáculos para adoção BIM a partir de estudos de caso .....	49
Tabela 5 -	Estudos de casos de implantação BIM nas organizações .....	51
Tabela 6 -	Iniciativas do ensino BIM nas universidades brasileiras .....	64
Tabela 7 -	Modelos de Macro Adoção BIM .....	69
Tabela 8 -	Matriz de responsabilidades da macro difusão .....	77
Tabela 9 -	Comparação das barreiras para adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil .....	153
Tabela 10 -	Relação de usos BIM desenvolvido nas disciplinas .....	154
Tabela 11 -	Disciplinas com a introdução do BIM .....	154
Tabela 12 -	Relação de softwares BIM utilizados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará .....	159
Tabela 13 -	Comparação das barreiras para adoção do BIM no Poder Público .....	162
Tabela 14 -	Índice de Maturidade BIM das Construtoras .....	164
Tabela 15 -	Critérios da BIM <sup>3</sup> por Níveis de Maturidade – Construtoras .....	170
Tabela 16 -	Índice de Maturidade BIM dos Projetistas .....	171
Tabela 17 -	Critérios da BIM <sup>3</sup> por Níveis de Maturidade – Projetistas .....	175
Tabela 18 -	Índice de Maturidade BIM das IES .....	176
Tabela 19 -	Critérios da m <sup>2</sup> BIM-IES por Níveis de Maturidade .....	181
Tabela 20 -	Proposição da Obrigatoriedade do BIM no estado do Ceará .....	195

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRASIP	Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação de Aquecimento
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AGESC	Associação de Gestores e Coordenadores de Projeto
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
ANAC	Agência Nacional da Aviação Civil
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BIMCAT	<i>BIM Competency Assessment</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CCDI	Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliário
CDURP	Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implantação do <i>Building Information Modeling</i>
CIFE	<i>Stanford's Center for Integrated Facility Engineering</i>
COOPERCON-CE	Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DS	<i>Design Science</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
ENEBIM	Encontro Nacional de Ensino
I-CMM	<i>Interactive Capability Maturity Model</i>
IES	Instituições de Ensino Superior

IFFB	Instituto Federal da Paraíba
IFRN	Instituto Federal do Rio Grande do Norte
INOVACON	Programa de Inovação da Construção Civil Construção Civil do Estado do Ceará
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
ISITEC	Instituto Superior de Inovação e Tecnologia
MIT	<i>Massachusetts Institute Technology</i>
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NBIMS	<i>National Building Information Modeling Standard</i>
OPUS	Sistema Unificado do Processo de Obra
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PoA	Ponto de Adoção
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAI-	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-RJ
RJSINAENCO	Sindicato da Arquitetura e da Engenharia
SINDUSCON-CE	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TNO	<i>Netherlands Organisation for Applied Scientific Research</i>
UCB	Universidade Católica de Brasília
UCPel	Universidade Católica de Pelotas
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNB	Universidade de Brasília
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

UNIFEOB	Centro Universitário Fundação de Ensino Octávio Bastos
UniRN	Centro Universitário do Rio Grande do Norte
USP	Universidade de São Paulo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VDC	<i>Virtual Desing and Construction</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização .....</b>	<b>24</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema de Pesquisa .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>25</b>
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo Geral .....</i>	<i>25</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>26</i>
<b>1.4</b>	<b>Delimitação da pesquisa .....</b>	<b>26</b>
<b>1.5</b>	<b>Estrutura do trabalho .....</b>	<b>26</b>
<b>2</b>	<b>BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1</b>	<b>Evolução das tecnologias CAD .....</b>	<b>27</b>
<i>2.1.1</i>	<i>Geométrico .....</i>	<i>28</i>
<i>2.1.2</i>	<i>3D .....</i>	<i>28</i>
<i>2.1.3</i>	<i>BIM .....</i>	<i>29</i>
<b>2.2</b>	<b>Definições BIM .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3</b>	<b>Explorando a definição BIM adotada .....</b>	<b>34</b>
<i>2.3.1</i>	<i>BIM Fields (Campos BIM) .....</i>	<i>35</i>
<i>2.3.2</i>	<i>BIM Lenses (Lentes BIM) .....</i>	<i>37</i>
<i>2.3.3</i>	<i>BIM Stages (Estágios BIM) .....</i>	<i>37</i>
<i>2.3.4</i>	<i>BIM Competency Sets (Conjunto de Competências BIM) .....</i>	<i>39</i>
<b>2.4</b>	<b>Benefícios BIM .....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>IMPLANTAÇÃO BIM .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Contextualização da implantação BIM .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2</b>	<b>Desafios e riscos da implantação BIM .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3</b>	<b>Adoção BIM no cenário internacional .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4</b>	<b>Adoção BIM no cenário nacional .....</b>	<b>54</b>
<i>3.4.1</i>	<i>Ações BIM a nível federal .....</i>	<i>54</i>
<i>3.4.2</i>	<i>Ações da Iniciativa Privada e Sociedade Civil .....</i>	<i>61</i>
<i>3.4.3</i>	<i>Ensino e Pesquisa BIM .....</i>	<i>62</i>
<b>3.5</b>	<b>Macro Adoção BIM .....</b>	<b>67</b>
<i>3.5.1</i>	<i>Modelo Áreas de Difusão .....</i>	<i>69</i>
<i>3.5.2</i>	<i>Modelo Componentes da Macro Maturidade .....</i>	<i>70</i>

3.5.3	<i>Modelo Dinâmica da Macro Difusão</i> .....	72
3.5.4	<i>Modelo Ações Políticas</i> .....	74
3.5.5	<i>Modelo Responsabilidades de Macro Difusão</i> .....	75
4	<b>MATURIDADE BIM</b> .....	78
4.1	<b>Conceitos</b> .....	78
4.2	<b>Modelos de Maturidade BIM</b> .....	79
4.2.1	<i>Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)</i> .....	79
4.2.2	<i>BIM Proficiency Matrix – Indiana University</i> .....	80
4.2.3	<i>BIM Maturity Levels (iBIM) ou Bew-Richards BIM Maturity Model</i> .....	81
4.2.4	<i>BIM QuickScan</i> .....	82
4.2.5	<i>Vico BIM score</i> .....	82
4.2.6	<i>CPIx-BIM Assessment Form</i> .....	82
4.2.7	<i>bimSCORE</i> .....	83
4.2.8	<i>The Organizational BIM Assessment Profile – PennState University</i> .....	84
4.2.9	<i>Owner’s BIM Competency Assessment (BIMCAT)</i> .....	85
4.2.10	<i>Multifunctional BIM Maturity Model</i> .....	86
4.2.11	<i>BIM Maturity Matrix (BIM<sup>3</sup>)</i> .....	87
4.2.12	<i>Macro Maturity Matrix</i> .....	91
5	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	93
5.1	<b>Enquadramento metodológico</b> .....	93
5.2	<b>Delineamento da pesquisa</b> .....	95
5.3	<b>Revisão Sistemática da Literatura (RSL)</b> .....	98
5.3.1	<i>Definição da questão e do framework conceitual</i> .....	100
5.3.2	<i>Estratégia de busca</i> .....	100
5.3.3	<i>Busca, elegibilidade e codificação</i> .....	101
5.4	<b>Diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM</b> .....	102
5.4.1	<i>Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do estado do Ceará (INOVACON)</i> .....	103
5.4.2	<i>Identificação dos stakeholders</i> .....	104
5.4.3	<i>Caracterização da utilização e adoção do BIM</i> .....	106
5.4.3.1	<i>Caracterização BIM – Construtoras</i> .....	108
5.4.3.2	<i>Caracterização BIM – Projetistas</i> .....	108
5.4.3.3	<i>Caracterização BIM – Academia</i> .....	108

5.4.3.4	<i>Caracterização BIM – Poder Público</i> .....	109
<b>5.4.4</b>	<b><i>Maturidade BIM</i></b> .....	<b>111</b>
5.4.4.1	<i>Análise dos modelos de maturidade BIM</i> .....	111
5.4.4.2	<i>Maturidade BIM – Construtoras e Projetistas</i> .....	113
5.4.4.3	<i>Maturidade BIM – Academia</i> .....	115
5.4.4.4	<i>Maturidade BIM – Poder Público</i> .....	121
<b>5.5</b>	<b><i>Plano de Implantação BIM</i></b> .....	<b>121</b>
5.5.1	<i>Síntese dos stakeholders, caracterização do uso e maturidade BIM na indústria da construção civil</i> .....	122
5.5.2	<i>Estruturação Conceitual do Plano de Implantação BIM</i> .....	123
5.5.3	<i>Motivadores e Promotores Conceitual BIM</i> .....	125
5.5.4	<i>Níveis de Atuação Conceitual</i> .....	125
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>126</b>
<b>6.1</b>	<b>Diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM</b> .....	<b>126</b>
6.1.1	<i>Identificação dos stakeholders</i> .....	126
6.1.1.1	<i>Identificação dos stakeholders</i> .....	126
6.1.1.2	<i>Análise da contribuição teórica e prática</i> .....	134
6.1.2	<i>Caracterização do BIM</i> .....	134
6.1.2.1	<i>Caracterização BIM – Construtoras e Projetistas</i> .....	134
6.1.2.2	<i>Caracterização BIM – Academia</i> .....	147
6.1.2.3	<i>Caracterização BIM – Poder Público</i> .....	160
6.1.2.4	<i>Análise da contribuição teórica e prática</i> .....	162
6.1.3	<i>Maturidade BIM</i> .....	164
6.1.3.1	<i>Maturidade BIM – Construtoras</i> .....	164
6.1.3.2	<i>Maturidade BIM – Projetistas</i> .....	170
6.1.3.3	<i>Maturidade BIM – Academia</i> .....	176
6.1.3.4	<i>Maturidade BIM – Poder Público</i> .....	182
6.1.3.5	<i>Macro Maturidade BIM – Estado do Ceará</i> .....	182
6.1.3.6	<i>Análise da contribuição teórica e prática</i> .....	184
<b>6.2</b>	<b>Plano de Implantação BIM na indústria da Construção Civil</b> .....	<b>185</b>
6.2.1	<i>Estruturação do Plano de Implantação</i> .....	185
6.2.2	<i>Níveis de Atuação</i> .....	187

6.2.3	<i>Síntese dos stakeholders, caracterização do uso e maturidade BIM da construção civil</i> .....	189
6.2.4	<i>Ações Estratégicas</i> .....	190
7	<b>CONCLUSÃO</b> .....	207
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	212
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DOS STAKEHOLDERS</b> .....	230
	<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DAS CONSTRUTORAS</b> .....	235
	<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DOS PROJETISTAS</b> .....	241
	<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DA ACADEMIA</b> .....	248
	<b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DO PODER PÚBLICO</b> .....	255
	<b>APÊNDICE F – ENTREVISTA DA MATURIDADE BIM DAS CONSTRUTORAS</b> .....	260
	<b>APÊNDICE G – ENTREVISTA DA MATURIDADE BIM DOS PROJETISTAS</b> .....	265
	<b>APÊNDICE H – ESCALA PROGRESSIVA DE ADOÇÃO BIM NAS IES</b> .....	271
	<b>ANEXO A – VISÃO GERAL DA ADOÇÃO GLOBAL DO BIM</b> .....	273
	<b>ANEXO B – BIM BR ROADMAP</b> .....	274
	<b>ANEXO C – INTERACTIVE CAPABILITY MATURITY MODEL</b> .....	275
	<b>ANEXO D – BIM PROFICIENCY MATRIX – INDIANA UNIVERSITY...</b> .....	276
	<b>ANEXO E – THE ORGANIZATIONAL BIM ASSESSMENT PROFILE – PENNSTATE UNIVERSITY</b> .....	277
	<b>ANEXO F – BIM MATURITY MATRIX (BIM<sup>3</sup>)</b> .....	279

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

A implantação do BIM (*Building Information Modeling*) em projetos desenvolvidos no Brasil tem sido incipiente e concentrada em algumas empresas mais abnegadas que trabalham desenvolvendo os projetos internamente sem uma participação efetiva de projetistas. Muitos desses projetos consistem na transformação dos projetos desenvolvidos em *Computer Aided Design* (CAD) para projetos 3D, usando software ligados à plataforma BIM, que usam os seus recursos tecnológicos, por exemplo, para a detecção de falhas e a retirada de quantitativos (abordagem técnica).

Alguns estudos, tais como CIC (2011), Wang e Leite (2013) e Jung e Joo (2011), apresentam manuais de implantação do BIM para ajudarem as empresas nesse processo. Nas referidas pesquisas, apresenta-se, detalhado, o passo a passo necessário para que se implante o BIM com discussões a respeito de forças e fraquezas dos procedimentos.

Eastman et al. (2008), por sua vez, discute a implantação do BIM considerando diferentes visões (incorporador, construtor, subcontratados, arquitetos projetistas e fornecedores), considerando as peculiaridades de cada um. Já McGraw-Hill (2014) apresenta um estudo sobre a maturidade do uso do BIM em diferentes países, considerando os seguintes aspectos, tais como: usuários, financeiros, tecnologia, dentre outros. São discutidos, também, os potenciais de melhoria em cada país. Smith (2014) complementa, ainda, tal ideia explicando como o processo de implantação vem ocorrendo em vários países, concluindo que o poder público tem uma importante e indispensável função nesse processo.

Succar (2009) também apresenta um *framework* para a implantação do BIM, dividindo-a em três aspectos: político (relativo a regras e modelos), processo (relativo aos passos para a implantação considerando o tempo e o custo), e tecnologia (relativo à infraestrutura de suporte à implantação). Além disso, o autor propõe estágios para o uso do BIM (Pré-BIM, Modelagem, Colaboração, Integração). Ao final do processo, chegar-se-á ao IPD (*Integrated Project Delivery*).

No entanto, o uso do BIM é mais amplo do que isso, sendo irreversível, em virtude do aumento da complexidade dos projetos e das contribuições dessa plataforma para a melhoria do projeto, da execução, da operação e da manutenção dos empreendimentos, e, conseqüentemente, o aumento da produtividade. Dessa forma, cedo ou tarde, as empresas aderirão à nova plataforma.

Contudo, observa-se uma valorização da visão operacional, dando-se ênfase a aspectos, por exemplo, de formação de mão de obra para uso do software e não da plataforma. No entanto, como o processo de implantação exige tempo e recursos para, entre outros pontos, a formação de pessoas, a definição de regras e guias e a aquisição de infraestrutura (software e hardware), é necessário que se discuta uma abordagem estratégica (visão de longo prazo), considerando a implantação do BIM como um processo de inovação, no qual a indústria (construtoras, projetistas e fornecedores), o governo e a academia precisam estar envolvidos.

Em relação ao Brasil, a implantação do BIM ainda está bastante incipiente, sendo promovida por algumas construtoras e escritórios de projeto, principalmente os de arquitetura (McGRAW-HILL, 2014). Muitas empresas estão esperando para ver o andamento dessas implantações para decidirem quase decisões são mais adequadas no que diz respeito aos investimentos a serem realizados para se adequarem à nova realidade do uso do BIM. Por outro lado, o poder público ainda não *despertou* para exigir o uso do BIM nos empreendimentos públicos. As universidades, por sua vez, estão iniciando o uso dessa plataforma em seus currículos escolares, principalmente nos cursos de Arquitetura.

## **1.2 Problema de Pesquisa**

Diante do exposto, verifica-se que o problema de pesquisa deste trabalho é a pouca ênfase dada ao processo de implantação do BIM, com uma visão macro do setor da construção civil, o que gera a seguinte problemática: Como ampliar a visão macro sobre o processo de implantação do BIM no setor de construção civil?

## **1.3 Objetivos**

Neste item, apresentam-se os objetivos da pesquisa, que estão organizados em geral e específicos.

### ***1.3.1 Objetivo Geral***

A presente pesquisa tem como objetivo geral propor uma metodologia de implantação do BIM, dentro de uma perspectiva estratégica, na indústria da construção civil.

### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- a) Conhecer o estado da arte acerca da implantação do BIM;
- b) Identificar os principais *stakeholders* do processo de implantação BIM;
- c) Caracterizar o uso do BIM e sua adoção no Estado do Ceará;
- d) Propor um modelo teórico de avaliação do nível de maturidade para a academia;

- e) Mensurar a maturidade BIM na construção civil do Estado do Ceará em nível estratégico, por meio dos principais *stakeholders*;
- f) Desenvolver diretrizes para uma metodologia de implantação do BIM na construção civil do estado do Ceará, considerando aspectos estratégicos;

#### **1.4 Delimitação da pesquisa**

A presente pesquisa foi desenvolvida restritamente ao Estado do Ceará, sendo os seus resultados referentes a essa localidade. A segunda delimitação está relacionada ao âmbito e ponto de vista no qual a pesquisa foi desenvolvida. O âmbito do presente estudo foi a indústria da construção civil, especificadamente os envolvidos na cadeia produtiva do setor imobiliário, desconsiderando outros segmentos.

Por fim, a pesquisa tem como base os *stakeholders* vinculados às construtoras participantes do Programa de Inovação da Construção Civil (INOVACON), que são ligadas ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (SINDUSCON-CE), que, apesar de representarem a maioria do mercado imobiliário do Estado do Ceará, não se pode generalizar os resultados dessa pesquisa para todo o mercado local.

#### **1.5 Estrutura do trabalho**

A pesquisa está dividida em seis capítulos. O primeiro, no qual a presente seção a compõe, introduz o trabalho, apresentando o contexto em que a pesquisa está inserida, bem como os objetivos e o problema, destacando a solução que se deve e o que se pretende alcançar com o trabalho.

Os capítulos dois, três e quatro apresentam uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) dos conceitos BIM, da Implantação e Maturidade BIM, apresentando os seus conceitos e explorando o seu aprofundamento.

No capítulo cinco, apresentamos o método de pesquisa, a partir do qual são abordados a estratégia de pesquisa, o delineamento e todas as etapas realizadas. Por fim, o último capítulo apresenta e discute os resultados da pesquisa, seguido pela Conclusão do estudo.

## 2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O capítulo abordará a evolução das tecnologias CAD, apresentando a sua trajetória através de uma conceituação e breve histórico. Na continuação, apresentam-se os conceitos do BIM, por meio de uma visão ampla, em que se buscou um vasto referencial teórico. Por fim, é exposto os benefícios que o BIM gera para as organizações.

### 2.1 Evolução das tecnologias CAD

Inicialmente, os projetos eram desenvolvidos de forma manual, apresentando baixa produtividade e requerendo grande habilidade do desenhista, como, também, a necessidade de espaços físicos para a armazenagem dos projetos (HELLMEISTER et al., 2011). Com o advento dos computadores, os sistemas CAD vêm sendo estudados e desenvolvidos desde a década de 1960 (MARK et al., 2008), através do pioneirismo do *Massachusetts Institute Technology* (MIT), seguidos por diversos projetos de pesquisa em instituições de ensino e corporações (KLEIN, 1992), em que, ao longo das últimas décadas, a tecnologia vem oferecendo diversos benefícios e o seu uso sendo amplamente difundido no mercado (COUTINHO, 2015).

Os softwares CAD proporcionam ao usuário a criação e construção de objetos partindo de figuras geométricas em duas dimensões, gerando imagens em três dimensões na tela do computador, permitindo o armazenamento, o uso e a atualização

A tecnologia CAD não é utilizada somente pela indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), mas, também, pela indústria automobilística, aeroespacial, design, entre outras. (SOUZA; COLEHO, 2003). Os sistemas CAD podem ser genéricos ou específicos. Consideram-se genéricas quando sua aplicação é voltada para diversas indústrias, ou específicas quando atendem a demandas de uma única indústria ou segmento dentro dela. (COUTINHO, 2015).

Desenhos elaborados em CAD podem armazenar muito mais informações do que é visto na tela de um computador ou impresso. A qualidade de um desenho não pode ser medida somente em uma visão estática gráfica, mas, pelas informações contidas (PANIZZA, 2004). Embora a tecnologia exista para a atuação na maior parte das disciplinas, a maioria dos projetos ainda é desenvolvida no método tradicional, definindo e representando edifícios com desenhos em 2D e documentos de texto, com pouca exploração do potencial da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) (ITO, 2006).

### 2.1.1 Geométrico

O CAD geométrico, popularmente conhecido como *pranchetas eletrônicas*, tem foco nas representações de informações geométricas (FABRICIO; MELHADO, 2002). O CAD geométrico se tornou um método moderno e à frente do uso de tinta nanquim. Apesar dessa modernização, o auxílio ao processo de projeto vai pouco além de uma prancheta melhorada (AYRES; SCHEER, 2007). Ibrahim et al. (2004) e Dias (2015) vão ao encontro de Ayres e Scheer (2007) e salientam que o CAD geométrico não apresenta muitos avanços em relação aos desenhos de prancheta. Tal analogia nos mostra o aspecto mais frágil dos CAD tradicionais: não reformula o processo de produção, implicando em transmissões incipientes da informação do desenho (DIAS, 2015), tornando-se um obstáculo para a comunicação eficiente entre os profissionais do setor (AYRES; SCHEER, 2007).

### 2.1.2 3D

O CAD 3D possui a mesma característica de fragmentação da informação do CAD geométrico, apesar de seu uso aumentar consideravelmente a quantidade de informações contidas no projeto (AYRES; SCHEER, 2007). Eles são, em sua maioria, *softwares* que têm por objetivo auxiliar o processo de desenho. O uso mais comum do CAD 3D é a geração de maquetes eletrônicas, sendo que para a sua geração é necessária uma base de CAD geométrico (SPERLING, 2002).

Para Ayres e Scheer (2007), a maquete eletrônica é a mesma analogia da prancheta eletrônica, uma vez que aparenta haver uma modernização do processo de projeto, porém, não modifica o modo tradicional de desenvolvimento de projetos. A partir do CAD geométrico, em que os elementos como linhas, pontos e textos, os quais estão inseridos em um espaço virtual, por meio de vetores de coordenadas, evoluíram para elementos 3D, gerando superfícies e sólidos (EASTMAN et al., 2010).

### 2.1.3 BIM

O BIM é considerado a terceira geração CAD, cuja modelagem da informação é orientada ao objeto (OLIVEIRA, 2011), sendo um conceito de modelagem integrada, em que os dados são compartilhados entre os envolvidos das diversas disciplinas (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Succar (2009) considera o BIM como um crescente conjunto de conceitos e ferramentas sobre os quais se tem atribuídas capacidades transformadoras na indústria da AECO. Essa é uma grande evolução, pois o BIM permite objetos bem definidos que servem para todo o ciclo de vida do projeto (CRESPO; RUSCHEL, 2007). Os objetos possuem dimensões (comprimento, largura e altura), como também informações (caraterísticas, materiais, finalidade, especificações, fabricantes e preços) (SANTOS et al., 2009). Em suma, o CAD geométrico e o 3D são apenas representações geométricas dos objetos em 2D ou 3D, ao contrário do BIM. (EASTMAN et al., 2010).

A modelagem das informações da construção é um dos mais promissores desenvolvimentos da AECO, permitindo um modelo virtual preciso, de uma edificação construída digitalmente, podendo ser utilizado para projeto, planejamento, construção e operação (AZHAR, 2011).

## 2.2 Definições BIM

Nos últimos anos, a transformação do conceito BIM, está associada à expansão da compreensão do significado da adoção dessa “metodologia” na indústria da AECO (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). Para Birx (2006), definir BIM não é tão fácil quanto o CAD, uma vez que consiste em um processo, e não numa ferramenta de elaboração, podendo ser compreendido tanto quanto processo de projeto quanto ferramenta de projeto. A sua primeira definição é baseada em um conceito que foi introduzido há mais de trinta anos (GARBINI, 2013), por Charles Eastman (1976 apud GOLBERG, 2004, pp. 32):

*Building Information Modeling* integra toda a informação geométrica do modelo, as exigências e potencialidades e a informação do comportamento das partes, dentro de uma descrição simples de inter-relação de um projeto de um edifício sobre o seu ciclo de vida. Ele também inclui o relacionamento da informação processada com os cronogramas de construção e os processos de fabricação.

BIM é um novo termo na indústria da construção civil, utilizado para se referir a tecnologias de desenvolvimento de modelos digitais tridimensionais parametrizados, desenvolvidos com auxílio do computador (CAD) e a processos da indústria da AECO (TAYLOR; BERNSTEIN, 2009). BIM pode então ser compreendido como uma prática de projeto integrada e colaborativa em que os envolvidos no processo convergem suas habilidades em um único modelo (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

O BIM se caracteriza como um conjunto de geometria, relações espaciais, informações geográficas, quantidades, propriedade dos elementos de construção, estimativa de

custos, inventário de materiais e cronograma de projeto, permitindo o seu uso para todo o ciclo de vida de um empreendimento (BAZJANAC, 2006), conforme ilustrado na Figura 1, desenvolvida pela CBIC (2016).

Figura 1– Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil



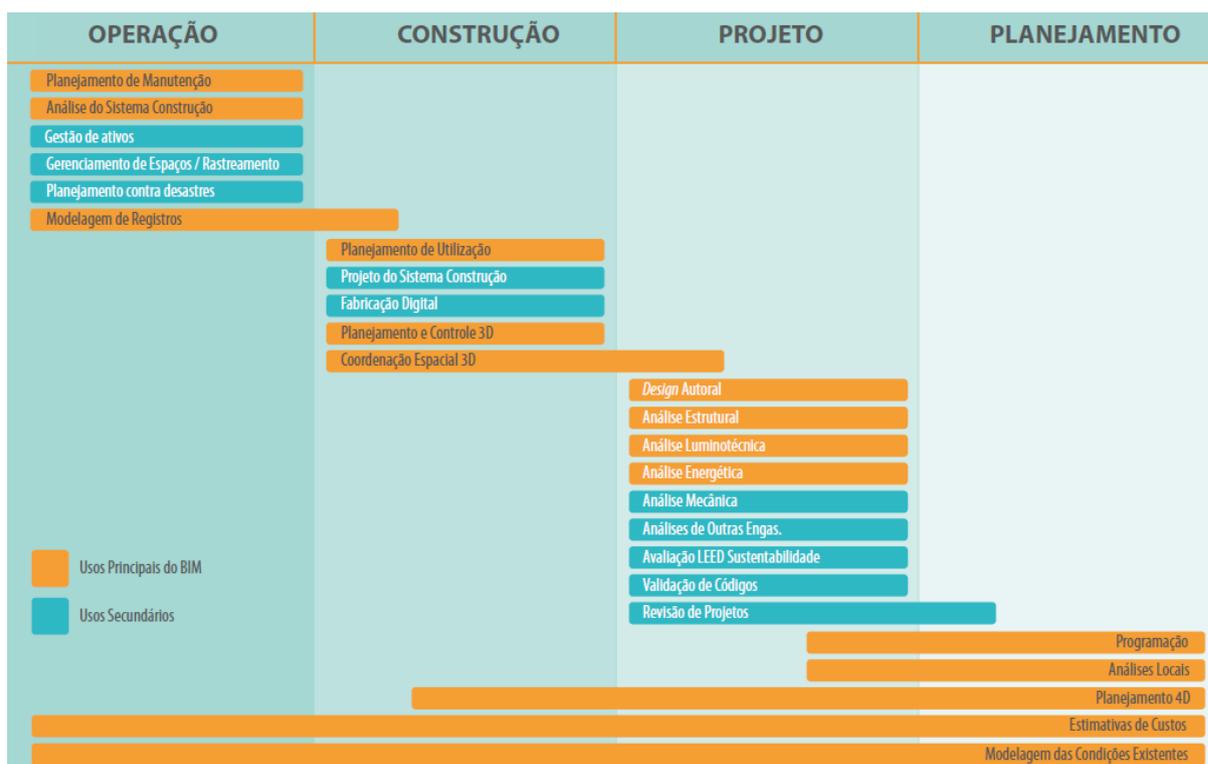
Fonte: CBIC (2016).

Em um estudo realizado pela PennState (2009), foram mapeados 25 usos BIM nas distintas fases ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, as quais se resumiram em quatro etapas: planejamento, projeto, construção e operação, ilustradas pela Figura 2, adiante.

O BIM pode ser visto como um processo virtual que engloba todos os aspectos, disciplinas e sistemas de uma instalação, dentro de um único modelo virtual, permitindo que todos os *stakeholders* do empreendimento (proprietário, arquiteto, engenheiros, empreiteiros, subcontratados e fornecedores) colaborem com maior precisão e eficiência do que através de processos tradicionais (CARMONA; IRWIN, 2007).

No entanto, para Tse e Wong (2005), a tecnologia BIM é mais do que um modelo de visualização do espaço projetado. Trata-se de um modelo digital composto por um molde mestre que permite integrar informações para as diversas finalidades, além do aumento da produtividade e racionalização do processo, devendo ser constituído de projetos e simulações de processos, em que a simulação é integrada e coordenada, contendo todas as informações necessárias para planejar e construir um projeto (KYMMELL, 2008), devendo ser desenvolvido por profissionais das diferentes disciplinas relativas ao empreendimento (RUSCHEL; GUIMARÃES, 2008).

Figura 2 – Os 25 casos de uso BIM nas grandes fases do ciclo de um empreendimento



Fonte: CBIC (2016).

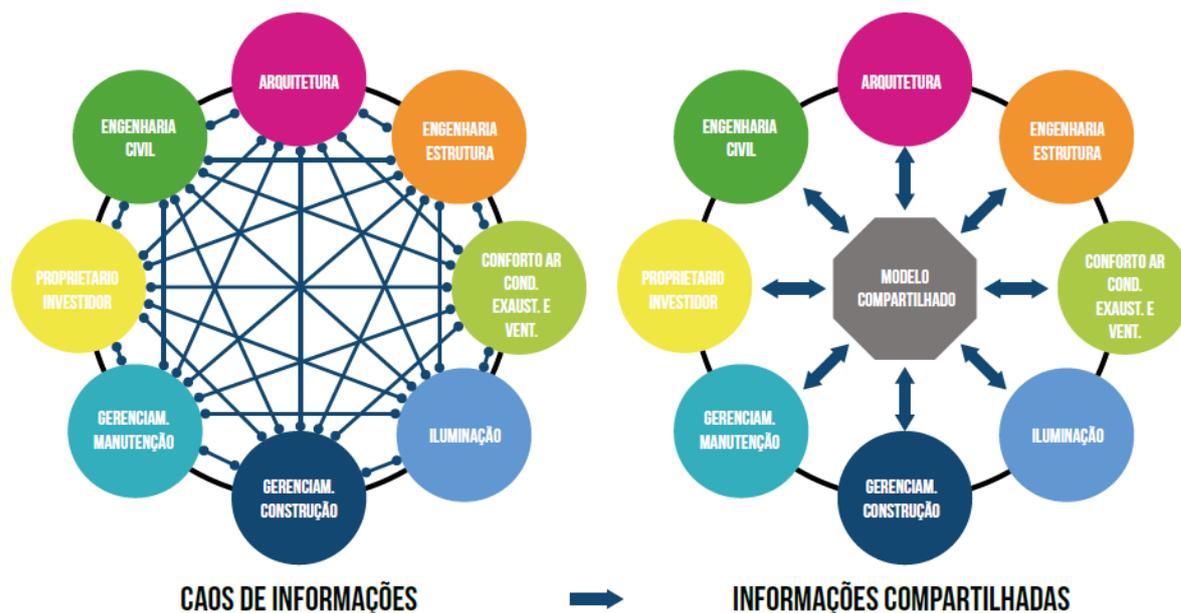
O *American Institute of Architects* (AIA) define o BIM como:

O Building Information Modeling (BIM) é um modelo digital tridimensional vinculado a um banco de dados de informações do projeto, (...) pode combinar, entre outras coisas, o projeto, instruções de fabricação, instruções de montagem, logística e gerenciamento de projetos em um único banco de dados, ele fornece uma plataforma para a colaboração em toda a concepção e construção do projeto. Além disso, porque o banco de dados do modelo pode existir ao longo da vida de um edifício, o proprietário pode usar o BIM para gerenciar a instalação bem além da conclusão da construção para fins como o planejamento do espaço, mobiliário, monitoramento de desempenho energético de longo prazo, manutenção e remodelação (AIA, 2007, p. 54).

O BIM envolve a aplicação e manutenção de um modelo digital integrado, com todas as informações da construção das diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento, em forma de um repositório de dados, incluindo informações geométricas e não geométricas (GU; LONDON, 2010), a partir dos quais todos os *stakeholders* podem acessar o modelo e colaborar, identificando os possíveis problemas de construção, suprimentos e segurança (AIA, CALIFORNIA; COUNCIL, 2008). Para Ruschel e Guimarães (2008), a elaboração dos modelos devem envolver os diferentes *stakeholders* envolvidos nas diversas disciplinas do empreendimento. Dessa forma, pode-se compreender o BIM como uma prática de projetos integrada e colaborativa, em que os envolvidos no processo convergem suas habilidades para

elaboração de um único modelo (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). A Figura 3 ilustra a grande mudança entre os processos tradicionais de troca de informações entre várias disciplinas, comumente envolvidas no desenvolvimento de um projeto baseado em documentos (CAD) e o estabelecimento de um modelo compartilhado em BIM, ou federado, que é utilizado para a troca de informações entre as diferentes disciplinas (CBIC, 2016).

Figura 3 - Comparação entre o processo tradicional de troca de informações entre várias disciplinas e um modelo compartilhado



Fonte: CBIC (2016).

Segundo Eastman (2011):

Modelagem da informação da construção (*Building Information Modeling – BIM*) é um dos mais promissores desenvolvimentos nas indústrias de arquitetura e construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um ou mais módulos virtuais precisos de um edifício são construídos digitalmente. Eles são suporte ao projeto através de suas fases, permitindo uma melhor análise e controle dos processos manuais. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm a geometria precisa e os dados necessários para apoiar a construção, fabricação, e a atividade de compras por meio do qual o edifício é realizado (p. 55).

Para Wilson e Heng (2011), o BIM está mudando amplamente as práticas tradicionais de construção em relação aos aspectos pessoas, processos, trabalho, cultura, comunicação e modelos de negócios. O emprego do BIM potencializa a melhoria da qualidade das edificações, especialmente com as contribuições significativas introduzidas na etapa de projeto (PEREIRA; AMORIM, 2017).

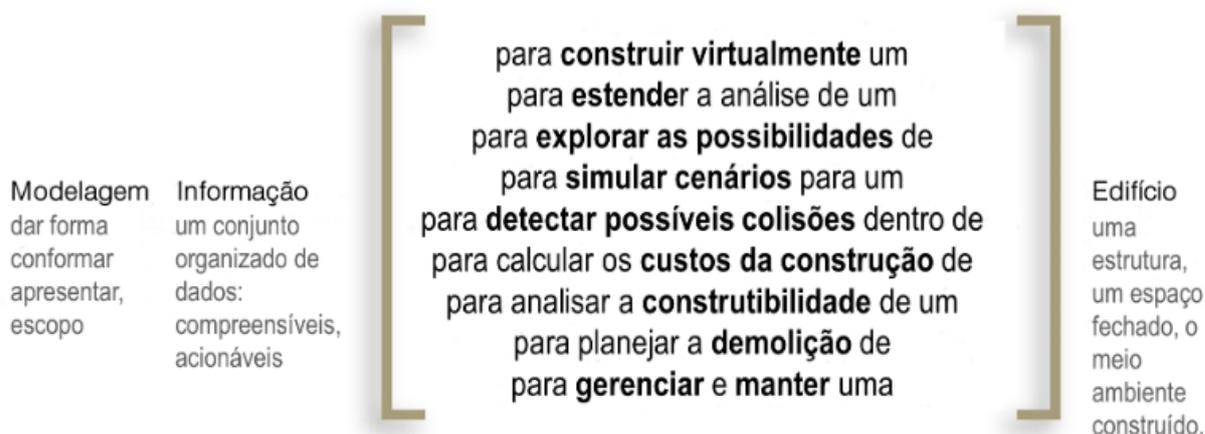
A Modelagem da Informação da Construção pode ser compreendida como um processo que permite a gestão da informação. Já o Modelo da Informação da Construção é o

conjunto de modelos compartilhados, em formato digital, tridimensionais, que são a base para o processo de modelagem (UNDERWOOD; ISIKDAG, 2011), podendo ser empregado para geração, armazenamento, gerenciamento, extração e compartilhamento de informações de uma edificação, de forma interoperável e reutilizável (EADIE, 2013). A Modelagem da Informação da Construção é apontada como a expressão que sintetiza as inovações inerentes à AECO (SUCCAR; KASSEM, 2015).

O BIM pode ser considerado um dos desenvolvimentos mais promissores na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), capaz de auxiliar arquitetos, engenheiros e construtores, tanto a visualizarem o que será construído como a apoiarem a tomada de decisões em possíveis problemas de projeto, construção ou operação (AZHAR, 2011) Segundo Chen, Cox e Dib (2012), em virtude de sua vasta aplicação, marcada por diferentes perspectivas atribuídas pelos mais variados profissionais, um só conceito restringiria demasiadamente toda a sua potencialidade.

Dentre as inúmeras utilidades atribuídas ao uso do BIM, a integração entre projeto e construção constitui um requisito indispensável para melhorar o desempenho dos empreendimentos, contribuindo, principalmente, em cada fase de execução da obra, ao interagir de forma dinâmica com desenhos de diferentes disciplinas (CHEN; LUO, 2014). Além disso, o BIM detém significativa importância para a melhoria do planejamento, controle de custos e cumprimento de prazos ao longo de todo o ciclo de vida do projeto (EASTMAN et al., 2014). Succar (2009) compilou conotações diferentes empregadas na literatura internacional, apresentada, a seguir, na Figura 4.

Figura 4 - Conotações BIM



Fonte: Coordenar (2016), adaptado de Succar (2009).

O BIM consiste em uma tecnologia de modelagem com conjuntos associados de processos que possibilitam produzir, comunicar e analisar modelos digitais de edifícios (EASTMAN et al., 2008), não significando o uso apenas de modelos inteligentes tridimensionais, mas, também, realizar mudanças significativas no fluxo de trabalho do projeto e suas entregas (HARDIN, 2009). Para Carmona e Carvalho (2017), o BIM pode ser definido como um método de trabalho que agrega procedimentos e informações relevantes a uma representação gráfica.

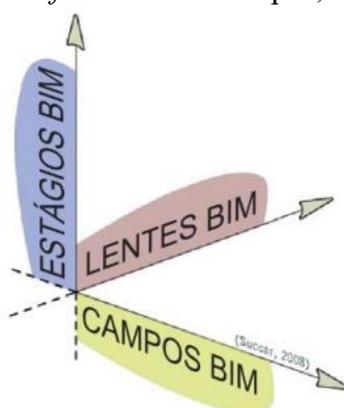
Para o presente trabalho, adotou-se a definição de Succar (2009), em que BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais, através de todo o ciclo de vida.

### 2.3 Explorando a definição BIM adotada

Como descrito anteriormente, para o desenvolvimento do presente trabalho, a definição BIM adotada é a de Succar (2009). Este subcapítulo tem como objetivo explorar o conceito proposto pelo autor.

Succar (2009) propõe uma compreensão tridimensional, englobando três eixos: (I) BIM Fields (Campos BIM), que identificam os *stakeholders*, seus requisitos e resultados finais; (II) BIM Lenses (Lentes BIM), os quais fornecem a profundidade e amplitude da investigação necessária para identificar, avaliar e qualificar os campos BIM e os Estágios BIM; e, (III) BIM Stages (Estágios BIM), que apresentam o delineamento de *benchmark* das capacidades mínimas. A Figura 5 apresenta uma representação do BIM através de uma compreensão triaxial do domínio BIM.

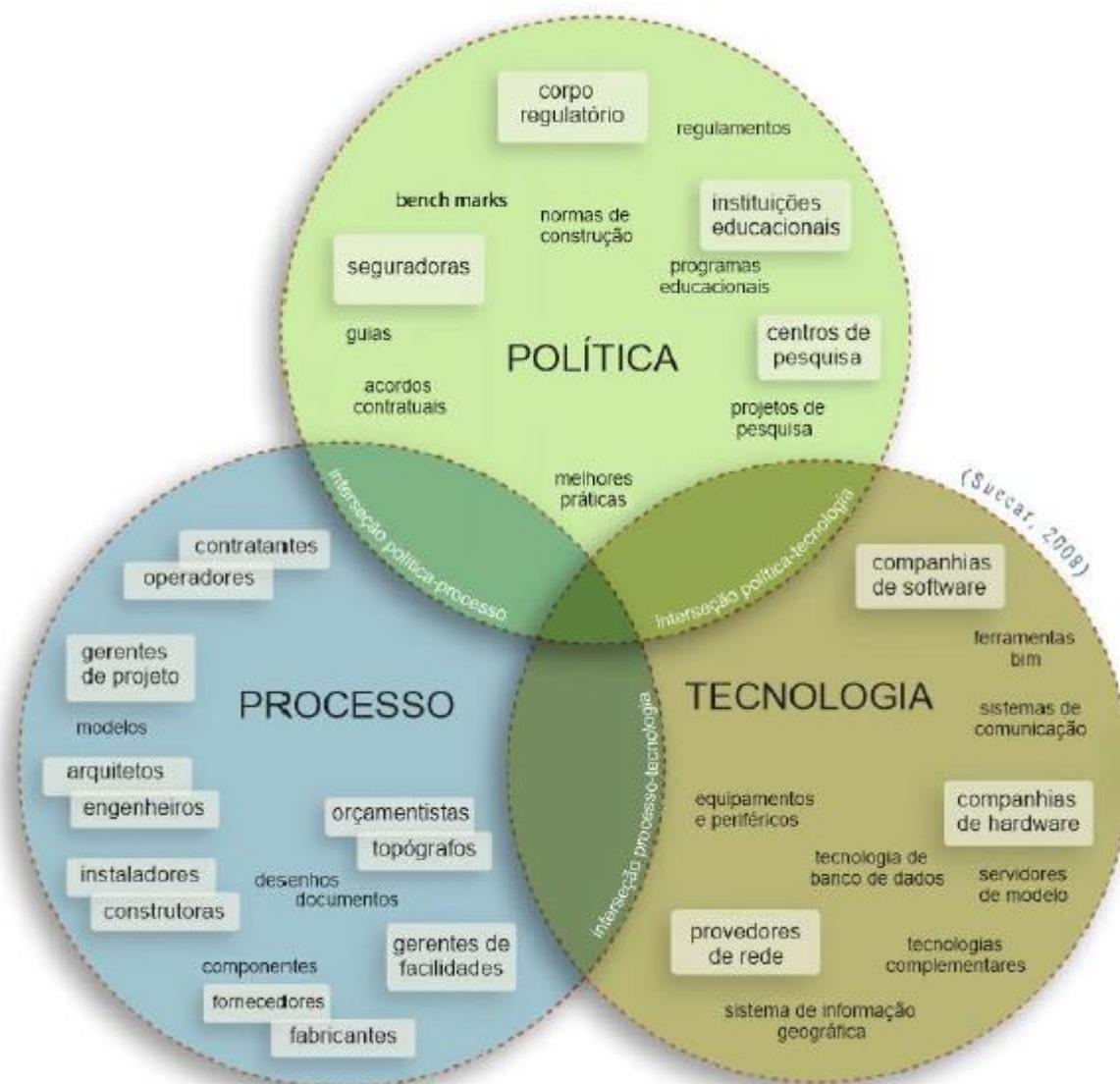
Figura 5 - BIM *framework*: Campos, Estágios e Lentes



### 2.3.1 BIM Fields (Campos BIM)

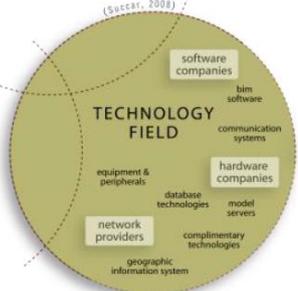
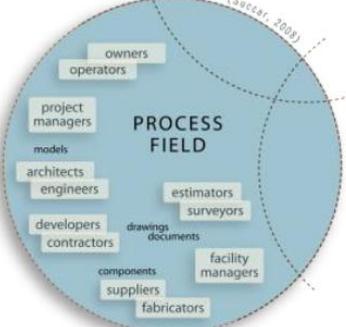
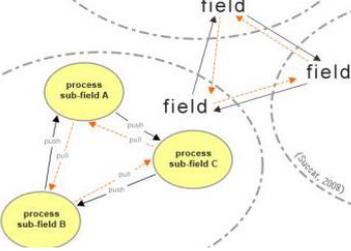
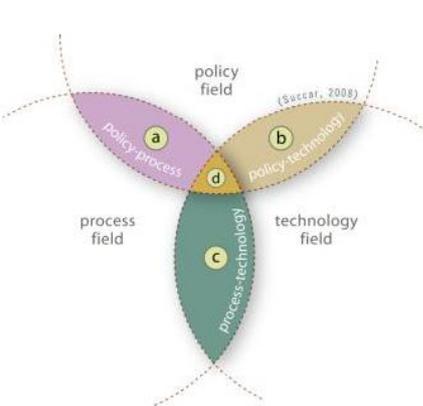
BIM Fields, ou Campos BIM, são compostos por três grandes campos de atividades interligados, porém distintos, conforme ilustra a Figura 6, sendo eles: Tecnologia, Processos e Política. Cada um desses campos BIM apresenta seus próprios *stakeholders*, requisitos e entregáveis. Os *stakeholders* podem ser indivíduos, grupos ou organizações. A Tabela 1 apresenta um resumo de cada campo, suas interações e sobreposições (SUCCAR, 2009).

Figura 6 - Campos BIM



Fonte: Succar (2009), traduzido por Martins e Cruz (2016).

Tabela 1 - Campos BIM, interações e sobreposições

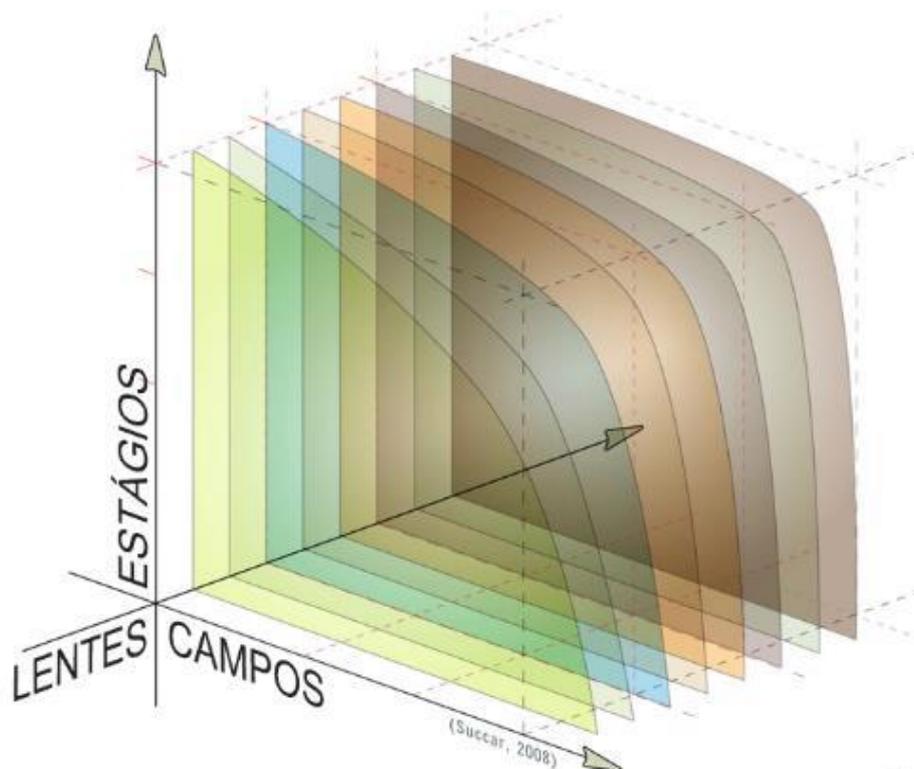
	<p>O <b>Campo de Tecnologia</b> agrupa um grupo de atores especializados no desenvolvimento de <i>software</i>, <i>hardware</i>, equipamentos e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, produtividade e lucratividade dos setores da AECO. Essas incluem organizações que geram soluções de <i>software</i> e equipamentos de aplicabilidade direta e indireta ao projeto, construção e operação de instalações.</p>
	<p>O <b>Campo de Processos</b> agrupa um grupo de atores que adquirem, projetam, constroem, fabricam, utilizam, gerenciam e mantêm estruturas. Esses incluem proprietários de instalações, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerentes de instalações e todos os outros participantes da indústria da AECO envolvidos na propriedade, entrega e operações de edifícios ou estruturas.</p>
	<p>O <b>Campo de Políticas</b> agrupa um grupo de atores com foco na preparação de profissionais, na pesquisa, na distribuição de benefícios, na alocação de riscos e na minimização de conflitos dentro da indústria da AECO. Esses atores não geram nenhum produto de construção, mas são organizações especializadas - como seguradoras, centros de pesquisa, instituições de ensino e órgãos reguladores - que uma função fundamental na preparação, regulamentação e contrato no processo de projeto, construção e operações.</p>
	<p>As <b>Interações BIM</b> são transações de conhecimento <i>push-pull</i> que ocorrem dentro ou entre campos. Mecanismos de <i>push</i> (HOLSAPPLE &amp; JOSHI, 2006) transferem conhecimento de um jogador ou campo para outro, enquanto os mecanismos de <i>pull</i> transferem conhecimento para satisfazerem um pedido de outro jogador ou campo. Exemplos de transações incluem transferências de dados, dinâmica de equipe e relações contratuais entre campos e seus jogadores.</p>
	<p>Os três campos distintos se sobrepõem ao compartilhar jogadores, requisitos e resultados. Essas sobreposições BIM entre campos são exemplificadas em dois casos abaixo:</p> <p>Caso 1: quando uma entrega BIM requer entrada de dois ou mais jogadores ou campos. Por exemplo, o desenvolvimento e a implementação de esquemas interoperáveis não-proprietários (como <i>Industry Foundation Classes</i>) exigem o esforço conjunto de agentes de políticas (pesquisadores) e de players de tecnologia (desenvolvedores de <i>software</i>).</p> <p>Caso 2: quando jogadores pertencentes a um campo geram resultados classificados em outro. Por exemplo, o <i>Australian Institute of Architects</i> (Instituto Australiano de Arquitetos) é um “corpo da indústria” - cujos membros são atores do processo (arquitetos) - gerando resultados de políticas (diretrizes e melhores práticas).</p>

Fonte: Adaptado de Succar (2010), traduzido pelo autor.

### 2.3.2 *BIM Lenses (Lentes BIM)*

As Lentes BIM, Figura 7, são camadas de análise distinta aplicadas aos Campos e Estágios BIM para gerar visões de conhecimento que abstraem o domínio BOM e controlam a sua complexidade removendo detalhes desnecessários. Elas permitem que os pesquisadores se concentrem em quaisquer aspectos da AECO, gerando visões de conhecimento. (SUCCAR, 2009).

Figura 7– Lentes BIM

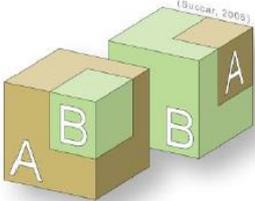
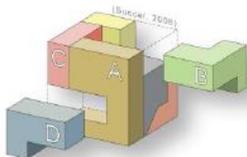


Fonte: Succar (2009), traduzido por Martins e Cruz (2016).

### 2.3.3 *BIM Stages (Estágios BIM)*

Esse eixo busca identificar os vários estágios que delineiam os marcos da capacidade. O Estágio BIM é a capacidade básica de executar uma tarefa, fornece um serviço ou entrega um determinado produto. Eles definem os principais marcos a serem alcançados pelas equipes e organizações (SUCCAR, 2009). Os Estágios BIM identificam um ponto de partida fixo (Pré-BIM), visam três estágios BIM (Estágio 1, Estágio 2, Estágio 3) e um ponto final (IPD) variável que possibilita uma vasta gama de aplicações da tecnologia (SUCCAR, 2010). A Tabela 2 apresenta os conceitos dos Estágios BIM.

Tabela 2 - Capacidade BIM

<p><b>Pré-BIM</b> (Succar, 2008)</p> 	<p>A indústria da construção é caracterizada por relacionamentos contraditórios, nos quais arranjos contratuais incentivam a evasão de riscos e o risco de derramamento. Muita dependência é colocada na documentação 2D para descrever uma realidade 3D. Mesmo quando algumas visualizações 3D são geradas e frequentemente desconexas, dependem de documentação e detalhamento bidimensionais. Quantidades, estimativas de custos e especificações geralmente não são derivadas do modelo de visualização, tampouco vinculadas à documentação. Da mesma forma, as práticas colaborativas entre as partes interessadas não são priorizadas e o fluxo de trabalho é linear e assíncrono.</p>
<p><b>Estágio 1</b> Modelagem Baseada em Objetos (Succar, 2008)</p> 	<p>A implementação do BIM é iniciada através da implementação de uma ferramenta de software paramétrica 3D baseada em objetos, semelhante ao <i>ArchiCAD</i>®, <i>Revit</i>®, <i>Digital Project</i>® e <i>Tekla</i>®. No Estágio 1, os usuários geram modelos com uma única disciplina dentro do design [D], da construção [C] ou das operações [O] - as três fases do ciclo de vida do projeto. As entregas de modelagem incluem modelos de design de arquitetura [D] e modelos de fabricação de dutos [C] usados principalmente para automatizar a geração e coordenação de documentação 2D e visualização 3D. Outros produtos incluem exportações de dados básicos (por exemplo, programações de portas, volumes de concreto, custos de FFE, etc.) e modelos 3D leves (por exemplo, 3D DWF, 3D PDF, NWD, etc.) que não possuem atributos paramétricos modificáveis.</p> <p>As práticas colaborativas no Estágio 1 são semelhantes ao status pré-BIM e não há intercâmbios significativos baseados em modelo entre diferentes disciplinas. As trocas de dados entre as partes interessadas do projeto são unidirecionais e as comunicações continuam a ser assíncronas e desarticuladas. Como apenas ocorrem pequenas mudanças no processo no Estágio 1, as relações contratuais pré-BIM, as alocações de risco e o comportamento organizacional persistem.</p>
<p><b>Estágio 2</b> Modelagem Baseada em Colaboração (Succar, 2008)</p> 	<p>Tendo desenvolvido o conhecimento de modelagem unidisciplinar durante as implementações da Fase 1, os participantes da Fase 2 colaboram ativamente com outros jogadores disciplinares. A colaboração pode ocorrer de várias maneiras técnicas após a seleção de ferramentas de software BIM de cada jogador. Dois exemplos diferentes de colaboração baseada em modelos incluem o intercâmbio (intercâmbio interoperável) de modelos ou modelos de peças através de formatos "proprietários" (por exemplo, entre <i>Revit</i>® <i>Architecture</i> e <i>Revit</i>® <i>Structure</i> através do formato de arquivo .RVT) e formatos não proprietários (por exemplo, entre <i>ArchiCAD</i>® e <i>Tekla</i>® usando o formato de arquivo IFC).</p> <p>A colaboração baseada em modelo pode ocorrer em uma ou entre duas fases do ciclo de vida do projeto. Exemplos disso incluem o intercâmbio Design-Design de modelos arquitetônicos e estruturais [DD], o intercâmbio <i>Design-Construction</i> de modelos estruturais e de aço [DC] e o intercâmbio de Design-Operações de modelos arquitetônicos e de manutenção de instalações [DO]. É importante notar que apenas um "modelo colaborativo" precisa manter dados geométricos tridimensionais para permitir intercâmbios BIM semânticos entre duas disciplinas. Um exemplo disso é o intercâmbio [DC] entre um modelo baseado em objeto 3D (por exemplo, <i>Digital Project</i>®), banco de dados de agendamento (por exemplo, <i>Primavera</i>® ou <i>MS project</i>®) ou um banco de dados de estimativa de custos (por exemplo, <i>Rawlinsons</i> ou <i>Timberline</i>®). Tais intercâmbios permitem a geração de estudos 4D (análise de tempo) e 5D (estimativa de custo), respectivamente.</p> <p>Embora as comunicações entre os players BIM continuem sendo assíncronas, as linhas de demarcação pré-BIM que separam as funções, as disciplinas e as fases do ciclo de vida começam a desaparecer. Algumas alterações contratuais se tornam necessárias à medida que os intercâmbios baseados em modelo aumentam e começam a substituir os fluxos de trabalho baseados em documentos. O Estágio 2 também altera a granularidade da modelagem realizada em cada fase do ciclo de vida à medida que os modelos de construção com detalhes mais altos avançam e substituem os modelos de design com detalhes mais baixos (parcial ou totalmente).</p>
<p><b>Estágio 3</b> Modelagem Baseada em Integração (Succar, 2008)</p> 	<p>Nesse estágio de capacidade, modelos integrados semanticamente ricos são criados, compartilhados e mantidos de forma colaborativa em todas as fases do ciclo de vida do projeto. Essa integração pode ser alcançada através de tecnologias de "servidor de modelo" (usando formatos proprietários, abertos ou não proprietários), bancos de dados integrados / federados distribuídos (BENTLEY, 2003; LIASERIN, 2003), <i>Cloud Computing</i> ou <i>SaaS</i> (<i>Software como Serviço</i>) (WILKINSON, 2008). Os modelos BIM de Estágio 3 se tornam modelos interdisciplinares de ND (LEE et al., 2003) permitindo análises complexas em estágios iniciais de projeto e construção virtuais. Nesse estágio, os entregáveis do modelo vão além das propriedades de objeto semântico para incluir inteligência de negócios, princípios de construção enxuta, políticas verdes e todo o custo do ciclo de vida. O trabalho colaborativo agora "gira de forma iterativa" em torno de um modelo de dados extensivo, unificado e compartilhável (EDGAR, 2007). De uma perspectiva de processo, o intercâmbio síncrono de dados baseados em modelo e documento faz com que as fases do ciclo de vida do projeto se sobreponham extensivamente, formando um processo sem fase.</p>
<p><b>IPD</b></p> 	<p>Entrega Integrada de Projetos, um termo popularizado pelo Instituto Americano de Arquitetos do Conselho da Califórnia (AIA, 2007) é, na opinião do autor, adequado para representar uma visão de longo prazo do BIM como uma fusão de tecnologias, processos e políticas de domínio. O termo é suficientemente genérico e potencialmente apresenta mais facilidade de compreensão pela indústria do que "Tecnologia Totalmente Integrada e Automatizada" (FIATECH, 2005), Soluções Integradas de Design (İLAL, 2007) ou "<i>nD Modeling</i>" (LEE et al., 2003) como três proeminentes exemplos. A seleção de IPD como o "objetivo" de implementações BIM não é a exclusão de outras visões que aparecem sob diferentes nomes. Pelo contrário, o caminho do Pré-BIM (um ponto de partida fixo), passando por três Estágios bem definidos em direção a um IPD fracamente definido é uma tentativa de incluir todas as visões de BIM pertinentes, independentemente de suas origens.</p>

Fonte: Adaptado de Succar (2010) e traduzido pelo autor.

### 2.3.4 *BIM Competency Sets (Conjunto de Competências BIM)*

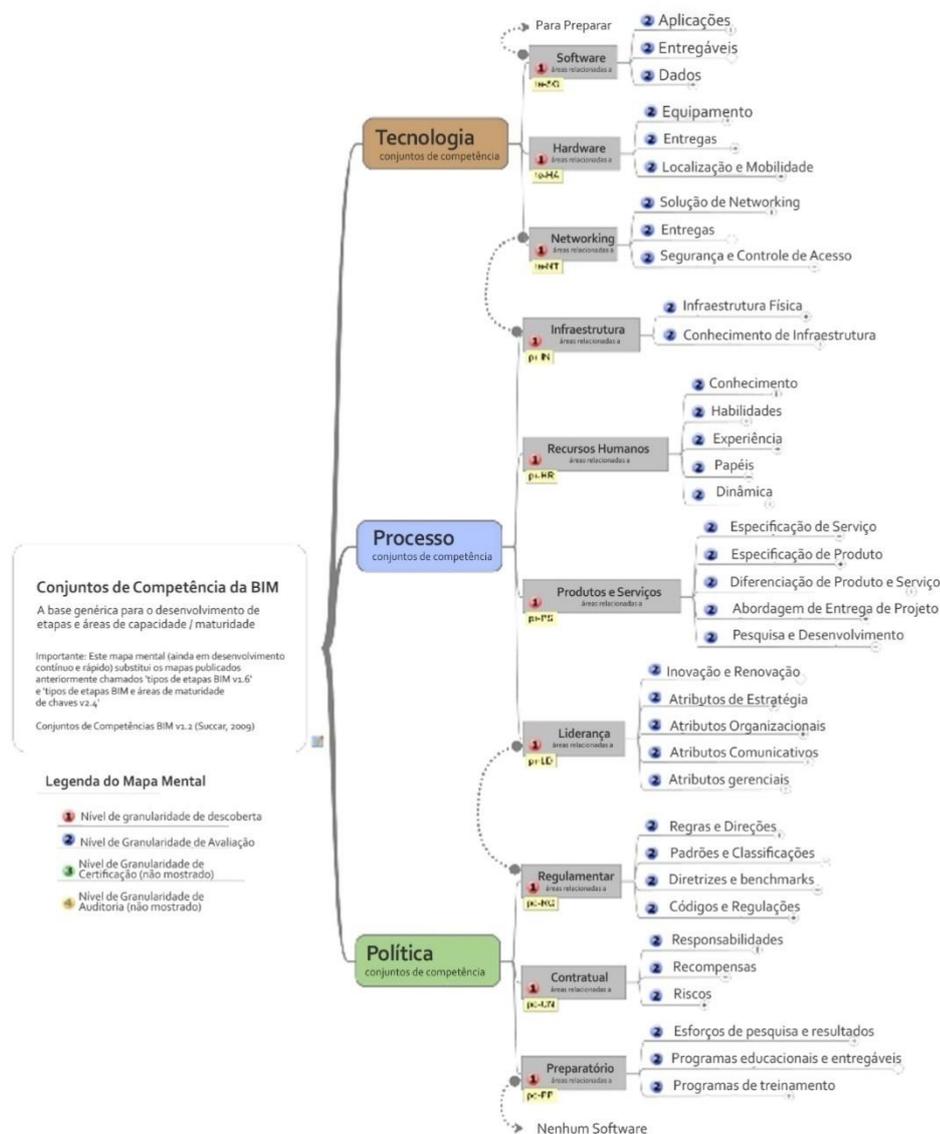
O Conjunto de Competências BIM representa a capacidade de um *Stakeholder* em BIM de satisfazer a um requisito BIM ou gerar um entregável BIM. Trata-se de uma coleção hierárquica de competências individuais identificadas para fins de implementação e avaliação do BIM (SUCCAR, 2010). Eles seguem a mesma classificação dos Campos BIM e são apresentados na Figura 8.

Os Conjuntos de Tecnologia se consistem em *softwares*, *hardwares* e redes, como, por exemplo, a disponibilidade de uma ferramenta BIM que permite a migração de fluxo de trabalho baseado em desenho para o objeto (SUCCAR, 2010).

Os Conjuntos de Processos consistem em lideranças, infraestrutura, recursos humanos e produtos e serviços, como, por exemplo, os processos de colaboração e as habilidades de compartilhamento de banco de dados que são necessários para permitir a colaboração baseada em modelos (SUCCAR, 2010).

Os Conjuntos de Políticas compõem os contratos, regulamentos e pesquisa/educação, como, por exemplo, os acordos contratuais baseados em alianças e compartilhamento de riscos. As competências BIM são empregadas para estabelecerem *benchmarks* de Capacidade BIM e Maturidade BIM, permitindo o uso por equipes e organizações para implementar o BIM ou avaliar a sua implementação (SUCCAR, 2010).

Figura 8 - Conjunto de competências - Mapa mental de granularidade nível 2



Fonte: Succar (2010), traduzido pelo autor.

## 2.4 Benefícios BIM

O BIM é reconhecido como uma inovação tecnológica emergente que pode ajudar a transformar a indústria da construção (HOWARD; RESTREPO; CHANG, 2017; LI et al. 2017), sendo considerada como uma inovação na forma de projetar e gerenciar virtualmente projetos (AZHAR, 2011). O rápido avanço da tecnologia continua a alavancar mudanças e inovações na AECO. A digitalização contínua nessa indústria oferece a oportunidade de reinventar totalmente a construção contemporânea (GHAFFARIANHOSEINI et al., 2017).

O BIM tem sido apresentado como um avanço do CAD tradicional, oferecendo inteligência e capacidade de interoperabilidade (MIETTINEN; PAAVOLA, 2014; LEE; SACKS; EASTMAN, 2006), tornando-se uma ferramenta bem estabelecida e uma metodologia inovadora para melhorar a produtividade em todo o ciclo de vida dos empreendimentos (ZHOU et al., 2017). As ferramentas fornecem plataformas otimizadas para modelagem paramétrica, permitindo novos níveis de visualização espacial, construção de simulação de comportamento, projetos e gestão, com a colaboração entre os membros envolvidos (GHAFARIANHOSEINI et al., 2017). Nesse cenário, o BIM é um campo crescente de pesquisa e de prática, que se integra aos diversos domínios de conhecimento da AECO (SUCCAR, 2009).

O BIM representa um novo paradigma dentro da AECO, incentivando a integração dos *stakeholders*. Ele apresenta um potencial de promover maior eficiência e harmonia entre os *stakeholders*, que no passado, se viam como adversários. (AZHAR; HEIN; SKETO, 2008), acelerando a colaboração entre as equipes de projeto, aumentando a rentabilidade, reduzindo custos, melhoria na gestão do tempo, (AZHAR, 2011), aumento de produtividade e melhoria no projeto. (LI et al., 2014) O uso do BIM contribuirá para aumentar a eficiência da indústria da construção, colaboração entre os diferentes participantes do projeto e diminuição de retrabalhos. (MIGILINSKAS et al., 2013), desempenhando um papel importante na criação de valor nos empreendimentos ao promover a cooperação entre os *stakeholders* envolvidos. (ZHENG et al., 2015).

A literatura apresenta uma vasta relação de benefícios na adoção do BIM nas organizações (UNDERWOOD; ISIKDAG, 2011). Os benefícios se estendem ao longo do ciclo de vida do empreendimento (LI et al., 2014), podendo ser usado pelo proprietário para entender as necessidades do projeto, pela equipe de projeto, para analisar, projetar e desenvolver o projeto, a construtora para gerenciar a construção do empreendimento e para o uso e operação (GRILO; JARDIM-GONÇALVES, 2010). Na fase de projeto, é percebido a melhoria da qualidade dos modelos, detalhamentos, aumento de produtividade, redução do retrabalho e erros, eliminação da redundância de dados e melhoria na comunicação entre as disciplinas de projeto (UNDERWOOD; ISIKDAG, 2011; LI et al., 2014). Na fase de construção, os modelos permitem a simulação da construção, otimizando recursos e diminuindo desperdícios, gerando aumento de segurança e produtividade, e na fase operacional, o BIM auxilia a monitorar e garantir que ele funcione normalmente, evitando perdas (LI et al., 2014). A Tabela 3 apresenta um compilado de benefícios BIM diagnosticados a partir de múltiplos estudos de casos realizados em organizações que realizaram a adoção ao redor do mundo.

Tabela 3 - Benefícios BIM a partir de estudos de caso

#	Benefícios	Azhar (2011)	Bryde; Broquet as; Volm (2013)	Zheng et al. (2017)	LI et al. (2014)	Migil inska s et al. (2013 )	CRC (2007)	Won e Lee (2016)	Ghaffa rianhos eini et al. (2017)	Zhou et al. (2017)
1	Redução de tempo	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Redução de custos	X	X	X	X	X	X	X	-	X
3	Melhoria na comunicação	-	X	X	X	X	-	X	X	X
4	Melhoria na compatibilização	-	-	X	X	X	X	X	X	X
5	Aumento na qualidade	-	X	X	X	X	-	X	X	-
6	Melhoria na coordenação	-	X	-	-	X	-	X	-	X
7	Escopo esclarecido	-	X	X	X	-	-	-	-	X
8	Melhoria na organização	-	X	X	X	X	-	-	-	-
9	Redução de riscos	-	X	-	X	-	-	-	-	X
10	Melhoria na colaboração	-	-	X	X	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

### **3 IMPLANTAÇÃO BIM**

Neste capítulo será abordado uma contextualização acerca da implantação do BIM nas organizações, os desafios e obstáculos para a sua adoção, apresentando um panorama no cenário internacional e nacional. Neste último, com maior ênfase, uma vez que serão exploradas as ações dos poderes públicos nas três esferas, como, também, na iniciativa privada e no ensino e pesquisa. Serão apresentadas as diversas iniciativas de orientação de implantação BIM, através dos Guias de Implantação e, por fim, as metodologias de implantação do BIM nas organizações.

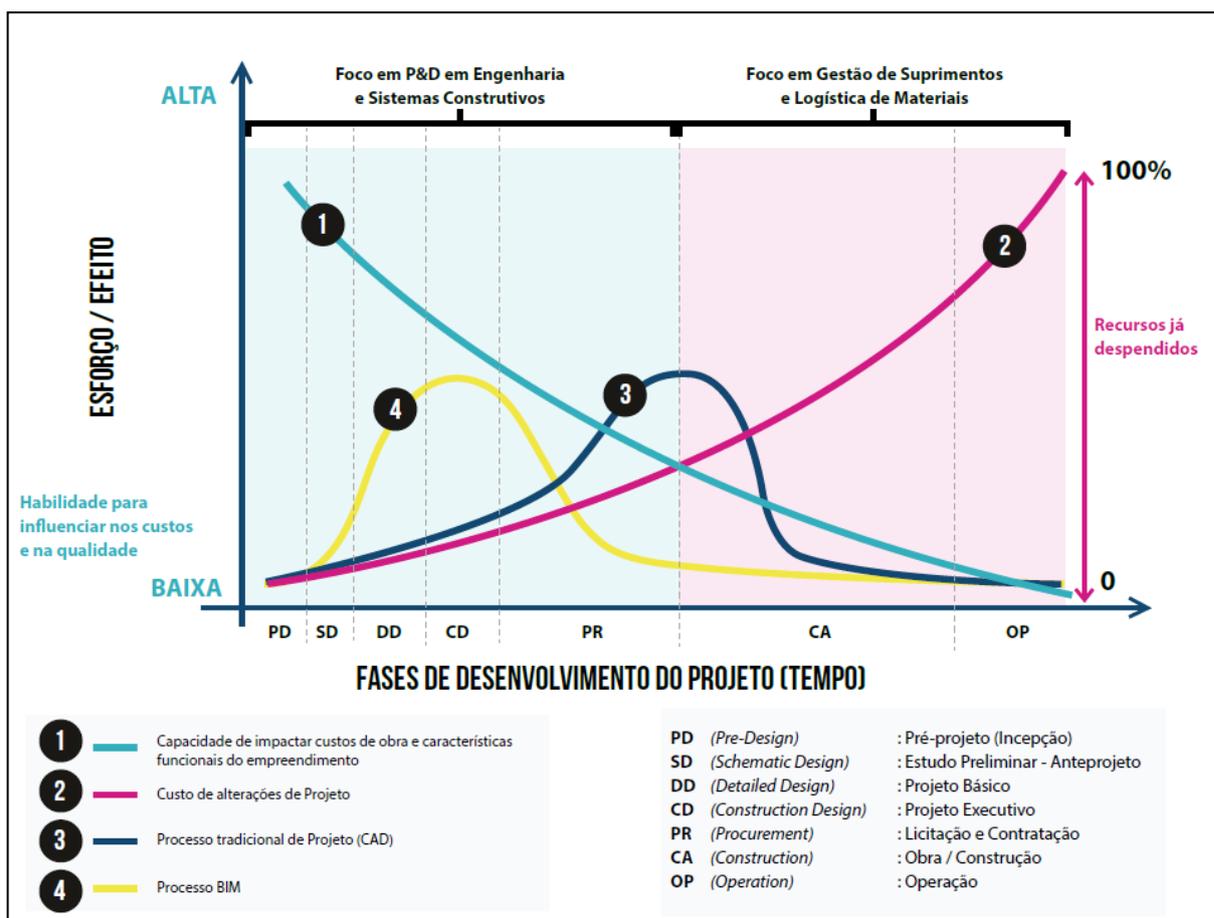
#### **3.1 Contextualização da implantação BIM**

A implantação do BIM não constitui uma simples inovação tecnológica, mas, em uma série de mudanças socioculturais na indústria da construção civil (ARAYICI et al., 2011). Ela requer o envolvimento de diferentes visões (incorporador, construtor, subcontratados, arquitetos projetistas e fornecedores), considerando as peculiaridades de cada um. (EASTMAN et al., 2008). O êxito da implantação de tecnologias baseadas em BIM deve primeiramente levar em conta os fatores humanos e organizacionais. Uma implantação sem a visão nos fatores humanos e organizacionais apresenta grande potencial de baixo retorno ou prejuízo (AYRES, 2009).

Uma das grandes mudanças necessárias para a implantação BIM, é a forma como se relacionam as áreas de projeto, planejamento, orçamento e execução. Nos processos tradicionais de desenvolvimentos de empreendimentos imobiliários, as etapas ocorrem de forma sequencial, enquanto com a adoção do BIM, as etapas ocorrem simultaneamente (COVELO, 2011).

A Figura 9, desenvolvida por Eastman (2008), representa a comparação entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos, baseados apenas em documentos e desenhos (CAD), e o desenvolvimento utilizando a plataforma BIM, considerando a variação da capacidade de influenciar os custos e a qualidade de um dado empreendimento no decorrer das diversas fases do projeto (CBIC, 2016).

Figura 9– Comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM



Fonte: CBIC (2016).

Vislumbra-se que a adoção do BIM acelera os processos de decisões que precisam ser tomadas, não apenas relacionando aos detalhes construtivos e especificações, mas também, sobre os métodos construtivos que serão empregados (CBIC, 2016).

Em uma análise e reflexão do gráfico supracitado, pode-se concluir dois pontos importantes: (I) a capacidade para impactar custos de obra e características funcionais de um empreendimento diminui conforme o projeto evolui pelos estágios do seu ciclo de desenvolvimento; (II) quanto mais adiantado o estágio do ciclo de desenvolvimento de um empreendimento, mais altos serão os custos das eventuais alterações de projetos e especificações. (CBIC, 2016).

Succar (2009) também apresenta uma *framework* para a implantação do BIM, dividindo-a em três aspectos: político (relativo às regras e modelos), processo (relativo aos passos para à implantação considerando tempo e custo) e tecnologia (relativo à infraestrutura de suporte à implantação). Além disso, o referido autor propõe estágios para o uso do BIM (Pré-

BIM, Modelagem, Colaboração, Integração). Ao final desse processo, chegar-se-á ao *Integrated Project Delivery* (IPD). Em outro artigo, Linblad e Vass (2015) reforçam a importância da mudança organizacional para o sucesso do processo de implantação, mostrando que as alterações passam pelo redimensionamento de pensamento dos donos das empresas.

Muitos estudos têm descrito o processo de implantação do BIM para projetos específicos. CIC (2011) apresenta um procedimento para planejamento e execução de um projeto em BIM, no qual destaca quatro pontos: identificação de objetivos e usos do BIM; mapeamento do processo de implantação do BIM no projeto; definição do processo de troca de informação entre os intervenientes; e definição do suporte de infraestrutura para implantação do BIM. Há, também, a discussão a respeito de questões organizacionais que devem suportar o processo de implantação: definição de uma missão para o projeto; definição de um líder para a implantação; comprometimento dos parceiros; envolvimento direto do líder do projeto; a necessidade de um processo colaborativo; e a valorização do trabalho em equipe. Este trabalho é uma referência para implantação do BIM, considerando especificamente um projeto.

Jung e Joo (2011) também apresentam uma *framework* de suporte ao processo de implantação do BIM em projeto, que se concentra em três dimensões: tecnologia (T), perspectiva (P) e negócio (N), que, por sua vez, são divididas em categorias: T (propriedade dos dados, relação entre os dados, padronização entre os dados e utilização dos dados), P (indústria, organização e projeto), e N (etapas do gerenciamento da obra – planejamento, P&D etc.). Observa-se que essas dimensões e categorias são discutidas considerando também a implantação em um projeto.

Murphy (2014) reforça a questão de considerar a implantação do BIM como um processo de inovação (produto e processo). Além disso, ele afirma que um dos problemas de implantação do BIM é a visão de curto prazo dos responsáveis pelo processo, que não consideram uma visão mais ampla que inclua os diversos *stakeholders* e as diversas competências (informação e comunicação, gerenciamento de pessoas, conhecimento técnico, planejamento e administração, gerenciamento de custos, gerenciamento do tempo, estratégia e política, cultura e valores) a serem trabalhadas de acordo com os objetivos de cada stakeholder. A coordenação e a colaboração entre os *stakeholders* é fundamental para o sucesso do processo. Ou seja, os maiores problemas de implantação do BIM são mais de ordem gerencial do que de ordem técnica. Esta visão de levantamento, conhecimento e aprimoramento das competências de cada stakeholder é corroborada por Succar et al. (2013). Para eles, o primeiro passo para uma boa implantação do BIM é analisar a competência dos intervenientes, definir as competências para cada estágio do BIM e para cada interveniente, analisar o gap entre eles e,

por fim, providenciar o alinhamento das competências. Tudo dentro de uma visão estratégica da empresa.

Succar e Kassem (2015) propõem, ainda, cinco modelos hipotéticos como forma de abranger as estruturas e mecanismos que reflitam o fenômeno empírico relacionado com a implantação do BIM nas organizações: (I) O modelo de áreas de difusão explícita como as áreas do BIM (tecnologia, processo e política) interage com os estágios do BIM (modelagem, colaboração e integração); (II) O modelo de componentes de macro maturidade identifica os componentes para medir e estabilizar o grau de maturidade dos modelos nos países, considerando diversas escalas organizacionais; (III) O modelo das macros difusões dinâmicas, que trata como o processo se difundirá nas organizações (de cima para baixo, de baixo para cima, de dentro para fora); (IV) O modelo das ações políticas foca nas ações do formador de políticas em relação a uma visão ampla de mercado de adoção de um sistema/processo inovativo; (V) O modelo das responsabilidades de macro difusão analisa a difusão do BIM através dos intervenientes e seus papéis na cadeia produtiva. Observa-se que cada modelo tem o objetivo de apoiar o processo de implantação do BIM nas organizações.

Gu e London (2010), por sua vez, apresentam quatro etapas fundamentais para facilitar a implantação do BIM: (I) definição do escopo, propósito, papéis, relacionamentos e fases do projeto; (II) desenvolvimento dos processos de trabalho; (III) identificação dos requisitos técnicos; (IV) customização do processo e avaliação das habilidades, conhecimento e capacidades das pessoas. Esses autores vão ao encontro do que já foi mencionado anteriormente, mas vão além quando reforçam a importância da de investimento nas pessoas no processo de implantação do BIM, além do já considerado processo e do produto.

Para Kymmel (2008), a indústria da construção civil evoluirá em direção ao BIM quando houver a exigência por parte do contratante, ou pela competição entre os projetistas e construtores. Com vistas a assegurar que a indústria se mova para um maior nível de maturidade do uso do BIM, torna-se necessária a aplicação de estratégias e políticas de macroimplementação nas empresas que o utilizam. Para Giel e Issa (2013), os setores de AECO necessitam alcançar um padrão de conhecimento que envolva a empresa em sua totalidade, podendo isso ser feito por meio do aprimoramento das capacidades do BIM, listadas por Succar (2009), como tecnologia, processos e políticas internas, aumentando a maturidade das empresas que as utilizam e agregando benefícios como o aumento da coordenação dos projetos, da produtividade e das operações do negócio (BARLISH; SULLIVAN, 2012).

Apesar do grande potencial proposto pela utilização do BIM (AZHAR, 2011) e do incentivo na padronização de seus processos, percebe-se que ainda não existe uma aplicação

rigorosa de tais procedimentos para o alcance de uma maior eficácia nos projetos (HOWARD; BJÖRK, 2008). Segundo Liang et al. (2016), o desenvolvimento do BIM está diretamente relacionado aos processos e protocolos adotados. Para assegurar que a indústria de AECO alcance um nível ótimo de maturidade no uso do BIM, ao longo do seu ciclo de vida, é fundamental que seja atingido um padrão de maturidade, não se restringindo apenas aos aspectos triviais do BIM (GIEL; ISSA, 2013).

Eadie et al. (2013) realizaram uma pesquisa quantitativa com *stakeholders* da construção civil atuantes em diversas fases do ciclo de vida dos empreendimentos, a partir da qual identificou e ranqueou os aspectos mais impactantes na adoção do BIM, conforme o Quadro 1.

Quadro 1– Ranking dos aspectos impactantes na adoção do BIM

#	Aspectos
1	Colaboração é a chave do sucesso para o BIM
2	BIM é um processo e não uma tecnologia
3	BIM permite a redução dos desperdícios
4	BIM é uma forma mais precisa e gera maior confiabilidade no processo de trabalho
5	BIM requer novas arranjos contratuais
6	A indústria ainda não está clara sobre o que é o BIM
7	BIM requer investimento significativo em recursos e treinamento
8	O uso do BIM será direcionado pelos clientes
9	Usar o BIM levará a comunidades mais sustentáveis
10	É mais fácil implementar o BIM nas PME
11	A formação deve ser subsidiada pelo Governo para facilitar a implementação
12	O principal aspecto do BIM é a visualização 3D
13	O BIM está fora do alcance de algumas PME devido ao seu custo

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2 Desafios e riscos da implantação BIM

Apesar dos incontáveis benefícios atribuídos à utilização do BIM, Howard, Restrepo e Chang (2017) contestam a sua completa proliferação no meio da construção civil. Segundo os autores, apesar da indiscutível popularização do BIM, a baixa conscientização por parte dos profissionais, a falta de treinamento, a fragmentação da indústria, as dificuldades em mudar os processos de trabalho tradicionais, os papéis ainda incertos devido às novas práticas, as responsabilidades decorrentes de sua implantação e os problemas relacionados à interoperabilidade dos *softwares* figuram entre as principais barreiras responsáveis por tornar sua difusão mais lenta do que se esperava. No entanto, para CBIC (2016), as causas que

impedem a adoção do BIM de uma forma mais ampla, são diversas, mas uma das principais tem a ver com a própria mudança que a migração BIM significa para as empresas e as organizações.

Para Souza, Amorim e Lyrio (2009) e Eastman (2014), essas informações alertam para o fato de que a simples utilização de ferramentas BIM não assegura a obtenção de resultados positivos, nem em termos de produto final nem no aspecto financeiro, a menos que haja total engajamento para alcançar tal objetivo. Um dos possíveis motivos para essa divergência de opiniões pode estar relacionado ao nível e à qualidade de implementação do BIM entre os *stakeholders*, que costuma variar drasticamente de acordo com a organização analisada. Normalmente não há nenhuma padronização de processos ou de aplicação do BIM, o que resulta em uma grande variabilidade entre os níveis de proficiência BIM das partes interessadas (GIEL; ISSA, 2013; PORWAL; KASUN, 2013).

O comportamento do indivíduo é determinante para o sucesso das mudanças organizacionais, devendo haver a necessidade de considerar simultaneamente o planejamento, a priorização, a programação e sequenciamento das ações, a construção da autoconfiança de seus empregados e a identificação dos indivíduos que se destaquem nas atividades envolvidas (FERRARI; MELHADO, 2016). A adoção aleatória, não programada e coordenada, sem regulamentação, pode levar a diferentes expectativas, diminuindo o cumprimento dos benefícios potenciais do BIM (GUREVICH; SACKS, 2017). A Tabela 4 apresenta um compilado de obstáculos BIM diagnosticados a partir de múltiplos estudos de casos realizados em organizações ao redor do mundo.

Tabela 4 – Obstáculos para adoção BIM a partir de estudos de caso

#	Benefícios	Eadie et al. (2013)	CBIC (2016)	Liu et al. (2015)	Migilinskas et al. (2013)	Arayici et al. (2009)	Ghaffarianhoseini et al. (2017)	Malleson (2015)	Pini <sup>1</sup> (2013)	Souza, Amorim e Lyrio (2009)	CBIC (2018)
1	Falta de conhecimento equipe de projetos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Falta de conhecimento interno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Custo de investimento	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X
4	Falta de demanda do cliente	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-
5	Resistência a nível operacional	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-
6	Falta de benefícios imediatos de projetos entregues no prazo	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
7	Falta de financiamento	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-
8	Especifidades e aspectos intrínsecos BIM	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
9	Falta de normatização	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X
10	Confidencialidade e Direitos Autorais	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

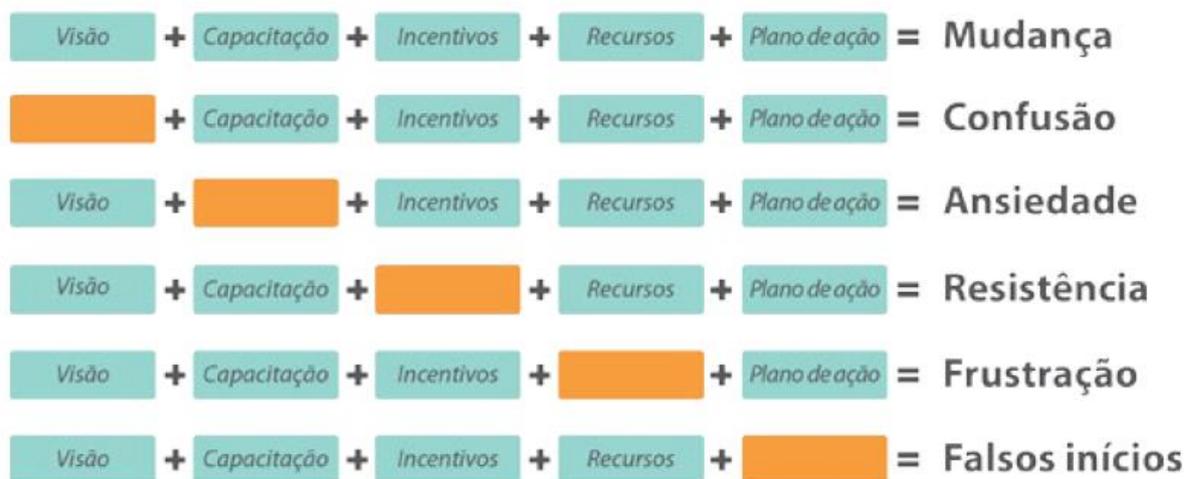
Em uma visão de implantação no poder público, há o envolvimento de uma série de desafios e o desempenho pode ser prejudicado quando não se detecta os riscos, sendo fatores de riscos, como fatores apontados por Chien et al. (2014) em seu estudo com agentes públicos em Taiwan: (I) experiência inadequada; (II) incompatibilidade de softwares; (III) dificuldades para gerenciamento dos modelos; (IV) interoperabilidade; e, (V) falta de padrões. Ozorhon e Karahan (2017) complementam os fatores, através de seu estudo realizado na Turquia: (I) qualificação de profissionais; (II) liderança eficaz na alta gerência; (III) disponibilidade de tecnologia; (IV) coordenação; e (V) treinamento. Brites, Ferreira e Costa (2017) vão ao encontro de Chien et al. (2014) e Ozorhon e Karahan (2017) ao apontarem em seu estudo as seguintes dificuldades: (I) alterações nas relações contratuais; (II) compartilhamento de risco; (III) interoperabilidade; (IV) ausência de bibliotecas virtuais; (V) normas técnicas para suporte na adoção.

A CBIC (2016) vai ao encontro com Howard; Restrepo e Chang (2017), Souza, Amorim, Lyrio (2009), Eastman (2014), Giel e ; Issa (2013), Porwal e Kasun (2013), ao

<sup>1</sup>Disponível em: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/pesquisa-mostra-que-mais-de-90-dos-arquitetos-e-engenheiros-291885-1.aspx>. Acesso em: mar./2019.

sintetizando que para que haja mudança de fato em uma organização são necessários cinco componentes críticos: visão, capacitação, incentivos, recursos e o desenvolvimento de um plano de ação. A falta de algum desses conduz à confusão, à ansiedade, à resistência, à frustração ou aos falsos indícios, conforme ilustra a Figura 9.

Figura 10 - Cinco Componentes críticos para provocar uma mudança de fato numa empresa ou organização e o que falta de cada um deles pode ocasionar



Fonte: CBIC (2016).

### 3.3 Adoção BIM no cenário internacional

A difusão e implementação do BIM no mundo, inicialmente ocorreu de forma não uniforme em diferentes países, sob a influência de diversos fatores, como iniciativas governamentais, inclusão do tema na agenda estratégica, nível de desenvolvimento do país, nível de padronização e industrialização na indústria da construção, percepção dos benefícios na adoção do BIM e conscientização dos clientes (COUTINHO, 2015). Nesse cenário difuso de iniciativas, alguns países se tornaram pioneiros nos avanços, com destaque para o Reino Unido, Países Nórdicos e Estados Unidos, sendo estes o melhor exemplo de uso BIM atualmente (KIVINIEMI et al., 2008; WONG; WONG; NADEEM, 2011; McAULEY; HORE; WEST, 2017), seguido pelos países nórdicos e Singapura, na Ásia. (WONG, WONG e NADEEM; 2009; WONG; WONG; NADEEM, 2011).

A literatura internacional apresenta diversos estudos de casos, em que pesquisadores analisaram a implantação do BIM envolvendo diversas organizações da AECO em uma visão macro, de país. A Tabela 5 apresenta os estudos de casos identificados na revisão sistemática da literatura do presente trabalho.

Tabela 5 - Estudos de casos de implantação BIM nas organizações

#	Países	Autores
1	Malásia	LAN; OMRAN (2015); MEMON et al. (2014); ENEGBUMA; ALIAGHA; ALI (2014); ENEGBUMA et al. (2016); ROGERS; CHONG; PREECE (2015); MAMTER; AZIZ (2016); LATIFFI; BRAHIM; FATHI (2016).
2	Reino Unido	EADIE et al. (2013); KHOSROSHAHI; ARAYICI (2012); McADAM (2010); EADIE et al. (2015);
3	China	LIU; NEDERVEEN; HERTOIGH (2017); DING et al. (2015); LI et al. (2017).
4	Espanha	ANDRÉS et al. (2017); GÓMEZ; SEGURA (2018).
5	Coreia do Sul	KIM; PARK; CHIN (2016);
5	Holanda	BERLO et al. (2012).
5	Alemanha	BORRMANN et al. (2016).
5	Singapura	KANETA et al. (2016).
5	Japão	KANETA et al. (2016).
5	Catar	KASSEM et al. (2016).
5	Dinamarca	JENSEN; JÓHANNESSON (2013).
5	Hong Kong	WONG et al. (2011).
5	EUA	WONG et al. (2011).
5	Irã	HOSSEINI et al. (2016).
5	EAU	VENKATACHALAM (2017).
5	Turquia	OZORHON; KARAHAN (2017).
5	Islândia	JENSEN; JÓHANNESSON (2013).
5	Nigéria	WANG; ADETOLA; RAHMAN (2015).
5	Suíça	LINDBLAD; VASS (2015).

Fonte: Elaborado pelo autor.

São inúmeras as iniciativas conhecidas, algumas com abrangência de política estratégica nacional (CBIC, 2016), onde, em alguns países, há órgãos governamentais que vêm incentivando o uso do BIM por meio de investimentos em pesquisas, regulamentações para a construção e discussões sobre a tecnologia. (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). A Figura 11 nos mostra uma visão global das iniciativas BIM por países.

Figura 11 - Mapa com os países que possuem políticas estratégicas BIM



Fonte: CBIC (2016).

McAuley, Hore e West (2017) desenvolveram um estudo em que apresentam, uma visão geral do status do BIM em 27 países, concentrando três fatores: (I) a presença de regulamentos ou autorizações para uso do BIM em projetos setoriais; (II) a existência de agentes que promovam o BIM publicamente em nome da indústria; e, (III) publicações de qualquer documentos encomendados pelos governos, conforme é apresentado nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2 - Levantamento global de ações BIM em Regulamentos, Agentes e Publicações

País	Regulamentos	Agentes	Publicações
Austrália	Uso do BIM em grandes projetos demandados pelo Departamento de Defesa e Saúde.	NATSPEC; buildingSMART (Austrália)	National BIM Initiative Report (2012). NATSPEC National BIM Guide (2011).
Áustria	Adoção de normas BIM a partir de 2018	Austrian Standards Committee	ÖNORM A 6241-1 (2015). ÖNORM A 6241-2 (2015).
Bélgica	-	The Belgian Building Research Institute Association of Major Belgian Contractors buildingSMART (Benelux)	Belgium Guide to Building Information Modelling (2015).
Brasil	-	Grupos interdisciplinares BIM Network BIM Brasil	A Roadmap for BIM Adoption in Brazil (2015).
Canadá	-	Canada BIM Council Institute for BIM in Canada buildingSMART (canada)	AEC(CAN) BIM Protocol (2014). Canadian BIM Practice Manual (2015).
Chile	BIM Mandate até 2020	BIM Forum Chile National Economic Development Agency	Chilean 10 year BIM Plan (2015).
China	Requisição do BIM, através do 12º Plano Quinquenal Nacional	China BIM Union	McGraw Hill Construction (2015).
República Tcheca	-	The Czech BIM Council Expert Council for BIM	-
Dinamarca	BIM Mandate desde 2011	Molio Bygningsstyrelsen DiKon	CCS Classification and Identification (2015). 3D Working Method guideline (2008). CCS Levels of Information (2016).
Dubai	BIM Mandate desde 2013	Dubai Municipality Emirates BIM Group	Dubai Municipality 196 and 207 circular
Finlândia	BIM Mandate desde 2007	Confederation of Finnish Construction Industries buildingSMART Senate Properties	buildingSMART (2015). buildingSMART (2012).
França	BIM Mandate desde 2017	Le Plan Transition Numérique dans le Bâtiment buildingSMART (France)	Le Plan Transition Numérique dans Bâtiment (2015).
Alemanha	BIM Mandate a partir de 2020	Planenbauen 4.0 DIN VDI buildingSMART (Germany)	Federal Ministry of Transport and Digital Information (2015). Road Map for Digital Design and Construction
Itália	-	Institute for BIM Italy buildingSMART OICE	Parts 1,4 and 5 of the National UNI 11337

Fonte: Adaptado de McAuley; Hore; West (2017).

Quadro 3 - Levantamento global de ações BIM em Regulamentos, Agentes e Publicações  
(continuação)

País	Regulamentos	Agentes	Publicações
Hong Kong	BIM Mandate desde 2014	The Hong Kong Institute of BIM Hong Kong Housing Authority Real Estate Developer Association buildingSMART (Hong Kong)	Construction Industry Council, (2013). HKIBIM, (2011).
Holanda	-	BIM Loket Building Information Council TNO Boun Informatie Raad BuildingSMART (Benelux)	BIR (2016). National Model BIM Implementation Plan (2016).
Nova Zelândia	-	BIM Acceleration Committee	BIM Acceleration Committee (2014). New Zealand BIM Handbook (2014).
Noruega	BIM Mandate desde 2016	Statsbygg buildingSMART (Norway) Norwegian Homebuilders Association	Statsbygg BIM Manual (2013). Norwegian Home Builders Manual (2011).
Portugal	-	CT 197 – BIM BIMCLUB University Initiative BIM Task	Vision and Action Plan – CT 197
Catar	-	Q BIM Future BIM Implementation Qatar 2017	-
Escócia	BIM Mandate desde 2017	Scottish Futures Trust	Scottish Futures Trust (2015). BIM Implementation Plan (2015).
Singapura	BIM Mandate desde 2015	Building and Construction Authority buildingSMART (Singapore)	Building Construction Authority (2013). Singapore BIM Guide (2013).
Espanha	BIM Mandate desde 2018	Comisión para la implantación de la metodología BIM buildingSMART (Spain) Standardization Committees AEN/CTN 41/SC13	-
Suécia	BIM Madate for Swedish Transportation Administration	BIM Alliance Sweden buildingSMART Nordic	SBUF (2013).
Suíça	-	Digital Construction Switzerland Syndicate buildingSMART Switzerland SmisBIMalliance	Open BIM Guide for Switzerland (2017).
Reino Unido	BIM Mandate desde 2016	UK BIM Alliance Construction Industry Council UK BIM Task Group BuildingSMART UKI	Cabinet Office (2011). BSI (2011). BSI (2013).
Estados Unidos	Diversos BIM Mandate, conforme estados	GSA USACE National Institute of Building Science BuildingSMART USA	NBIMS (2015).

Fonte: adaptado de McAuley; Hore; West (2017).

Enquanto o BIM está se movendo do paradigma da pesquisa para uma realidade comercial, a indústria da construção continua atrasada em relação às indústrias automotiva e manufatura no desenvolvimento de modelos 3D inteligentes (BOON; 2009; WONG; YANG, 2010). O BIM foi identificado como uma tecnologia que tem o potencial de transformar as atuais práticas de trabalho de construção, tornando-as mais eficientes, melhorando os projetos e construções (BOON, 2009).

A implantação do BIM na indústria da construção está se acelerando globalmente. Os governos em todo o mundo estão reconhecendo cada vez mais as eficiências que podem ser obtidas com essas mudanças (McAULEY; HORE; WEST, 2017). A jornada transformacional

foi convencida de que o uso estratégico do BIM pode apoiar um setor de construção mais inovador e mais enxuto, abordando assim a queda da produtividade no setor (KELLY et al, 2013; FARMER, 2016). O Anexo I apresenta uma visão global da adoção do BIM, demonstrando que há uma aceitação considerável por parte dos governos de todo o mundo (McAULEY; HORE; WEST, 2017).

### **3.4 Adoção BIM no cenário nacional**

Inicialmente, a implantação do BIM no Brasil ocorreu de forma incipiente e sendo promovido por algumas construtoras e escritórios de projeto, principalmente os de arquitetura (McGRAW-HILL, 2014). CBIC (2016) corrobora com McGraw-Hill (2014) e acrescenta que até então as iniciativas tinham sido tomadas pelos bancos e agências públicas, como Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), enquanto que no setor privado se destacam, como as pioneiras, as empresas Método Engenharia, Camargo Corrêa Desenvolvimento Imobiliário (CCDI), Odebrecht, Gafisa e Sinco. A implantação do BIM no Brasil está em pleno desenvolvimento, no entanto, precisa de melhorias para que de fato possa proporcionar avanços no setor da construção civil (GARBINI, 2013). O Brasil apresenta um atraso de 15 anos em relação aos países desenvolvidos, no que tange ao conhecimento, integração da cadeia produtiva e à capacitação dos profissionais para a implantação do BIM (COVELO, 2011). Além disto, há o desafio de vencer resistências culturais, como de profissionais que estão acostumados a trabalhar com tecnologias obsoletas (GARBINI, 2013).

Muitas empresas estão esperando para ver o andamento destas implantações para se decidir a respeito dos investimentos a serem feitos para se adequar à nova realidade do uso do BIM. Por outro lado, o poder público ainda não despertou para exigir o uso do BIM nos empreendimentos públicos. As universidades, por sua vez, estão iniciando o uso desta plataforma em seus currículos escolares, principalmente nos cursos de arquitetura.

A introdução do BIM no país rearticula os *stakeholders* em função das novas funções e conteúdos de produto, alterando as conjunturas atuais de estrutura e maturidade da construção civil no Brasil (AMORIM, 2014).

#### **3.4.1 Ações BIM a nível federal**

O Governo brasileiro lançou em 2011 o Plano Brasil Maior (BRASIL, 2011), com o objetivo de aumentar a competitividade da indústria nacional até 2014. Um dos objetivos

consiste em apoiar o uso da Tecnologia da Informação (TI) na construção e a implantação do sistema de classificação da informação na construção. Este objetivo, por sua vez, possui três bases: (I) modelar e implantar a biblioteca de componentes da construção civil, tornando acesso público e gratuito; (II) implantar a tecnologia BIM no sistema de obras no exército; (III) difundir e complementar a normalização brasileira para o BIM. (CARMONA; CARVALHO, 2017). Com base nesse plano, em 2010, por demanda do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) contrataram o desenvolvimento de uma versão preliminar de biblioteca BIM para a tipologia do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) (COELHO, 2017).

Antes dessa iniciativa, em 2009, por pioneirismo do então MDIC, foi criada a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, ABNT/CEE-134, na qual foi incumbida de desenvolver normas técnicas sobre o BIM (CATELANI e SANTOS, 2016). Atualmente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui oito normas relacionadas ao BIM, com destaque para as quatro últimas que foram revisadas ou lançadas em 2018,: ABNT NBR ISO 16354, ABNT NBR ISO 16757-1, ABNT NBR ISO 16757-2 e ABNT NBR ISO 12006-2. O Quadro 4 apresenta a relação de normas BIM em vigor no Brasil.

Quadro 4 - Relação de normas BIM em vigor no Brasil

Norma	Título	Ano
ABNT NBR ISO 16354	Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos	2018
ABNT NBR ISO 16757-1	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo	2018
ABNT NBR ISO 16757-2	Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais. Parte 2: Geometria	2018
ABNT NBR ISO 12006-2	Construção de edificação: organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação de informação	2018
ABNT NBR 15965-1	Sistema de classificação da informação na construção Parte 1: Terminologia e estrutura	2011
ABNT NBR 15965-2	Sistema de classificação da informação na construção Parte 2: Características dos objetos da construção	2012
ABNT NBR 15965-3	Sistema de classificação da informação na construção Parte 3: Processos da construção	2014
ABNT NBR 15965-7	Sistema de classificação da informação na construção Parte 7: Informação da construção	2015

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Exército Brasileiro tornou-se um pioneiro do BIM no país, em que desde 2008 adota a plataforma BIM, reunindo as informações de obras e construções de todas as instalações do Brasil, através do Sistema Unificado do Processo de Obra (OPUS) (COUTINHO, 2015). Em 2014, a Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC), por meio do Banco do Brasil, exigiram processos BIM para contratação de projetos de 270 aeroportos regionais (COELHO, 2017). Em 2010, surge uma primeira citação do termo “BIM” em licitação, através da Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (CDURP) (COELHO, 2017). O Estado de Santa Catarina se tornou um marco nacional ao lançar em 2014 um Termo de Referência para o desenvolvimento de projetos com o uso do BIM para a obra de um hospital, definindo os procedimentos para o desenvolvimento dos projetos à serem contratados ao Governo do Estado, estabelecendo as necessidades de padronização e formatação (COUTINHO, 2015; COELHO, 2017).

Empresas e construtoras do setor privado brasileiro têm se destacado em relação às entidades públicas, apesar do importante papel de apoio, incentivo ao desenvolvimento e à adoção que deve ser exercida pelo setor público (BRITO; FERREIRA; COSTA, 2017). Coutinho (2015) aponta que no setor público se pode perceber iniciativas de inclusão do BIM para concursos públicos dos diferentes órgãos, como Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), Tribunal de Justiça do Ceará, Universidade Federal de Alagoas, entre outros. A mesma autora analisou editais no período de 2010 a 2014 e constatou que o termo “BIM” vem crescendo ao longo desses últimos cinco anos.

Amorim e Kassem (2015) desenvolveram uma pesquisa para traçar o panorama da evolução do BIM em diferentes países da União Europeia (Reino Unido, França, Holanda, Finlândia e Noruega) e compararam com o Brasil. A avaliação foi baseada em oito componentes de Maturidade Macro do BIM, desenvolvida por Succar e Kassem (2015). Os autores constataram que o Brasil possui grandes avanços na área tecnológica, no entanto, apresenta baixos índices de políticas e processos. A Figura 12 apresenta a avaliação dos pesquisadores.

Figura 12 - Comparação dos estados dos componentes de política BIM entre os seis países

		PAIS						
		RU	FR	HO	FI	NO	BR	
Componentes da política do BIM	Estratégia, visão e marco							NÃO EXISTENTE
	Padrões, protocolos e guias							
	Motivadores e promotores							INICIADO
	Resultados padronizados							
	Marco regulatório							DESENVOLVIMENTO EM ANDAMENTO
	Medidas e otimização							
	Educação e aprendizado							BEM DESENVOLVIDO
	Infraestrutura de tecnologia							

Fonte: Amorim e Kassem (2015).

Rodrigues (2018), ao analisar o trabalho de Amorim e Kassem (2015), resume as recomendações realizadas pelos autores para a disseminação do BIM no Brasil, sendo apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Recomendações para difusão do BIM no Brasil

Componentes	Recomendações
Estratégias, objetivos e fases	I. Estabelecer uma Agenda Estratégica Nacional da construção civil; II. Desenvolver ações BIM coordenadas entre diferentes ministérios nacionais; III. Estabelecer o BIM como obrigatoriedade em contratações federais;
Guias e protocolos	I. Criação de um Comitê Técnico de especialistas do setor para desenvolver padrões e protocolos em BIM obrigatórios; II. Revisão dos padrões pré-BIM; III. Criação de novos protocolos para o BIM, separados por diferentes fases de projeto
Líderes e especialistas	I. Desenvolver uma rede de líderes com responsabilidades e poder de decisão; II. Escolher um líder GT BIM do Brasil, para coordenar e implementar os objetivos do BIM do país;
Bibliotecas digitais	I. Desenvolver normas para os conteúdos gráficos e não gráficos
Arcabouço regulatório	I. Desenvolver um documento que inclui as obrigações, responsabilidades e direitos de propriedade intelectual e incluir protocolos BIM e elementos regulatórios referentes que sejam partes integrais de contratos; II. Especificar um “gerente de resultado em BIM” ou “gerente de informação”, representando o cliente e fazendo a gestão da informação.
Medidas e otimização	I. Desenvolvimento de avaliações em BIM na cadeia de fornecimento de projeto e de indivíduos e organizações
Educação e treinamento	I. Desenvolver e implantar programas de certificação para treinamento profissional; II. Incentivar, por meio da redução de impostos, o treinamento do contingente atual de profissionais da indústria da construção.

Fonte: Rodrigues (2019); Amorim e Kassem (2015).

Carmona e Carvalho (2017), em uma ação pioneira, realizaram a caracterização do uso do BIM nas construtoras atuantes no Distrito Federal, permitindo contribuir com o mapeamento do cenário nacional. Os autores diagnosticaram que o uso no Distrito Federal é pequeno e superficial. Em São Paulo, Rodrigues (2018) desenvolveu uma pesquisa para aferir a maturidade BIM em escritórios de projetos de Arquitetura.

Para Checcucci (2019), uma perspectiva animadora para a ampliação na adoção do BIM no país está com a publicação do Decreto 9.337 (2018), o qual institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*, e que, a partir de nove objetivos específicos, busca promover condições para investimento e difusão dessa modelagem no país.

O Governo Federal, com o intuito de promover a modernização e a transformação digital da construção, criou, em julho de 2017, o Comitê Estratégico de Implantação do *Building Information Modeling* (CE-BIM) para formular uma estratégia de adoção BIM. (BRASIL, 2018).

A Estratégia BIM BR está sistematizada em finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas, conforme ilustrado pela Figura 13. Para o gerenciamento da estratégia BIM BR, foi criado o Comitê Gestor (CG-BIM), composto pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, Casa Civil, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Ministério das Cidades, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, Ministério da Defesa, Secretaria-Geral da Presidência da República, Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil e Ministério da Saúde (BRASIL, 2018).

Figura 13 - Sistematização da Estratégia BIM BR



Fonte: Brasil (2018).

A Estratégia BIM BR tem por finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país. Com a difusão do BIM, o Governo Federal prevê os seguintes resultados até 2028 (BRASIL, 2018):

- a) Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
- b) Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);
- c) Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);
- d) Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de 2,0% ao ano, espera-se que cresça 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).

A Estratégia BIM BR é composta por nove objetivos estratégicos, totalizando 36 ações estratégicas, apresentadas nos Quadros 6 e 7.

Quadro 6 - Objetivos e ações da estratégia BIM BR

Objetivos Específicos	Ações Estratégicas
Difundir o BIM e seus benefícios	I. Implementar plano de comunicação para divulgar os objetivos e ações da Estratégia BIM BR; II. Implementar plano de comunicação para divulgar o conceito BIM, seus benefícios, boas práticas e casos de sucesso, principalmente por meio de publicações, eventos e o uso de mídias digitais; III. Sensibilizar os atores quanto à importância da adoção do BIM e à necessidade de mudanças estruturais para sua adequada implantação; IV. Mitigar desigualdades regionais quanto à disseminação do BIM por meio de ações de sensibilização de atores locais; V. Divulgar instrumentos de apoio ao uso BIM (ex. guias BIM e Plataforma BIM).
Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM	I. Mapear, planejar e implementar mudanças estruturantes para o uso do BIM pelo setor público, tais como aprimoramento de processos internos; II. Estabelecer ações de indução pelo Governo Federal ao uso do BIM tais como disponibilização de modelos de construção padrão; III. Promover articulação internacional para estabelecimento de parcerias e para a troca de experiências; IV. Estabelecer parâmetros de referência entre os sistemas de classificação utilizados, por exemplo, no <i>Comprasnet</i> , <i>TIPI</i> , <i>SICRO</i> , <i>SINAPI</i> e outros.
Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM	I. Adaptar linhas de financiamento às necessidades do investimento em BIM; II. Criar programa de incentivo ao investimento focado em micro e pequenas empresas III. Esclarecer aos potenciais ofertantes os requisitos BIM nos processos licitatórios governamentais; IV. Promover articulação internacional para atração de investimentos
Estimular a capacidade em BIM	I. Estabelecer objetivos de aprendizagem e competências BIM para cada nível de atuação de modo a orientar o mercado a ofertar cursos; II. Capacitar em BIM gestores e servidores públicos; III. Estimular maior inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura; IV. Estimular a certificação em BIM de profissionais.
Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com o uso do BIM	I. Diagnosticar as necessidades de alterações no aparato legal e regulamentar; II. Propor atos legais e regulamentares adequados às necessidades da ampla adoção do BIM no Governo Federal; III. Estabelecer exigência do uso do BIM em programas governamentais com recursos orçamentários do Poder Executivo Federal.

Fonte: Brasil (2018), adaptado pelo autor.

Quadro 7 – Objetivos e ações da Estratégia BIM BR (continuação)

Objetivos Específicos	Ações Estratégicas
Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM	<p>I.Publicar documentos e referências técnicas com foco em infraestrutura e edificações para suportar a exigibilidade do BIM;</p> <p>II.Apoiar a elaboração e a publicação de normas técnicas da Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CEE – 134);</p> <p>III.Estabelecer arcabouço regulamentar a fim de propiciar programa de certificação de objetos BIM para edificações e infraestrutura;</p> <p>IV. Elaborar arcabouço regulamentar que permita o estabelecimento de programa de certificação de profissionais.</p>
Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM	<p>I.Promover a autossustentabilidade econômica da Plataforma BIM;</p> <p>II. Mobilizar partes interessadas buscando a contribuição para a Plataforma e a BNBIM, por meio da elaboração de objetos virtuais e de outras iniciativas;</p> <p>III. Utilizar a Plataforma BIM como instrumento de comunicação e disseminação de informações;</p> <p>IV. Criar sistema de avaliação de conformidade de objetos BIM;</p> <p>V. Ampliar o acervo de objetos genéricos da BNBIM.</p>
Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM	<p>I. Estimular o aprimoramento e a aplicação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC;</p> <p>II.Incentivar investimentos em laboratórios BIM em instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT);</p> <p>III.Adaptar programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação às necessidades do fomento ao BIM (ex. CNPQ, FINEP, entre outros);</p> <p>IV.Alinhar agenda com os demais programas governamentais afetos à Estratégia BIM BR (ex.: cidades inteligentes, Indústria 4.0, entre outros);</p> <p>V.Utilizar instrumentos de indução existentes para a ampliação de redes de comunicação de dados em regiões prioritárias para a Estratégia BIM BR.</p>
Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM	<p>I.Incentivar a utilização de padrões neutros BIM para intercâmbio de dados;</p> <p>II.Promover fluxos de trabalho em formatos abertos para colaboração.</p>

Fonte: Brasil (2018), adaptado pelo autor.

A Estratégia BIM BR propõe a utilização e a exigência do BIM, escalonando em três etapas, conforme ilustra o Anexo II. A primeira fase iniciará a partir de 2021, focando na obrigatoriedade de projetos de arquitetura e de engenharia para construções novas, ampliações ou reabilitações. Essa etapa engloba a elaboração de modelos de arquitetura, estrutura, hidráulica, Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) e de elétrica, como, também, a detecção de interferências, extração de quantitativos e geração de documentação gráfica (BRASIL, 2018).

A segunda fase ocorrerá a partir de 2024, contemplando as etapas de planejamento, orçamentação, planejamento de execução e atualização dos modelos, como, também, as informações construídas (*as built*) (BRASIL, 2018). Por fim, a terceira fase iniciará a partir de 2028, abrangendo todo o ciclo de vida da obra, considerando as atividades de pós-obra.

### 3.4.2 Ações da Iniciativa Privada e Sociedade Civil

As associações e entidades de classe possuem um papel fundamentação da promoção de novas tecnologias (COELHO, 2017), com destaque para Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (AsBEA), Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC) e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). A AsBEA desenvolveu dois fascículos sobre boas práticas em BIM (AsBEA, 2013; AsBEA, 2014). A CBIC publicou uma coletânea de cinco volumes sobre a implantação BIM, voltando para construtoras e incorporadoras. A coletânea aborda os seguintes temas: (I) Fundamentos BIM; (II) Implementação BIM; (III) Colaboração e Integração BIM; (IV) Fluxos de Trabalho BIM; e, (V) Formas de Contratação BIM (CBIC, 2016). Após a sua publicação, desenvolveu-se o *Roadshow* denominado “Workshop Implementação BIM”, por iniciativa da CBIC, com apoio do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Ao todo foram percorridas quatorze cidades de todas Regiões do Brasil, conforme ilustrado pela Figura 14, em parceria com as entidades representativas locais (CBIC, 2018).

Figura 14 - Mapeamento do *roadshow* "Workshop Implementação BIM"



Fonte: CBIC (2018).

Nesse mesmo caminho, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em conjunto com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), coadunou recursos e esforços e elaborou a Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, com o objetivo de consolidar e disponibilizar informações de boas práticas BIM. A coletânea aborda: (I) O Processo de Projeto BIM; (II) Classificação da Informação no BIM; (III) BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção; (IV) Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia; e, (V) Avaliação de desempenho energético em projetos BIM (ABDI, 2017).

Diversas outras associações, como o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), a Associação de Gestores e Coordenadores de Projeto (AGESC), o Sindicato da Arquitetura e da Engenharia (SINAENCO), a Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais (ABRASIP) e a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação de Aquecimento (ABRAVA), vêm trabalhando em grupos de trabalhos para promoção e disseminação do BIM (COELHO, 2017).

No cenário estadual local, destaca-se a iniciativa do Sindicato das Construtoras do Ceará (SINDUSCON-CE), através de seu braço tecnológico, o Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (INOVACON), criando o GT BIM a partir do *Roadshow* desenvolvido por CBIC (2018), envolvendo diversos *stakeholders* da cadeia, com o propósito de promover a implantação do BIM no estado (BÖES; LIMA; BARROS NETO, 2018). Entre as ações desenvolvidas, destaca-se o desenvolvimento do “Manual de Contratação BIM: Construção Virtual” (INOVACON, 2018) e uma pesquisa de identificação dos *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos na cadeia da construção civil. (BÖES; LIMA; BARROS NETO, 2018).

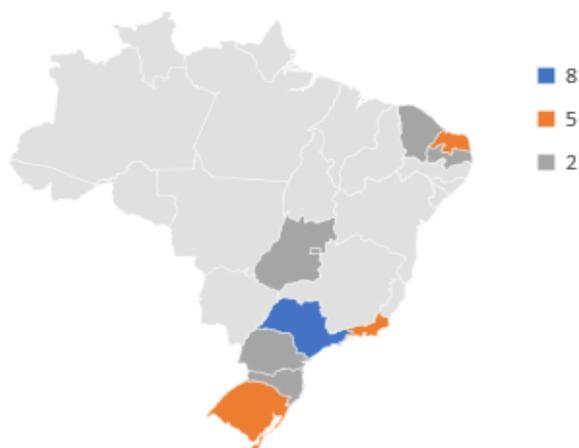
### **3.4.3 Ensino e Pesquisa BIM**

Com o aumento do interesse da indústria da AECO, pela adoção do BIM, cresce a procura por profissionais com domínio. No entanto, existe a falta de profissionais capacitados e que conheçam os benefícios BIM (GODOY; CARDOSO; BORGES; 2013; LINO; AZENHA; LOURENÇO, 2012). A adoção do BIM se encontra em estágio inicial na formação de profissionais, seja a nível tecnológico, de graduação ou pós-graduação (ITO e, SCHEER, 2017), sendo sua adoção na academia muito gradual e pouco efetiva nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013).

Diversos são os desafios como: novos métodos de ensino, deficiência de matérias, falta de docentes preparados, custos das plataformas; multidisciplinaridade, ausência de normatização e alterações curriculares (CHECCUCCI, 2014; SACKS; PIKAS, 2013; SABONGI, 2009). Em uma visão acadêmica, poucas universidades apresentam em seus currículos disciplinas que abordem o uso e benefícios do BIM para a AECO, ou que ensinem seus alunos as ferramentas de tecnologia BIM (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). Poucas universidades possuem em seus currículos, disciplinas em BIM, tanto em uma abordagem de apresentação dos benefícios e potenciais, quanto em treinamentos nas ferramentas da tecnologia BIM, colocando esses conteúdos em um segundo plano, ou abordados em níveis de pós-graduação (RUSCHEL et al. 2011).

A abordagem do ensino BIM deve ir além da capacitação instrumental contida nas disciplinas de informática aplicada. Com a crescente disseminação do BIM, surge entre os pesquisadores brasileiros a preocupação na inserção do ensino BIM nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). A difusão acadêmica do BIM no Brasil configurou-se sendo um relevante vetor de crescimento na última década (MACHADO; RUSCHEL; SCHEER, 2017). Cabe às universidades capacitarem os novos profissionais que irão implantar o BIM na AECO (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). Checcucci (2019) destaca o Encontro Nacional de Ensino BIM (ENEBIM), ocorrido sua primeira edição em Campinas no ano de 2018, que reuniu a comunidade científica, docentes, instrutores e especialistas em torno do ensino e aprendizagem BIM. Ao realizar uma análise nas publicações do ENEBIM, constata-se que Instituições de Ensino Superior (IES) de nove estados e do Distrito Federal apresentam iniciativas no ensino BIM, com destaque para o Estado de São Paulo que lidera as iniciativas do Ensino BIM, com oito iniciativas, seguido pelos Estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul, todas com cinco iniciativas, conforme podemos vislumbrar na Figura 15.

Figura 15– Iniciativas de Ensino BIM no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao total, 23 instituições de ensino superior compartilharam suas iniciativas de ensino BIM, com destaque para a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), que lidera com quatro iniciativas apresentadas, seguido por nove instituições que apresentaram duas iniciativas e treze que apresentaram apenas uma. A Tabela 6 apresenta a relação de IES com os autores das iniciativas.

Tabela 6 - Iniciativas do ensino BIM nas universidades brasileiras

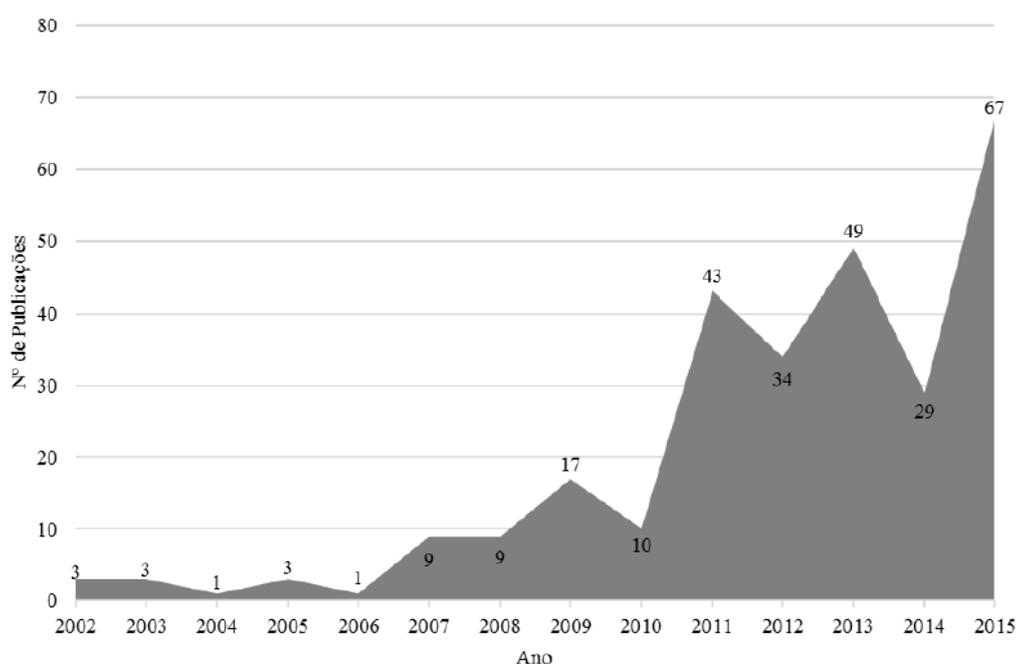
UF	Universidade	Sigla	Autores
CE	Universidade Federal do Ceará	UFC	(LIMA; RUSCHEL, 2018), (BARROS, 2018)
DF	Universidade Católica de Brasília	UCB	(CASTRO, 2018)
	Universidade de Brasília	UNB	(MIRANDA; CARVALHO, 2018)
GO	Universidade Federal de Goiás	UFG	(GONÇALVES; COSTA, 2018), (BRANDSTETTER; ROMAGNOLI; SANTOS, 2018)
PB	Instituto Federal da Paraíba	IFFB	(PINHEIRO; CAVALCANTI; JERONYMO, 2018), (JÚNIOR; SILVA, 2018)
PR	Estácio Curitiba	Estácio	(BRAGA, 2018)
	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR	(ITO; SCHEER, 2018)
RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	PUC-rio	(SOTELINO; TRAVASSOS, 2018)
	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-RJ	SENAI-RJ	(MAGALHÃES, 2018)
	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	(KNOPP, 2018)
	Universidade Federal Fluminense	UFF	(CASTRO; TRVASSOS, 2018)
RN	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	(ARAÚJO; RIBEIRO, 2018)
	Centro Universitário do Rio Grande do Norte	UniRN	PEREIRA; RIBEIRO, 2018), (RIBEIRO; GIESTA, 2018)
	Instituto Federal do Rio Grande do Norte	IFRN	(GIESTA, 2018), (RIBEIRO; GIESTA, 2018)
RS	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	(MELO; GIESTA, 2018)
	Universidade Católica de Pelotas	UCPel	(COSWIG et a., 2018)
	Universidade Federal de Pelotas	UFPel	(VASCONCELLOS; FRISON, 2018a) (VASCONCELLOS; FRISON, 2018b)
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	(SCHULZ; PONZIO, 2018), (PONZIO; CATTANI; SCHULZ, 2018)

SC	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	(MATTANA; LIBRELOTTO, 2018) (MATTANA; MACHIORI; BEDIN, 2018)
	Centro Universitário Fundação de Ensino Octávio Bastos	UNIFEQB	(CARDOSO; ANDRADE; SCHEEREN, 2018)
SP	Instituto Superior de Inovação e Tecnologia	ISITEC	(RUSCHEL, 2018)
	Universidade de São Paulo	USP	(FERREIRA; SANTOS, 2018), (SENA et al., 2018)
	Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	(CUPERSCHMID; CASTRIOTTO, 2018), (STAUT; ILHA, 2018 SOUZA, 2018) (RUSCHEL; CUPERSCHMID, 2018)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Buscando uma visão sobre a pesquisa em BIM, podemos destacar um estudo exploratório desenvolvido por Machado, Ruschel e Scheer (2017). Objetivando analisar a produção científica brasileira sobre o BIM, foi levantada toda a produção científica desenvolvida entre 2000 a 2015, em que apontam a evolução temporal da produção bibliográfica e de formação de recursos humanos. O volume de publicações em anais de eventos por ano cresceu desde 2002 em quantidade substancial, principalmente entre os anos de 2010 a 2015 (MACHADO; RUSCHEL; SCHEER, 2017), conforme ilustrado pela Figura 16.

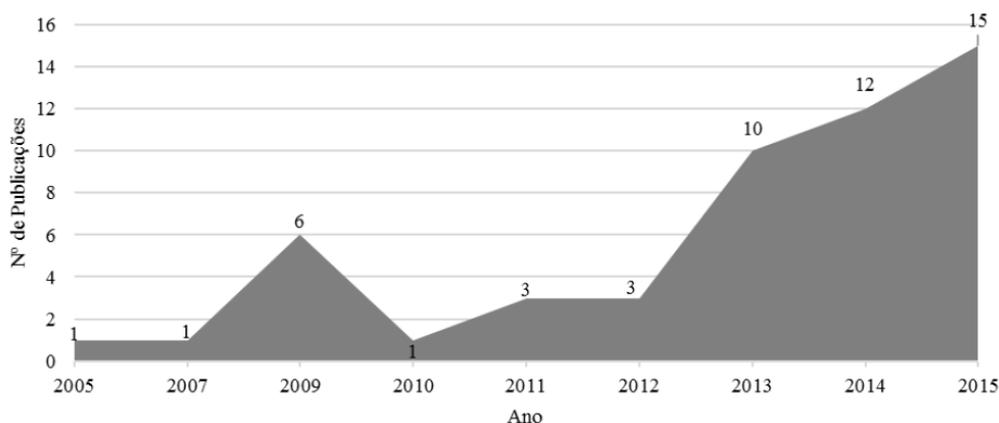
Figura 16 - Número de publicações em eventos x Ano



Fonte: Machado; Ruschel; Scheer (2017).

O início das publicações de artigos sobre BIM em periódicos eletrônicos no Brasil data o ano de 2005, existindo um crescimento significativo desde então, com destaque para os anos de 2012 e 2013 (MACHADO; RUSCHEL; SCHEER, 2017), conforme ilustra a Figura 17.

Figura 17 - Número de publicações em periódicos x Ano



Fonte: Machado; Ruschel; Scheer (2017).

Os pesquisadores das instituições brasileiras que obtiveram o maior número de publicações estão apresentados na Figura 18, com destaque para Eduardo Toledo Santos, da Universidade de São Paulo, com 38 publicações, seguido pela Regina Coeli Ruschel, da UNICAMP, com 32 artigos, e Sérgio Scheer, da Universidade Federal do Paraná, com 30 artigos publicados.

Figura 18 - Pesquisadores de instituições brasileiras mais atuantes

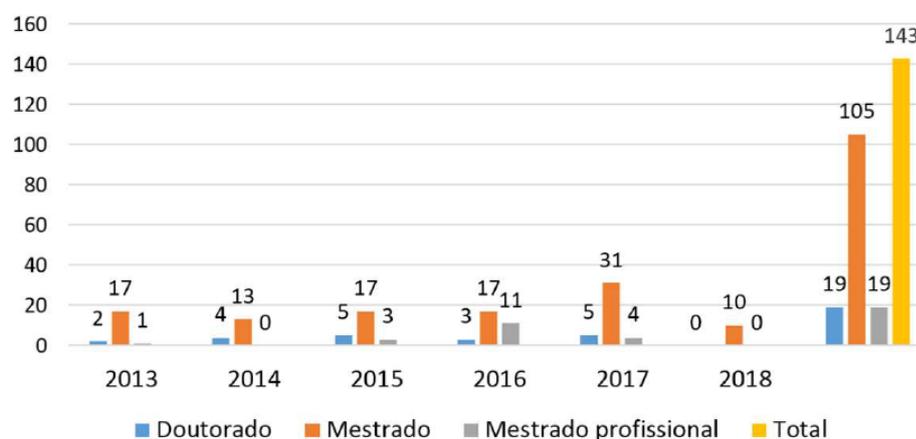
AUTOR	FORMAÇÃO ACADÊMICA	INSTITUIÇÃO	GRUPOS DE PESQUISA EM QUE ATUA	TOTAL DE PUBLICAÇÕES (AMOSTRA)
Eduardo Toledo Santos	Doutorado	Universidade de São Paulo (USP)	Tecnologia Computacional para Construção Civil	38
Regina Coeli Ruschel	Doutorado	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	Laboratório de Gerenciamento na Construção Civil	32
			Metodologia de Projeto em Arquitetura	
			Modelagem da Informação e Colaboração Digital na Arquitetura, Engenharia e Construção	
Sérgio Scheer	Doutorado	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Mecânica dos Sólidos Computacional	30
			Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil	
Max Lira Veras Xavier Andrade	Doutorado	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Laboratório de comunicação, cognição e computação em projeto	16
			Morfologia da Arquitetura e do Urbanismo	
Arivaldo Leão de Amorim	Doutorado	Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e Tecnologias Digitais	14
Sérgio Leal Ferreira	Doutorado	Universidade de São Paulo (USP)	Tecnologia Computacional para Construção Civil	13

Fonte: Machado; Ruschel; Scheer (2017).

Checucci (2019) pesquisou as teses e dissertações defendidas no Brasil entre 2013 a 2018 que tratam da Modelagem da Informação na Construção, analisando 143 pesquisas, sendo 19 teses, 105 Dissertações de Mestrado e 19 de Mestrado Profissional, representando

uma média de 20 trabalhos publicanos por ano, conforme o Gráfico 1, indicando o interesse da comunidade científica em resolver as questões sobre o BIM.

Gráfico 1 - Distribuição de trabalhos encontrados por ano



Fonte: Checucci (2019).

### 3.5 Macro Adoção BIM

A adoção do BIM em escala macro, envolvendo um conjunto de organizações, instituições e diversos *stakeholders*, ou seja, em uma cadeia, seja estadual, regional ou nacional, necessita uma abordagem diferente da visão específica da organização, proposta por Succar (2009). Neste sentido, Succar e Kassem (2015) desenvolveram conceitos estruturais e modelos de implantação, difusão e mensuração da maturidade Macro BIM que serão apresentados a seguir.

A implantação macro do BIM deve ter uma abordagem dividida em três fases: (I) Pré-Implantação ou Prontidão BIM (*BIM readiness*); (II) Implantação ou Capacidade BIM (*BIM capability*); (III) Pós-Implantação ou Maturidade BIM (*BIM Maturity*) (SUCCAR, KASSEM, 2015).

A Fase I, denominada Prontidão BIM, consiste no status de Pré-Implantação, ou seja, representa a propensão do mercado ou uma organização em adotar as ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM. Esta fase consiste em atividades de planejamento e preparação antes da implantação (SUCCAR, KASSEM, 2015).

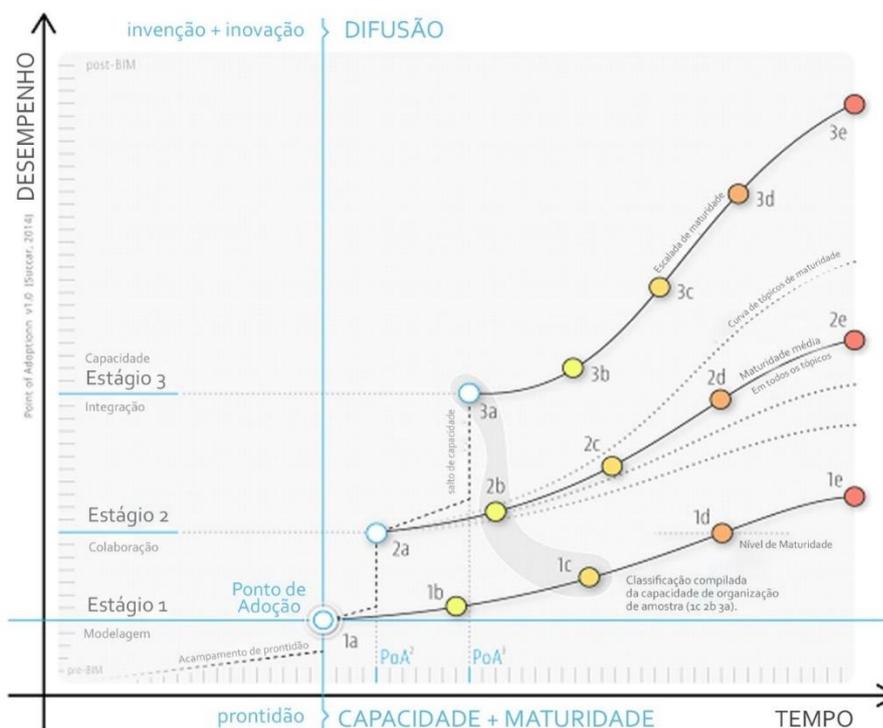
A Fase II, Capacidade BIM, é a implantação das ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos BIM. Ela é alcançada através de estágio BIM, desenvolvidos por Succar (2010) e apresentados neste trabalho na seção 4.2.11. Ela abrange diversas tecnologias processos e

políticas e é expressa como a capacidade mínima de uma organização entregar um resultado mensurável (SUCCAR; KASSEM, 2015).

A Fase III, Maturidade BIM, trata-se da pós-implantação, sendo a melhoria contínua e gradual na qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro das capacidades BIM, expressa nos cinco níveis de maturidade desenvolvidos por Succar (2010) e apresentados neste trabalho na seção 4.2.11 (SUCCAR; KASSEM, 2015).

As três fases supracitadas de implantação BIM, estão representadas no modelo Ponto de Adoção (PoA), ilustrado pela Figura 19 (SUCCAR; KASSEM, 2015). O termo PoA identifica as conjunturas entre as fases. O PoA é quando uma organização, após um período de planejamento e preparação, adota com sucesso a modelagem baseada em objetos, ferramentas e fluxos de trabalho BIM. O PoA<sup>2</sup> marca a capacidade inicial de passar de capacidades sem BIM (status pré-BIM), para a capacidade mínima de BIM (Estágio I). Ao decorrer da interação da organização com outros adotantes do BIM, há um segundo salto (Estágio II), marcando a capacidade da organização de envolver-se em colaborações baseadas em modelos. Como a organização inicia uma interação com diversas partes, ela começa a relacionar-se em toda a cadeia de suprimentos, realizando um terceiro salto (Fase III), adotando ferramentas, processos e protocolos baseados em rede (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Figura 19 – Modelo de Ponto de Adoção v1.1



Fonte: Succar, Kassem (2015), traduzido pelo autor.

Tendo em vista a apresentação dos conceitos estruturantes, Succar e Kassem (2015) apresentam cinco modelos de Macro Adoção BIM, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Modelos de Macro Adoção BIM

<b>Modelo de Macro Adoção</b>	<b>Uso Pretendido e Escalas Organizacionais aplicáveis</b>
Áreas de Difusão	Estabelecer as áreas de difusão a serem avaliadas.
Componentes da Macro Maturidade	Avaliar a maturidade do BIM dos países de forma holística, utilizando uma matriz comparativa ou usando granularmente métricas específicas de cada componente.
Dinâmica da Macro Difusão	Avaliar e comparar as pressões direcionais e mecanismos que afetam a forma como a difusão se desdobra dentro de uma população.
Ações Políticas	Identificar, avaliar e comparar as ações que os formuladores de políticas tomam ou podem tomar para facilitar a adoção em todo mercado.
Responsabilidades de Macro Difusão	Avaliar e comparar os papéis desempenhados pelos diferentes grupos interessadas na facilitação da difusão dentro e entre mercados.

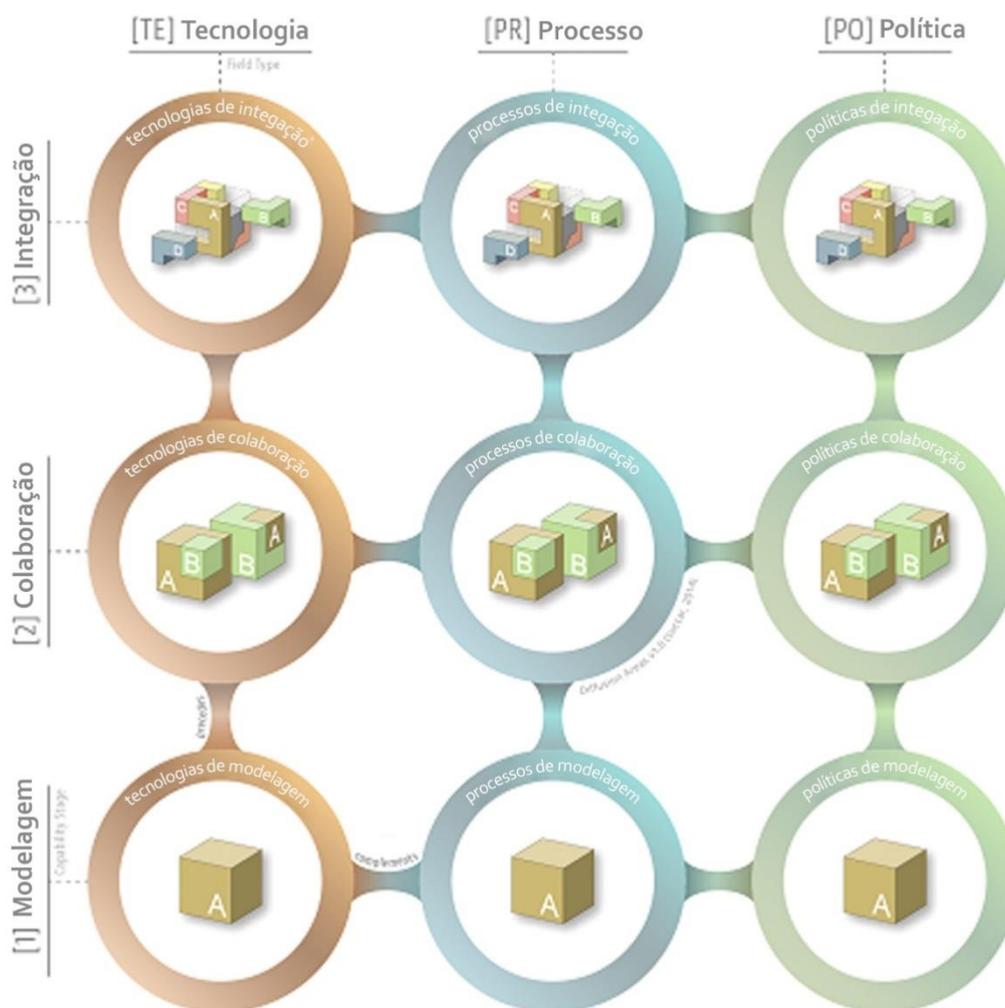
Fonte: Succar, Kassem (2015), traduzido pelo autor.

### 3.5.1 *Modelo Áreas de Difusão*

O modelo de Áreas de Difusão esclarece como Campos BIM, vistos na seção 2.3.1 interagem com os Estágios BIM, apresentado na seção 2.3.3, gerando nove áreas para análise de difusão e planejamento BIM, ilustrado pela Figura 20 (SUCCAR; KASSEM, 2015).

As nove áreas de difusão podem ser avaliadas de forma independente ou coletivamente. As áreas, suas subdivisões e combinações estruturadas fornecem uma oportunidade para avaliações granulares de difusão BIM dentro de uma população de organizações que adotaram o BIM.

Figura 20– Modelo de áreas de difusão

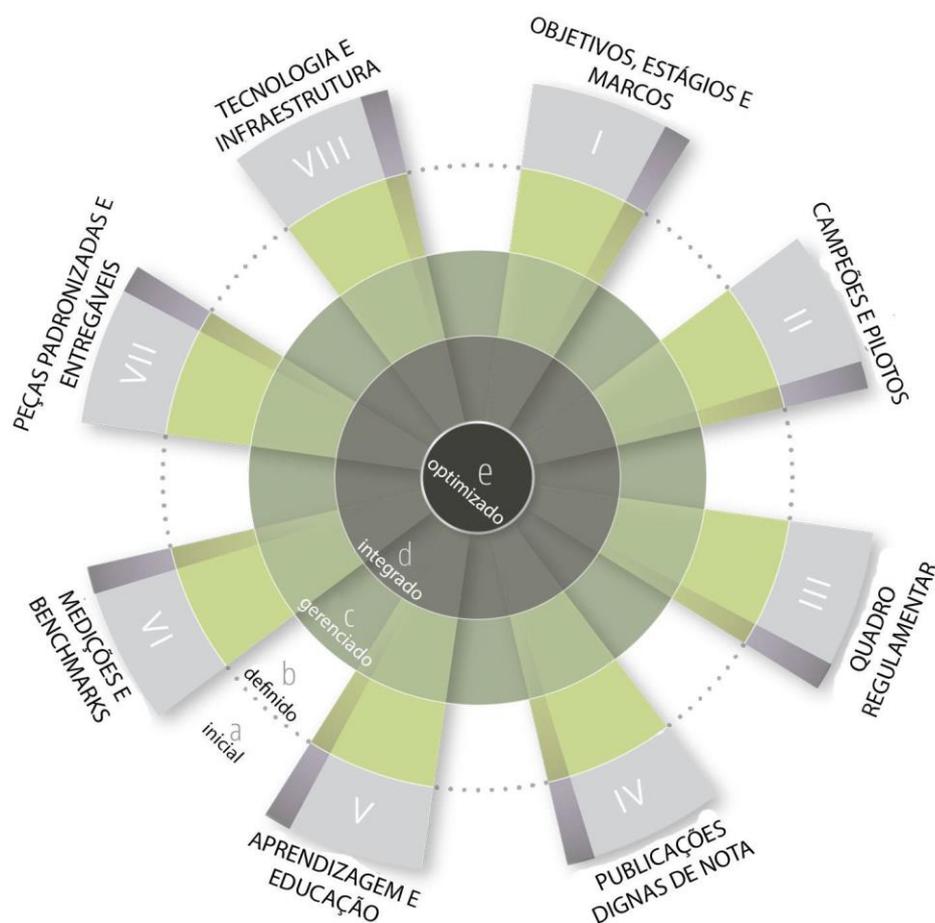


Fonte: Succar; Kassem (2015).

### 3.5.2 Modelo Componentes da Macro Maturidade

A implantação Macro em BIM, desenvolvido por Succar e Kassem (2015), está baseada em oito componentes complementares: Objetivo; Estágios e Marcos; Campeões e pilotos; Quadro Regulamentar; Publicações dignas de nota; Aprendizagem e educação; Medições e benchmarks; Peças padronizadas e entregáveis; Infraestrutura e tecnologia, conforme ilustrado na Figura 21 e explicado suas definições nos Quadros 8 e 9. A mensuração da maturidade está apresentada no seção 4.2.12.

Figura 21 - Componentes de Macro Maturidade BIM



Fonte: Succa e Kassem (2015), adaptado e traduzido por Rodrigues (2018).

Quadro 08 – Definições Macro BIM

Componente	Definição
Objetivo, Estágios e Marcos	A ciência do status da maturidade atual para o planejamento de metas futuras, com a existência de objetivos claros acerca das políticas BIM. A alta maturidade neste componente consiste em uma constante revisão de objetivos e metas, totalmente integrados com o avanço tecnológico, enquanto a baixa maturidade representa a ausência de objetivos e metas.
Campeões e Pilotos	São organizações, grupos ou pessoas que assumem o compromisso de disseminar a eficácia de um sistema ou processo inovador para os potenciais usuários. Existem dois tipos neste componente: <u>Campeões</u> : são os desenvolvedores de soluções de software ou processo <u>Pilotos</u> : São os executores da estratégia de disseminação do BIM top-down, de cima-para-baixo. Além de testar as soluções, são os responsáveis pela disseminação em larga escala do BIM.

Fonte: Succar e Kassem (2015), adaptado e traduzido pelo autor.

Quadro 9 – Definições Macro BIM

Componente	Definição
Quadro Regulamentar	Aborda os contratos, direitos de propriedade intelectual e gerenciamento de riscos. A maturidade deste componente inicia-se quando não há nenhum suporte regulatório até quando esteja tudo integrado com os componentes Macro BIM.
Publicações Dignas de Nota	Desenvolvimento de guias, protocolos e mandates, com o objetivo de nortear e incentivar o uso do BIM. A disponibilidade e distribuição destes documentos formam uma métrica para estabelecer a maturidade BIM nesse componente.
Aprendizado e Educação	Ações educacionais abrangendo conceitos, ferramentas e fluxos de trabalho BIM. A maturidade inicia-se quando os provedores do conhecimento não possuem capacidade de ministrar a educação BIM, até a formação do profissional estar baseada em BIM.
Medições e Benchmarks	Consiste em realização de projetos e avaliações das capacidades BIM de indivíduos, organizações e grupos. Trata-se da criação de benchmarks e o desenvolvimento de métricas para o mercado melhorar o desempenho dos agentes BIM. A alta maturidade representa a padronização de métricas e benchmarks dos requisitos de projeto e fluxo de trabalho e determinação de entregáveis.
Peças Padronizadas e Entregáveis	Padronização dos objetos à serem utilizados nos modelos BIM, dos entregáveis, dos bancos de dados. O alto nível de maturidade BIM representa bibliotecas de objetos padronizadas como referências e serviços contratados baseados em requisitos do modelo.
Infraestrutura tecnológica	Disponibilidade e acessibilidade de softwares, hardwares e sistema de rede, como também sistemas de troca de informações e armazenamento dos modelos.

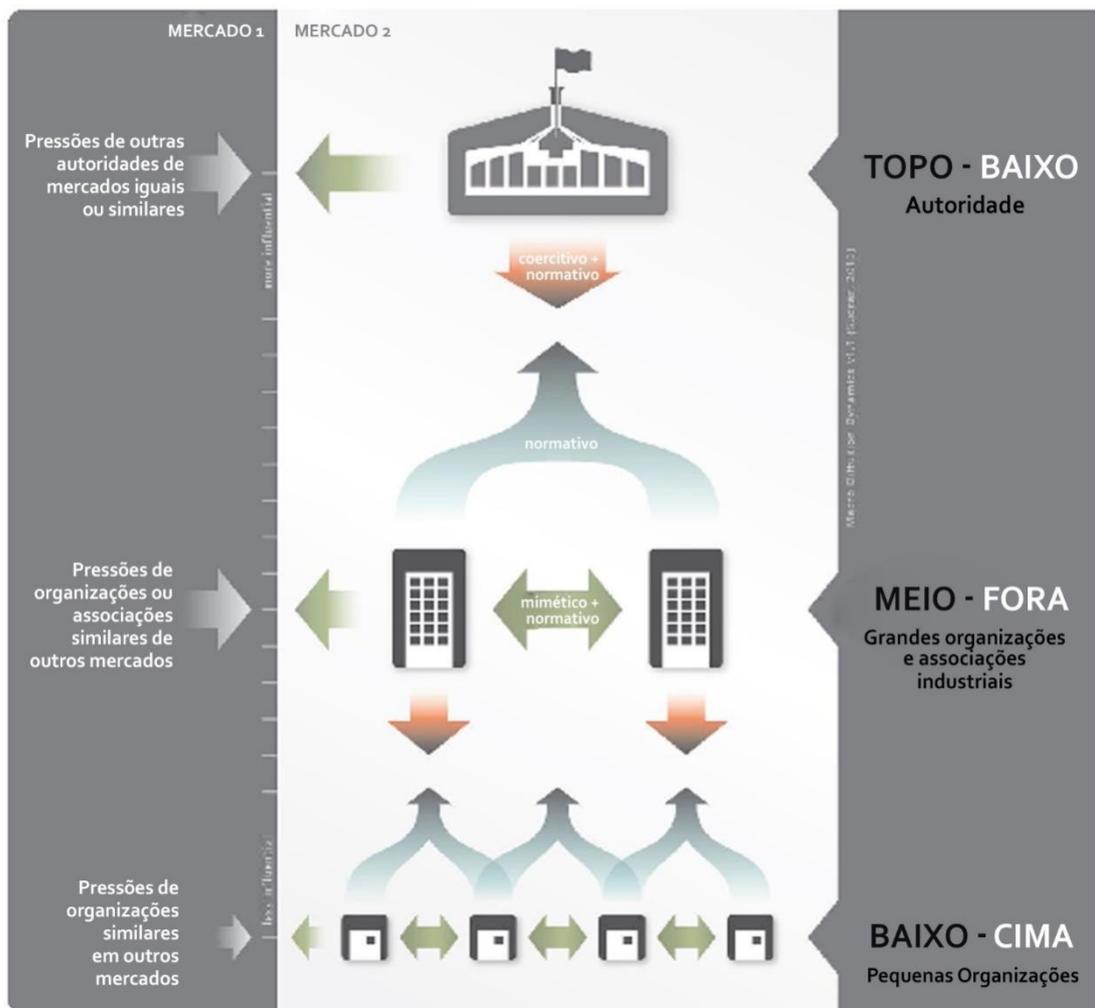
Fonte: Succar e Kassem (2015), adaptado e traduzido pelo autor.

### 3.5.3 Modelo Dinâmica da Macro Difusão

A disseminação do BIM em uma organização ou a um nível de mercado, pode ocorrer de *bottom up* (de baixo para cima), *top down* (de cima para baixo) ou *middle-out* (do meio para fora), conforme ilustra a Figura 22 (SUCCAR; KASSEM, 2015).

A disseminação de *bottom up*, não existe coerção. Em um nível macro, pode ocorrer por uma ou mais organizações que paulatinamente se torna uma prática disseminada no mercado, podendo levar tempo, como por exemplo, uma iniciativa de um funcionário de uma organização, na qual o gerente acata a intenção. A disseminação *top down* acontece quando uma autoridade de uma organização ou poder público determinam que haja adoção. A disseminação *middle out* é considera uma abordagem mais sutil, pois ocorrer quando as organizações da cadeia, que incentivam novas soluções, impulsionam os setores que estão abaixo e acima de si. (SUCCAR; KASSEM, 2015). O Quadro 10 apresenta a matriz de difusão.

Figura 22 - Modelo de dinâmica de difusão macro



Fonte: Succar, Kassem (2015), traduzido pelo autor.

Quadro 10 – Matriz da Dinâmica da Macro Difusão

Dinâmica de Difusão	Macro Ator, Transmissor	Mecanismo de Pressão	Recipiente de Pressão	Tipo de pressão isomórfica
De cima para baixo	Órgão Governamental ou Regulador	Para baixo	Todas partes interessadas se enquadram na influência exercida	Coercitivo Normativo
Meio para fora	Grandes empresas ou Associações industriais	Horizontal	Governos e autoridades em outros mercados	Mimético
		Para Baixo	Organizações menores, mais abaixo na cadeia, membro de associações industriais	Coercitivo Normativo Mimético
		Para cima	Governos e órgãos reguladores dentro do mercado	Normativo
		Horizontal	Outras grandes organizações e órgãos industriais dentro ou fora do mercado	Mimético Normativo
De baixo para cima	Pequenas empresas	Para cima	Organizações maiores e órgãos do setor	Normativo
		Horizontal	Outras pequenas organizações	Mimético Normativo

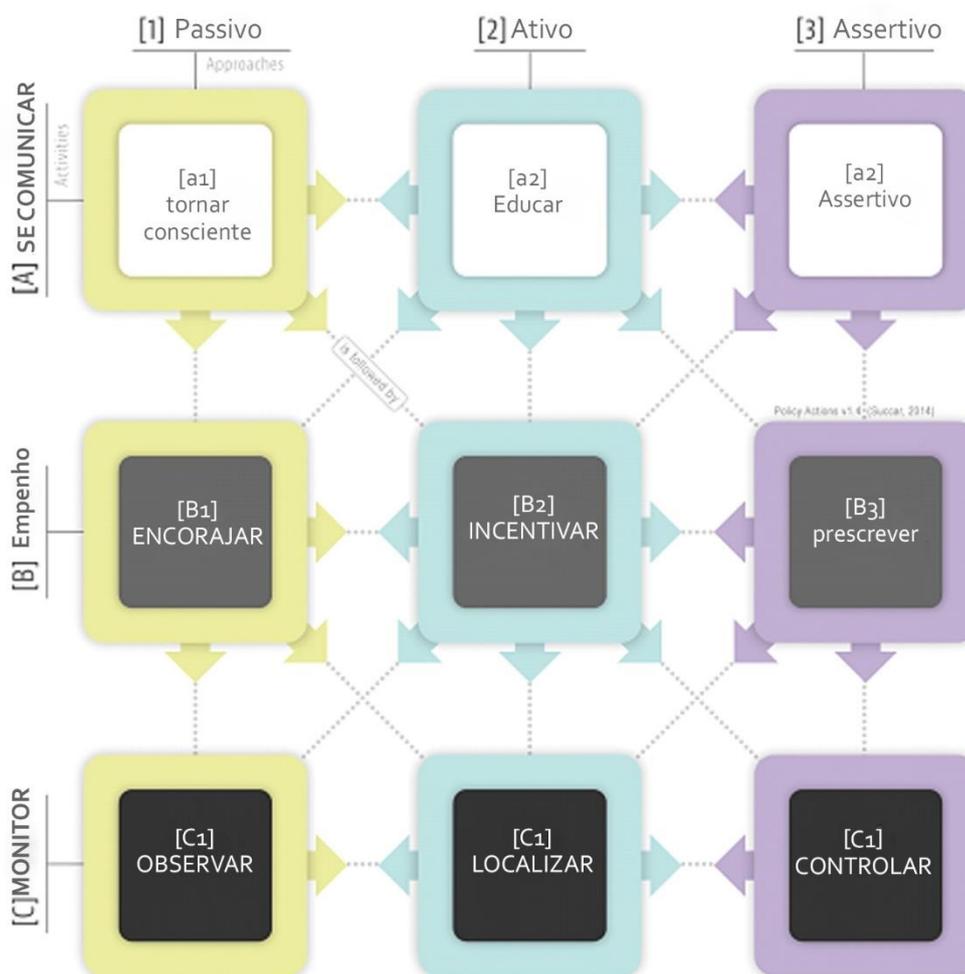
Fonte: Succar e Kassem (2015), adaptado e traduzido pelo autor.

### 3.5.4 Modelo Ações Políticas

O modelo concentra ações que um potencial formulador de políticas pode influenciar todo o mercado. Ele identifica três atividades (Comunicar, Envolver e Monitorar), mapeadas contra três abordagens de implementação (Passiva, Ativa e Assertiva) para gerar novas políticas, conforme ilustra a Figura 23. O modelo identifica nove ações (quadrados) e representa a relação entre eles (setas direcionais e pontilhadas). As três abordagens dentro de

cada atividade buscam esclarecer a disponibilidade, benefício ou a necessidade de um novo sistema ou processo, para avaliar comportamentos da adoção, seus desafios e resultados (SUCCAR; KASSEM, 2015).

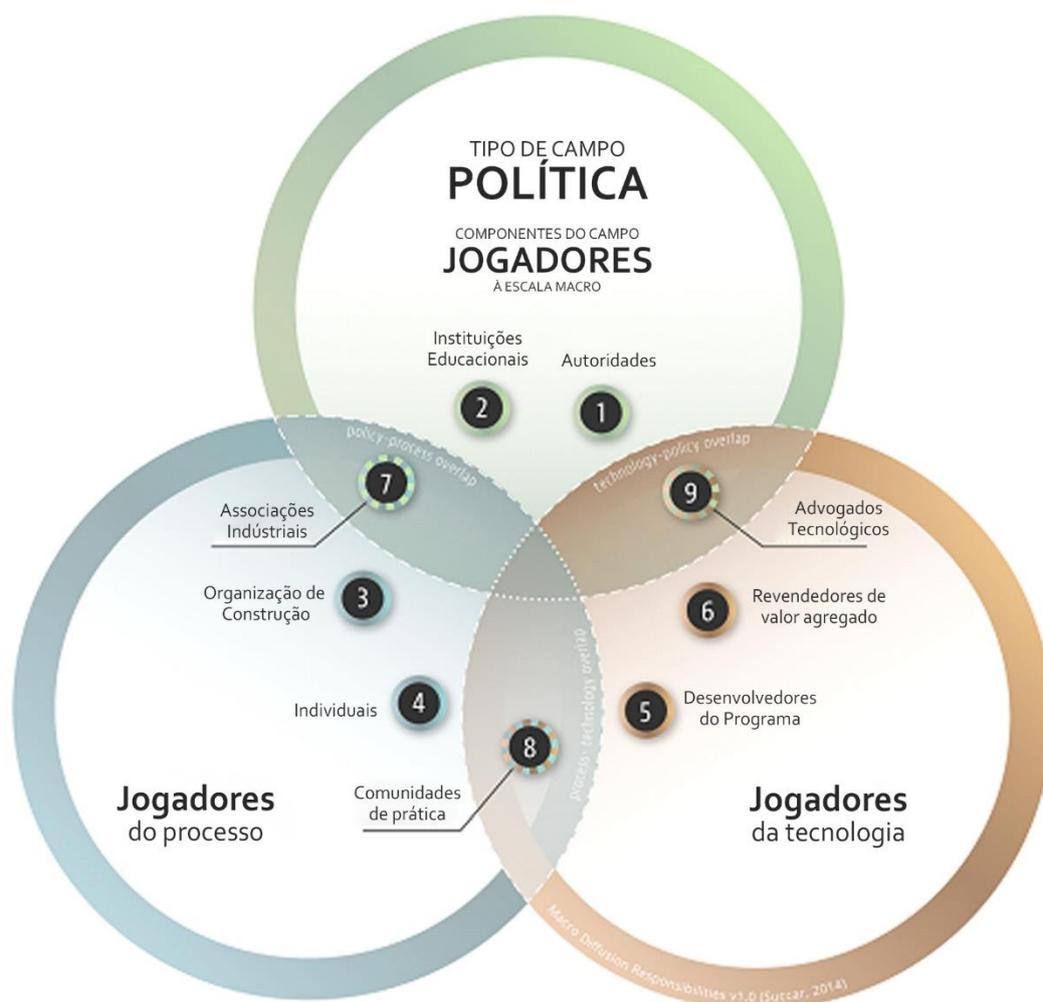
Figura 23– Modelo Ações Políticas



### 3.5.5 Modelo Responsabilidades de Macro Difusão

O modelo analisa a difusão do BIM através de papéis desempenhados pelas partes interessadas do setor, como uma rede de atores. Inicialmente ele identifica nove grupos de *stakeholders* BIM, distribuídos nos três campos BIM (tecnologia, processos e política) ou em suas sobreposições, conforme Figura 24. A descrição de cada grupo de *stakeholders* e como esta divisão pode ser usada para avaliar a difusão do BIM é apresentada na Tabela 8 (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Figura 24 – Modelo de Macro Difusão de Responsabilidades



Fonte: Succar e Kassem (2015), traduzido pelo autor.

Succar e Kassem (2015) fazem uma correlação entre os modelos Componentes da Macro Maturidade e a Responsabilidade da Macro Difusão, propondo ações de liderança, apoio e participação para cada stakeholder nos componentes da maturidade macro BIM. Ela está ilustrada na Figura 25, em que ele identifica quem está fazendo o quê (avaliação de difusão) ou quem deve estar fazendo o quê (planejamento de difusão). A Matriz é composta por nove categorias de BIM Players, ou Agentes BIM, que se encontram no eixo Y, enquanto o eixo X contém as oito categorias de Maturidade Macro BIM, vistos anteriormente. A intersecção dos eixos representa os papéis de que cada um está ou deveria está exercendo.

Tabela 8 – Matriz de responsabilidades da macro difusão

Campo Política		Campo Processo		Campo Tecnologia	
<b>1</b>	<b>Criadores de Políticas</b> Autoridades envolvidas em legislações, regulamentações ou que facilitam a adoção de sistemas inovadores em toda uma indústria ou mercados internos.	<b>3</b>	<b>Organizações de Construção</b> Os atores organizadores envolvidos na implantação de sistemas e processos inovadores.	<b>5</b>	<b>Desenvolvedores de Tecnologia</b> Provedores de soluções de softwares, hardwares e rede com soluções direcionadas a indústrias inteiras ou específicas.
<b>2</b>	<b>Instituições de Ensino</b> Universidades e outras instituições de ensino e desenvolvimento/fornecimento de programas educacionais.	<b>4</b>	<b>Praticantes Individuais</b> Praticantes, incluindo profissionais e estudantes, envolvidos em aprender ou aplicar sistemas e processos inovadores.	<b>6</b>	<b>Servidores de Tecnologia</b> Empresas de provedores de servidores e tecnologias.
Sobreposição Política-Processo		Sobreposição Processo-Tecnologia		Sobreposição Política-Tecnologia	
<b>7</b>	<b>Associações Industriais</b> Associações que representam os interesses de seus membros individuais/organizacionais dentro de uma indústria, setor ou disciplina específica.	<b>8</b>	<b>Comunidade de Prática</b> Grupos informais de praticantes individuais com um interesse comum em um determinado software específico, ou solução de hardware ou rede.	<b>9</b>	<b>Advogados de Tecnologia</b> Um grupo formal de indivíduos e organizações focada no desenvolvimento e promoção de padrões e políticas centradas em tecnologias.

Fonte: Succar e Kassem (2015), adaptado e traduzido pelo autor.

Figura 25–Matriz de função de difusão

		COMPONENTES DE MACRO MATURIDADE							
		OBJETIVOS, ETAPAS E MARCOS	CAMPEÕES E PILOTOS	QUADRO REGULAMENTAR	PUBLICAÇÕES DIGNAS DE NOTA	APRENDIZAGEM E EDUCAÇÃO	MEDIÇÕES E BENCHMARKS	P. PADRONIZADAS E ENTREGÁVEIS	INFRAESTRUTURA E TECNOLOGIA
MACRO GRUPOS DE PALYERS	CRIDADORES DE POLÍTICAS	A	A	A	B	B	A	B	C
	INSTITUIÇÕES DE ENSINO	B	B	A	A	A	B	C	C
	ORGANIZAÇÕES DE CONSTRUÇÃO	B	A	B	B	B	A	A	B
	PRATICANTES INDIVIDUAIS	C	C	C	C	A	C	C	C
	DESENVOLVEDORES DE TECNOLOGIA	C	C	C	C	B	C	B	A
	SERVIDORES DE TECNOLOGIA	C	C	C	B	A	C	B	A
	ASSOCIAÇÕES INDUSTRIAIS	B	B	A	A	B	A	C	C
	COMUNIDADES DE PRÁTICA	C	B	C	B	B	C	A	C
	ADVOGADOS DE TECNOLOGIA	A	A	B	A	B	B	A	B

[A] LIDERANDO, [B] APOIANDO & [C] PARTICIPANDO

Fonte: Kassem, Succar (2017), adaptado e traduzido por Rodrigues (2018).

## 4 MATURIDADE BIM

O presente capítulo tem por objetivo apresentar a Maturidade BIM, destacando os seus conceitos, métodos de mensuração encontrados na literatura, como forma de construir um arcabouço teórico para mensuração da maturidade BIM, proposto como objetivo específico deste trabalho.

### 4.1 Conceitos

O conceito de maturidade já existe em outros setores industriais. Os modelos de maturidade de capacidade identificam um conjunto de melhorias, de processos que permitem que os implementadores alcancem benefícios significativos (SUCCAR, 2009). Para mensurar a maturidade, deve-se englobar as melhorias graduais e contínuas em qualidade, repetibilidade e previsibilidade, dentro da Capacidade BIM disponível (SUCCAR, 2009). Liang et al. (2016) sugerem a utilização de modelos de maturidade para a adequada implementação do BIM, com o intuito de contribuir não apenas com a medição do índice de maturidade geral, mas também para revelar as diferentes etapas do desenvolvimento do BIM em áreas como tecnologias, processos e protocolos.

Conceitos sobre capacidade e maturidade têm sido criados para proporcionarem uma melhor percepção acerca do rápido crescimento e da diversidade de aplicação do BIM (SEBASTIAN; BERLO, 2010). A capacidade BIM pode, então, ser definida como a habilidade para gerar entregáveis e serviços, ao passo que a maturidade pode ser compreendida como a extensão, a profundidade, a qualidade, a previsibilidade e a repetitividade dessa habilidade na realização de uma tarefa ou entrega de um serviço ou produto BIM (SUCCAR, 2009a), ou seja, indica o grau de avanço da utilização do BIM (JUNG e JOO, 2011).

Assim, os modelos BIM variam quanto aos níveis de maturidade, apresentando, por exemplo, entre cinco (IU, 2009; SUCCAR, 2010) e dez níveis (NIBS, 2007), variando conforme o método adotado para mensuração. Em geral, a progressão do nível de maturidade de um projeto ou empresa indica um melhor controle por parte dos gestores. Um maior nível de maturidade promove maior aproximação entre os objetivos traçados e os resultados realmente alcançados, além de apontar para uma melhor previsibilidade e previsão por meio da estabilidade no desenvolvimento das competências, performance e custos, permitindo o estabelecimento de metas mais ambiciosas (SEBASTIAN; BERLO, 2010).

Em virtude das perceptivas em alcançar maior maturidade e evolução, diversas pesquisas apontam para o interesse das empresas pela aplicação de ferramentas capazes de mensurar os benefícios advindos da implantação do BIM e avaliar suas capacidades e maturidade a fim de direcionar as tomadas de decisões (SEBASTIAN; BERLO, 2010; CHEN; COX; DIB, 2012; SHER et al., 2012; VAN BERLO; HENDRIKS, 2012; CHEN; DIB; F. COX, 2014; LIANG et al., 2016). Portanto, as matrizes de maturidade consistem em ferramentas de conhecimento (SUCCAR, 2009) ou de avaliação rápidas e precisas adequadas para estimar a habilidade de entregar serviços em BIM (SEBASTIAN; BERLO, 2010).

Esses modelos são capazes de fornecer uma direção para alinhar futuras decisões, com o objetivo de colher todos os benefícios do uso do BIM. Ao avaliar a maturidade em uma empresa ou em um nível da indústria, o modelo fornece um meio de benchmarking e referências úteis para o desenvolvimento de estratégias de maturação (LIANG et al., 2016). Um exemplo disso está na análise de investimentos e retornos a serem feitos ao se comparar os novos níveis de maturidade atingidos por uma empresa e os níveis apresentados anteriormente (BARLISH; SULLIVAN, 2012).

## **4.2 Modelos de Maturidade BIM**

Diversos modelos de matrizes de maturidade têm sido desenvolvidos, cobrindo duas principais categorias: aquelas que avaliam a maturidade de projetos individuais e aquelas que avaliam a maturidade das organizações que estão implementando o processo (GIEL; ISSA, 2013).

### **4.2.1 *Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)***

O *Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)*, ou Modelo de Maturidade da Capacidade Interativa, foi desenvolvido pelo *National Building Information Modeling Standard (NBIMS)* em 2007 e atualizado em 2009. Ele tem por objetivo auxiliar a mensurar a maturidade BIM de uma organização, avaliando um conjunto de 11 tópicos, classificando a maturidade através de 10 níveis (NIST, 2015; NIBS, 2007; SUERMANN et al., 2008).

O modelo é direcionado para AECO a fim de ajudá-los a avaliar o nível de maturidade da implementação do BIM nas práticas atuais de seus negócios, bem como para traçar metas para as suas operações futuras a fim de alcançar um maior nível de maturidade. A matriz é dividida em um eixo X, que corresponde a onze áreas de interesse, e um eixo Y referente aos níveis de maturidade que variam de 1 a 10, sendo o nível 10 o mais avançado,

conforme ilustrado um trecho pela Figura 26 e apresentado no Anexo I. Nesse modelo, há busca para se alcançar o sucesso na utilização do BIM por meio da visão das partes interessadas que irão trabalhar ou exigir informações do processo BIM, podendo ser considerado apenas um guia ou ponto de partida para melhorar as atividades dos usuários (NIBS, 2007).

Figura 26- *Interactive Capability Maturity Model*

<b>Maturity Level</b>	<b>A Data Richness</b>	<b>B Life-cycle Views</b>	<b>C Roles Or Disciplines</b>	<b>G Change Management</b>	<b>D Business process</b>	<b>F Timelines, Respons</b>
<b>1</b>	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Respo Info manuall collected - 5
<b>2</b>	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Respo Info manuall collectec

Fonte: NIBS (2007).

#### 4.2.2 *BIM Proficiency Matrix – Indiana University*

Foi desenvolvido pela *Indiana University* em 2009, com o intuito inicialmente de auxiliar a equipe interna a pré-qualificar sua cadeia de fornecimento. Atualmente, a matriz é utilizada para avaliar a capacidade e habilidade de uma organização em trabalhar em um ambiente BIM. Para realizar essa avaliação, é necessário exemplificar ações realizadas em projetos reais executados em BIM, apresentando as experiências aplicadas em cada uma das oito categorias que a matriz é dividida. São atribuídos escores à medida que os projetos reais atendem aos requisitos estabelecidos nas categorias, cujo somatório das pontuações corresponde a sua maturidade (IU, 2009).

A matriz avalia oito categorias, classificando a maturidade BIM através de cinco níveis: trabalho em BIM (padrão mais baixo, de 0 a 12 escores); certificado BIM (de 13 a 18 escores); nível prata (de 19 a 24 escores); nível ouro (de 25 a 28 escores); e nível ideal (padrão de maturidade BIM mais alto, de 29 a 32), conforme ilustra um retalho da matriz na Figura 27 e apresentada na íntegra no Anexo IV (IU, 2009).

Figura 27 – BIM proficiency Matrix - Indiana University

IU BIM Proficiency Matrix			
Category	A - Physical Accuracy of Model	B- IPD Methodology	C- FM Data Richness
Number			
1	Basic Model Geometry Point Achieved: 0	A.1 Creation of A BIM Execution Plan Point Achieved: 0	B.1 Space Management Data C.1 Point Achieved: 0
2	Design Requirements Point Achieved: 0	A.2 Introduction of Structural and MEP Model Point Achieved: 0	B.2 Asset Management C.2 Point Achieved: 0

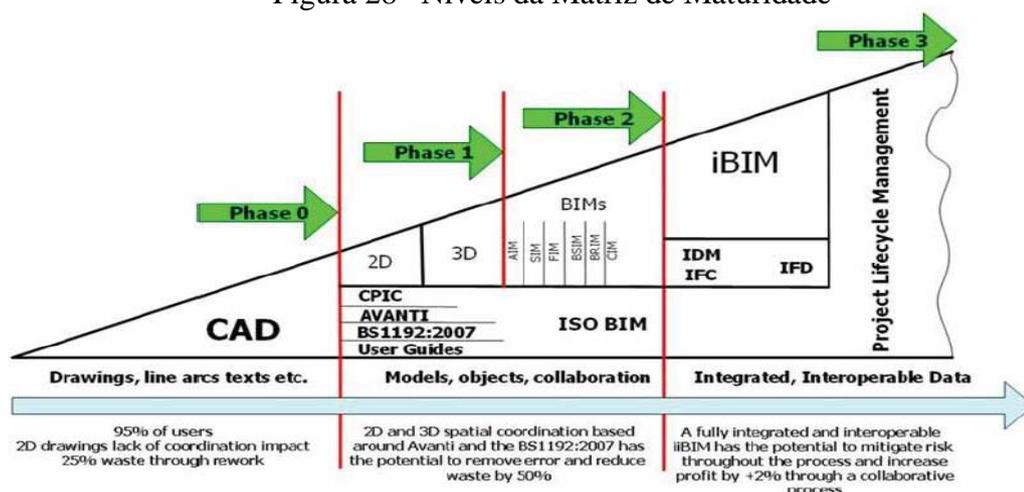
Fonte: IU (2009).

#### 4.2.3 BIM Maturity Levels (iBIM) ou Bew-Richards BIM Maturity Model

O iBIM foi desenvolvido por Mark Bew e Mervyn Richards (BIM INDUSTRY WORKING GROUP, 2011). O modelo reflete a estratégia BIM do governo do Reino Unido e outras iniciativas BIM da indústria da construção civil (SANCHEZ; HAMPSON; VAUX, 2016). Ele identifica diferentes níveis de maturidade, agrupando padrões em três níveis iniciais de BIM. A partir dessa matriz, em 2011 o Governo do Reino Unido determinou que até 2016 as construções públicas devessem atender aos requisitos Nível II (HOOPER, 2015). Apesar do modelo ser um reflexo da política estratégica do Reino Unido, inspira estratégias de implantação em vários países (SANCHEZ; HAMPSON; VAUX, 2016).

O modelo possui quatro fases: 0 (zero), 1 (um), 2 (dois) e 3 (três), conforme ilustra a Figura 28. O Nível 0 é o uso do CAD para práticas tradicionais (SINCLAIR, 2012), não gerenciado em via eletrônica como provável troca de dados, sem nenhuma integração entre os arquivos (SACKEY; TUULI; DAINTY, 2013). O Nível 1 reconhece o aumento do uso de informações 2D e 3D, com uso de *softwares* BIM aplicados desde os projetos conceituais. Geralmente, uma única disciplina em BIM (SINCLAIR, 2012), mas sem integração (SACKEY, TUULI; DAINTY, 2013). O Nível 2 fornece informações em formato 3D com diversos membros da equipe de projeto criando e mantendo seus modelos individuais. Os modelos, chamados de federados, são interoperáveis (SACKEY; TUULI; DAINTY, 2013). Ele exige a eliminação das subcontratações e promove a integração entre os projetistas. (SINCLAIR, 2012). No Nível 3 surge os maiores desafios, por se tratar de um modelo único e colaborativo (SINCLAIR, 2012). Trata-se de um projeto aberto e com a integração de dados ativa por Internet, compatíveis aos padrões IFC. Ele é considerado um processo integrado, de engenharia simultânea (SACKEY; TUULI; DAINTY, 2013).

Figura 28– Níveis da Matriz de Maturidade



Fonte: Bew; Richards (2008).

#### 4.2.4 BIM QuickScan

Trata-se de uma ferramenta *on-line*, desenvolvida pela *Netherlands Organisation for Applied Scientific Research* (TNO), destinado a avaliar o desempenho BIM nas organizações da Holanda, gerando um *benchmark* de desempenho. A avaliação consiste em um questionário *on-line* com 50 perguntas, distribuídas em quatro categorias: Organização e Gestão, Mentalidade e Cultura, Estrutura de Informação e Fluxo de Informações, e Ferramentas e Aplicações. As perguntas são de múltipla escolha, em que ao concluir o resultado, o respondente recebe um relatório com o seu desempenho (SEBASTIAN; BERLO, 2010; VAN BERLO et al., 2012).

#### 4.2.5 Vico BIM score

Desenvolvida pelo fornecedor de *softwares*, VICO, em 2011, o modelo é direcionado aos gerentes de construção. Consiste em um questionário *on-line*, que analisa três requisitos: a detecção de incompatibilidades, controle de prazo e orçamentação, com o objetivo de auxiliar as organizações a comparar seu desempenho junto aos demais concorrentes. Cada um dos três requisitos é classificado com base na funcionalidade e capacidade, melhores práticas e integração empresarial (VICO, 2011).

#### 4.2.6 CPIx-BIM Assessment Form

O CPIx-BIM *Assessment Form*, ou Formulário de Avaliação CPIx-BIM, consiste em um questionário desenvolvido pelo *Construction Project Information Committee* do Reino

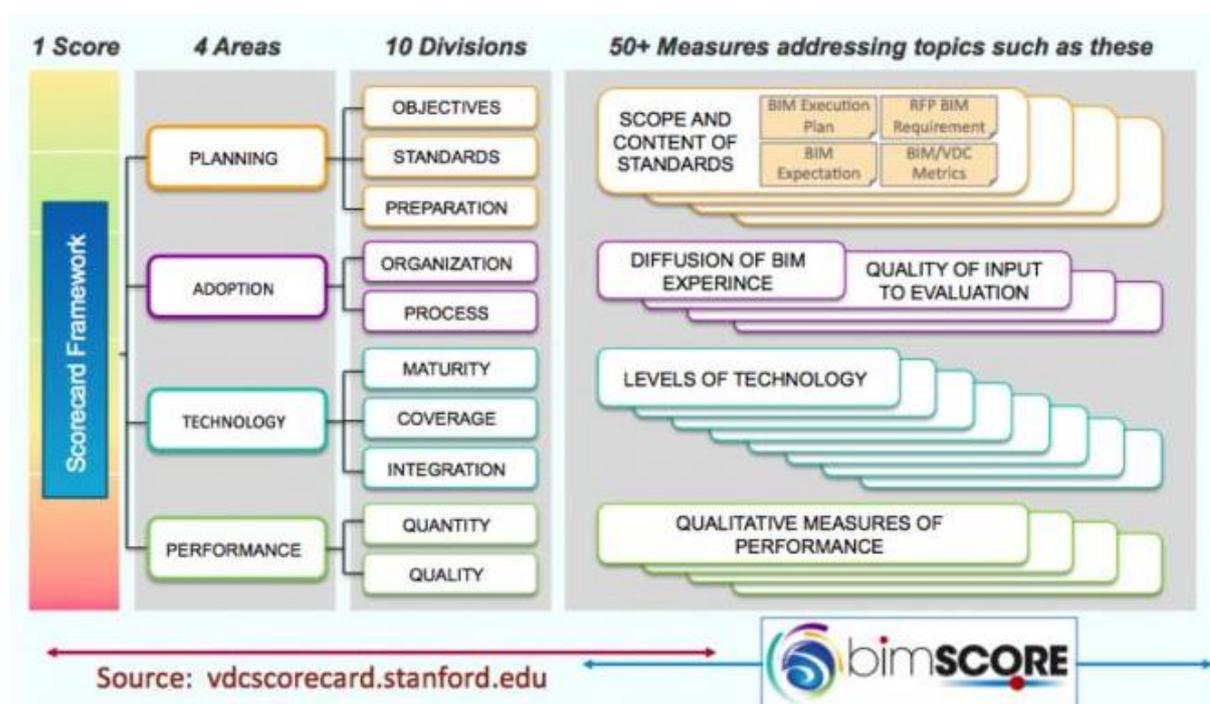
Unido. É um método significativo de avaliação da competência e maturidade BIM de um membro do projeto. Trata-se de um formulário *offline*, composto por quatro seções: (I) Perguntas de Gateway; (II) 12 Áreas BIM, (III) Experiência de Projeto BIM; (IV) Questionário de Capacidade BIM (CPI, 2011).

A primeira seção consiste em um conjunto de questões-chaves sobre a disposição da troca de dados e sua qualidade. A segunda seção é uma oportunidade de apresentação das 12 áreas do BIM, nas quais o empreendimento é beneficiado e uma oportunidade para a empresa avaliar e demonstrar a compreensão de cada uma das áreas. A terceira seção apresenta um espaço para destacar os benefícios do BIM em projetos já realizados. A quarta seção consiste em um questionário acerca das Capacidades BIM (CPI, 2016).

#### 4.2.7 *bimSCORE*

O *bimSCORE* é uma ferramenta comercial, baseada no *Virtual Design and Construction* (VDC), desenvolvida por Kam et al. (2014) no *Stanford's Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE). Ele é uma plataforma virtual *on-line*, que avalia as práticas BIM através de 10 dimensões, agrupadas em quatro áreas, totalizando mais de 50 itens mensurados, ilustrado pela Figura 29, permitindo a geração de *benchmark* com projetos anteriores ou com os concorrentes (*bimSCORE*, 2013; CIFE, 2013).

Figura 29– *bimSCORE*

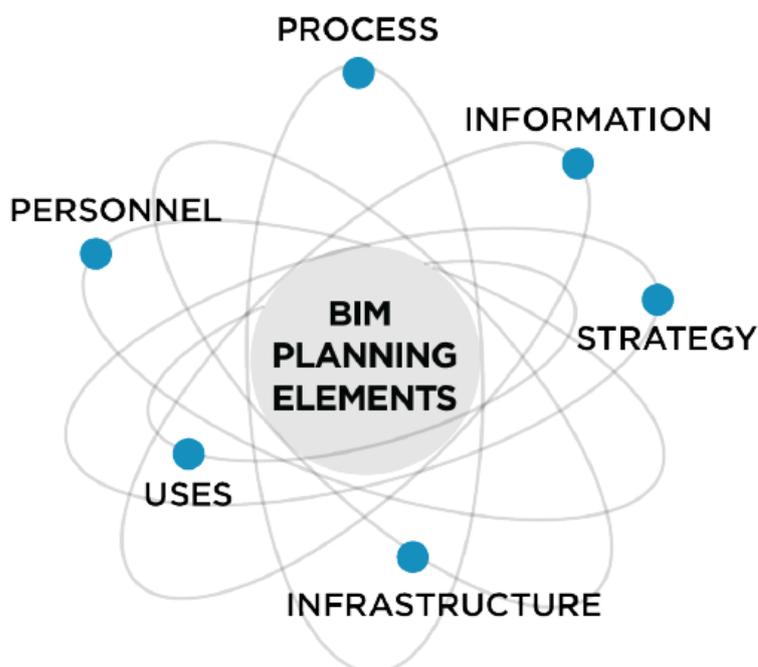


Fonte: *bimSCORE* (2013).

#### 4.2.8 The Organizational BIM Assessment Profile – PennState University

O modelo de matriz de maturidade foi desenvolvido pelo *Computer Integrated Construction*, através do *Research Programa at Pennsylvania State University*. O modelo avalia a maturidade BIM nas seis categorias que consiste os Elementos de Planejamento BIM, conforme ilustra a Figura 30: (I) Estratégia (define as metas e objetivos do BIM, avaliando a prontidão para as mudanças gerenciando seus recursos e suportes); (II) Usos (identifica a finalidade do uso BIM na organização); (III) Processos (descreve os métodos adotados para realizar o uso BIM); (IV) Informações (definindo as necessidades informacionais da organização, incluindo dados de modelo, de desenvolvimento e composição dos objetos); (V) Infraestrutura (relaciona-se às infraestruturas necessárias para a adoção do BIM, incluindo espaço físico, *hardwares*, *softwares* e rede.); (VI) Pessoal (estabelecendo papéis, responsabilidades, educação e treinamento para os participantes ativos do BIM na organização) (CIC, 2013). A maturidade é mensurada através de cinco níveis: (0) Não existe; (1) Inicial; (2) Gerenciado; (3) Definido; (4) Qualitativamente Gerenciado; (5) Otimizado (CIC, 2013). Conforme ilustra um trecho da matriz na Figura 31 e apresentado na íntegra no Anexo V.

Figura 30– Elementos de planejamento BIM



Fonte: CIC (2013).

Figura 31 - Recorte do modelo de maturidade

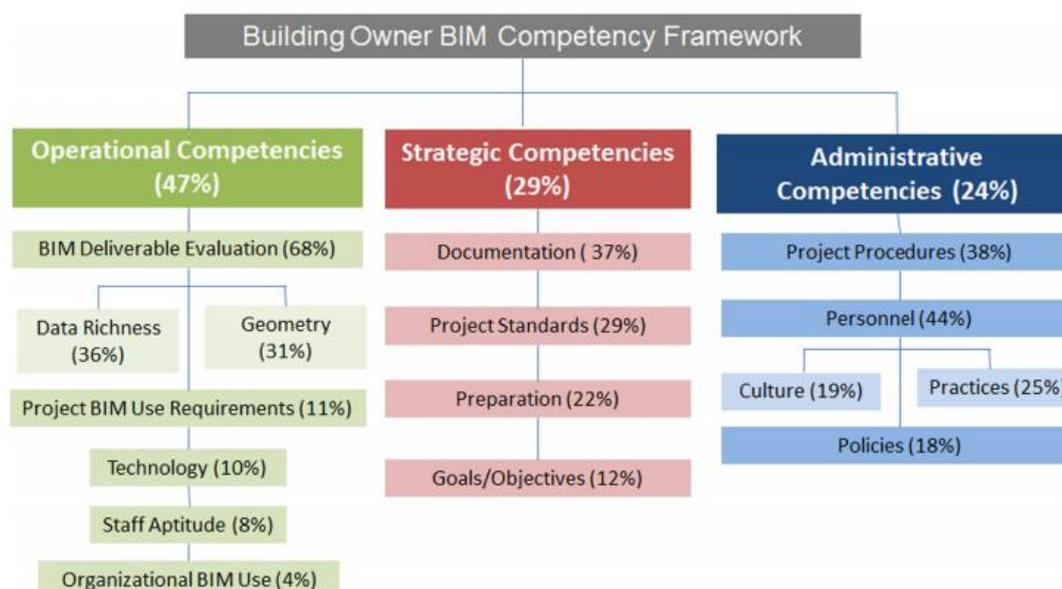
Planning Element	Description	Level of Maturity					Current Level	Target Level	Total Possible	
		0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	11	17	25
Strategy	the Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.									
Organizational Mission and Goals	A mission is the fundamental purpose for existence of an organization. Goals are specific aims which the organization wishes to accomplish.	No organizational mission or goals	Basic organizational mission established	Established basic organizational goals	Organization mission which addressed purpose, services, values (at a minimum)	Goals are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Mission and goals are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	1	3	5
BIM Vision and Objectives	A vision is a picture of what an organization is striving to become. Objectives are specific tasks or steps that when accomplished move the organization toward their goals	No BIM vision or objectives defined	Basic BIM vision is establish	Established Basic BIM Objectives	BIM Vision address mission, strategy, and culture	BIM objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and objectives are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	2	3	5
Management Support	To what level does management support the BIM Planning Process	No management support	Limited support for feasibility study	Full Support for BIM Implementation with some resource commitment	Full support for BIM Implementation with appropriate resource commitment	Limited support for continuing efforts with a limited budget	Full support of continuing efforts	3	4	5
BIM Champion	A BIM Champion is a person who is technically skilled and motivated to guide an organization to improve their processes by pushing adoption, managing resistance to change and ensuring implementation of BIM	No BIM Champion	BIM Champion identified but limited time committed to BIM initiative	BIM Champion with adequate time commitment	Multiple BIM Champions with each working Group	Executive Level BIM Support Champion with limit time commitment	Executive-level BIM Champion working closely with working group champion	3	4	5
BIM Planning Committee	The BIM Planning Committee is responsible for developing the BIM strategy of the organization	No BIM Planning Committee established	Small Ad-hoc Committee with only those interested in BIM	BIM Committee is formalized but not inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee established with members from all operative units	Planning Committee includes members for all level of the organization including executives	BIM Planning decisions are integrated with organizational Strategic Planning	2	3	5

Fonte: CIC (2013).

#### 4.2.9 Owner's BIM Competency Assessment (BIMCAT)

O *BIM Competency Assessment Tool*, ou Ferramenta de Avaliação de Competências BIM, está baseada nas pesquisas desenvolvidas por Giel (2015). O BIMCAT é destinado a proprietários de empresas de instalações, abrangendo 12 categorias de competências e medindo 66 critérios, mensurando a maturidade através de seis níveis. Sua aplicabilidade está direcionada a autoavaliação, através de um questionário, gerando um escore final de maturidade, ilustrado pela Figura 32 (SANCHEZ; HAMPSON; VAUX, 2016).

Figura 32 - Framework BIMCAT



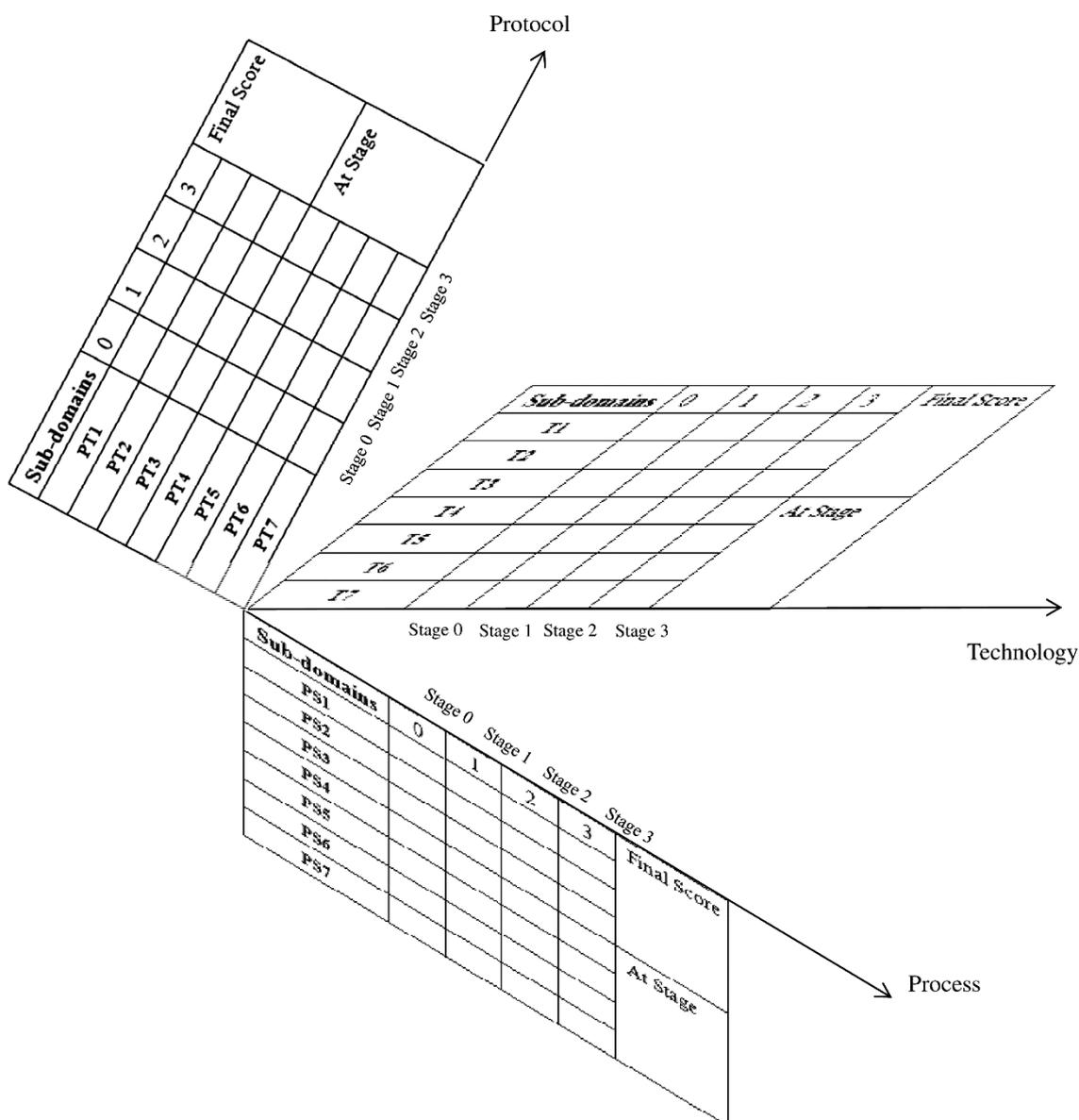
Fonte: Giel; Issa (2015).

#### 4.2.10 Multifunctional BIM Maturity Model

O *Multifunctional BIM Maturity Model*, ou Modelo Multifuncional de Maturidade BIM, foi desenvolvido por Liang et al. (2016). O Modelo é dividido em três domínios: Tecnologia (*softwares e hardwares*), Processo (processo dos negócios) e Protocolos (contratos e requisitos do cliente). É explodido em 21 subdomínios, conforme ilustrado pela Figura 33 e pelo Quadro 11.

A pontuação ocorre caso a rubrica caia no Estágio 0, situação em que a pontuação será zero. No Estágio 1, a pontuação será um e assim por diante. A pontuação final será uma média da pontuação por subdomínios (LIANG et al., 2016).

Figura 33 – Modelo multifuncional de maturidade BIM



Fonte: Liang et al. (2016).

Quadro 11 - Domínios e subdomínios do modelo multifuncional de maturidade BIM

Domínio	Subdomínio	Código
Tecnologia	Precisão da informação	T1
	Dados do modelo	T2
	Garantia da qualidade controle de qualidade	T3
	Segurança de dados e economia	T4
	Necessidades de infraestrutura de tecnologia	T5
	Elementos BIM	T6
	Especial e Coordenação	T7
Processo	Processo de Análise de choque	PS1
	Troca de dados	PS2
	Fluxo de trabalho CAD/BIM	PS3
	Coordenação do modelo interdisciplinar	PS4
	Método de entrega	PS5
	Objetivo do projeto BIM	PS6
	Suporte de gestão	PS7
Política	Interoperabilidade / suporte ao IFC	PT1
	Entregas do projeto	PT2
	Documentos e padrões de modelagem	PT3
	Processo operacional padrão	PT4
	Papeis e responsabilidades	PT5
	Expectativa de compensação	PT6
	Requisitos de dados BIM	PT7

Fonte: Liang et al. (2016), traduzido pelo autor.

#### 4.2.11 BIM Maturity Matrix (BIM<sup>3</sup>)

A *BIM Maturity Matrix* (BIM<sup>3</sup>), ou Matriz de Maturidade BIM, foi desenvolvida em 2010 por Succar (2010). Ela é uma matriz composta por um conjunto de Capacidades BIM, Estágios BIM e Níveis de Maturidade. A matriz de maturidade é uma ferramenta de conhecimento para identificar a Maturidade BIM de uma organização ou equipe de projeto.

Os principais pontos de destaque da matriz BIMMI de Succar são diferenciar os conceitos de capacidade e maturidade em todas as organizações, e definir diferentes estágios das capacidades nas quais as organizações realizam em sua jornada BIM (SEBASTIAN; BERLO, 2010). Outra importante vantagem desta matriz se refere à possibilidade de comparar a maturidade BIM entre empresas. Ao contrário de outras matrizes, criadas para realizar apenas

uma autoavaliação, o BMMI oferece quatro tipos diferentes de análise, geralmente realizadas por meio de auditoria externa por empresas especializadas (GIEL; ISSA, 2013).

Ela é composta por dois eixos, Conjuntos de Capacidades BIM e o Índice de Maturidade BIM, sendo destinada para uma autoavaliação organizacional com baixo nível de detalhe, com granularidade Nível 1 (SUCCAR, 2010). As Capacidades BIM se referem às habilidades mínimas de uma organização ou equipe para entregar resultados mensuráveis. Ela é medida através de três Estágios BIM, Modelagem, Colaboração e Integração, antecedidas pelo Pré-BIM e sucedidas pelo IPD (*Integrated Project Delivery*) (SUCCAR, 2010), conforme ilustra a Figura 34.

Figura 34 - Estágios BIM



Fonte – Succar (2010).

O Pré-BIM representa o surgimento do BIM (SACKEY, TUULI e DAINTY, 2013), em que está baseado em modelos caracterizados em apresentar informações em plataformas 2D, em que o fluxo de trabalho é linear e não há colaboração entre os envolvidos, sendo o investimento em tecnologia relativamente baixo, não havendo interoperabilidade, com modelos dependentes de documentos 2D para documentação e detalhamento (SUCCAR, 2010). Representa as práticas tradicionais de construção antes da implantação BIM (KHOSROSHAHI e ARAYICI, 2012).

O Estágio 1 está baseado em modelagem de objetos feitos em plataformas 3D, havendo uma inserção de ferramenta de modelagem próxima da realidade (SUCCAR, 2010). Nesta etapa ocorre o uso de *softwares* com funções paramétricas em 3D baseada em objetos. Nesse estágio, ainda há baixa interoperabilidade entre as disciplinas do projeto, com trocas unidirecionais de dados e comunicação desarticulada entre os envolvidos (SUCCAR; 2010; SACKEY; TUULI; DAINTY, 2013).

O Estágio 2 está baseado na colaboração dos modelos, havendo projetos colaborativos interdisciplinares (SACKEY; TUULI; DAINTY, 2013). Nessa fase, há um intercâmbio de informações entre duas disciplinas de projeto, mesmo através dois softwares

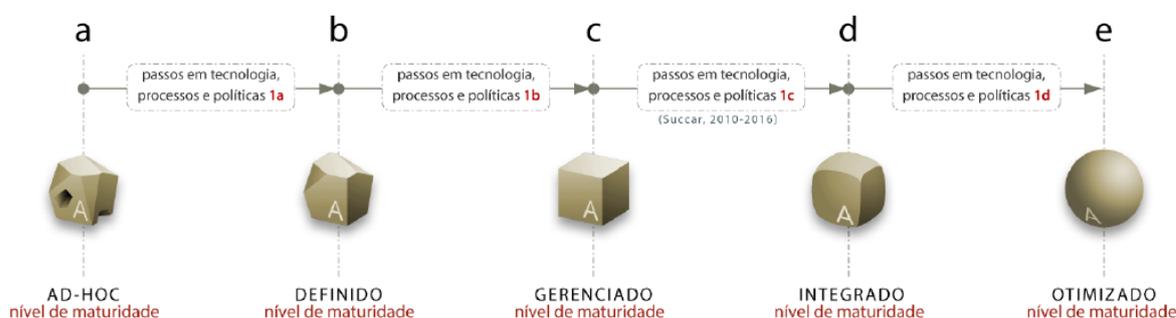
diferente, permitindo o intercâmbio de informações. Nesse estágio, com o início da troca de informações entre os modelos, permite o desenvolvimento de compatibilizações, simulações, cronogramas e quantitativos (SUCCAR, 2010).

O Estágio 3 está baseado na integração em rede, caracterizado por soluções mais robustas de interoperabilidade, havendo uma busca da melhor forma de trocar informações entre os envolvidos. Nessa fase é importante uma reconsideração entre as relações contratuais, modelos de alocação de riscos e fluxos de procedimentos bem definidos para assegurar o bom funcionamento do estágio (SUCCAR, 2010).

O IPD consiste no futuro da tecnologia, representando a vasta gama de possibilidades de aplicações e usos dos modelos (SUCCAR, 2010). O Pós-BIM, a etapa final, engloba uma vasta possibilidades e em constante evolução. Os entregáveis neste nível vão além das propriedades de objeto semântico, incorporando todas as informações de projeto necessárias em cada estágio do ciclo de vida de uma instalação (SACKEY; TUULI; DAINTY, 2013).

A Maturidade BIM se refere às melhorias graduais em qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro das Capacidades BIM disponíveis. Ela é medida dentro de cada Capacidade BIM, em uma escala gradativa, quando mais se avança no nível de maturidade, mais se está próximo de mudar de estágio. A Maturidade BIM é identificada por meio do Índice de Maturidade BIM, através de cinco níveis: Ad-Hoc ou Iniciado, Definido, Gerenciado, Integrado e Otimizado, conforme ilustra a Figura 35. O Quadro 12 apresenta as definições de cada nível de maturidade.

Figura 35 – Índices de Maturidade BIM



Fonte: Succar (2010).

Quadro 12 - Níveis de maturidade BIM

NÍVEL	DEFINIÇÃO
<b>Inicial</b>	Marcado pela falta de estratégia geral e de definição dos processos e políticas, em que uma pessoa é encarregada de toda a implantação. O uso de <i>softwares</i> é consolidado de maneira não sistemática. Além disso, quando as capacidades alcançam algum tipo de colaboração, são tipicamente incompatíveis com a maioria dos projetistas parceiros;
<b>Definido</b>	Implementação dirigida por gerentes de projetos ou diretores, em que os processos e políticas são documentados. O interesse começa a ser coletivo, contando com colaboração de projetistas parceiros. Os guias, manuais de treino, protocolos, fluxos de trabalho começam a ser utilizados. As responsabilidades são adequadamente definidas, e os riscos compartilhados e mitigados por meio de pactos contratuais.
<b>Gerenciado</b>	A visão BIM é entendida pela maioria da equipe, que trabalha por meio de detalhado plano de ação e regime de controle e monitoramento. Modelagem, representação 2D, quantificação, especificação analítica de propriedades de modelos 3D são detalhados e gerenciados dentro dos padrões da empresa. Fatores como responsabilidades, riscos e premiações são compartilhados temporariamente ou em longo prazo.
<b>Integrado</b>	Os requisitos e processos de inovação BIM são integrados de forma organizacional, estratégica, gerencial e operacional. A gestão do conhecimento é valorizada e as modelagens são bem sincronizadas entre os projetos e bem integradas aos negócios. Os papéis, competências e alvos são perfeitamente definidos, bem como a produtividade, que é marcada pela previsibilidade e consistência. A colaboração dos <i>stakeholders</i> existe desde as fases iniciais do projeto.
<b>Otimizado</b>	As estratégias, os <i>softwares</i> e os entregáveis modelados constituem aspectos continuamente revisados e melhorados. A busca proativa por inovação, oportunidades de negócios, vantagens competitivas, otimização de dados integrados, processos e recompensas compõem os objetivos centrais. Nesse nível, as responsabilidades, os riscos e as recompensas são revisados e alinhados sempre que necessário, de forma que tragam maior valor final. A prática do benchmarking torna-se comum, com o intuito de garantir o maior ganho possível em qualidade nos processos, serviços e produtos.

Fonte: Succar (2010).

As tabelas que guiam a avaliação são divididas em quatro partes: Tecnologia, Processos, Políticas e Estágios, conforme ilustra um trecho da matriz a Figura 36 e representado na íntegra no Anexo 6. Para determinação do índice de maturidade, é realizada uma pontuação em cada categoria avaliada, conforme os cinco níveis de maturidade BIM, sendo 0 (zero) pontos para o Inicial e até 40 (quarenta) pontos ao Otimizado (BIM EXCELLENCY INITIATIVE, 2016).

Figura 36 – Matriz de maturidade BIM (BIM<sup>3</sup>)

Áreas-chave de maturidade - Granularity level1		a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)
DES EM BIM o de capacidades v5.0	Software: aplicações, entregáveis e dados	O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade	O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.	A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.

Fonte: BIM Exellency Initiative (2016).

#### 4.2.12 Macro Maturity Matrix

A Matriz de Maturidade Macro está baseada nos conceitos de Macro Adoção BIM, desenvolvido por Succar e Kassem (2015), que fornece um resumo de oito componentes de maturidade, baseado nos conceitos de Macro BIM, mapeados em relação a cinco níveis do índice de maturidade BIM: (a) Baixa Maturidade, (b) Maturidade média-baixa, (c) Maturidade média, (d) Maturidade Média-alta, (e) Alta Maturidade (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Ela pode ser adotada na identificação da maturidade comparativa BIM entre mercados. Ela integra um número de subtópicos dentro de cada componente, a Nível 1 de Granularidade, em que o conteúdo de cada célula representa, parcial ou totalmente, o status do vencimento (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Os componentes de Maturidade Macro são avaliados usando o índice de maturidade BIM (BIMMI). Ao aplicar o BIMMI, as avaliações podem ser realizadas de forma holística (avaliações de descoberta, com baixos detalhes) e ou granularmente (com maiores detalhes). (SUCCAR; KASSEM, 2015). A figura 37 apresenta a Matriz de Maturidade Macro BIM.

Figura 37 – Matriz de Maturidade Macro BIM

		a low maturity	b medium-low maturity	c medium maturity	d medium-high maturity	e high-maturity
I	<b>Objectives, stages and milestones</b>	There are no market-scale BIM objectives or well-defined BIM implementation stages or milestones	There are well-defined macro BIM objectives, implementation milestones and capability stages	BIM objectives, stages and milestones are centrally managed and formally monitored	BIM objectives and stages are integrated into policies, processes and technologies and manifest themselves within all other macro maturity components	BIM objectives and stages are continuously refined to reflect advancement in technology; facilitate process innovation; and benefit from international best practices
II	<b>Champions and drivers</b>	There are no identifiable market-wide champions or BIM implementation drivers	There are one or more volunteer champions and/or informal BIM drivers operating across the market	There is a unified task group or committee driving BIM implementation/diffusion across the market	Driver(s) coordinate all macro adoption activities, minimise activity overlaps, and address diffusion gaps	Driver(s) role is diminished, replaced by optimised systems, standards and protocols
III	<b>Regulatory framework</b>	There is no formal BIM-era regulatory framework	There is a formal regulatory framework addressing basic BIM-era rights and responsibilities of a number of stakeholders	The formal regulatory framework covers all BIM-era rights and responsibilities of all stakeholders	The regulatory framework is integrated into all requirements, roles, processes and deliverables	The regulatory framework is continuously refined to reflect technological advancements and optimised collaborative workflows
IV	<b>Noteworthy publications</b>	There are no - or a small number of - noteworthy BIM publications (NBPs) across the market	There are many NBPs with overlapping knowledge content; some NBPs are redundant or collectively include knowledge gaps	NBPs are developed and/or coordinated by a single entity thus minimising overlaps and knowledge gaps	NBPs are authoritative, interconnected and integrated across project life cycle phases and the whole construction supply chain	NBPs are continuously optimised to reflect international best practices
V	<b>Learning and education</b>	BIM learning topics are neither identified nor included within legacy education/training programs; learning providers lack the ability to deliver BIM-infused education	BIM learning topics are identified and introduced into education/training programs; BIM learning providers are available across a number of disciplines and specialties	BIM learning topics are mapped to current and emergent roles; BIM learning providers deliver accredited programs across disciplines and specialties	BIM learning topics are integrated across educational tiers (tertiary, and vocational) and address the learning requirements of all industry stakeholders	BIM learning topics are infused (not separately identifiable) into education, training and professional development programs

Fonte: Succar e Kassem (2015).

Figura 38 – Matriz de Maturidade Macro BIM (continuação)

		a low maturity	b medium-low maturity	c medium maturity	d medium-high maturity	e high-maturity
	<b>and benchmarks</b>	metrics applied in measuring BIM diffusion, organizational capability or project performance	benchmark project outcomes and assess the abilities of individuals, organizations and teams across the market	used to centrally benchmark project outcomes; certify the abilities of individuals, organizations and teams; and accredit learning programs, software systems and project delivery mechanisms	benchmarks are integrated into project requirements, workflows and deliverables; consistently used in defining and procuring services; and used to prequalify the abilities of individuals, organizations and teams	continuously revised to reflect evolving accreditation requirements and international best practices
VII	<b>Standardised parts and deliverables</b>	There no market-specific <i>object libraries</i> (e.g. doors and windows); <i>service delivery model uses</i> (e.g. clash detection) and <i>operational data requirements</i> (e.g. COBie)	<i>Object libraries</i> are available yet follow varied modelling and classification norms; <i>service delivery model uses</i> and <i>operational data requirements</i> are informally defined and partially used	Standardised <i>object libraries</i> are available and used; <i>service delivery model uses</i> and <i>operational data requirements</i> are formally defined and used across all project lifecycle phases	Standardised <i>object libraries</i> , <i>service delivery model uses</i> , and <i>operational data requirements</i> are integrated into, procurement mechanisms, project workflows and lifecycle facility operations	Standardised <i>object libraries</i> , <i>service delivery model uses</i> and <i>operational data requirements</i> are continuously optimised and realigned to improve usage, accessibility, interoperability and connectivity
VIII	<b>Technology infrastructure</b>	Non-existent, inadequate or unaffordable technology infrastructure (software, hardware and networks) as to prohibit widespread BIM adoption	The technology infrastructure is of adequate quality and affordability to enable BIM implementation within organizations and diffusion across varied market sectors	The technology infrastructure is of high quality and affordability enabling the efficient exchange, storage and management of complex, federated models among dispersed project teams	The technology infrastructure is uniformly accessible and interoperable allowing real-time network-based integration across disparate systems and data networks	The technology infrastructure is intuitive and ubiquitously accessible allowing seamless interchange between all users, virtual systems and physical objects across the whole lifecycle

Fonte: Succar; Kassem (2015).

## 5 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento da metodologia adotada na pesquisa, que está dividido em: (I) Enquadramento metodológico; (II) Delineamento da pesquisa; (III) Revisão Sistemática da Literatura; (IV) Diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM; (V) Desenvolvimento do Plano de Implantação BIM.

### 5.1 Enquadramento metodológico

Teorias são redes lançadas para capturar aquilo que dominamos de mundo: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo (POPPER, 2006, p. 61). Como base na construção dessas teorias, encontram-se os métodos científicos de pesquisa, que constituem um conjunto de regras e procedimentos para a construção do conhecimento científico (ANDERY et al., 2004).

Assim, esta pesquisa teve a *Design Science Research* (DSR) como estratégia de pesquisa, pois ao final da mesma será proposto um artefato (metodologia de implantação do BIM no setor da construção civil, dentro de uma perspectiva estratégica) com o objetivo de ajudar a resolver um problema real (visão embrionária a respeito do processo de implantação do BIM), caracterizando-se como uma pesquisa construtiva, conforme preconizam Hevner (2007), Lukka (2003), Van Aken (2004) e Holmstron et al. (2009).

Em virtude da escassez de trabalhos científicos sobre o processo estratégico de implantação BIM e da incipiência desse processo no Brasil, este trabalho se caracteriza como exploratório, com uma abordagem qualitativa, o que possibilita o aprofundamento e a geração de conhecimento a respeito dos aspectos estratégicos de implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil.

A origem da DSR nos remonta à década de 1960, fundamentando-se no que se definiu por pesquisa *Design Science* (DS), termo primeiramente utilizado por Fuller e McHale (1963). O conceito tomou forma e se expandiu, tendo sido divulgado mais intensamente por Simon (1996), sedimentando o estudo científico do artificial e motivando o desenvolvimento da *Design Science* como método científico direcionada a projetos de artefatos relevantes, sistemáticos e formalizados para as muitas disciplinas e profissões orientadas ao conceito de projetos de artefatos.

Nessa evolução, a DSR é um novo olhar que permite o desenvolvimento de pesquisas nas diversas áreas, em particular, na Engenharia (VAISHNAVI; KUECHLER, 2009). Ela tem amadurecido como abordagem principalmente na área de Tecnologia e Gestão da

Informação (TREMBLAY, HEVNER e BERNEDT, 2010). Enquanto a *Design Science* é a base epistemológica, a *Design Science Research* é o método que operacionaliza a construção do conhecimento (CHAKRABARTI, 2010). Dessa forma, ela se constitui em um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos (ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR, 2011).

Assim, o conhecimento desenvolvido pela DSR não é descritivo-explicativo, mas sim prescritivo (LACERDA et al., 2013). De acordo com Van Aken (2004), a DSR tem como objetivo o desenvolvimento do conhecimento para projetar artefatos que solucionem classes de problemas ou permitam a melhoria em uma determinada situação, seja estudar, pesquisar e investigar o artificial e seu comportamento, tanto do ponto de vista acadêmico quanto da organização (BAYAZIT, 2004). Para March e Smith (1995), a DSR visa criar coisas que sirvam aos humanos, a partir da realização de duas atividades básicas: construir e avaliar. Enquanto a primeira é o processo de construção de um artefato para desempenhar uma tarefa específica, a segunda avalia o desempenho desse artefato a partir do desenvolvimento de critérios. Os mesmos autores propõem que os produtos da DSR podem ser quatro tipos, como apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Tipos de Artefatos

Descrição		
Tipos de Artefatos	Constructos	Constructos ou conceitos formam o vocabulário de um domínio. Eles constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. Conceituações são extremamente importantes em ambas as ciências, natural e a <i>design</i> . Eles definem os termos usados para descrever e pensar sobre as tarefas. Eles podem ser extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores.
	Modelos	Um modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Em atividades de design, modelos representam situações como problema e solução. Ele pode ser visto como uma descrição, ou seja, como uma representação de como as coisas são.
	Métodos	Um método é um conjunto de passos usado para executar uma tarefa. Métodos baseiam-se em um conjunto de constructos subjacentes (linguagem) e uma representação (modelo) em um espaço de solução. Os métodos podem ser ligados aos modelos, nos quais as etapas do método podem utilizar partes do modelo como uma entrada que compõe. Os métodos são criações típicas das pesquisas em <i>Design Science</i> .
	Instanciações	Uma instanciação é a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos. No entanto, uma instanciação pode, na prática, preceder a articulação completa de seus constructos, modelos e métodos. Elas demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

Fonte: March e Smith (1995, p.257-258).

De acordo com Kasamen, Lukla e Siitonen (1993), os elementos fundamentais de uma pesquisa construtiva de sucesso são a geração de uma solução inovadora para um problema do mundo real, demonstrando sua utilidade específica e suas conexões teóricas, além de examinar seu potencial para uma adequação mais geral. Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015) vão ao encontro de Kasamen, Lukla e Siitonen (1993) e afirmam que a DSR deve ser utilizada como meio de diminuir a distância entre teoria e a prática.

## 5.2 Delineamento da pesquisa

A *Desing Science Research* deve ser compreendida como um instrumento de teste em uma tentativa de ilustrar, testar uma teoria (LUKKA, 2003). Dessa forma, a abordagem da DSR não é linear, havendo uma série de iterações e ciclos de aprendizagem incrementais que envolvem a ampliação do entendimento do problema e da solução a ser construída ao longo do tempo (LUKKA, 2003).

O delineamento desta pesquisa tem como base o processo de pesquisa construtiva desenvolvido por Holmström, Ketokivi e Hameri (2009), os quais propõem a DSR em três fases: compreensão, desenvolvimento e reflexão. Ao longo das fases são realizados oito passos, desenvolvidos por Lukka (2003): (I) encontrar um problema com relevância prática; (II) obter um profundo entendimento teórico; (III) identificar artefatos e configurar a classe de problemas; (IV) desenvolver um modelo para resolver o problema; (V) testar e avaliar o artefato; (VI) implementar; (VII) identificar e analisar a contribuição teórica; e, (VIIi) identificar e analisar a contribuição prática, conforme ilustra a Figura 39.

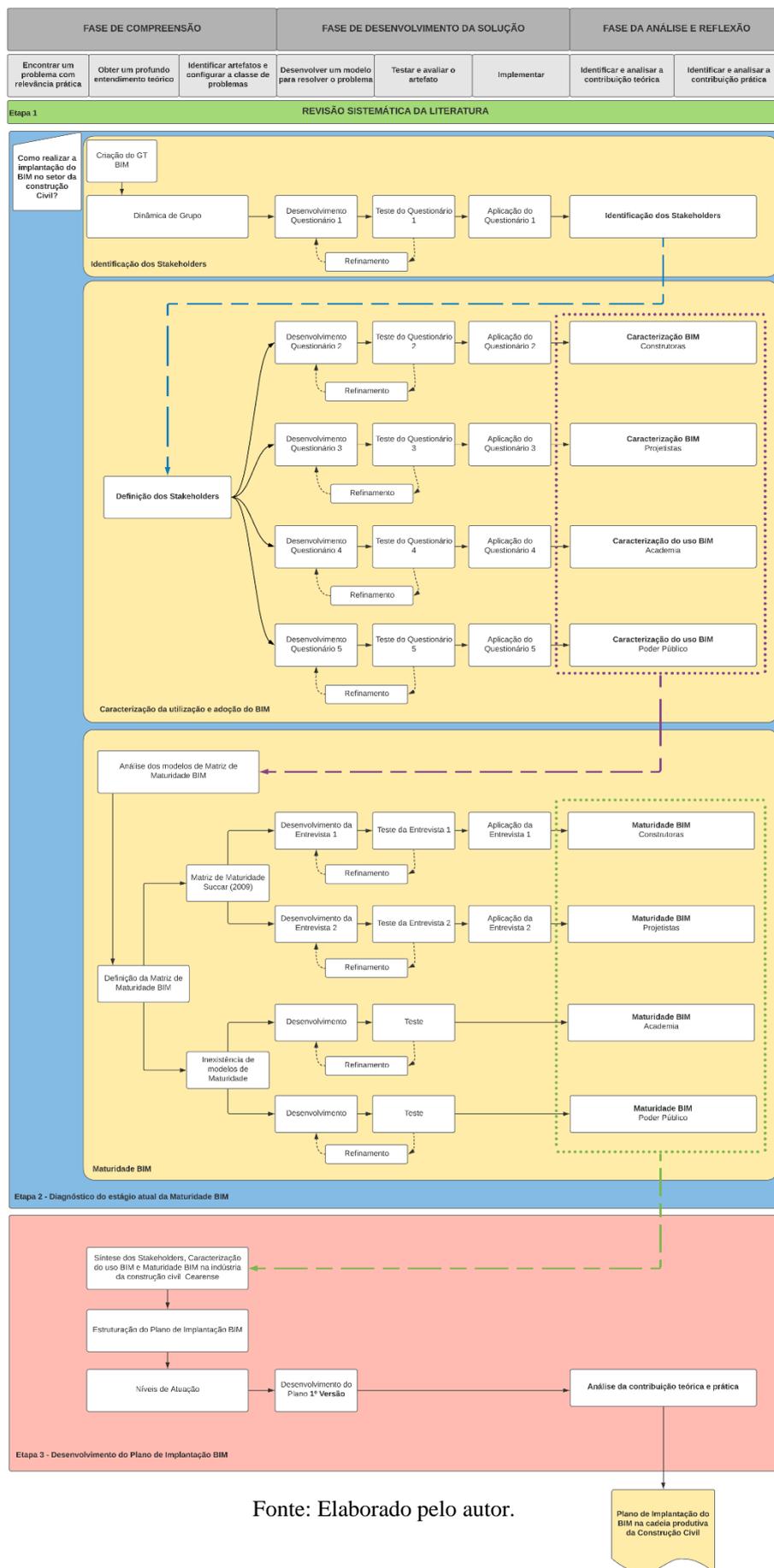
Figura 39 – Fases e passos do delineamento da pesquisa

FASE DE COMPREENSÃO			FASE DE DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO			FASE DA ANÁLISE E REFLEXÃO	
Encontrar um problema com relevância prática	Obter um profundo entendimento teórico	Identificar artefatos e configurar a classe de problemas	Desenvolver um modelo para resolver o problema	Testar e avaliar o artefato	implementar	Identificar e analisar a contribuição teórica	Identificar e analisar a contribuição prática

Fonte: Elaborado pelo autor.

A estruturação da pesquisa possui três etapas, que percorrerão todas as fases e passos, como definido anteriormente, sendo elas: (I) Revisão Sistemática da Literatura; (II) Diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM; (III) desenvolvimento do plano de implantação BIM, como é apresentado pela Figura 40.

Figura 40 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que, no delineamento apresentado, há ciclos de aprendizagem e iterações, ocorrendo ao longo de toda pesquisa. O atendimento dos objetivos específicos da pesquisa estará inserido ao longo das três etapas apresentadas na figura anterior. Como forma ilustrar em que momento e como cada objetivo específico será atendido, é apresentado o Quadro 14.

Quadro 14 – Atendimento dos objetivos específicos em cada etapa do delineamento da pesquisa

Objetivo Específico		Delineamento da Pesquisa
1	Conhecer o estado da arte acerca da implantação do BIM.	Revisão Sistemática da Literatura <b>Etapa 1</b>
2	Identificar os principais <i>stakeholders</i> do processo de implantação BIM.	Diagnóstico do estágio atual da Maturidade BIM <b>Etapa 2</b>
3	Caracterizar o uso do BIM e sua adoção no estado do Ceará.	
4	Desenvolver um modelo de avaliação do nível de maturidade para academia e poder público.	
5	Mensurar a maturidade BIM na construção civil do estado do Ceará em nível estratégico, por meio dos principais <i>stakeholders</i> .	Desenvolvimento do Plano de Implantação BIM <b>Etapa 3</b>
6	Desenvolver diretrizes para uma metodologia de implantação do BIM na construção civil no estado do Ceará, considerando aspectos estratégicos.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira etapa consistiu na realização de uma Revisão Sistemática da Literatura, como meio de conhecer o estado da arte sobre a implantação BIM, tema central desta pesquisa. A RSL acompanhou as três fases da DSR e serviu de suporte para as demais etapas. Desta forma, objetivou-se atender ao primeiro objetivo específico.

Na segunda etapa ocorreu o diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM. Esta etapa foi dividida em três momentos. Em um primeiro momento, realizou-se uma pesquisa junto ao Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVA CON), para a identificação dos principais *stakeholders* do processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no Estado do Ceará, para que, a partir desses *stakeholders* fosse possível identificar os principais *stakeholders* do processo de implantação BIM, atendendo ao segundo objetivo específico deste trabalho. No segundo momento, foi realizada a caracterização da utilização e adoção do BIM entre os *stakeholders* identificados pelo segundo objetivo específico, entendendo os usos, meios de implantação e organizações que adotam e que não adotam o BIM. Este segundo momento atendeu ao terceiro objetivo específico do

presente trabalho. Por fim, o terceiro momento da segunda etapa consistiu na realização da mensuração da maturidade BIM dos *stakeholders* que afirmaram adotarem o BIM em suas organizações e empreendimentos, conforme o resultado do terceiro objetivo específico. Para realizar este momento, analisou-se diversos modelos de maturidade BIM para as construtoras e projetistas, como também, devido a inexistência de modelos, desenvolveu-se modelos de maturidade BIM para a academia e o poder público. Com os modelos definidos, realizou-se a mensuração da maturidade BIM na construção civil do estado do Ceará, atendendo ao quarto e quinto objetivo específico da pesquisa.

Com os resultados dos cinco primeiros objetivos específicos, realizou-se a terceira etapa, o plano de implantação BIM. A partir da síntese dos resultados obtidos, foram desenvolvidas diretrizes para uma metodologia de implantação do BIM na construção civil no estado do Ceará, considerando aspectos estratégicos, com foco nos *stakeholders* envolvidos nesta pesquisa. Após o desenvolvimento, o artefato proposto foi validado através de um grupo focal com especialistas representantes dos *stakeholders*, sendo realizado as correções apontadas. Desta forma, foram atendidos os objetivos específicos seis e sete, consequentemente, apresentando uma proposta de metodologia para implantação do BIM no setor da construção civil, objetivo geral desta pesquisa.

### **5.3 Revisão Sistemática da Literatura (RSL)**

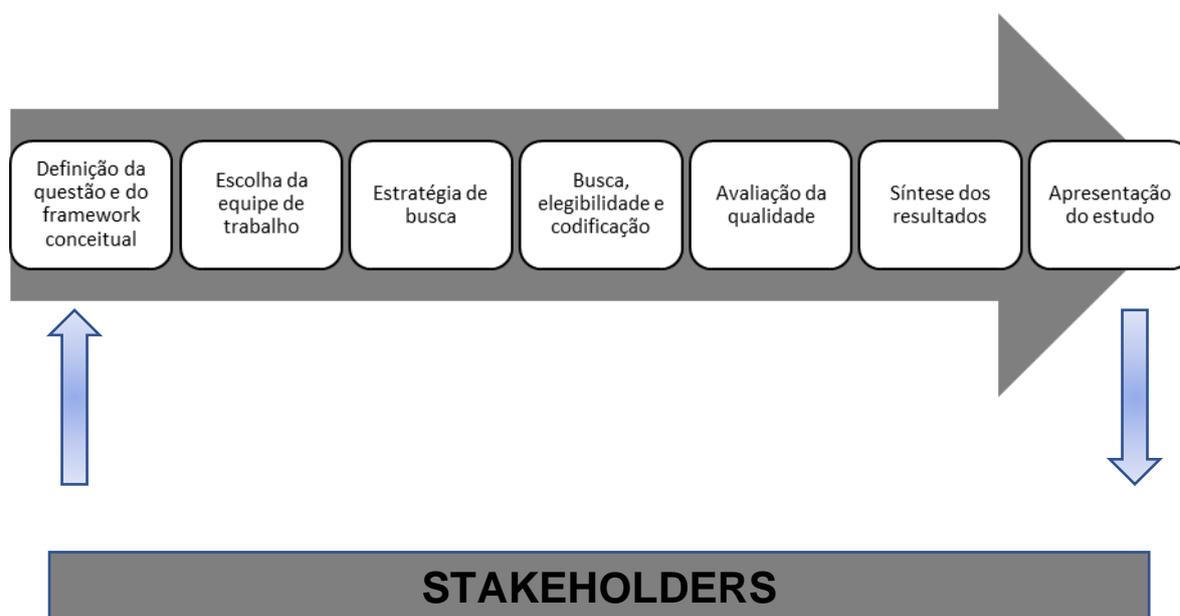
Com o aumento de estudos primários, tem-se a necessidade de se criar mecanismos de mapeamento e acompanhamento do que se tem desenvolvido. A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) proporciona uma visão abrangente e robusta, permitindo os pesquisadores se mantenham a par do que tem sido estudado em suas áreas de interesse. As RSL são estudos secundários utilizados para mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes acerca de uma questão ou tópico de pesquisa específico, bem como identificar lacunas a serem preenchidas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

A RSL se diferencia da revisão narrativa tradicional, pois aplica estratégias científicas no processo de revisão de estudos relevantes sob um tópico específico. É um método utilizado para integrar resultados de diferentes pesquisas, incluindo a localização, a avaliação, a síntese e a disseminação de evidências científicas de estudos previstos de forma sistemática (PETTICREW, 2001). Portanto, sua síntese deve ser mais do que apenas uma coletânea dos diferentes elementos pesquisados, mas sim uma consolidação e agregação dos resultados dos

estudos primários, de modo que gerem um novo conhecimento (GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012). A revisão deve seguir um método explícito, planejado, responsável e justificável, de tal forma como os estudos primários. O método deve ser proposto de modo a assegurar que a revisão seja isenta de viés, rigorosa, auditável, replicável e atualizável (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

O método para Revisão Sistemática da Literatura utilizado no presente estudo é o Método Integrado, ilustrado na Figura 41 e proposto por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), desenvolvido para compilar e ampliar as etapas do processo da revisão a partir dos trabalhos de Khan et al. (2003), Gough, Oliver e Thomas (2012), Cooper, Hedges e Valentine (2009) e Smith et al. (2011). Ele destaca-se por manter as etapas comuns aos métodos citados anteriormente e incluir a escolha da equipe de trabalho e a relação com os *stakeholders* do processo de revisão.

Figura 41 – Método para revisão sistemática da literatura



Fonte: adaptado de Dresch; Lacerda; Antunes Júnior (2015).

O método foi escolhido por manter as etapas comuns aos métodos de Khan et al. (2003), Gough, Oliver e Thomas (2012), Cooper, Hedges e Valentine (2009) e Smith et al. (2011) e incluir a escolha da equipe de trabalho e a relação com os *stakeholders* do processo de revisão.

### **5.3.1 Definição da questão e do framework conceitual**

O primeiro passo para o desenvolvimento de uma revisão sistemática é a definição do tema central. Para que seja cumprida corretamente, deve-se definir a extensão da busca, podendo ser mais extensa e abranger um escopo maior, ou ser menos extensa e focar uma abordagem específica (GOUGH; THOMAS, 2012).

Buscou-se encontrar lacunas e similaridades entre os modelos e propor melhorias objetivando responder a seguinte questão de pesquisa: como estudos existentes sugerem a implantação do BIM? Para tal, o framework conceitual consistiu em estudar a implantação do BIM na construção civil.

A estratégia da revisão adotada é do tipo agregativa, em que os resultados dos estudos primários são agregados para obtenção dos resultados. Estudos com estratégia agregativa possuem em sua síntese, questões fechadas, que visam a testar uma teoria a partir de coleta de observações empíricas. Busca-se a relação ou conexão entre dois ou mais aspectos de um fenômeno, sem preocupação com os objetivos, motivações, ou metodologias dos estudos primários nos quais os resultados foram homogêneos (SANDELOWSKI et al., 2011; GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012).

Dessa forma, a seguir, detalha-se a estratégia de busca dos estudos primários.

### **5.3.2 Estratégia de busca**

Devido à grande quantidade de informações a serem gerenciadas em uma revisão sistemática, é imprescindível traçar a estratégia de busca dos estudos primários. A estratégia de busca parte da questão da revisão e do framework conceitual, se propondo a responder perguntas como (DRESCH, LACERDA e ANTUNES JÚNIOR, 2015): O que buscar? Onde buscar? Como minimizar o viés?

A estrutura da estratégia de busca foi feita com base em Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), conforme o protocolo que está apresentado no Quadro 15.

Quadro 15 – Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura

Item	Adotado
Framework conceitual	Estudar a implantação do BIM na construção civil para compreender as metodologias de implantação na cadeia do setor imobiliário, a fim encontrar lacunas e similaridades entre os modelos e propor melhorias
Contexto	Empresas construtoras, escritórios de engenharia e arquitetura, instituições de ensino, poder público, associações a nível global.
Horizonte	Sem restrições
Correntes teóricas	Sem limitações
Idiomas	Inglês e português
Questão de revisão	Como os estudos existentes sugerem a implantação do BIM?
Estratégia de revisão	Agregativa
Critérios de busca	Critérios de Inclusão: “Industria da AEC”
	Critérios de Exclusão: “Não fala da indústria da AEC”
Termos de busca	“BIM Adoption”; “Macro BIM Adoption”; “Macro BIM”; “BIM Implementation”; “BIM Guide” “BIM Execution Plan” ; “BIM Implementation Plan” ; “BIM Guidelines”.
Extensão da busca	Estratégia exaustiva
Viés	Viés de disseminação
Fontes de busca	Periódico Capes; EBSCO; Web of Science; Scopus   Elsevier; Scielo; ProQuest; Emerald; Google Scholar; Google; Entrevistas com especialistas.

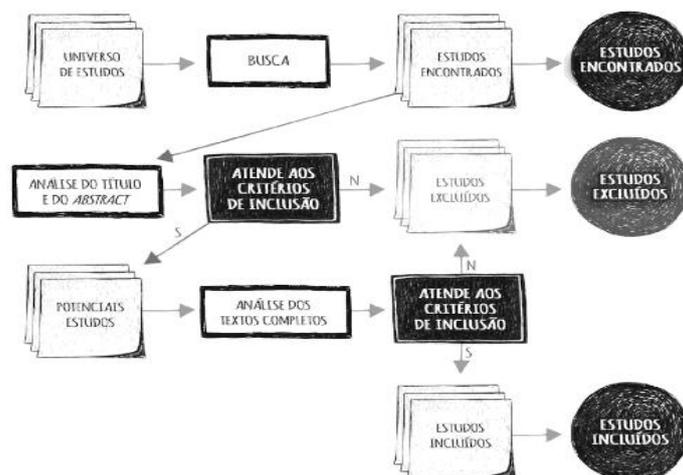
Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, apresentam-se os passos de busca, elegibilidade e codificação realizada.

### 5.3.3 Busca, elegibilidade e codificação

Definida a estratégia de busca, iniciou-se a etapa operacional da revisão sistemática, conforme ilustrado na Figura 42.

Figura 42 – Processo de busca, elegibilidade e codificação



Fonte: Dresch; Lacerda; Antunes Júnior (2015).

Conforme explicitado, a operacionalização se deu por três ações: busca, análise do título e abstract, e, análise dos textos completos. Em conjunto com a segunda e terceira ação, há avaliação de atendimento dos critérios de inclusão, de modo a eliminar os estudos primários não relevantes para a RSL.

Na etapa de busca, foram utilizadas as palavras-chave com e sem aspas, com o propósito de ampliar o universo da pesquisa, buscar e recuperar os registros que contenham as palavras juntas (“termo composto”) e os registros que contenham as palavras chaves, não importando a posição (termo composto).

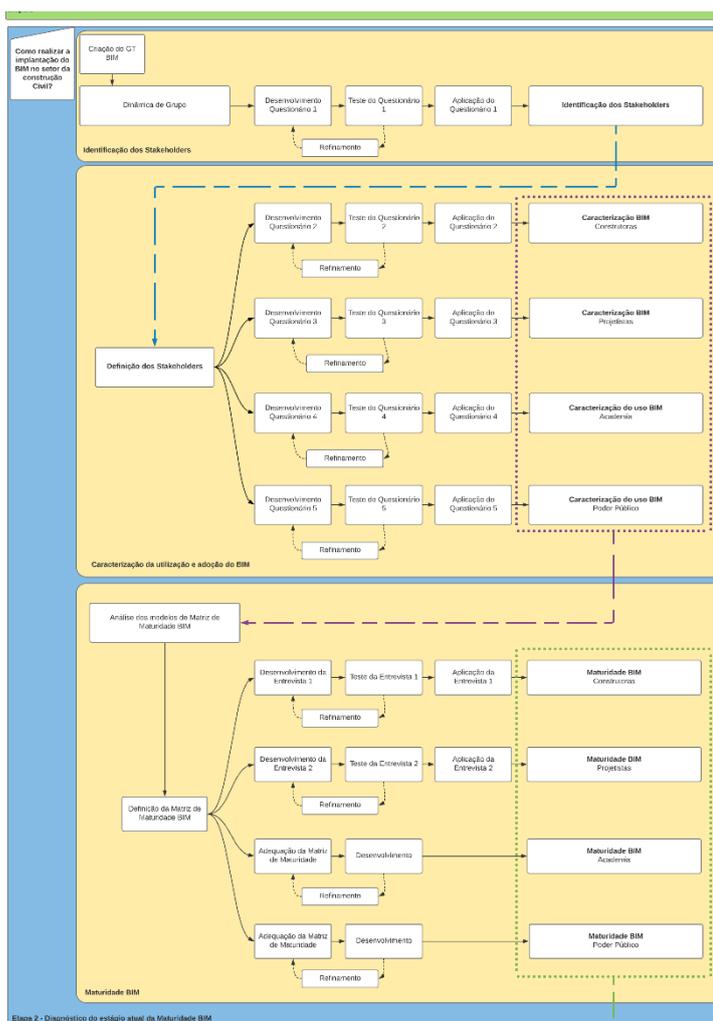
Após a conclusão das buscas utilizou-se do *screening*, com o objetivo de identificar do que se trata o estudo primário e analisar se ele é útil para auxiliar a responder à questão de pesquisa. Inicialmente foi realizada a leitura dos títulos e abstracts a fim de inspecionar sua relevância para a revisão. Os estudos classificados como relevantes foram analisados em profundidade, por meio de uma leitura analítica, objetivando o entendimento profundo do estudo, de modo a assegurar que ele atende aos critérios de inclusão.

Com a RSL obteve-se um profundo conhecimento teórico sobre o assunto, requisito fundamental para a consecução de uma pesquisa em DSR. O segundo requisito fundamental, que é obter um profundo conhecimento empírico sobre o problema de pesquisa, foi alcançado por meio do diagnóstico do estágio de maturidade BIM na construção civil do estado do Ceará, como detalhado a seguir.

#### **5.4 Diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM**

Para analisar o estágio atual da maturidade BIM na indústria da construção civil do estado do Ceará, se fez necessário realizar um diagnóstico do panorama local. O diagnóstico ocorreu em 3 momentos: (I) Identificação dos *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no estado do Ceará; (II) Caracterização do uso e da adoção do BIM; e, (III) Análise da maturidade BIM. O delineamento da pesquisa acerca do estágio atual da maturidade BIM está ilustrado na Figura 43.

Figura 43 – Delineamento Diagnóstico atual da maturidade BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 5.4.1 Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do estado do Ceará (INOVACON)

O Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (INOVACON-CE) foi fundado em 1998, por 10 membros representantes das universidades e construtoras do estado. Com o objetivo de questionar, conhecer e implementar tecnologias inovadoras na busca da melhoria de desempenho da indústria da construção civil no estado, o INOVACON-CE entende que é essencial estar próximo das universidades, onde sempre buscou a interação entre a academia e a indústria da construção civil, com a premissa de pesquisar e implementar o desenvolvimento tecnológico, disseminando o conhecimento no setor (BÖES et al., 2017).

A partir de 2012, a Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará (COOPERCON-CE) incorporou o INOVACON-CE e o transformou no braço tecnológico,

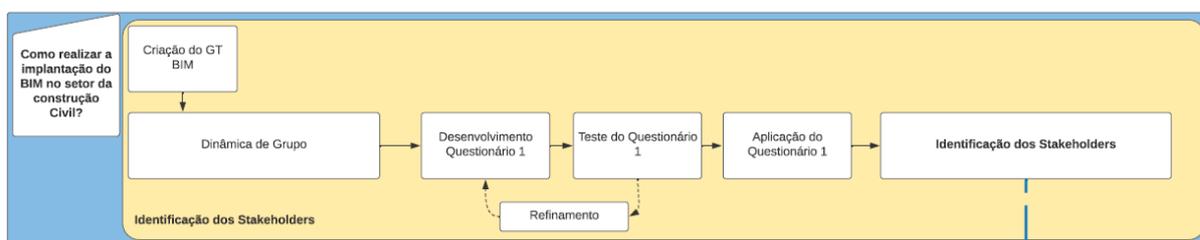
responsabilizando-se pela geração e difusão do conhecimento tecnológico junto aos cooperados e à sociedade. No ano de 2017, o INOVAÇON-CE passa a fazer parte do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Ceará (SINDUSCON-CE), tornando-se o seu braço tecnológico.

Atualmente, o INOVAÇON reúne as maiores construtoras do Estado, destacando-se por apresentarem as mais avançadas em termos de gestão e de tecnologia da construção civil cearense.

#### 5.4.2 Identificação dos stakeholders

A identificação dos *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no estado do Ceará ocorreu através de seis passos: (I) criação do GT BIM; (II) dinâmica de grupo multifocal; (III) desenvolvimento do questionário 1; (IV) teste do questionário 1; (V) aplicação do Questionário 1; e, (VI) processamento e análise dos resultados, conforme ilustra a Figura 44.

Figura 44 – Delineamento da identificação dos *stakeholders*



Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro passo, criação do GT-BIM, consistiu na composição dos membros do GT. O GT teve como origem uma iniciativa do INOVAÇON, na qual as empresas vinculadas ao programa delegaram colaboradores de nível gerencial para as atividades. A indicação foi através da diretoria, tendo como base, a experiência em BIM ou em desenvolvimento de projetos junto à construtora. O grupo foi composto por: (I) representantes de construtoras que nunca tiveram contato com o BIM; (II) representantes de construtoras que tiveram experiências positivas com o BIM; (III) representantes de construtoras que tiveram experiências negativas com BIM; (IV) Consultor especialista, e; (V) academia.

O segundo passo foi realizar a identificação dos agentes intervenientes no processo de desenvolvimento de um empreendimento imobiliário, através de uma dinâmica de grupo. Adotou-se como agentes intervenientes os responsáveis pelas disciplinas envolvidos no desenvolvimento de projetos. Para realização da dinâmica, utilizaram os conceitos de *brainstorming*(DIEHL; STROEBE, 1987; SUTTON; HARGADON, 1996; BÖES et al., 2017),

em que cada membro do GT recebeu adesivos, cada integrante de uma cor diferente, na qual foram escrevendo os agentes intervenientes envolvidos no desenvolvimento dos empreendimentos imobiliários de suas respectivas construtoras e fixando em um painel visível a todos, conforme ilustra a Figura 45.

Figura 45 – *Brainstorming* para identificação dos agentes intervenientes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, o coordenador do GT agrupou os agentes intervenientes e por meio da realização de um grupo focal (OLVEIRA, PENN e RODRIGUES, 2007), agrupou os agentes intervenientes em comum. A partir do diagnóstico dos agentes intervenientes, realizado através de um grupo focal do GT BIM, elaborou-se um questionário com o objetivo de identificar todos os *stakeholders* compostos pelos agentes intervenientes.

O quarto passo consistiu em realizar um teste no instrumento de pesquisa, Questionário 1, em que foram enviados a uma construtora, um projetista e um especialista BIM para análise e contribuição. O instrumento foi refinado, de acordo com as considerações repassadas e ajustado o formato final de aplicação, conforme é apresentado no Apêndice A.

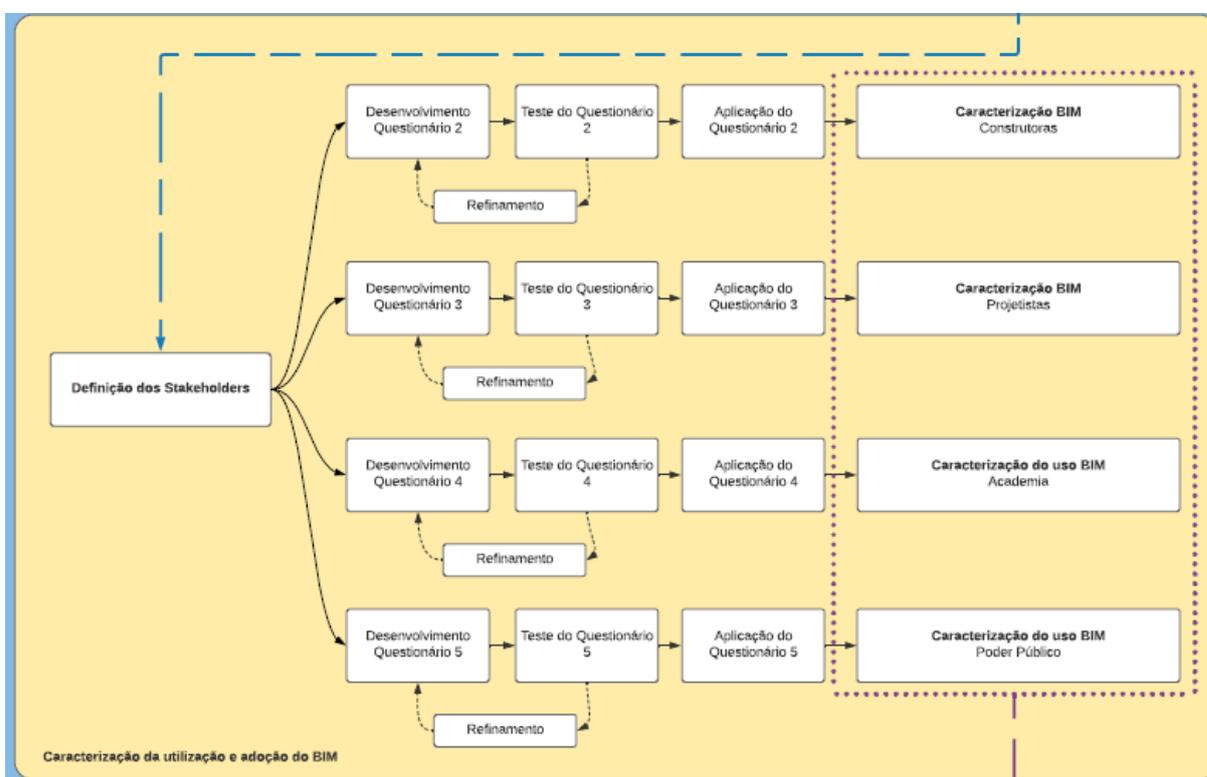
Em uma reunião semanal do INOVACON, realizou-se a apresentação dos objetivos da pesquisa e foi comunicado e solicitado a colaboração das construtoras participantes do programa, para participar das pesquisas. A aplicação do questionário ocorreu de forma online, em que foram enviadas às construtoras participantes do INOVACON. No questionário, os diretores responderam quais projetistas ou responsáveis (*stakeholders*) as construtoras contrataram ou tenham contratado recentemente para o desenvolvimento de projetos dos empreendimentos imobiliários e além de identificar sua percepção sobre sua importância no processo.

### 5.4.3 Caracterização da utilização e adoção do BIM

A caracterização do uso do BIM foi desenvolvida a partir dos resultados da identificação dos *stakeholders* realizada na seção 5.4.2. Em uma discussão através de um grupo focal (OLVEIRA; LEITE FILHO; RODRIGUES, 2007), com o GT-BIM, buscou-se identificar os principais agentes intervenientes, que possuem maior impacto no processo de adoção do BIM, restringindo a pesquisa a estes.

Na sequência, definiu-se os *stakeholders* abrangidos pela pesquisa: Construtoras, Projetistas, Academia e Poder Público. Novamente foram desenvolvidos quatro questionários para caracterizar cada um dos *stakeholders*, conforme ilustra a Figura 46. O Quadro 16 caracteriza os respectivos questionários.

Figura 46 – Delineamento da caracterização do uso e adoção do BIM no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 16 – Caracterização dos questionários 2, 3, 4 e 5

Questionário	Público Alvo		Nº de questões	Temáticas abordadas	Ref. Teórico	Disponível.
2	Construtoras		29	(I) Caracterização das construtoras; (II) Não usam BIM; (III) Usam BIM	Succar (2009), Barlish; Sullivan (2012), Succar; Sher; Williams (2012); CBIC (2016), Faria;	Apêndice B
3	Projetistas		33	(I) Caracterização das construtoras; (II) Não usam BIM; (III) Usam BIM	Barros; Santos (2016), Santos; Lima; Campos (2016), Carmona; Carvalho (2017), Dantas Filho; Barros Neto; Angelim (2017);	Apêndice C
4	Academia		45	(I) Caracterização da IES; (II) Não há contato com o BIM; (III) Iniciativas BIM; (IV) Capacitação Docência; (V) tecnologia;	Checucci (2019) Checucci; Pereira; Amorim (2013) Machado; Ruschel; Scheer (2017) Succar; Kassem (2015)	Apêndice D
5	Poder Público		35	(I) Caracterização do Poder Público; (II) Não adota o BIM; (III) Iniciativas BIM; (IV) Tecnologias; (V) Processos; (VI) Política	Succar (2009); Succar; Kassem (2015); Brito (2019); CBIC (2016); Succar; Sher; Williams (2012);	Apêndice E

Fonte: Elaborado pelo autor.

Salienta-se que neste primeiro momento, à exceção da caracterização da Academia e do Poder Público, não se buscou obter conhecimentos aprofundados sobre a maturidade BIM, que se deu em outra etapa, por meio de entrevistas. Assim, detalham-se os quadros em grupos.

#### 5.4.3.1 *Caracterização BIM - Construtoras*

A caracterização da utilização e adoção do BIM nas construtoras ocorreu a partir de 4 etapas: (I) desenvolvimento do questionário 2; (II) teste do questionário 2; (III) aplicação do questionário 2; (IV) processamento e análise dos resultados. O questionário visa realizar uma triagem entre as construtoras que afirmam adotarem o BIM das que não utilizam, como também, coletar informações sobre as características do uso dentro das organizações. Ele está estruturado em três partes: (I) caracterização das construtoras; (II) não usam BIM; e, (III) usam o BIM, apresentado no Apêndice B. Neste primeiro momento não se buscou obter conhecimentos aprofundados sobre a maturidade BIM.

Foi desenvolvido uma versão inicial do questionário, na qual foi aplicado através de plataforma online, junto à uma construtora. A partir do feedback da construtora e da constatação por parte dos pesquisadores, realizou-se ajustes no questionário, gerando a versão final. O questionário foi encaminhado à todas as construtoras que participaram da primeira etapa de identificação dos *stakeholders* (seção 5.4.2). Na sequência, os dados foram coletados, processados e analisados. Uma vez que ocorrerá na seção 5.4.4.1.

#### 5.4.3.2 *Caracterização BIM - Projetistas*

Da mesma forma como na caracterização do BIM nas construtoras (seção 5.4.3.1), a caracterização da utilização e adoção do BIM dos projetistas, ocorreu em 4 etapas: (I) desenvolvimento do questionário 3; (II) teste do questionário 3; (III) aplicação do questionário 3; e, (IV) processamento e análise dos resultados. O questionário também foi direcionado, através de uma plataforma online, a todos os projetistas citados pelas construtoras participantes do INOVACON (seção 5.4.2), apresentado no Apêndice C. Ele está estruturado em três partes: (I) caracterização das construtoras; (II) não usam BIM; (III) usam o BIM. Neste primeiro momento, não se buscou obter conhecimentos aprofundados sobre a maturidade BIM, uma vez que ocorrerá na seção 5.4.4.2.

#### 5.4.3.3 *Caracterização BIM - Academia*

Para definição das IES englobadas na pesquisa, não se utilizou o diagnóstico identificado anteriormente, devido à baixa percepção de IES existentes no Estado, sendo citadas apenas algumas instituições localizadas em Fortaleza. Desse modo, como forma de ampliar os resultados, adotou-se o critério das instituições que possuem credenciamento junto ao

Ministério da Educação (MEC), conforme portal *e-mec*, disponível na internet. A amostra foi delimitada para os cursos ministrados presencialmente no Estado do Ceará, para as graduações de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. O questionário foi destinado aos Coordenadores de Curso e/ou Diretores de Centro, como forma de obter uma resposta institucional do curso.

Para esse grupo, buscou-se desenvolver um questionário mais detalhado, de forma que pudesse realizar a caracterização, como, também, a maturidade BIM, através dele, uma vez que, devido à quantidade da amostra e a localização geográfica, tornariam inviável a entrevista presencial, como realizado nas Construtoras (seção 5.4.4.1) e Projetistas (seção 5.4.4.2).

A caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES) no estado do Ceará ocorreu através de 4 etapas: (I) desenvolvimento do questionário 4; (II) teste do questionário 4; (III) aplicação do questionário 4; (IV) processamento e análise dos resultados. O questionário foi desenvolvido e aplicados em plataformas online, devido à grande amostra definida, abrangendo todo o Estado do Ceará. Após elaborado a primeira versão do questionário, ele foi validado através de um conjunto de coordenadores de curso, os quais compilaram as suas considerações e o questionário revisado, apresentado a sua versão final do Apêndice D. Está estruturado em 5 (cinco) etapas: (I) introdução; (II) não há contato com BIM; (III) iniciativas BIM; (IV) capacitação docência; (V) tecnologia.

#### 5.4.3.4 Caracterização BIM – Poder Público

Do mesmo modo que ocorreu na caracterização do BIM na academia (seção 5.4.3.3), as definições dos *stakeholders* do Poder Público não foram as citadas no seção 5.4.2, devido à baixa diversidade de citações, sendo eles apenas os envolvidos diretamente no processo de aprovação de projetos na Cidade de Fortaleza/CE. Como forma de ampliar a presença na pesquisa, definiram-se duas esferas governamentais para a pesquisa, municipal e estadual. A escolha dos *stakeholders* de cada esfera foi definida a partir dos órgãos disponíveis dentro do Portal de Acesso à Informação, conforme ilustra o Quadro 17.

Para cada *stakeholder*, realizou-se uma solicitação de informação junto ao Portal de Acesso à Informação, apresentando a pesquisa e encaminhando o questionário. Para esse grupo, buscou-se desenvolver um questionário mais detalhado, de forma que pudesse realizar a caracterização, como também, a maturidade BIM, devido a impossibilidade de entrevista presencial, como realizado na seção 5.4.3.1 e 5.4.3.2

Quadro 17 – Relação dos *Stakeholders* do Poder Público

<b>Esfera</b>	<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>
Estadual	ADECE	Agência de desenvolvimento do Estado do Ceará
Estadual	CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
Estadual	CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
Estadual	CEGÁS	Companhia de Gás do Ceará
Estadual	CIPP S/A	Companhia de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém
Estadual	CODECE	Companhia de Desenvolvimento do Ceará
Estadual	COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará
Estadual	DAE	Departamento de Arquitetura e Engenharia
Estadual	DER	Departamento Estadual de Rodovias
Estadual	METROFOR	Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos
Estadual	SCIDADES	Secretaria das Cidades
Estadual	SEINFRA	Secretaria da Infraestrutura
Estadual	SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
Estadual	UECE	Fundação Universidade Estadual do Ceará
Estadual	URCA	Fundação Universidade Regional do Cariri
Estadual	UVA	Fundação Universidade Estadual Vale do Acaraú
Municipal	CLFOR	Central de Licitações da Prefeitura de Fortaleza
Municipal	HABITAFOR	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Habitacional de Fortaleza
Municipal	SEINF	Secretaria Municipal de Infraestrutura
Municipal	SEPOG	Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão
Municipal	SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
Municipal	URBFOR	Autarquia de Urbanismo e Paisagismo de Fortaleza

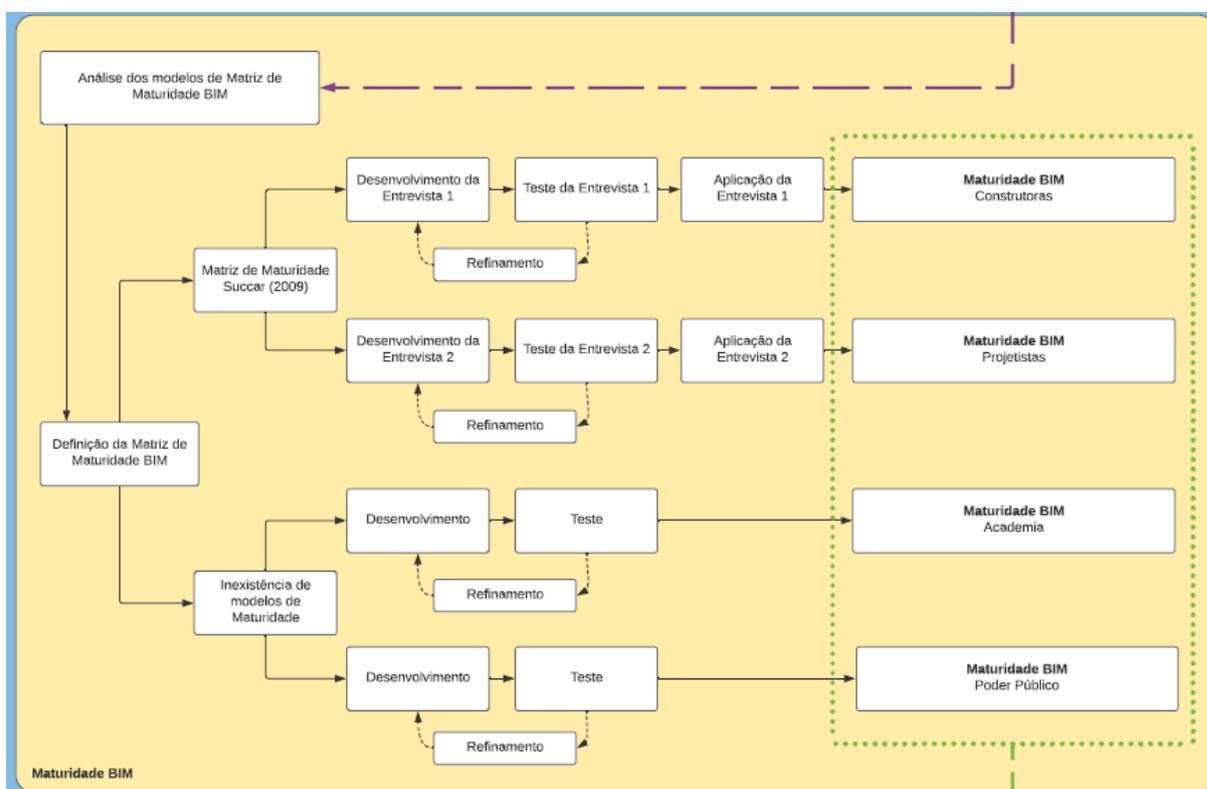
Fonte: Elaborado pelo autor.

. A caracterização do BIM no Poder Público no estado do Ceará ocorreu através de quatro passos: (I) desenvolvimento do questionário 5; (II) teste do questionário 5; (III) aplicação do questionário 5; (IV) processamento e análise dos resultados. Após elaborado a primeira versão do questionário, o mesmo foi validado através de um conjunto de pesquisadores na área e funcionários do poder público, que após suas considerações, foram compiladas e o questionário revisado, apresentado sua versão final do Apêndice E, estando estruturado em seis etapas: (I) introdução; (II) não adota o BIM; (III) Iniciativas BIM; (IV) Tecnologia; (V) Processos; (VI) Política.

#### 5.4.4 Maturidade BIM

A análise da maturidade BIM constitui o terceiro e último momento do diagnóstico do estágio da maturidade atual do BIM. Iniciou-se realizando uma análise dos modelos de matriz de maturidade BIM apresentados na Seção 5.2. A partir de tal análise, optou-se por percorrer duas trilhas para a mensuração: (I) adoção de um modelo existente (Construtoras e Projetistas) e (II) o desenvolvimento de modelos (Academia e Poder Público), conforme ilustrado pela Figura 47. Tal escolha se deve em função dos modelos de mensuração da maturidade BIM estarem voltados para organizações, sendo aplicáveis a Construtoras e Projetistas. Como não foi identificado modelos de maturidade aplicados à Academia e ao Poder Público na RSL, optou-se por desenvolver modelos para ambos, constituindo-se, também, como uma contribuição da presente pesquisa.

Figura 47 – Delineamento da mensuração BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

##### 5.4.4.1 Análise dos modelos de maturidade BIM

A análise dos modelos de Matriz de Maturidade BIM consistiu em utilizar a RSL desenvolvida no capítulo 4.2 para levantar os diversos modelos existentes e analisar seu

conteúdo, aplicabilidade, público alvo e abrangência. Ao total, foram analisados 12 modelos de maturidade, conforme apresenta o Quadro 18.

Quadro 18 – Comparação entre Modelos de Maturidade BIM

Modelo	Tópicos	Subníveis	Níveis de Maturidade	Público Alvo
<i>I-CMM</i>	11	-	10	Organizações
<i>BIM Proficiency Matrix</i>	8	-	5	Organizações
<i>BIM Maturity Levels (iBIM)</i>	-	-	4	Organizações
<i>BIM QuickScan</i>	4	50	-	Organizações
<i>Vico BIM score</i>	3	4	Escore	Gerentes
<i>CPIx-BIM Assessment Form</i>	4	12	-	Projetos
<i>bimSCORE</i>	4	50	Escore	VDC
<i>The Organizational BIM Assessment Profile</i>	6	20	5	Organizações
<i>BIM Competency Assessment Tool (BIMCAT)</i>	12	66	Escore	Proprietários
<i>Multifunctional BIM Maturity Model</i>	3	21	4	Organizações
<i>BIM Maturity Matrix (BIM<sup>3</sup>)</i>	5	16	5	Organizações
<i>Macro Maturity Matrix</i>	8	-	5	Cadeia

Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo *QuickScan* foi desconsiderado, em virtude de ser um modelo *on-line* em Língua Inglesa, não permitindo a tradução para aplicação junto aos entrevistados. Os modelos *Vico BIM Score*, *CPIx-BIM Assessment Form* e *bimSCORE* também foram desconsiderados devido possuírem um foco específico, não sendo na organização.

O modelo *Macro Maturity Matrix*, apesar de ter seu foco macro, foi desconsiderada, devido o pioneirismo do presente trabalho na mensuração da maturidade BIM, procurou realizar um conjunto de mensurações em organizações, como forma de propiciar uma maior contribuição.

Dessa forma, destacam-se os modelos *I-CMM*, *BIM Proficiency Matrix*, *The Organizational BIM Assessment Profile* e *BIM Maturity Matrix*. Todos possuem foco na organização, permitindo aplicação em construtoras e projetistas. Apesar das matrizes mencionadas serem capazes de mensurar a maturidade BIM, apenas o BIM<sup>3</sup> é apto a abordar mais de um aspecto da implantação do BIM (CHEN, COX e DIB, 2012), pois busca avaliar equipes e organizações baseadas em processos, tecnologia e políticas, em vez de avaliar apenas o gerenciamento de informações em um empreendimento desenvolvido em BIM (GIEL e ISSA, 2013).

Os principais pontos de destaque da matriz BIM<sup>3</sup> de Succar (2009) são diferenciar os conceitos de capacidade e maturidade em todas as organizações e definir diferentes estágios

das capacidades nas quais as organizações realizam em sua jornada BIM (SEBASTIAN; BERLO, 2010). Outra importante vantagem dessa matriz se refere à possibilidade de comparar a maturidade BIM entre empresas. Ao contrário de outras matrizes, criadas para realizar apenas uma autoavaliação, o BIM<sup>3</sup> oferece quatro tipos diferentes de análise, geralmente realizadas por meio de auditoria externa por empresas especializadas (GIEL; ISSA, 2013). Dessa forma, para a presente pesquisa, adotou-se o modelo *BIM Maturity Matrix* (BIM<sup>3</sup>).

#### 5.4.4.2 Maturidade BIM – Construtoras e Projetistas

Para mensurar a maturidade BIM das construtoras e projetistas, adotou-se a primeira trilha, ou seja, a adoção de um modelo existente. O modelo adotado é o *BIM Maturity Matrix* (BIM<sup>3</sup>), definido no capítulo 5.4.4.1 e apresentado no capítulo 4.2.11.

A mensuração constituiu em quatro passos: (I) desenvolvimento dos instrumentos de pesquisa (Entrevista 1 – Construtora e Entrevista 2 - Projetistas); (II) teste dos instrumentos de pesquisa; (III) aplicação dos instrumentos de pesquisa; (IV) processamento e análise dos resultados.

Foram desenvolvidos dois instrumentos de pesquisa para mensuração da maturidade, para Construtoras (Apêndice F) e para Projetistas (Apêndice G), consistindo em um roteiro para entrevista (Entrevista 1 e Entrevista 2, respectivamente), composto por seis etapas: (I) caracterização da organização; (II) caracterização do BIM; (III) desenvolvimento modelos BIM; (IV) Tecnologia; (v) Processo; (VI) Político. O roteiro apresenta uma estrutura semiestruturada com as informações registradas em formulário composto de questões abertas, abordando conjuntos e subconjuntos de capacidades BIM, baseado em Succar (2009).

De posse do roteiro de entrevista, a mesma foi validada inicialmente com um pesquisador BIM e, posteriormente, com uma construtora e um projetista, realizado o refinamento. Com o instrumento de pesquisa concluído, agendaram-se as entrevistas com os *stakeholders* que participaram da segunda etapa, caracterização do uso e adoção do BIM (seção 5.4.4.1 e 5.4.4.2) e que afirmaram adotaram o BIM. As entrevistas ocorreram dentro das organizações, sendo o entrevistado um responsável a nível gerencial que possuía conhecimentos acerca de todos os processos do BIM na empresa desde a sua implantação até a sua operação. Dessa forma, os dados obtidos foram compilados em planilhas eletrônicas para melhor visualização e tratamento das informações, para posteriormente análise e discussões dos resultados.

Para determinação do índice de maturidade, é realizada uma pontuação em cada categoria avaliada, conforme os cinco níveis de maturidade BIM, sendo 0 (zero) pontos para o Inicial até 40 (quarenta) pontos ao Otimizado (BIM EXCELLENCY INITIATIVE, 2016). Para o desenvolvimento deste trabalho foram avaliados 16 critérios, sendo dez competências, três Estágios BIM e três Escalas BIM. O valor máximo da pontuação é 640, que representa o nível Otimizado para todas as competências, conforme ilustrado o Quadro 19.

Quadro 19 – Índice de Maturidade BIM

ÍNDICE DE MATURIDADE EM BIM (BIMMI)						
Granularidade (Nível 1)		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
		0	10	20	30	40
Tecnologia	Software					
	Hardware					
	Rede					
Processos	Recursos					
	Atividades e Fluxo de trabalho					
	Produto e serviços					
	Liderança e gerenciamento					
Políticas	Preparatória					
	Regulatória					
	Contratual					
Estágio	Estágio 1					
	Estágio 2					
	Estágio 3					
Escala	Micro					
	Meso					
	Macro					
<b>Subtotal</b>						
<b>Total de pontos</b>						<b>640</b>
<b>Grau de Maturidade</b>						<b>640</b>
<b>Índice de Maturidade</b>						<b>100%</b>

Fonte: Rodrigues (2018); *Bim Excellency Initiative* (2016).

Após realizada a pontuação, do Quadro 20, extraem-se dois valores, o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Grau de Maturidade consiste em uma média aritmética das quatorze áreas analisadas (soma da pontuação dividido por 16), sendo o seu valor máximo de 40. O Índice de Maturidade é um valor percentual em que o Grau de Maturidade é referenciado à pontuação máxima (100%) de 40 pontos, conforme mostra o Quadro 20, proposto por Rodrigues (2018).

Quadro 20 - Relação Grau de Maturidade BIM e Conceito de Nível de Maturidade

<b>GRAU DE MATURIDADE BIM</b>			
	<b>Nível de Maturidade</b>	<b>Classificação textual</b>	<b>Classificação numeral</b>
A	Inicial	Baixa maturidade	0-19%
B	Definido	Média-baixa maturidade	20-39%
C	Gerenciado	Média maturidade	40-59%
D	Integrado	Média-alta maturidade	60-79%
E	Otimizado	Alta maturidade	80-100%

Fonte: Rodrigues (2018).

#### 5.4.4.3 Maturidade BIM – Academia

A partir da revisão da literatura acerca dos modelos de maturidade BIM, apresentada na seção 4.2, podemos constatar a ausência de mecanismos para mensuração da maturidade BIM para as IES, uma vez que os modelos de maturidade BIM estudados se destinavam às organizações, na sua maioria construtoras, projetistas ou gerenciadores. Como visto na seção 5.4.3.3, foi realizado uma caracterização da utilização BIM nas IES. No entanto, uma caracterização não é suficiente para atender os objetivos específicos desta pesquisa, sendo necessário desenvolver uma metodologia própria para mensuração. Neste sentido, foi desenvolvida uma Matriz de Maturidade BIM para IES (m<sup>2</sup>BIM-IES), com o foco de poder equiparar os resultados obtidos na caracterização anterior e poder comparar os cursos e traçar um panorama geral.

A m<sup>2</sup>BIM-IES foi desenvolvida com base nas matrizes desenvolvidas por NIBS (2007), IU (2009), Bew, Richards (2008), bimSCORE (2013), CIFE (2013), CIC (2013) e Succar (2010), como também nos estudos realizados por Checcucci (2014), Sacks, Pikas (2013), Sabongi (2009), Ruschel, Andrade, Morais (2013), Machado, Ruschel e Scheer (2017) e Checcucci (2019). Ela possui cinco níveis de maturidade: (I) pré-BIM; (II) inicial; (III) definido; (IV) integrado; (V) otimizado. Possui uma escala progressiva, em que o Pré-BIM é a inexistência do BIM na IES, e o Otimizado a máxima do BIM na IES. Para definir o nível de maturidade de cada IES, é proposto uma matriz com um conjunto de itens, dividido em três campos: Tecnologia, Políticas e Desempenho, inspirada em Succar (2010) e ilustrada pelo Quadro 21, sendo a matriz apresentada nos Quadros 22 a 25.

Quadro 21 – Comparação da BIM<sup>3</sup> x m<sup>2</sup>BIM-IES

Campo	BIM <sup>3</sup> (SUCCAR, 2010)	m <sup>2</sup> BIM-IES
Tecnologia	O <b>Campo de Tecnologia</b> agrupa um grupo de atores especializados no desenvolvimento de software, hardware, equipamentos e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, produtividade e lucratividade dos setores da AECO. Estas incluem organizações que geram soluções de software e equipamentos de aplicabilidade direta e indireta ao projeto, construção e operação de instalações.	O <b>Campo de Tecnologia</b> compreende toda infraestrutura, seja por via tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino, pesquisa e extensão BIM nas Instituições de Ensino Superior. Está relacionado aos acordos institucionais com desenvolvedores de softwares e fabricantes de hardwares, os tipos e usos de softwares e hardwares, além da infraestrutura física das acomodações dos espaços de aprendizagem BIM.
Processo	O <b>Campo de Processos</b> agrupa um grupo de atores que adquirem, projetam, constroem, fabricam, utilizam, gerenciam e mantêm estruturas. Estes incluem proprietários de instalações, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerentes de instalações e todos os outros participantes da indústria da AECO envolvidos na propriedade, entrega e operações de edifícios ou estruturas.	Não aplicado
Política	O <b>Campo de Políticas</b> agrupa um grupo de atores com foco na preparação de profissionais, na pesquisa, na distribuição de benefícios, na alocação de riscos e na minimização de conflitos dentro da indústria da AECO. Esses atores não geram nenhum produto de construção, mas são organizações especializadas - como seguradoras, centros de pesquisa, instituições de ensino e órgãos reguladores - que desempenham um papel fundamental na preparação, regulamentação e contrato no processo de projeto, construção e operações.	O <b>Campo de Políticas</b> compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM. Engloba a capacitação do corpo docente, o engajamento BIM do corpo docente, a visão institucional do BIM, as ações de ensino BIM, a extensão acadêmica, a iniciação científica e o decreto federal 9.337:2018.
Desempenho	Não aplicado	O <b>Campo de Desempenho</b> compreende nos usos e na quantidade de usos BIM, na forma e no número de disciplinas em que o BIM é envolvido, nas formas, qualidade e quantidade de publicações de artigos científicos e a abrangência de alunos capacitados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Matriz é destinada, exclusivamente, para Instituições de Ensino Superior, podendo seu foco estar na instituição, ou no curso em si. Ela pode ser aplicada internamente, pelos membros instituições, como forma de mensurar seu desempenho, ou pode servir como ferramenta para auditoria, verificando a autenticidade das informações.

Para esta pesquisa, desenvolveu-se um questionário (APÊNDICE D), que engloba todos os critérios da matriz, na qual cada coordenador de curso respondeu. Portanto, as informações resultantes da matriz, como base nas autodeclarações dos respondentes, não passando por nenhum processo de verificação ou auditoria.

Em cada critério são 16 ao total, o respondente deverá assinalar em qual nível de maturidade encontra-se a IES ou o curso naquele item, sendo convertido uma pontuação. Para considerar a pontuação máxima naquele item, deve-se atender todos os critérios descritos na matriz.

Quadro 22 – m<sup>2</sup>BIM-IES

Níveis de Maturidade	Pré-BIM 5 pts	Inicial 20 pts	Definido 30 pts	Integrado 40 pts	Otimizado 50 pts
<b>Tecnologia</b> Compreende toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM					
<b>Acordos institucionais com desenvolvedores de Softwares (T.1)</b>	Não há nenhum acordo institucional com desenvolvedores de softwares.	<b>Há acordos institucionais com um desenvolvedor de softwares (atendimento de 1 itens)</b> 1. Fornecimento de softwares para acesso na IES; 2. Fornecimento de softwares para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	<b>Há acordos institucionais com um desenvolvedor de softwares (atendimento de 3 itens)</b> 1. Fornecimento de softwares para acesso na IES; 2. Fornecimento de softwares para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	<b>Há acordos institucionais com um desenvolvedor de softwares (atendimento de 4 itens)</b> 1. Fornecimento de softwares para acesso na IES; 2. Fornecimento de softwares para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	<b>Há acordos institucionais com mais de um desenvolvedor de softwares (atendimento de 4 itens)</b> 1. Fornecimento de softwares para acesso na IES; 2. Fornecimento de softwares para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;
<b>Softwares (T.2)</b>	Não há nenhum software instalado.	Softwares instalados em apenas alguns computadores, sem controle da instituição, sem controle de licenças e sem monitoramento.	Softwares instalados em apenas alguns computadores.  Controle institucional simples, com a instalação e licenças.	Softwares instalados em todos os computadores de no mínimo um laboratório de informática destinado aos alunos.  A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.	Softwares instalados em todos os computadores de todos os laboratórios de informática destinados aos alunos.  A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.
<b>Acordos institucionais com fabricantes de Hardware (T.3)</b>	Não há nenhum acordo institucional com fabricantes de hardwares.	<b>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 1 itens)</b> 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	<b>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 2 itens)</b> 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	<b>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento de 4 itens)</b> 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	<b>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware (atendimento acima de 4 itens)</b> 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 23 – m<sup>2</sup>BIM-IES (continuação)

<b>Política</b>					
Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM.					
<b>Capacitação Docência (P.1)</b>	Não há nenhum incentivo ou programa de capacitação em BIM destinado ao corpo docente.	Incentivo informal para capacitação BIM ao corpo docente. Não ocorre de forma institucionalizada e formalizada.	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada.	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada.  Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM.	Existência de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada.  Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM.  Exigência do BIM na matriz de competências para contratação de professores.
<b>Engajamento BIM do corpo docente (P.2)</b>	O corpo docente não possui nenhum conhecimento BIM e não há nenhum tipo de engajamento.	Até 10% do corpo docente domina a metodologia e softwares BIM.  Não há nenhum tipo de engajamento.	Até 10% do corpo docente domina a metodologia e softwares BIM.  Há engajamento preliminar do corpo docente.	Até 30% do corpo docente domina a metodologia e softwares BIM.  Há engajamento do corpo docente (grupo de estudos, iniciação científica, extensão acadêmica, incluso do BIM em disciplinas, etc..).	Acima de 30% do corpo docente domina a metodologia e softwares BIM.  Há engajamento do corpo docente (grupo de estudos, iniciação científica, extensão acadêmica, incluso do BIM em disciplinas, etc..).
<b>Visão Institucional BIM (P.3)</b>	O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.	O BIM não é enxergado como importante, prioridade ou como uma metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos. No entanto, não há nenhuma barreira interna para iniciativas de professores.	O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.	O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, não há uma formalização desta visão institucional.	O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. Ele está inserido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e nos Planos de Ensinos das disciplinas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 24 – m<sup>2</sup>BIM-IES (continuação)

<b>Níveis de Maturidade</b>	<b>Pré-BIM</b> 5 pts	<b>Inicial</b> 20 pts	<b>Definido</b> 30 pts	<b>Integrado</b> 40 pts	<b>Otimizado</b> 50 pts
<b>Ensino BIM</b> (P.4)	O BIM não está inserido no ensino	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM.	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM; Softwares BIM;	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM; Softwares BIM; Metodologia BIM;	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM; Softwares BIM; Metodologia BIM; Projetos Integradores (Multidisciplinares; Projetos Colaborativos;
<b>Extensão Acadêmica</b> (P.5)	Não há nenhuma iniciativa BIM na extensão acadêmica.	Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica. Há ações individuais de professores ou discentes, porém sem conhecimento formalizado junto a IES.	Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica.  Há ações individuais de professores ou discentes, porém com conhecimento formalizado junto a IES.	Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada.  As iniciativas não estão relacionadas ao planejamento estratégico BIM.	Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada. O conjunto de ações (cursos, palestras, seminários, etc..) vão ao encontro do planejamento estratégico BIM.
<b>Iniciação Científica</b> (P.6)	Não há nenhuma iniciativa BIM na Iniciação Científica.	Não há nenhuma iniciativa BIM na Iniciação Científica. No entanto, há grupo de estudos com o objetivo de criação da Iniciação Científica em BIM.	Não há Iniciação Científica formalizada, apenas ações individualizadas entre professores e alunos na produção de pesquisas.	Há iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisas consolidadas na IES.	Há iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisas consolidadas na IES. O BIM é enxergado como prioridade na Iniciação Científica.
<b>Decreto Federal 9.337:2018</b> (P.7)	Não há conhecimento sobre seu conteúdo.	A IES possui ciência do conteúdo.  Não há nenhum plano/estratégia para atendimento dos requisitos e não vem desenvolvendo nenhuma ação.	A IES possui ciência do conteúdo.  Não há nenhum plano/estratégia para atendimento dos requisitos e vem desenvolvendo ação.	A IES possui ciência do conteúdo.  Há um plano/estratégia para o cumprimento do requisito estabelecido.	A IES possui ciência do conteúdo. Há um plano/estratégia para o cumprimento do requisito estabelecido. Adota uma postura de compromisso com a responsabilidade da IES para o atendimento do decreto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 25 – m<sup>2</sup>BIM-IES (continuação)

<b>Desempenho</b> Compreende com o desempenho do ensino, pesquisa e extensão em BIM.					
<b>Usos BIM</b> (D.1)	Não há nenhum uso BIM	Até 5 usos BIM	Até 10 usos BIM	Até 15 usos BIM	Acima de 15 usos BIM
<b>Disciplinas BIM</b> (D.2)	Não há nenhuma disciplina que envolva o BIM	Existência de 1 disciplina que envolva o BIM.	Existência de até 5 disciplinas que envolvam o BIM.	Existência de até 15 disciplinas que envolvam o BIM.	Existência de mais de 15 disciplinas que envolvam o BIM.
<b>Publicações</b> (D.3)	Não há nenhuma publicação em artigo, periódico, semana acadêmica, ou etc, acerca do BIM.	Publicações esporádicas, sem uma periodicidade, voltada para eventos internos da IES.	Publicações esporádicas, sem periodicidade, com alcance em congressos regionais e nacionais.	Publicações planejadas, com alcance em congressos regionais e nacionais, e periódicos nacionais.	Publicações planejadas, com alcance em periódicos internacionais.
<b>Alunos Capacitados</b> (D.4)	Nenhum aluno capacitado.	Até 50 alunos capacitados.	Até 250 alunos capacitados	Até 500 alunos capacitados	Acima de 500 alunos capacitados

Fonte: Elaborado pelo autor.

Da mesma forma que o modelo desenvolvido por Succar (2010), a partir da m<sup>2</sup>BIM-IES, pode-se extrair dois valores, o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade. O Grau de Maturidade consiste em uma média aritmética dos 16 itens avaliados (soma da pontuação, dividido por 16), sendo sua pontuação máxima de 50 pontos. O Índice de Maturidade é um valor percentual, em que o Grau de Maturidade é referenciado à pontuação máxima (100%). Definido o Índice de Maturidade, desenvolveu-se um modelo de relação entre o índice e o Grau de Maturidade, baseado em Rodrigues (2018), para determinar o Nível de Maturidade BIM, apresentado no Quadro 26.

Quadro 26 - Relação Grau de Maturidade BIM e Conceito de Nível de Maturidade

<b>GRAU DE MATURIDADE BIM</b>			
	<b>Nível de Maturidade</b>	<b>Classificação textual</b>	<b>Classificação numeral</b>
<b>A</b>	Pré-BIM	Inexistência de maturidade	0-19%
<b>B</b>	Inicial	Baixa maturidade	20-39%
<b>C</b>	Definido	Média maturidade	40-59%
<b>D</b>	Integrado	Alta maturidade	60-79%
<b>E</b>	Otimizado	Muito alta maturidade	80-100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A diferença entre o modelo BIM<sup>3</sup> e o modelo m<sup>2</sup>BIM-IES está na conceituação dos níveis de maturidade. No modelo BIM<sup>3</sup> (SUCCAR, 2009), o primeiro nível é o Inicial, indicando que já há maturidade, apesar de mínima, na organização. Na m<sup>2</sup>BIM-IES, o primeiro

nível é denominado de Pré-BIM, não há a inexistência de maturidade BIM, ou seja, o BIM não ocorre na IES.

Esta definição ocorre, em virtude de poder comparar toda a amostra de IES, tanto as que usam BIM, quanto as que não usam BIM, em uma mesma matriz, fato este que é possível no modelo BIM<sup>3</sup>.

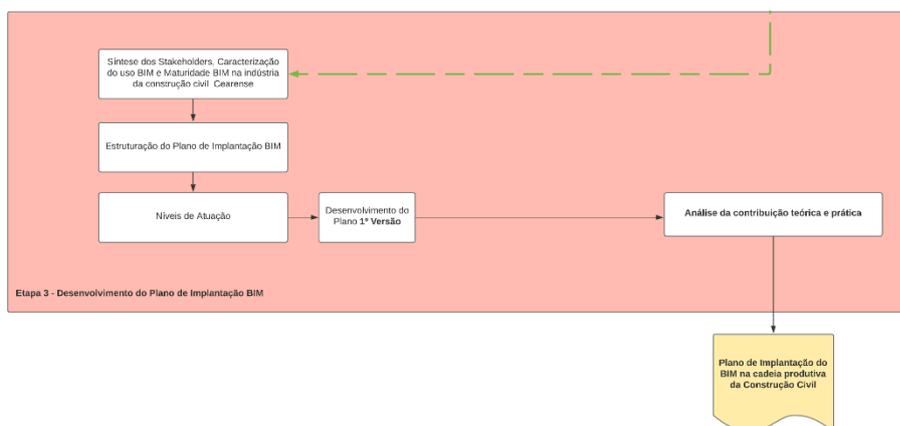
#### 5.4.4.4 Maturidade BIM – Poder Público

Como forma de mensurar a maturidade BIM das instituições do Poder Público, previu-se inicialmente o desenvolvimento de uma ferramenta de mensuração, uma vez que não foi diagnosticada uma ferramenta existente na literatura. No entanto, devido aos resultados encontrados, em que apenas 2 instituições afirmarem adotar o BIM e que ambas se encontram em fase Pré-BIM, não se fez necessário o desenvolvimento de tal ferramenta para mensuração da maturidade BIM.

### 5.5 Plano de Implantação BIM

O desenvolvimento do Plano de Implantação BIM na indústria da construção civil do estado do Ceará, consistiu em 5 etapas: (I) síntese dos *stakeholders*, caracterização do uso BIM, maturidade BIM na indústria da construção civil cearense; (II) estruturação do Plano de Implantação BIM; (III) níveis de atuação; (IV) motivadores e promotores conceitual BIM; (V) níveis de atuação conceitual; e, (V) desenvolvimento do Plano de Implantação BIM, conforme ilustrado pela Figura 48.

Figura 48 – Delineamento do desenvolvimento do Plano de Implantação BIM

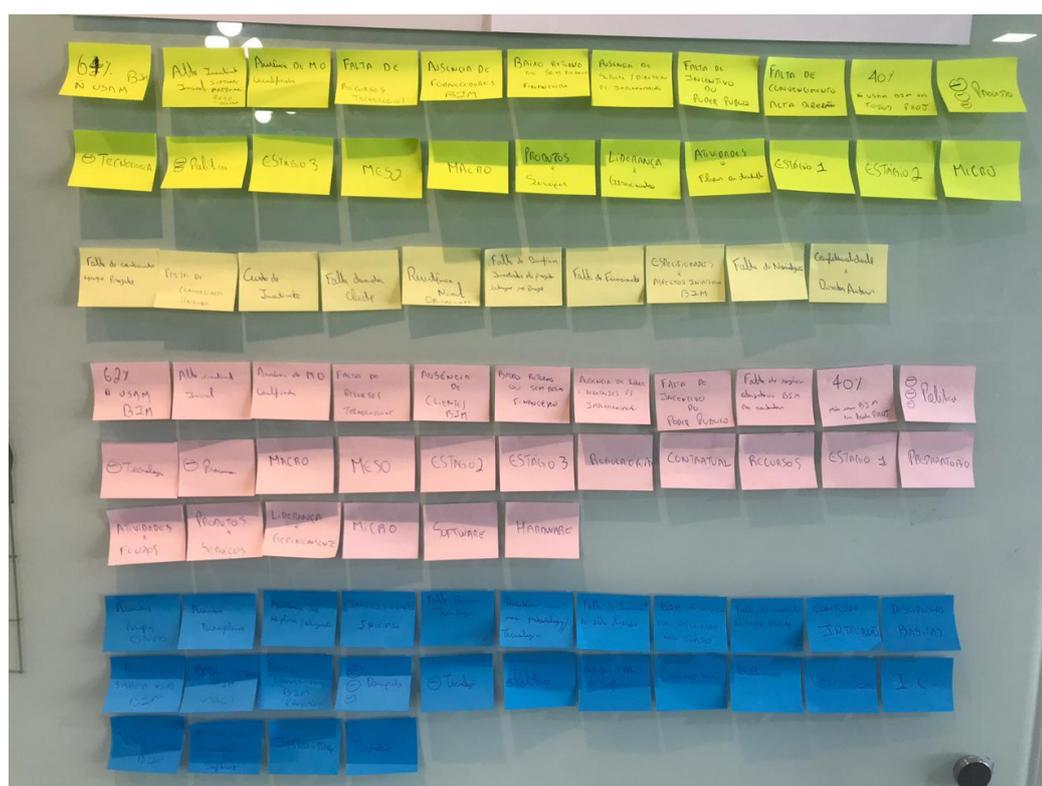


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.5.1 Síntese dos stakeholders, caracterização do uso e maturidade BIM na indústria da construção civil

Para realizar a síntese, adotou-se os conceitos de *brainstorming* (DIEHL; STROEBE, 1987, SUTTON; HARGADON, 1996, BÖES et al., 2017) em que cada agente interveniente incluso no plano (construtoras, projetistas, academia e poder público) recebeu adesivo de uma cor diferente. Para cada adesivo, foram elencados as barreiras, dificuldades e itens de baixa maturidade identificados na etapa do diagnóstico, e todos foram fixados em um painel visível a todos, conforme ilustra a Figura 49.

Figura 49 – *Brainstorming* para sintetização



Legenda: (dourado - construtoras; rosa - projetistas; azul – academia; amarelo – academia)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dos pontos mencionados pelos *stakeholders*, também foram coletadas as barreiras e dificuldades na implantação BIM, listadas na literatura, constante na revisão bibliográfica desta pesquisa. Na sequência, os adesivos foram reagrupados, na busca de encontrar um padrão entre os *stakeholders*, como, também, com a literatura.

A realização da sintetização torna-se a pedra fundamental do plano, pois representa os principais entraves para a implantação do BIM, na qual o Plano de Implantação BIM visará desenvolver.

### 5.5.2 Estruturação Conceitual do Plano de Implantação BIM

A estruturação do Plano de Implantação BIM na indústria da construção civil do estado do Ceará está baseada em Succar (2009), Succar (2010), Succar, Kassem (2015), Amorim, Kassem (2015) e Brasil (2018). A estrutura macro do plano, ou seja, a forma como ela está organizada, está baseado na Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (BRASIL, 2018), tendo no seu topo a finalidade, ou seja, o motivo para a existência do plano. Para atingir a finalidade estipulada, haverá um conjunto componentes da Macromaturidade BIM (SUCCAR; AMORIM, 2015), que darão suporte à finalidade. Para cada componente da política BIM, há um conjunto de ações estratégicas, constituindo um conjunto de esforços realizado e destinado aos integrantes da indústria da construção civil, para possibilitar o atendimento dos componentes da política BIM.

O *roadmap* conceitual do plano é apresentado pela Figura 50. Ele está dividido nas três fases de implantação propostos Succar e Kassem (2015) e visto na seção 3.5. As fases estão dispostas no eixo “X”.

No eixo “Y” há os Componentes da Macromaturidade BIM (SUCCAR; KASSEM, 2015), vistos na seção 3.5.2. Para cada componente há um resultado esperado em cada estágio, existindo um conjunto de ações estratégicas específicas como meio de atingir tal resultado.

Figura 50– Roadmap conceitual do plano de implantação BIM

Estágio (SUCCAR; KASSEM, 2015)		Fase 1	Fase 2	Fase 3
		Prontidão BIM	Capacidade BIM	Maturidade BIM
Estratégia		Disseminação e Preparação	Implantação	Melhoria Contínua
<b>Componentes da Macro Maturidade</b> (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Objetivos, Estágios e Marcos (OEM) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Objetivos, Estágios e Marcos Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Objetivos, Estágios e Marcos Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Campeões e Pilotos (CP) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Campeões e Pilotos Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Campeões e Pilotos Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Quadro Regulamentar (QR) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Quadro Regulamentar Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Quadro Regulamentar Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Publicações Dignas de Notas (PDN) (AMORIM; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Publicações Dignas de Notas Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Publicações Dignas de Notas Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Aprendizagem e Educação (AE) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Aprendizagem e Educação Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Aprendizagem e Educação Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Medições e Benchmarks (MB) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Medições e Benchmarks Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Medições e Benchmarks Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Peças Padronizadas e Entregáveis (PPE) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Peças Padronizadas e Entregáveis Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Peças Padronizadas e Entregáveis Fase 1   Fase 2   Fase 3		
	Infraestrutura Tecnológica (IT) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Resultado Esperado - Infraestrutura Tecnológica Fase 1   Fase 2   Fase 3		
		Conjunto de ações estratégicas - Infraestrutura Tecnológica Fase 1   Fase 2   Fase 3		

Finalidade  
(BRASIL, 2018)

Fonte: Elaborado pelo autor.

### ***5.5.3 Motivadores e Promotores Conceitual BIM***

A implantação do BIM na construção requer a definição de personas que assumam o papel de motivadores e promotores na disseminação e adoção, tornando-se líderes do processo. Estas personas têm papel desenvolver e executar as ações estratégicas, verificar o atendimento dos resultados esperados, como também, propor novas demandas BIM.

O modelo proposto está baseado em Amorim; Kassem (2015) e Succar; Kassem (2015), visto na seção 3.5.3, através do Modelo Dinâmica da Macro Difusão, que para cada ação estratégica indicará o(s) responsável(eis), a dinâmica de difusão, a mecânica de pressão e o tipo de pressão isomórfica realizada.

### ***5.5.4 Níveis de Atuação Conceitual***

O desenvolvimento de níveis de atuação torna-se fundamental para obtenção de maior capilaridade e conseqüentemente, tornar o plano factível e eficaz, atingindo todas as camadas e níveis hierárquicos das organizações. Eles foram desenvolvidos baseados na estruturação do público-alvo e de conteúdos propostos pelo *UK BIM Task Group*, apresentando por (SANTOS, 2018) e visto na seção 4.4.1, contemplando quatro níveis: Nível Estratégico, Nível Gerencial, Nível Técnico e Nível em Formação.

## 6 RESULTADOS

O presente capítulo irá apresentar os resultados obtidos da pesquisa. O capítulo inicia apresentando o diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM, trazendo os *stakeholders* identificados, a caracterização e a maturidade BIM. Por fim, é apresentado o desenvolvimento do artefato, com o plano de implantação BIM.

### 6.1 Diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM

A apresentação do diagnóstico do estágio atual da maturidade BIM será apresentada conforme estruturado na metodologia, com a identificação dos *stakeholders*, a caracterização da utilização do BIM e a Maturidade BIM. Em cada subcapítulo, haverá também a análise da contribuição teórica e prática dos resultados obtidos.

#### 6.1.1 Identificação dos stakeholders

Neste subcapítulo será apresentado os *stakeholders* identificados no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no estado do Ceará e sua contribuição teórica e prática.

##### 6.1.1.1 Identificação dos stakeholders

A aplicação do questionário ocorreu em um período de três semanas, identificando 153 *stakeholders*, através de 20 agentes intervenientes, relacionados a 18 construtoras participantes do INOVACON, conforme é apresentado na Figura 51. Os agentes intervenientes foram identificados a partir da dinâmica de grupo realizada, na qual cada representante apropriou sua visão dos envolvidos no processo de empreendimentos imobiliários, sem influência alheia, proporcionando uma visão ampla do diagnóstico, sendo eles apresentados na Figura 50. Percebe-se uma predominância de projetistas identificados, devido seu impacto direto no desenvolvimento do produto e sobre a temática realizada estar diretamente envolvida com a implantação do BIM. No entanto, é importante ressaltar a citação do Poder Público, Construtoras, Bancos, Prestadores de Serviço BIM e Academia.

Figura 51 – Identificação macro dos envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 52 – Identificação dos agentes intervenientes no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários

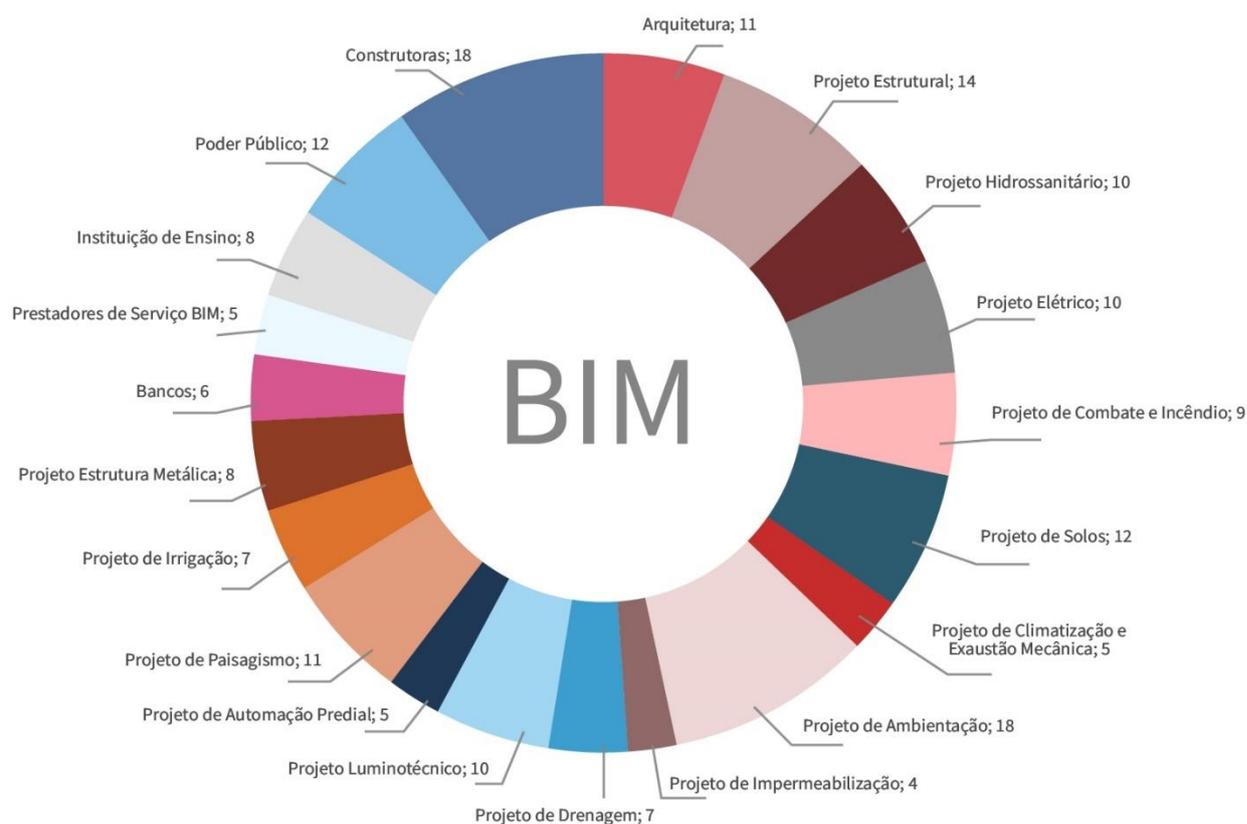
Arquiteto	Projetista Estrutural	Projetista Hidrossanitário	Projetista Elétrico	Projetista de Combate a Incêndio
Projetista de Solos	Projetista de Climatização e Exaustão Mecânica	Projetista de Ambientação	Projetista de Impermeabilização	Projetista de Drenagem
Projetista Luminotécnico	Projetista de Automação Predial	Projetista de Paisagismo	Projetista de Irrigação	Projetista Estrutura Metálica
Bancos	Prestadores de Serviço BIM	Construtoras	Poder Público	Academia

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da constatação dos agentes intervenientes, o questionário aplicado objetivou a identificação dos *stakeholders* que as construtoras contratam para cada modalidade, permitindo uma identificação e mapeamento do setor. A Figura 53 apresenta a representatividade das citações dos entrevistados sobre cada agente interveniente. Apesar da

representatividade do número final de *stakeholders*, 153, observa-se que não há um número expressivo em determinando agente interveniente, apresentando uma tendência de fidelidade das construtoras com seus projetistas e fornecedores, como também que os projetistas

Figura 53 – Representatividade dos agentes intervenientes



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 2 apresenta a identificação e a representatividade dos *stakeholders* identificados, divididos por agentes intervenientes. Observa-se que há uma pluralidade de projetistas contratados pelas construtoras, no que tange Arquitetos (11), Projetistas Estruturais (14), Projetistas de Instalações Hidrossanitárias (12), Projetistas de Instalações Elétricas (12), Projetistas de Combate a Incêndio (11), Projetistas de Solos (14), Projetista de Interiores (18). No entanto, pode-se afirmar que há um número muito restrito de projetistas que prestam serviços às construtoras analisadas, quando comparado o universo de projetistas existentes no estado do Ceará. Para entender esse fenômeno, podem-se levantar algumas hipóteses: (I) Credibilidade e destaque para os projetistas identificados; (II) relacionamentos existentes e

sólidos entre construtoras e projetistas; (III) foco dos demais projetistas encontra-se em outros segmentos da construção civil, como outros.

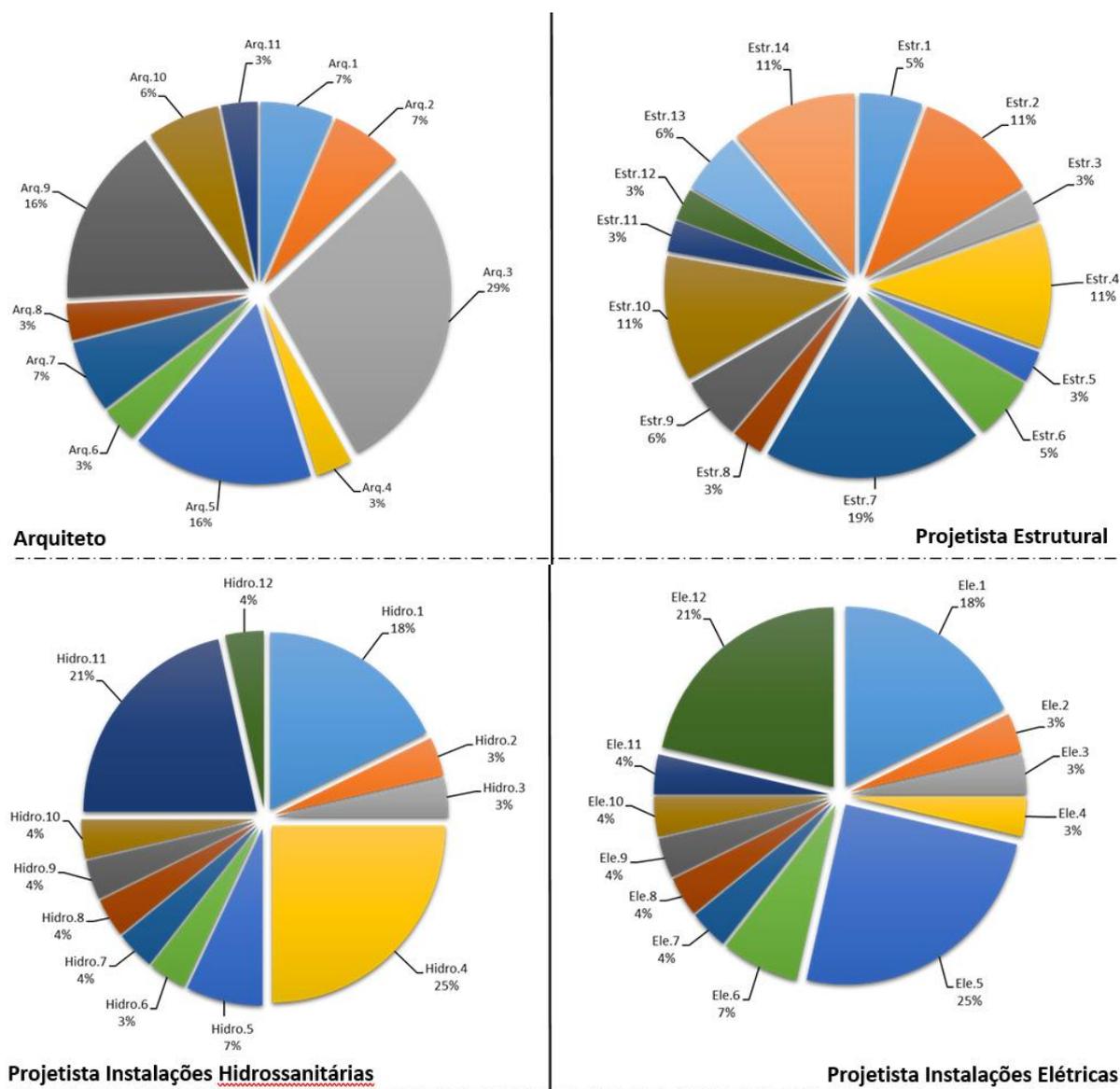
Por outro lado, há *stakeholders* que destacam-se tendo grande participação no mercado, como o Imper.4 (64%) e Dren.2 (50%), que atendem cinquenta por cento ou mais das construtoras entrevistadas, seguida por oito *stakeholders* que possuem uma representatividade acima de 25%. O Quadro 27 apresenta o ranking dos *stakeholders* projetistas

Quadro 27 – Ranking dos *stakeholders* projetistas

Agente Interveniente	1°		2°		3°	
	Stakeholder	%	Stakeholder	%	Stakeholder	%
Arquiteto	Arq.3	29%	Arq.5 e 9	16%	Arq.1,2, 7	7%
Proj. Estrutural	Estr.7	19%	Estr.2 4,10, 14	11%	Estr.9 e 13	6%
Proj. Hidro.	Hidro.4	25%	Hidro.11	21%	Hidro.1	18%
Proj. Ele.	Ele.5	25%	Ele.12	21%	Ele.1	18%
Proj. PPCI	PPCI.4	26%	PPCI.11	22%	PPCI.1	18%
Proj. Solos	Solos.12	34%	Solos.7, 9, 11	8%	Solos.2 e 5	7%
Proj. Interiores	Interior.12	13%	Interior.8 ,10, 17, 18	8%	Demais	4%
Proj. Imperm.	Imper.4	64%	Imper.1	22%	Imper.2 e 3	7%
Proj. Drenagem	Dren.2	50%	Dren.1 e 7	11%	Dren.5, 6, 8	6%
Proje. Luminot.	Lumin.7	23%	Lumin.9	15%	Demais	8%
Proj. Automação	Autom.1,2,5	25%	Autom.4	13%	Autom.3	12%
Proj. Paisagismo	Paisag.1	31%	Paisag. 5, 10, 13	13%	Paisag.3	5%
Proj. Est. Metal.	Metal.3	36%	Metal.7	22%	Demais	7%

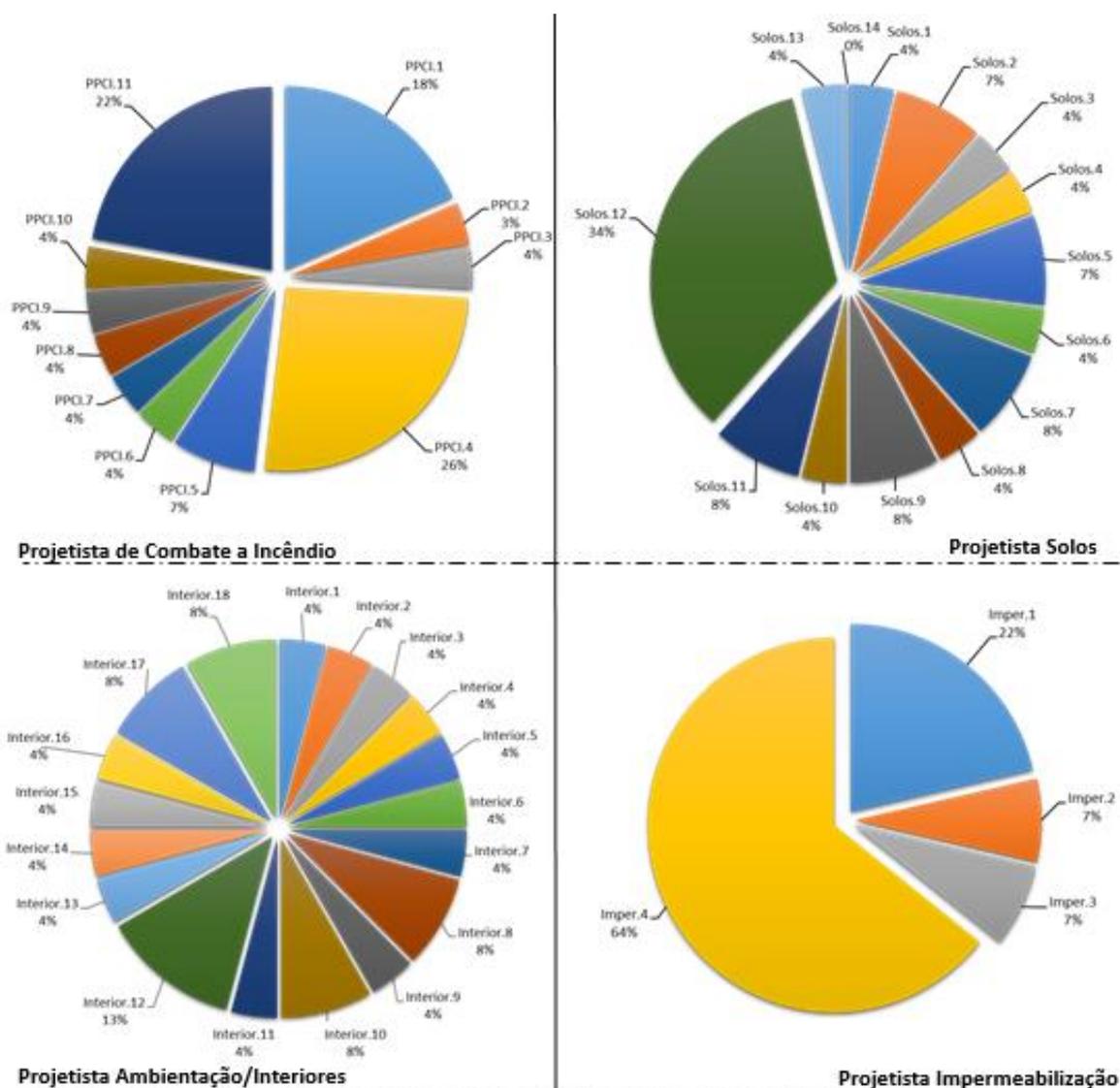
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 2 – Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente



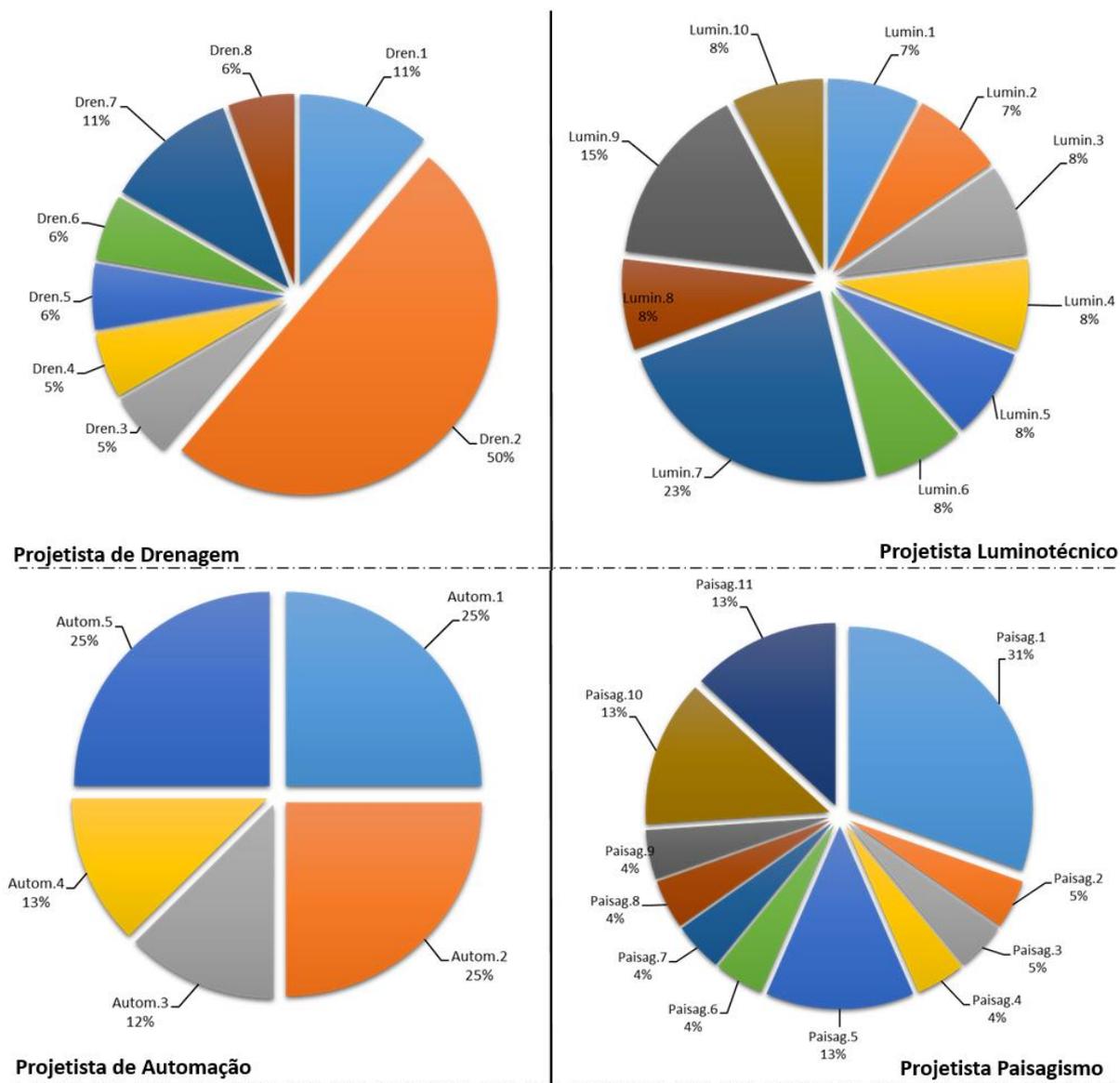
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 – Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente  
(continuação)



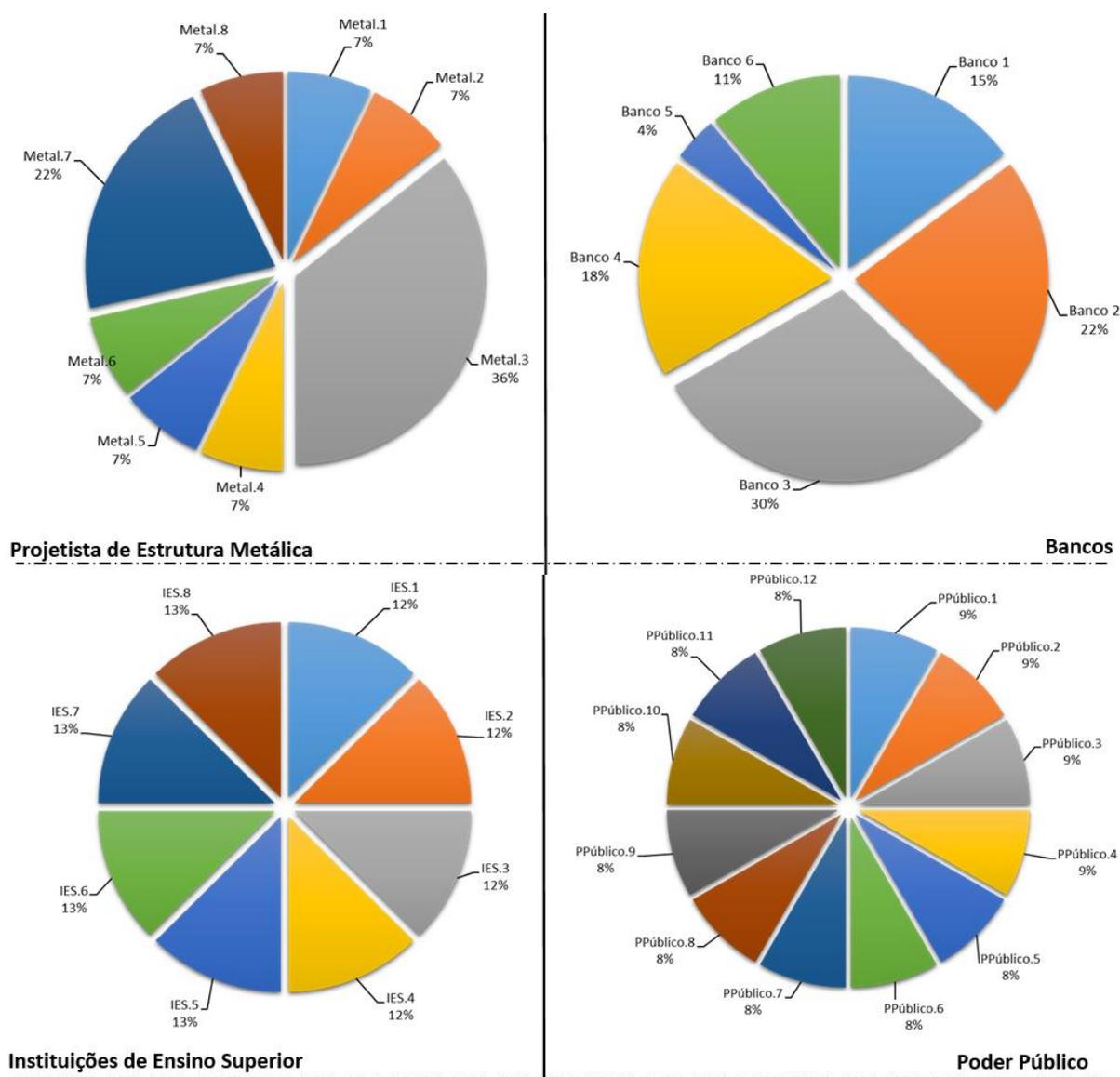
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 – Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente  
(continuação)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 5 – Identificação e representatividade dos stakeholders por agente interveniente  
(continuação)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar da metodologia ter permitido a identificação de *stakeholders*, ressalta-se que o desenvolvimento de empreendimentos imobiliários apresenta uma gama maior de *stakeholders* que não foram identificados e inclusos pela pesquisa. Um ponto de destaque é apenas 8 IES terem sido citadas, alguns órgãos do poder público e poucos fornecedores. Esta ausência corrobora com a problemática desta pesquisa, que aponta uma visão míope acerca do BIM e seus envolvidos.

### *6.1.1.2 Análise da contribuição teórica e prática*

A identificação dos *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários do estado do Ceará, permitiu em primeira mão, realizar um mapeamento das relações entre projetistas e construtoras, permitindo identificar os principais *stakeholders* do mercado imobiliário local. Como contribuição teórica, abre-se a possibilidade, a partir do mapeamento realizado, estudar as relações entre projetistas e construtoras, o inter-relacionamento entre projetistas e os fluxos de trabalho. Como destaque da contribuição teórica, está a possibilidade a partir da identificação realizada, desenvolver instrumentos de pesquisa para caracterização e mensuração do BIM. A contribuição prática consiste em apresentar ao mercado um panorama dos principais *stakeholders*, gerar um benchmarking na qual é apontado novos *stakeholders* e permitindo novas relações.

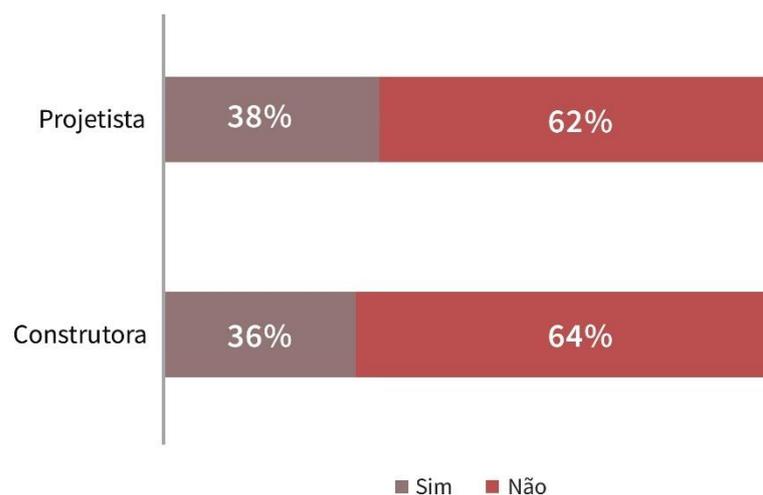
### *6.1.2 Caracterização do BIM*

O subcapítulo irá abordar os resultados da caracterização da utilização do BIM através de diferentes visões das construtoras, projetistas, academia e poder público. Por fim será apresentado a contribuição teórica e prática dos resultados.

#### *6.1.2.1 Caracterização BIM – Construtoras e Projetistas*

Após a identificação dos *stakeholders* dos projetistas, através de um grupo focal apresentado no capítulo anterior, delimitou a amostra de projetistas a oito agentes intervenientes, considerados os de maior impacto no processo de implantação BIM, sendo eles, Arquitetura, Projeto Estrutural, Projeto Hidrossanitário, Projeto Elétrico, Projeto de Combate a Incêndio, Projeto de Climatização, Projeto de Estrutura Metálica e as Construtoras, totalizando 40 *stakeholders* respondentes na amostragem, entre construtoras (14 *stakeholders*) e projetistas (26 *stakeholders*). Através do questionário, 38% dos projetistas e 36% das construtoras afirmaram que usam o BIM em seus empreendimentos, conforme ilustra o Gráfico 6.

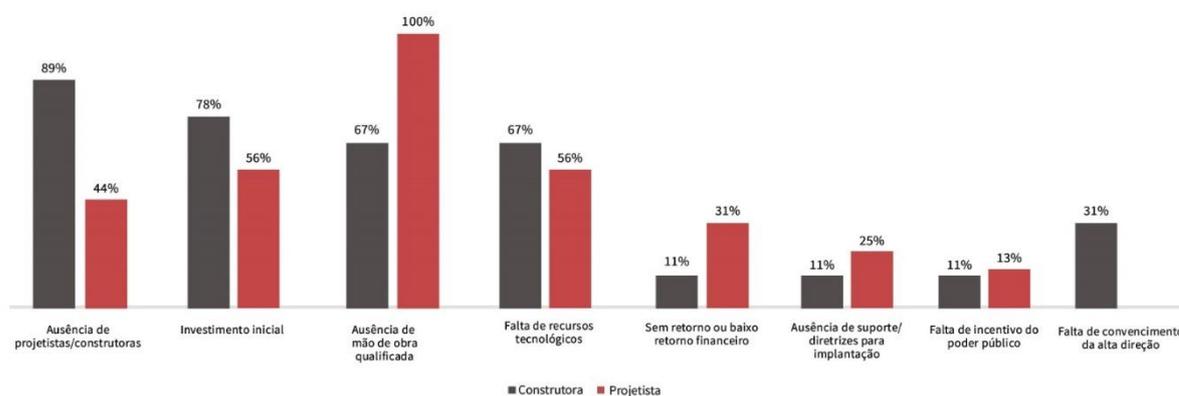
Gráfico 6 – Representação das construtoras e projetistas que afirmam usar o BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

As análises foram divididas em duas etapas, os que afirmaram que não usam BIM e os que afirmaram que usam o BIM em seus projetos ou empreendimentos. Ao analisar a amostra de construtoras e projetistas que não usam BIM, podemos identificar os motivos que os mesmos justificam pela não adoção, conforme é apresentada pelo Gráfico 7.

Gráfico 7 – Motivos para não adoção do BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos constatar que as construtoras e projetistas compartilham dos mesmos motivos para não adoção do BIM, com destaque para falta de recursos tecnológicos, ausência de mão de obra qualificada, investimento inicial. Nota-se que todos os projetistas mencionam que um dos entraves é a ausência de mão de obra qualificada. Este fato pode ser interpretado devido seu papel de desenvolvimento do projeto requerer uma mão de obra qualificada e diretamente ligada ao BIM, fato que não necessita em uma construtora.

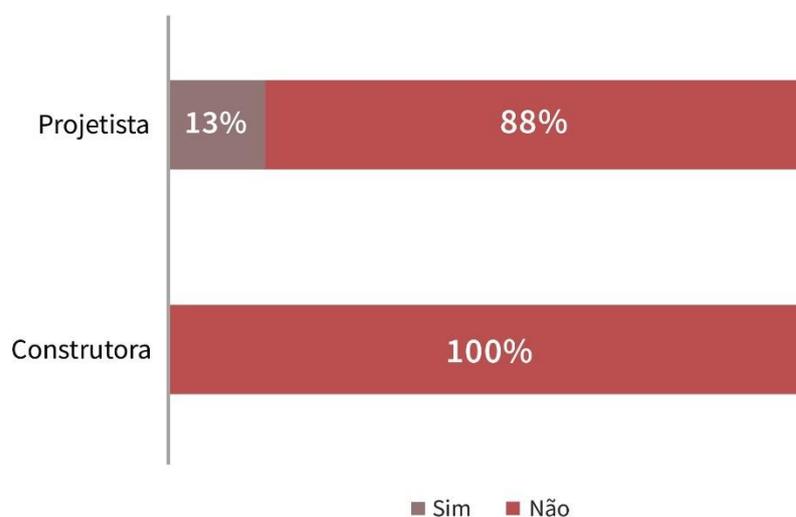
A falta de recursos tecnológicos não consiste na inexistência de softwares ou hardwares no mercado para o uso das ferramentas BIM, mas sim a ausência destes, nos escritórios de projetos e construtoras. Podemos relacionar este problema com um outro motivo identificado na pesquisa, o investimento inicial. Para trabalhos em plataforma BIM, requer o uso de softwares específicos, que por sua vez requerem um maior desempenho dos equipamentos. Os escritórios e construtoras, na sua grande maioria, não possuem equipamentos aptos para trabalhos nestas plataformas, requerendo investimentos iniciais, uma vez que sua metodologia atual não necessita de tais requisitos. Os investimentos iniciais podem ser divididos em três frentes: (I) aquisição de hardwares (equipamentos); (II) aquisição das licenças dos softwares; e, (III) possuir uma rede de transmissão de dados compatível para o trabalho em rede e colaborativo.

Podemos facilmente, compreender que a mudança é brusca e requer um aporte financeiro considerável, principalmente em escritórios de projetos, que devem realizar a substituição em todas as estações de trabalho. Neste ponto, podemos destacar uma dificuldade, pois o stakeholder que mais deve investir, é o que menor possui capacidade financeira, se comparada aos valores brutos de contratos, principalmente comparado com as construtoras. Neste ponto, podemos corroborar, o fato que os escritórios de projetos do estado do Ceará, foco a amostra, são considerados de médio e pequeno porte, muitas vezes, familiares, com baixo poder de investimentos. Outra análise acerca dos investimentos iniciais é a necessidade de realizar a capacitação dos quadros existentes destes escritórios e construtoras, pois não adianta realizar os investimentos em hardware, software e rede, e não haver mão de obra qualificada para operacionalizar.

Um resultado percebido como motivo para não adoção do BIM é a ausência de projetistas capacitados, na visão da construtora, e a ausência de construtoras que demandem projetos em BIM, na visão dos projetistas. Este fato pode ser relacionado a uma falta de comunicação entre as partes e uma terceirização da culpa. De um lado temos construtoras que alegam não adotarem o BIM, pois não encontram projetistas que desenvolvam projetos em BIM, e de outro, projetistas que não desenvolvem projetos em BIM pois não há construtoras que queiram contratar projetos em BIM. A análise factível a ser feita, é que os círculos de relacionamentos entre construtoras e projetistas é restrito, ocasionando que uma construtora, fique contratando os mesmos projetistas, seja pelos motivos qualquer (confiança, relacionamentos, remuneração, etc.), e não buscado novos projetistas que já atuam em BIM. Por outro lado, os projetistas tomam uma postura de dependência das construtoras, estagnando-se em uma *zona de conforto*, esperando serem demandados para ingressarem em trabalhos BIM.

Esta análise é apoiada no Gráfico 8, que mostra que 88% dos projetistas afirmaram que nunca foram demandados pelas construtoras a desenvolverem seus projetos em BIM e 100% das construtoras afirmaram que nunca foi ofertado pelos projetistas, projetos em BIM.

Gráfico 8 – Solicitação BIM entre relação Projetista/Construtora e Construtora/Projetista



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe que os *stakeholders* devem adotar uma postura vanguarda e progressista, de forma a romper com os modelos tradicionais para se adequarem as novas tecnologias e demandas do mercado. As construtoras podem em um primeiro momento, incentivar e fomentar que seus tradicionais *stakeholders* se capacitem em BIM e auxiliá-los nesse processo. Caso haja resistência ou uma postura de não adoção, cabe a construtora buscar novos parceiros, inserindo como premissa para contratação, o uso de BIM. No outro lado, temos uma grande possibilidade de diferenciação de mercado, em que os escritórios de projetos que adotarem o BIM, podem se diferenciar dos demais, buscando novos clientes, além do aumento de produtividade em seus fluxos de trabalho.

Outros três motivos foram identificados, mas que apresentaram baixa representatividade, sendo o baixo retorno financeiro, ausência de suporte ou diretrizes para implantação e falta de incentivo público. O baixo retorno financeiro, está relacionado a uma visão errônea do BIM e seus benefícios, uma vez que a adoção, permite um aumento de produtividade no desenvolvimento de projetos e maior riqueza de informações, por parte do projetista, como também, projetos com uma maior compatibilização, extração de quantitativos e melhor visualização, por parte da construtora. A literatura apresenta um vasto apanhado de

benefícios BIM, para seus diversos *stakeholders*. Visto isso, podemos concluir que o baixo retorno financeiro está relacionado a uma visão errônea acerca do BIM ou a falta de confiança sobre os resultados prometidos.

A ausência de suportes ou diretrizes para implantação do BIM, como, também compreendida como uma visão limitada acerca do tema, apesar da vasta bibliografia encontrada na literatura, sendo sua grande maioria gratuita e disponível pela Internet as bibliografias possuem déficits que não suprem as necessidades dos projetistas e construtoras. Podemos destacar que se abre um novo mercado, o de consultoria para implantação BIM nos escritórios de projetos e construtoras, requerendo profissionais com excelente capacitação e flexibilidade para atendimento das diversas demandas e peculiaridades de cada organização.

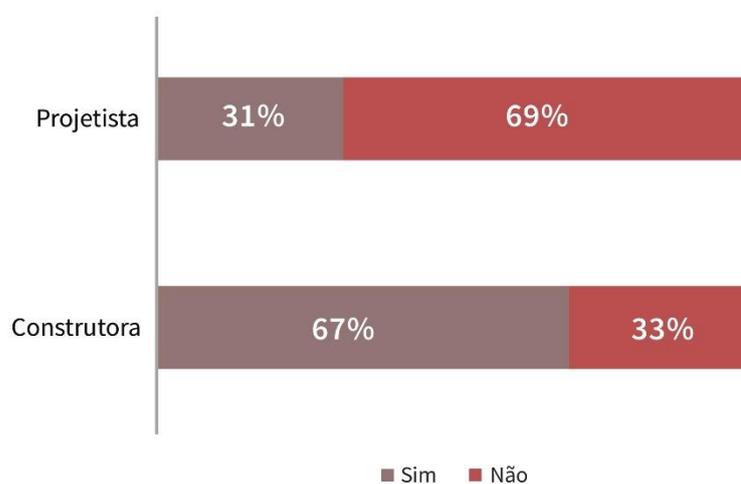
A falta de incentivo público pode ser algo muito amplo. O poder público pode realizar incentivos por diversas formas, determinando a obrigatoriedade do uso BIM para obras públicas, conforme já preconizado pelo Decreto 9.337, o estímulo para aprovação de projetos nas prefeituras municipais, a criação de linhas de financiamento para aquisição de hardwares e softwares, o desenvolvimento de uma biblioteca nacional, entre outras. O fato é que o Brasil iniciou sua estratégia de implantação BIM em 2018, estando os resultados de suas ações ainda incipiente. No entanto, vislumbra-se que o Decreto não atende ao mercado imobiliário da iniciativa privada, requerendo um conjunto de ações por outras instituições públicos e privados, de esferas municipais, estaduais e federais, para o fomento e adoção.

O último motivo analisado é falta de convencimento da alta direção. Vejamos que ele foi citado apenas pelas construtoras. Isto nos mostra que os escritórios de projetos, não apresentam grandes quadros de hierarquia, estando a alta direção ligada diretamente nos processos de operação, facilitando a compreensão do BIM. No caso das construtoras, os acionistas, proprietários ou até mesmo diretoria, apresentam um papel estratégico e macro dentro da organização, muitas vezes desempenhando atividades diversas, técnicas, administrativas e comerciais. As questões operacionais são realizadas por níveis secundários ou terciários na hierarquia, sendo estes os que possuem contato direto com o BIM. Esta distância entre a alta direção e o BIM acaba ocasionado uma visão distante dos potenciais benefícios que a adoção pode trazer a organização.

Ao analisarmos o conjunto dos resultados acima, podemos concluir que os motivos que as organizações citaram para até o momento não terem adotado o BIM, podem ser considerados dificuldades e barreiras, sendo fundamental o entendimento de cada uma para o desenvolvimento de ações que visam a superação.

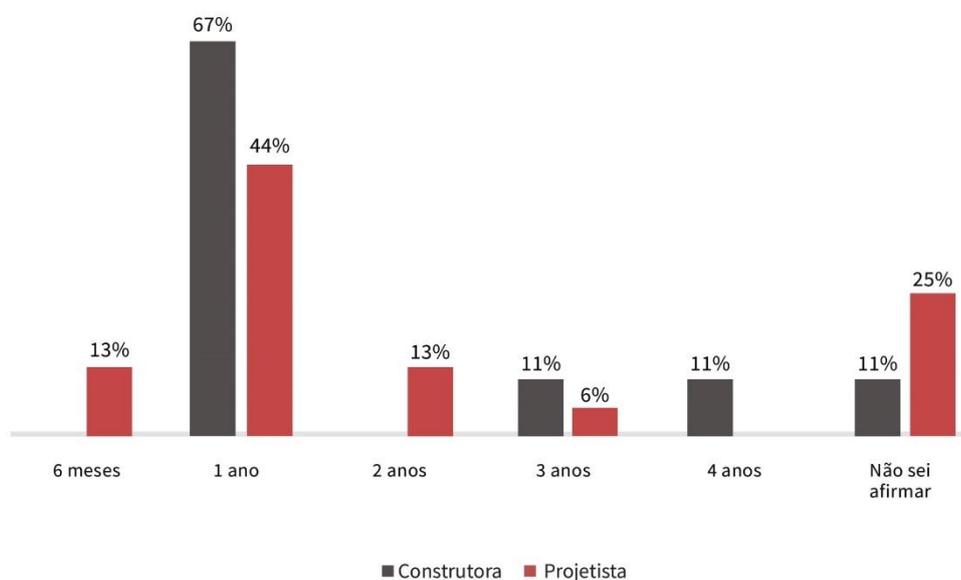
Apesar de não estarem trabalhando com BIM, 31% dos projetistas e 67% das construtoras afirmaram estarem desenvolvendo ações para a implantação, conforme ilustrado no Gráfico 9. Ao analisarmos o tempo pretendido para a implantação, vemos que 67% das construtoras pretendem adotar o BIM em até 1 ano, acompanhadas por 44% dos projetistas, que também pretende adotar em até 6 meses e em até dois anos, 13% respectivamente, como vislumbramos no Gráfico 10.

Gráfico 9 – Desenvolvimento de ações de implantação BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

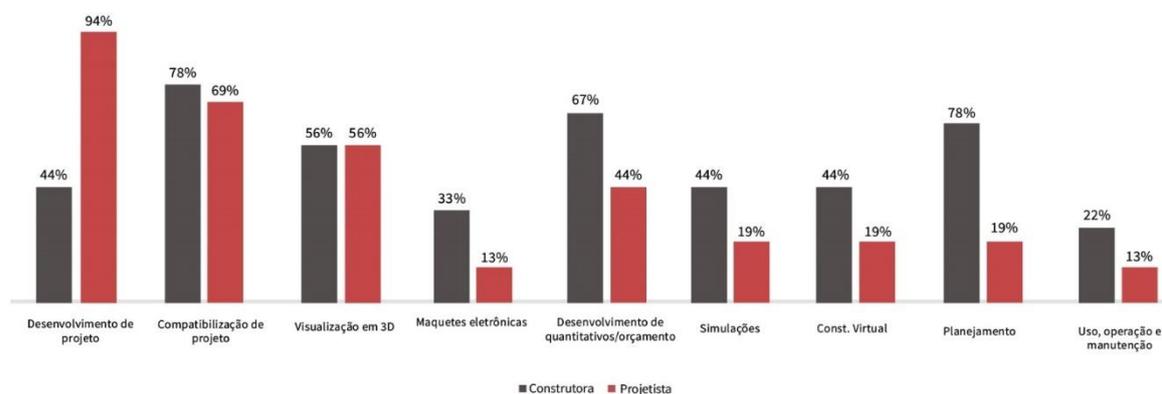
Gráfico 10 – Tempo pretendido para implantação do BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os usos pretendidos pelos *stakeholders* são apresentados pelo Gráfico 11. Vislumbra-se que tanto as construtoras, quanto aos projetistas apresentam o mesmo interesse no uso de compatibilização de projetos e visualização 3D. O uso preterido pelos projetistas, está claramente focado no desenvolvimento de projetos com 94%, seguido pela compatibilização de projetos com 69% e visualização 3D com 56%. Destaca-se usos citados, que comumente não fazem parte do escopo dos projetistas, como desenvolvimento de quantitativos e orçamentos, 44%, simulações e planejamento, 19% cada, e uso, operação e manutenção com 13%. Para as construtoras há a predominância dos usos de compatibilização de projetos e planejamento, cada um com 78%, seguido pelo desenvolvimento de quantitativos e orçamento, com 67% e visualização 3D com 56%.

Gráfico 11 – Usos BIM que pretendem usufruir

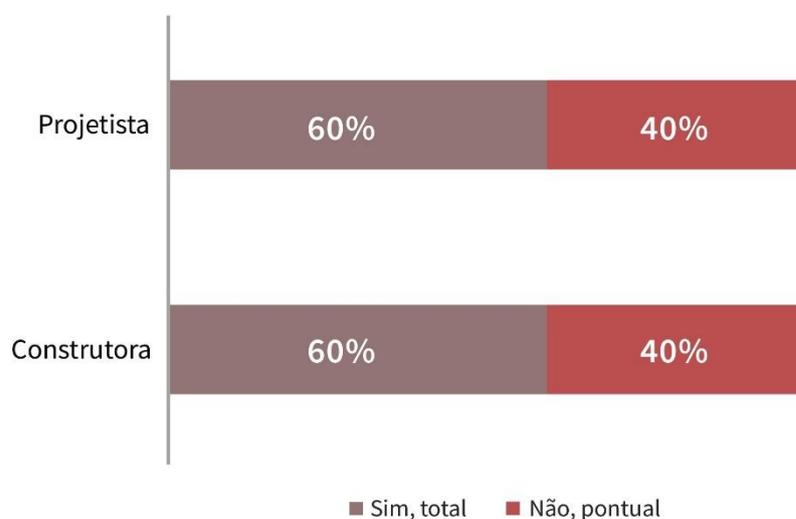


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os *stakeholders* que firmaram adotar o BIM em seus empreendimentos, podemos inicialmente constatar que o uso, todavia não ocorre em todos seus empreendimentos ou projetos, mas que a maioria, 60% já adota em todos os negócios, conforme ilustra o Gráfico 12. É importante destacar que todavia 40% das organizações não adotam o BIM em seus negócios, para entender os motivos. Por lado dos projetistas, vislumbra-se em um primeiro momento, a necessidade de ser demandado pela construtora à desenvolver os projetos em BIM. No entanto, essa visão pode ser considerada míope, pois trabalhar com as duas metodologias não é inteligente, tampouco desenvolve a cultura BIM na organização, como também, os escritórios podem desenvolver seus projetos em modelos BIM e gerar os documentos (projetos) em representações 2D, satisfazendo assim seus clientes e mantendo sua metodologia. Por outro lado, é no mínimo, curioso as construtoras não adotarem o BIM em todos seus empreendimentos, uma vez que elas têm o poder decisório na adoção e na escolha dos seus *stakeholders*. Podemos interpretar esse resultado como o BIM sendo uma característica dos

gestores, a depender do gestor responsável pelo empreendimento, ele adotar ou não o BIM, e não ser uma premissa da organização. Outra hipótese, pode ser de não haver a convicção dos benefícios BIM.

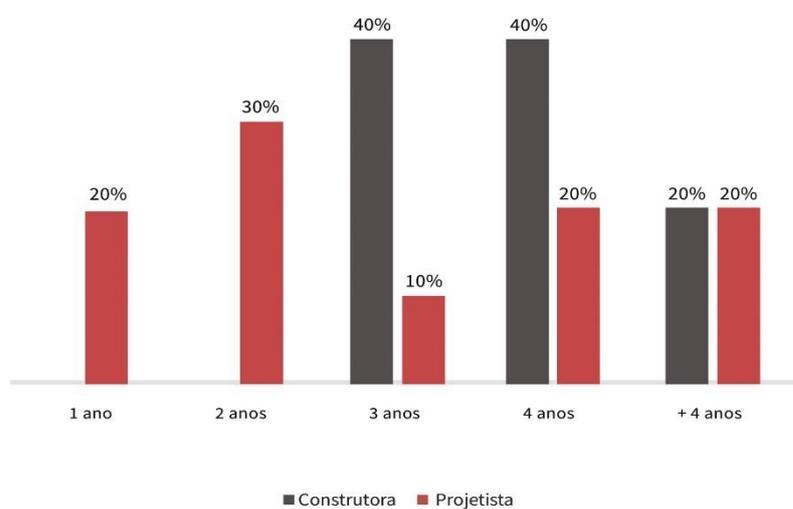
Gráfico 12 – Repetibilidade da aplicação BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao tempo de adoção do BIM, constata-se que as construtoras se tornam pioneiras, tendo sua implantação com três ou mais anos, em contraste com os projetistas, que possuem, em sua maioria, sua implantação entre um até três anos, como apresentado no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Tempo de implantação BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos motivos que levaram a adoção do BIM, destaca-se a motivação dos projetistas em atender as demandas de mercado e adequação as novas tecnologias, com 50%. Para as construtoras, destaca-se a melhoria na compatibilização dos projetos, com 56%, seguido pela melhoria no planejamento e controle, a busca pelos resultados esperados do BIM e a diminuição dos custos, como é apresentado pelo gráfico 14.

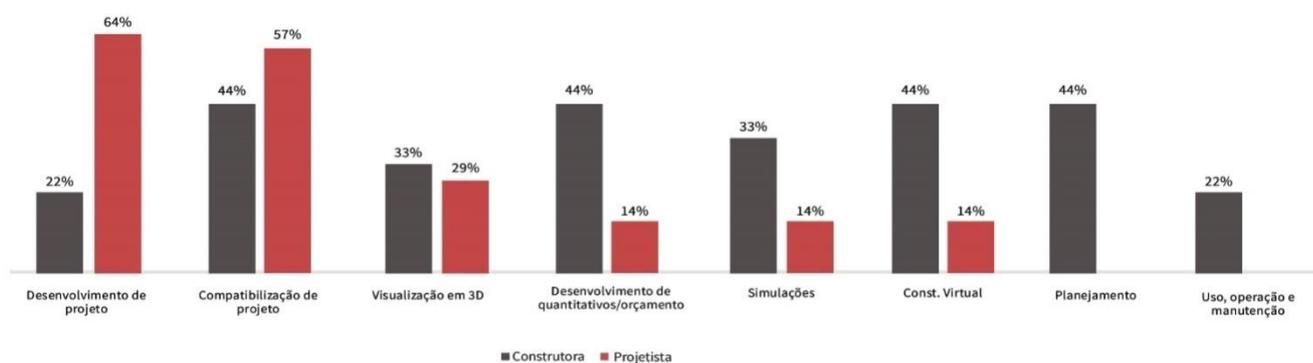
Gráfico 14 – Motivos que levaram a adoção do BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se uma consonância dos usos pretendidos pelos *stakeholders* que não usam BIM, com os usos realizados pelos *stakeholders* que já adotaram o BIM. Os projetistas possuem seu foco principal no desenvolvimento de projetos, com 64%, seguido pela compatibilização de projetos, com 57%. Ainda há uma pequena representação deles no desenvolvimento de quantitativos e orçamento, com 14%, e na realização de simulações e construção virtual, cada um com 14%. Pelo lado das construtoras, vislumbra-se uma gama de usos pretendidos e de igual importância, como a compatibilização de projetos, desenvolvimento de quantitativos e orçamentos, construção virtual e planejamento, cada qual com 44%, como apresentado no Gráfico 15.

Gráfico 15- Usos BIM

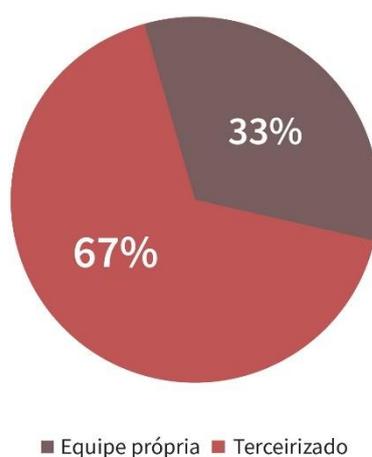


Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma análise passível de acerca dos usos BIM, está no número de usos. Em uma análise superficial, percebe-se um conjunto de usos diferentes. No entanto, ao confrontarmos com a literatura, percebemos que um número muito pequeno, evidenciando que o uso BIM no estado se encontra em fases iniciais, focado em fases pré-obra e obra. Uma característica importante de ser enfatizada é que 67% das construtoras terceirizam todos os usos BIM, frente a 33% que realizam algum uso com sua equipe interna, como é apresentado pelo Gráfico 16. O uso de desenvolvimento de projetos de fato é um uso terceirizado através dos respectivos projetistas autorais, no entanto, terceirizar os demais usos, reflete uma carência de recursos das organizações, seja de mão de obra qualificada, falta de softwares ou hardwares específicos. Já as organizações que realizam algum uso internamente, se apresentam com uma maturidade BIM maior do que as demais, uma vez que já possuem algum nível de desenvolvimento nas áreas de tecnologia, processos e políticas.

A terceirização dos usos BIM, pode ser interpretada como uma característica local, que em virtude do papel protagonista das construtoras na adoção do BIM, conforme visto anteriormente, se depararam com ausência de projetistas autorais que trabalhassem em BIM, e encontraram em Prestadores de Serviços BIM (PSBIM), uma alternativa para realizar a modelagem dos projetos tradicionais em 2D, e a partir daí, usufruírem dos benefícios BIM.

Gráfico 16 – Desenvolvimento dos usos BIM para as construtoras

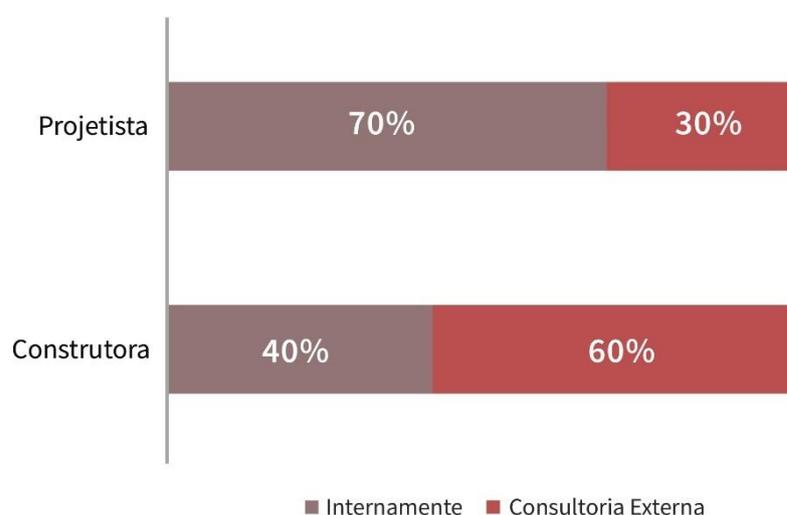


Fonte: Elaborado pelo autor.

A implantação do BIM ocorreu de formas distinta entra as construtoras e os projetistas, no que tange a forma de condução, em que 60% das construtoras tiveram sua

implantação conduzida por uma consultoria externa, frente a 70% dos escritórios de projetos que tiveram sua implantação sendo conduzida internamente, como ilustra o Gráfico 17. Torna-se difícil afirmar os motivos que levaram as construtoras contratarem consultoras para condução da implantação, enquanto os projetistas realizarem internamente. Uma hipótese que é possível de ser realizada, está relacionado ao pioneirismo na adoção pelas construtoras, que se depararam com um cenário de pouca disseminação acerca do BIM e sua implantação, cenário diferente dos tempos atuais, em que há uma forte disseminação e literaturas acerca da implantação.

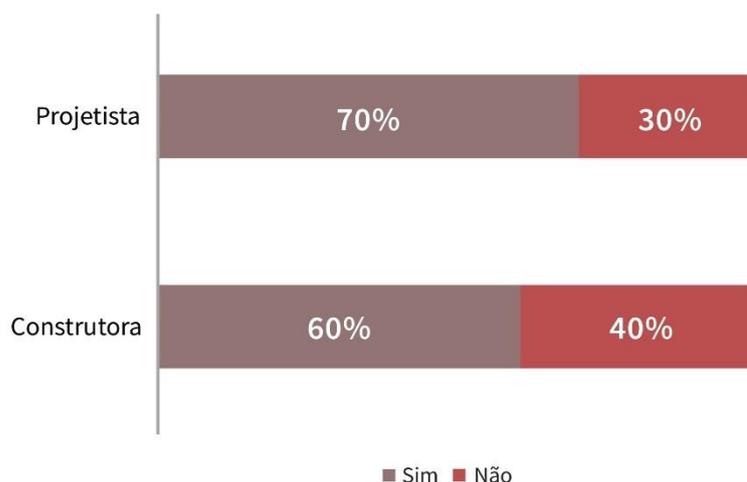
Gráfico 17 – Condução da implantação BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Naturalmente, pelo fato de as construtoras terem adotado uma consultoria externa para sua adoção, as mesmas tiveram um processo formal e documentado, a partir de uma metodologia aplicada pela consultoria, conforme apresentado pelo Gráfico 18. O destaque está para os projetistas, que apesar de 70% terem realizado a implantação BIM internamente, 40% tiveram seus processos formalizados e documentados. A formalização e documentação da implantação torna-se fundamental, conforme visto na revisão bibliográfica, para evitar falsos ganhos e mitigar prejuízos da implantação.

Gráfico 18 – Implantação em um processo formal ou informal



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro as principais barreiras e dificuldades mencionadas para a adoção do BIM, encontra-se a ausência de mão de obra qualificada, falta de recursos tecnológicos, o alto investimento inicial, conforme ilustra o Gráfico 19. Percebe-se que as dificuldades são compartilhadas entre as construtoras e os projetistas, exceto na ausência de mão de obra qualificada, que apresentou uma grande discrepância, em que 100% das construtoras relataram tal problema, quanto apenas 30% dos projetistas mencionaram.

Gráfico 19 – Principais barreiras e dificuldades para adoção do BIM

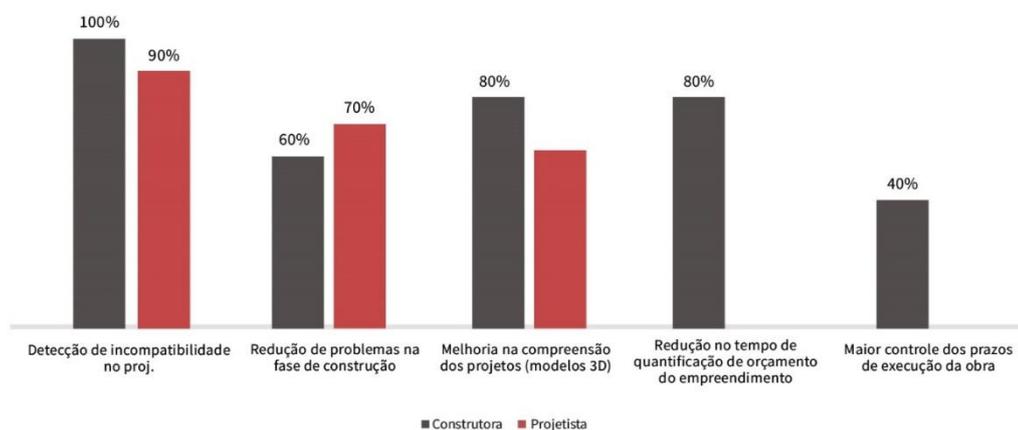


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os benefícios que as organizações perceberam com a adoção do BIM são similares entre as construtoras e projetistas, com destaque para a detecção de incompatibilidades, a redução de problemas na fase de construção e melhoria na compreensão dos projetos, como

representado no Gráfico 20. Ainda, as construtoras afirmaram que houve redução no tempo de quantificação e orçamentação do empreendimento, como também, o maior controle dos prazos de execução de obra.

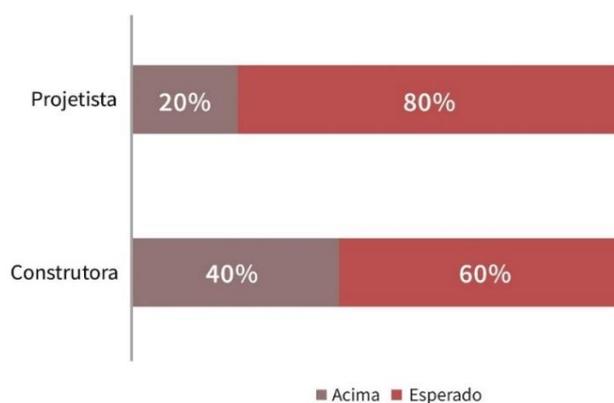
Gráfico 20 – Principais benefícios percebidos na adoção do BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um dos pontos mencionados como barreira ou dificuldade para a adoção do BIM, consiste no investimento necessário em softwares e hardwares. Ao serem questionados sobre a percepção do valor investido nestes itens, 80% dos projetistas e 60% das construtoras mencionaram que os valores estavam dentro do esperado (Gráfico 21). O valor significativo de projetistas que afirmaram que o investimento foi o esperado, pode estar relacionado ao uso de softwares existentes que já tinham uma necessidade de hardwares diferenciados, podendo ser utilizado para os softwares BIM. Também mostra, que apesar de haver uma barreira inicial do alto investimento alto, ela não se concretiza na mesma representatividade após a implantação. Este declínio nos indica que os valores investidos são muito peculiares, devendo ser analisado caso a caso.

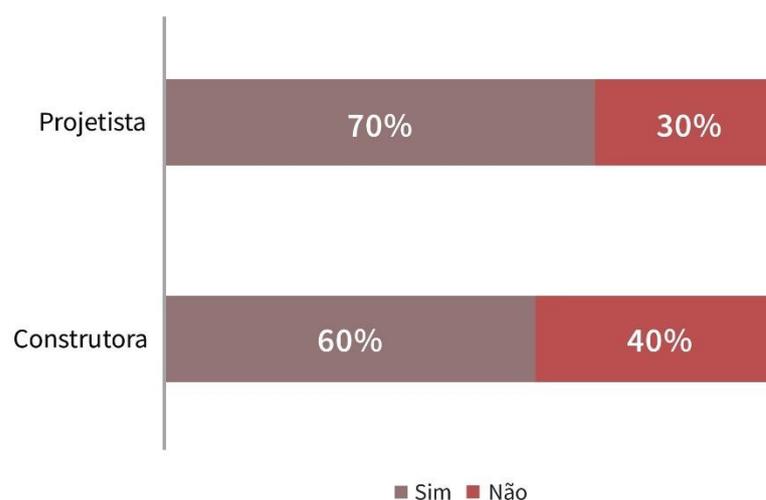
Gráfico 21 – Percepção quando ao valor investido em *softwares e hardwares*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma questão muito discutida no meio corporativo, principalmente na relação entre construtora e projetistas, trata-se da monetização dos projetos desenvolvidos em BIM, principalmente se devem ser cobrados mais caro em relação aos projetos desenvolvidos nas metodologias tradicionais. Para projetistas (70%) e construtoras (60%), os projetos desenvolvidos em BIM devem custar mais caro. Este ponto é interessante analisar, uma vez que se as construtoras possuem a percepção que os projetos em BIM devem custar mais caro, há uma relação de indicação que as mesmas estão mais dispostas à investir valores a mais em projetos desenvolvidos em BIM.

Gráfico 22 – Percepção se um projeto em BIM custa mais caro

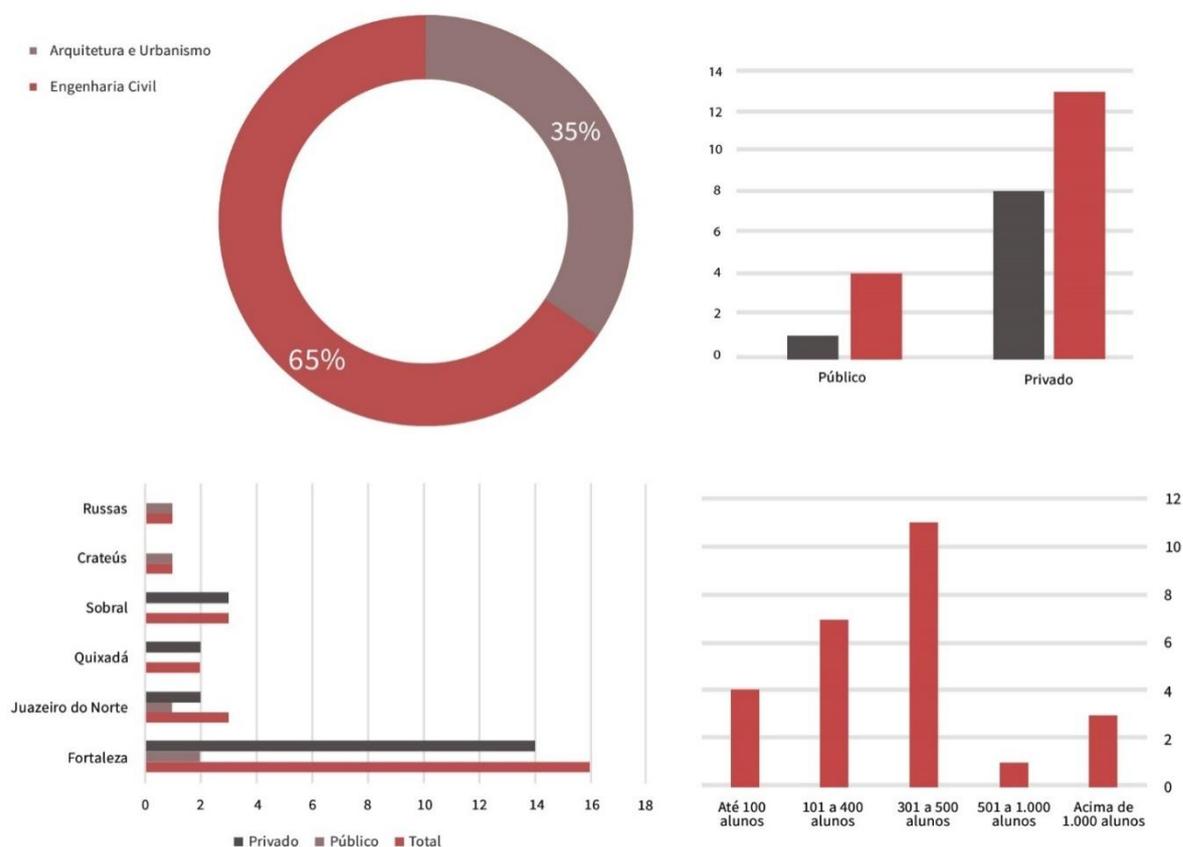


Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.1.2.2 Caracterização BIM - Academia

A caracterização da utilização do BIM nas Instituições de Ensino Superior do estado do Ceará contou com uma amostra de 26 cursos de graduação, sendo de Engenharia Civil (17 cursos) e Arquitetura e Urbanismo (9 cursos), de todas regiões do estado, de âmbito público (5 cursos) e privado (21 cursos), conforme ilustra a Figura 54. A pesquisa englobou cursos de graduações situados nas cidades de Fortaleza (16 cursos), Juazeiro do Norte (3 cursos), Sobral (3 cursos), Quixadá (2 cursos), Crateús e Russa (ambas com 1 curso), apresentando em sua maioria, uma média de 100 a 500 alunos em cada curso. A pesquisa foi direcionada de forma institucional, de forma a obter o posicionamento oficial das IES. Desta forma, os questionários foram encaminhados aos Coordenadores de Curso ou Diretores de Centro.

Figura 54 – Caracterização das IES



Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira questão abordada junto às IES referiu-se ao Decreto 9.337, publicado em 17 de maio de 2018, exigindo que até 2021 os projetos de arquitetura e de engenharia para construções novas, ampliações ou reabilitações. É fundamental que haja o entendimento que a partir deste decreto, as IES têm por responsabilidade preparar os futuros profissionais para esta demanda e exigência de mercado. Tal responsabilidade pode ser interpretada através de 9 ações estratégicas, divididas por 3 objetivos específicos, da Estratégia BIM BR. O Quadro 28 apresenta uma relação dos objetivos e ações estratégicas interpretadas como incumbência das IES. Esta introdução se faz necessário para que se possa construir a consciência da importância do papel das IES frente ao sucesso da Estratégia BIM BR.

Quadro 28 - Objetivos e Ações da Estratégia BIM BR de incumbência das IES

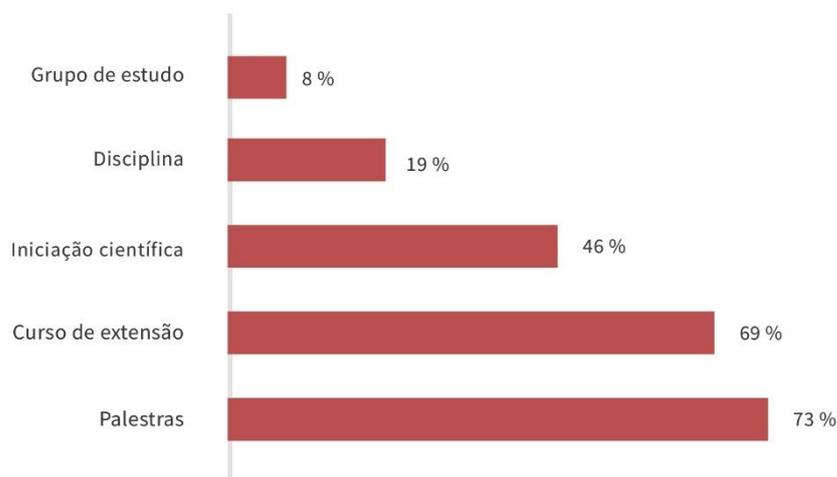
Objetivos Específicos	Ações Estratégicas
Estimular a capacidade em BIM	<p><b>I.</b> Estabelecer objetivos de aprendizagem e competências BIM para cada nível de atuação de modo a orientar o mercado a ofertar cursos;</p> <p><b>II.</b> Capacitar em BIM gestores e servidores públicos;</p> <p><b>III.</b> Estimular maior inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura;</p> <p><b>IV.</b> Estimular a certificação em BIM de profissionais.</p>
Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM	<p><b>I.</b> Incentivar investimentos em laboratórios BIM em instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT);</p> <p><b>II.</b> Adaptar programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação às necessidades do fomento ao BIM (ex. CNPQ, FINEP, entre outros);</p>
Difundir o BIM e seus benefícios	<p><b>I.</b> Implementar plano de comunicação para divulgar os objetivos e ações da Estratégia BIM BR;</p> <p><b>II.</b> Implementar plano de comunicação para divulgar o conceito BIM, seus benefícios, boas práticas e casos de sucesso, principalmente por meio de publicações, eventos e o uso de mídias digitais;</p> <p><b>III.</b> Sensibilizar os atores quanto à importância da adoção do BIM e à necessidade de mudanças estruturais para sua adequada implantação;</p> <p><b>IV.</b> Mitigar desigualdades regionais quanto à disseminação do BIM por meio de ações de sensibilização de atores locais;</p> <p><b>V.</b> Divulgar instrumentos de apoio ao uso BIM (ex. guias BIM e Plataforma BIM).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao ser indagadas sobre a ciência do Decreto 9.337/2018, 46% dos cursos informaram não terem ciência do conteúdo. Este número representativo nos indica um sinal de alerta sobre a aderência das ações estratégicas e objetivos específicos descritos no decreto, uma vez que faltando 2 anos para a vigência, ainda há IES que não possuem ciência do decreto. Esta lacuna de desinformação não deve ser responsabilizada somente nas IES, mas sim ao Governo Federal e seus agentes de articulação sobre a eficácia das ações de disseminação do decreto. Por outro lado, os cursos que afirmaram terem ciência do decreto, foram questionadas sobre como pretendem se posicionar até o ano de 2021, em que 57% dos cursos pretendem ofertar disciplinas em BIM, enquanto 36% não souberam relatar as ações a serem desenvolvidas. Este último dado nos mostra uma visão míope do processo de implantação BIM como propriamente do conceito BIM, em que as IES visam em sua maioria em ofertar de “Disciplinas BIM”, erroneamente vislumbrando disciplinas com foco em softwares.

O contato com o BIM ao longo do curso está presente em 88% dos cursos, na qual os coordenadores afirmaram que este contato ocorre em algum momento durante a graduação. Como forma de desmistificar o valor expressivo, buscou-se detalhar quais os tipos de contato que os alunos possuem, conforme ilustra a Figura 55.

Figura 55 – Tipos de contatos com o BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado do Ceará

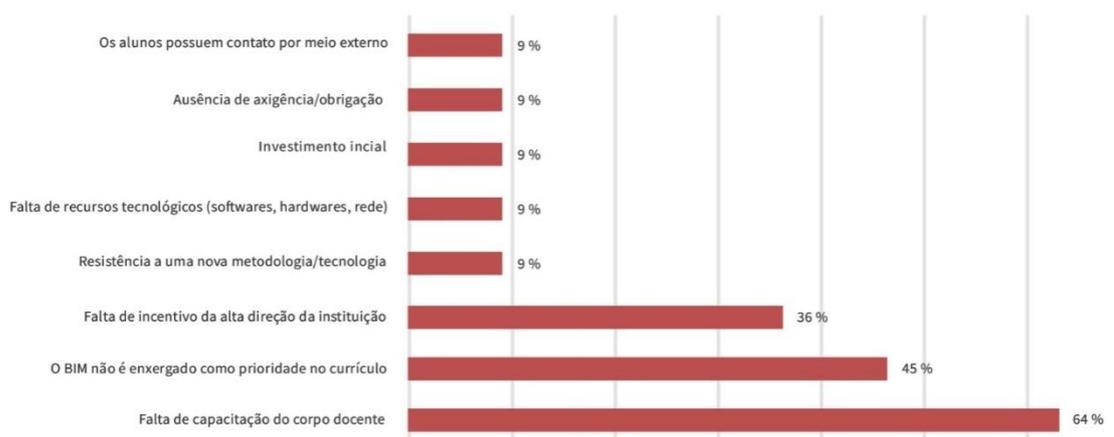


Fonte: Elaborado pelo autor.

A pesquisa aponta que apenas 19% dos cursos possuem o BIM inserido nas disciplinas e oficialmente na matriz curricular. A predominância ocorre através da oferta de palestras sobre o tema (73%), cursos de extensão de softwares (69%). Um dado interessante há ser destacado é que 46% dos cursos afirmaram possuírem iniciação científica em BIM e 8% possuem grupos de estudos. Percebe-se que a temática BIM nas IES cearenses ainda é superficial e não institucionalizada nos currículos, apresentando-se como atividades extracurriculares.

As barreiras para a baixa permeabilidade do BIM, de forma enraizada e institucional nas IES, são diversas e com peculiaridades conforme cada curso e IES. A Figura 56 apresenta as principais barreiras para adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do estado do Ceará. A principal barreira para adoção, consiste na falta de capacitação do corpo docente (64%), seguido por uma visão de não vislumbrar o BIM como prioridade no currículo (45%), falta de incentivo da alta direção da instituição (36%). Em segundo plano, com menor representação, encontramos as barreiras da resistência a novas metodologias e tecnologias, falta de recursos tecnológicos, investimento inicial, ausência de exigência e/ou obrigação e o fato de os alunos adquirirem conhecimentos em BIM em ambiente externo à IES, ambas com 9%.

Figura 56 – Barreiras para adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

Podemos perceber que o diagnóstico das barreiras acerca da adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará, vão ao encontro das barreiras apontadas na literatura (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013; CHECCUCCI, 2014; SACKS; PIKAS, 2013; SABONGI, 2000). Tendo em vista a ascendência do BIM no Brasil na última década, mas com destaque maior nos últimos três anos, torna-se um grande desafio a capacitação do corpo docente das IES. O docente tem o papel principal no processo de ensino-aprendizagem, requerendo estar apto e ter total domínio sobre o tema. A falta de capacitação do docente, acarreta a inexistência do tema BIM em sala de aula, uma vez que o professor não possui subsídios suficientes para abordar o conteúdo. A implantação de programas de capacitação ou incentivos aos docentes, torna-se uma alternativa interessante para a resolução deste problema, no entanto, pode-se esbarrar em resistências de professores, em buscar conhecimentos em novas tecnologias e metodologias, principalmente em IES públicas em que tais professores possuem estabilidade. Tal fato é reforçado na pesquisa, em que todas as IES públicas apontaram tal barreira. Ao mesmo tempo, essa barreira possui um facilitador.

O BIM não sendo enxergado como prioridade currículo evidencia uma falta de conscientização, falta de articulação, ou desconhecimento por parte do Núcleo Docente Estruturante (NDE) dos cursos, responsável pelas alterações das grades curriculares e com a capacidade de inserir o BIM nas disciplinas.

A falta de incentivo da alta direção da IES está relacionada principalmente com as instituições particulares, uma vez que a solicitação e distribuição de recursos e ações devem seguir as diretrizes e planejamento estratégico da alta direção. Tal falta de incentivo pode ser interpretada como natural em qualquer processo de implantação de uma nova metodologia e/ou

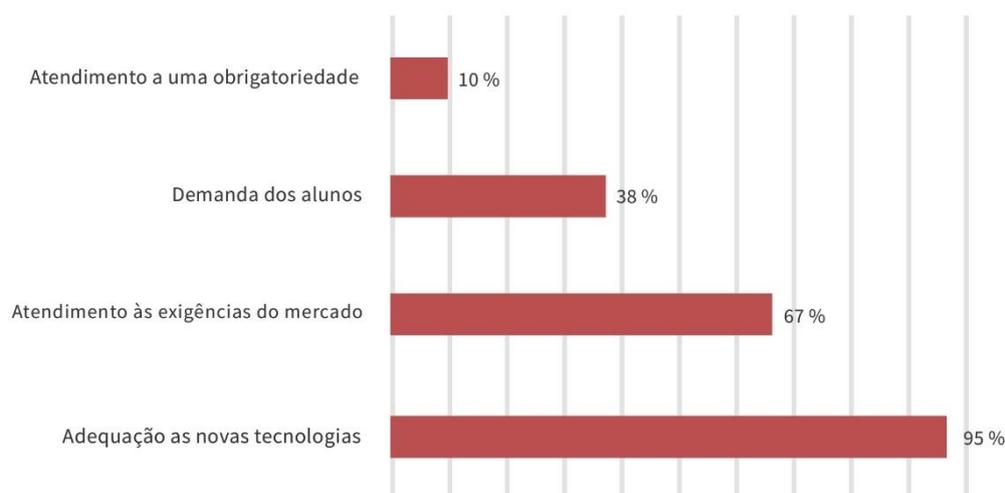
tecnologia. O apoio da alta direção nestas instituições é fundamental e deve ser obtido através de uma conscientização dos benefícios da implantação e das exigências a nível legislativo e mercadológico, o BIM deve ser enxergado como uma ação na vanguarda da excelência do ensino.

Apesar destas barreiras, 64% dos cursos que não possuem o BIM implantado afirmaram que vêm desenvolvendo ações para sua implantação. Entre as ações, destaca-se a criação de disciplinas (27%), grupo de estudos entre docentes (18%) e cursos de extensão e grupos de estudos entre discentes (9% cada). No entanto, 36% dos cursos que afirmarem estar desenvolvendo ações de implantação, não souberam afirmar quais eram essas ações. Ao analisar tempo pretendido para implantar o BIM, 55% dos cursos não souberam responder e 18% afirmaram que pretende implantar em até 1 anos, 18% pretendem implantar em até 2 anos e 9% acima de 4 anos.

Ao analisar este último conjunto de dados, pode-se constatar que apesar da intenção de implantar o BIM nos cursos de graduação, não há uma clara definição de prazos e forma de realizar, evidenciando uma ausência de diretrizes para implantação do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.

Por outro lado, vislumbra-se os cursos que possuem o BIM adotado em diferentes níveis, tendo como motivos diversos a sua adoção, com destaque para a adequação as novas tecnologias (95%), atendimento às exigências de mercado (67%), demanda dos alunos (38%) e atendimento a uma obrigatoriedade (10%), conforme ilustra a Figura 57.

Figura 57 – Quais motivos levaram a adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de adoção do BIM ocorreu internamente (95%), sendo o indutor o Coordenador do Curso (71%), determinado professor (19%) ou o NDE (10%). A implantação ocorreu em até 2 anos em 76% dos cursos. Ao analisar as barreiras enfrentadas pelos cursos que implantaram o BIM e compararmos às barreiras ilustradas anteriormente na Figura 57, podemos vislumbrar que a principal barreira consistiu na falta de capacitação do corpo docente, acompanhada pela falta de interesse do corpo docente (52%). Este último dado foi diagnosticado somente nos cursos que já adotaram o BIM. As demais barreiras ocorreram uma inversão entre as visões dos cursos que não implantaram e as que implantaram. Em um primeiro momento, apenas 9% dos cursos que não implantaram o BIM elencaram como barreira a falta de recursos tecnológicos e resistência a uma nova metodologia e/ou tecnologia, em contraste aos 43% apontados pelos cursos que já implantaram o BIM. Por outro lado, a falta de incentivo da direção na instituição e a visão do BIM como prioridade do currículo apresentou uma diminuição, conforme ilustra a Tabela 9.

Tabela 9 – Comparação das barreiras para adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil

Barreira para adoção BIM	Cursos que não adotaram BIM	Cursos que adotaram BIM
Falta de Capacitação do corpo docente	64%	90%
Falta de interesse do corpo docente	-	52%
Falta de recursos tecnológicos	9%	43%
Resistência a uma nova metodologia/tecnologia	9%	43%
O BIM não é enxergado como prioridade no currículo	45%	33%
Falta de incentivo da alta direção da instituição	36%	24%
Falta de interesse dos alunos	-	14%
Falta de incentivos e/ou demanda do mercado	-	10%
Falta de interesse da instituição	-	5%
Investimento Inicial	9%	-
Ausência de exigência/obrigação	9%	-
Os alunos possuem contato por meio externo	9%	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas alterações das principais barreiras mostram que há uma divergência entre as barreiras geradas na etapa “pré-implantação BIM”, tendo em vista que nenhum dos cursos que não adotaram o BIM, tentaram de fato realizar a implantação, versus as barreiras detectadas durante o processo de implantação. Tal divergência nos indica que as barreiras na etapa denominada de “pré-implantação BIM” não podem estar diretamente ligadas às barreiras de fato, mas a fatores sensoriais.

No que tange a inserção do BIM nas disciplinas, 90% dos cursos que afirmaram adotaram o BIM indicaram o uso do BIM em disciplinas. A Tabela 10 apresenta a relação dos usos BIM desenvolvidos nas disciplinas. Ao todo foram citados sete usos BIM, além da introdução. Apesar de uma diversidade de usos, observa-se que 46% das citações não se referem a um uso BIM em si, mas sim à introdução do BIM. O uso BIM mais citado (22,50%) é a Modelagem, seguida por Simulações (8,40%) e Dimensionamento e Planejamento (7,00%). Foram agrupadas temáticas de disciplinas, como forma de congregar em temas, as diversas disciplinas correlatas. A Tabela 11 apresenta as disciplinas que possuem a introdução do BIM.

Tabela 10 – Relação de usos BIM desenvolvido nas disciplinas

Usos BIM	Introdução	Modelagem	Dimensionamento	Geração de documentos	Quantitativos	Planejamento	Simulações	Compatibilização
	33	16	5	2	1	5	6	3
Arquitetura, representação gráfica, desenho técnico	9	7	1	1	-	-	1	-
Estruturas	4	3	2	-	-	-	3	-
Sistemas Prediais	4	3	1	-	1	1	1	-
Materiais de Construção	5	1	-	-	-	1	-	1
Técnicas de Construção	5	1	1	-	-	-	1	1
Gerenciamento, Planejamento e Orçamento	6	1	-	1	-	3	-	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11 – Disciplinas com a introdução do BIM

Disciplinas	Cursos
Desenho Auxiliado por Computador / Representação Gráfica / Desenho Aplicado / Expressão Gráfica	13
Projeto de Arquitetura	8
Construção de Edifícios / Técnicas Construtivas / Construção Civil	4
Gerenciamento / Planejamento de Obras	3
Projeto Urbano	2
Instalações Hidrossanitárias	2
Instalações Elétricas	1
Estrutura de Concreto	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Constata-se que o BIM está presente nas disciplinas apenas de forma introdutória, na sua grande maioria, não envolvendo desenvolvimento de modelos ou outros usos BIM. Esta constatação possui um grande papel no entendimento do estado atual do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará, pois mostra que apesar de haver iniciativas BIM nos cursos, a massiva maioria, encontra-se em níveis introdutórios. Esta análise é colaborada pela Tabela 12, que mostra que 61% das disciplinas em que o BIM é

empregado são em disciplinas de Desenho Auxiliado por Computador, Representação Gráfica, Desenho Aplicado e Expressão Gráficas, ou seja, em disciplinas de desenho, e não de projeto. Tal fato evidencia um uso subutilizado do BIM.

Como forma de aprofundar o entendimento de como o BIM é abordado como conteúdo nas disciplinas, obteve que 86% dos cursos abordam o BIM como um conteúdo introdutório, sem aprofundamento ou aplicações, 71% afirmam usarem o BIM como uma ferramenta, enquanto 57% consideram o BIM como uma metodologia dentro de seus conteúdos programáticos e 38% adotam o BIM para trabalhar as habilidades e competências.

Além do ensino, o BIM está presente na iniciação científica, conforme ilustrado anteriormente na Figura 55, em que 46% dos cursos afirmaram possuir contato com o BIM através dela. Um dado importante para as IES é as publicações realizadas a partir dos estudos desenvolvidos localmente. Neste caso, 33,33% dos cursos afirmaram terem publicado algum artigo científico em eventos acadêmicos ou periódicos.

Outra iniciativa BIM desenvolvida pelos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará é a Extensão Acadêmica, em que 62% dos cursos afirmam possuírem. Entre as ações, destaca-se cursos de extensão (54%), escritório modelo (38%), entre outras atividades (8%).

É de suma importância a criação de métricas para mensuração da implantação do BIM e posteriormente, sua maturidade. No entanto, para IES, há uma lacuna na literatura, de uma metodologia que aborde um modelo de mensuração ou avaliação da implantação. Neste sentido, foi questionado aos coordenadores de curso, quais as vantagens percebidas com a adoção do BIM nos cursos estão apresentadas na Figura 55.

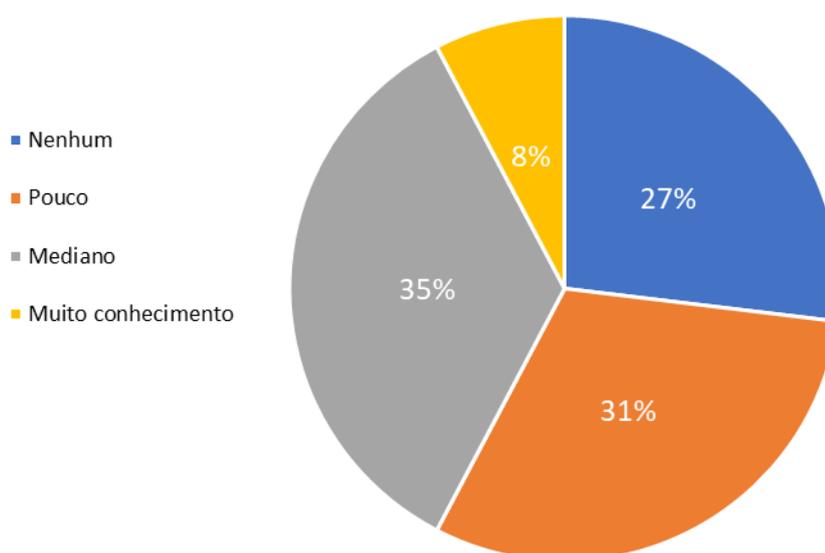
Figura 58 – Vantagens percebidas na adoção do BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como visto anteriormente, o corpo docente tem papel fundamental no processo de adoção do BIM nas IES. Para isso é importante que os professores possuam níveis de conhecimento em BIM consideráveis, conforme os usos preteridos pelos cursos. No entanto, encontramos um cenário local, ilustrado pela Gráfico 23, que 58% do corpo docente autodeclararam possuírem pouco ou nenhum conhecimento em BIM, enquanto 35% afirmaram possuírem conhecimentos medianos e 8% possui muito conhecimento, evidenciando a necessidade da criação de programas de capacitação e incentivo por parte das IES junto aos seus colaboradores.

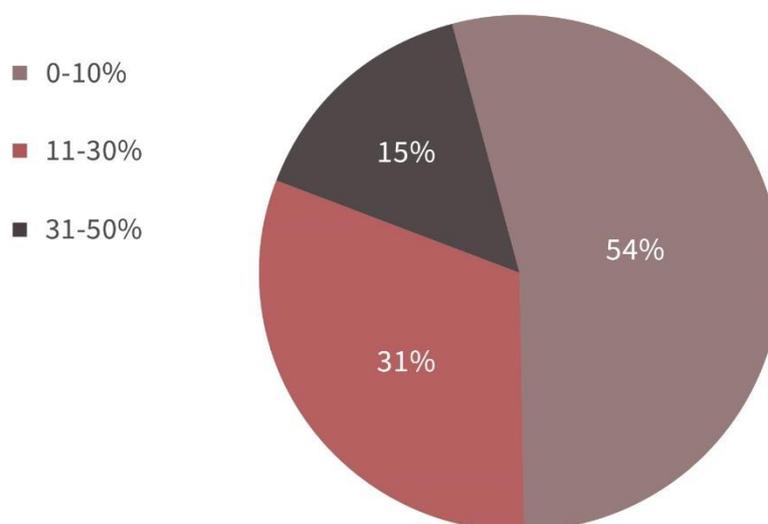
Gráfico 23 – Nível de conhecimento BIM do corpo docente dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil do Estado do Ceará.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de haver 43% de professores com níveis mediano e muito conhecimento BIM, é importante obter uma visão e comparação do número de professores dos cursos *versus* os que possuem aptidão nas tecnologias BIM. Neste sentido, o Gráfico 24 ilustra esta representatividade. Podemos constatar que 54% dos cursos possuem de 0 a 10% do seu corpo docente que manipulam tecnologias BIM. Este número expressivo requer uma reflexão, sobre a porcentagem ideal de professores com conhecimentos BIM para a implantação em uma IES. Em um primeiro momento, em uma visão míope, podemos identificar que o BIM se restringe as disciplinas de desenho técnico e de projetos, transpassando para as disciplinas de materiais e técnicas construtivas. No entanto, ela se estende às áreas de dimensionamento, saneamento, estradas, gerenciamento, e muitas outras, ampliando o potencial número de professores que podem ser envolvidos.

Gráfico 24 – Porcentagem de docentes que manipulam tecnologias BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

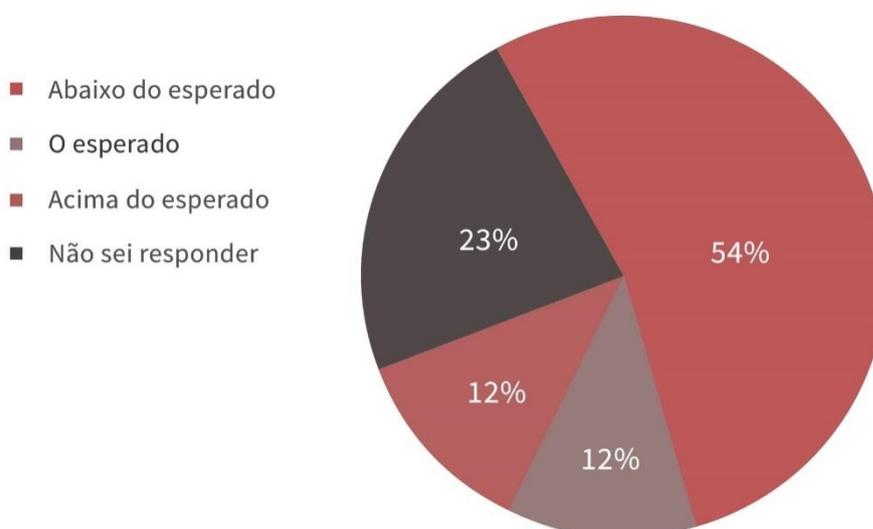
A capacitação dos professores é uma peça chave no processo de implantação do BIM nas IES. Além de ser uma das grandes barreiras, há um número limitado e pequeno de professores com o conhecimento e os que possuem, são em níveis mediano. Apesar desta conjuntura, 81% dos coordenadores de curso afirmaram que suas IES não possuem nenhum programa de capacitação ou incentivo ao BIM.

Outro ponto fundamental para a implantação BIM refere-se aos recursos disponíveis pela organização na aquisição de softwares, hardwares, rede e capacitação das pessoas. Em diversos estudos, aponta-se como este ponto, uma barreira para adoção do BIM.

Para 66% dos coordenadores entrevistados, os custos estiveram abaixo do esperado ou foram o estimado (Figura 59). Apenas 12% afirmaram que os custos destinados para implantação foram acima do esperado e 23% não souberam responder.

Este dado é interessante, pois indica que o investimento inicial é uma barreira estigmática, não sendo necessariamente, uma barreira física na implantação do BIM ou aplicável para toda e qualquer organização. No entanto, há uma outra hipótese para o valor ser abaixo do esperado. Um dos custos elevados, a aquisição de softwares, geralmente é subsidiada às IES através das versões estudantis, na qual os desenvolvedores fornecem gratuitamente ou com valores subsidiados, as licenças para o uso acadêmico. Outro ponto que pode interferir para o baixo investimento inicial, é os hardwares existentes. Há situações de IES que possuem hardwares existentes de mesma ou melhor configurações necessárias para os softwares BIM, uma vez que já atendem a outros softwares de outros cursos.

Figura 59 – Percepção do valor investido em software, hardware e rede



Fonte: Elaborado pelo autor.

O principal software adotado nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará é o *Revit Architecture* com 77% de presença nos cursos, seguido pelo *ArchiCAD*, com 46% e pelo *TQS* com 30%, além de outros 8 softwares, conforme é apresentado na Tabela 12.

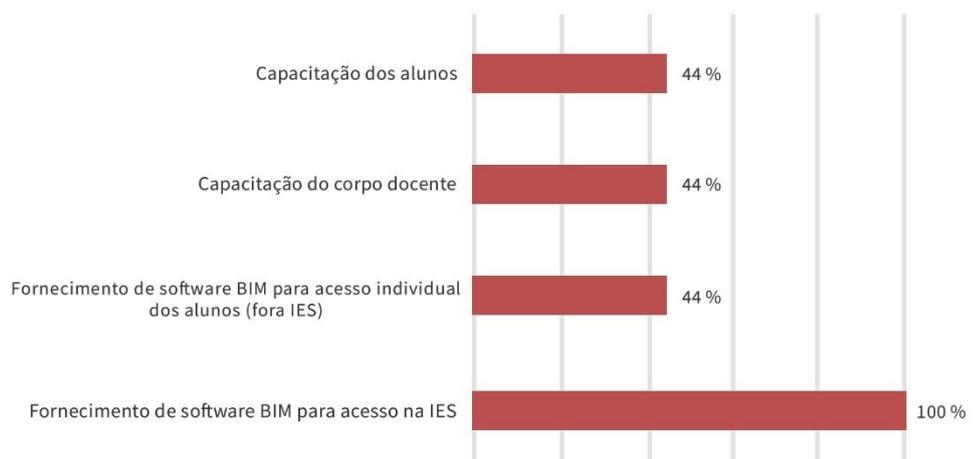
Tabela 12 – Relação de softwares BIM utilizados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no estado do Ceará

Softwares	Total	Arquitetura e Urbanismo	Engenharia Civil
Revit Architecture	20 – 77%	7	13
ArchiCAD	12 – 46%	5	7
TQS	08 – 30%	3	5
Navisworks	04 – 15%	0	4
Revit Structural	04 – 15%	0	4
Autodesk Green Building Studio	04 – 15%	1	3
Bentley Architecture	03 – 11%	1	2
Autodesk Ecotect Analysis	02 – 7%	0	2
Vectorworks Architect	01 – 3%	1	0
Synchro	01 – 3%	0	1
Tekla Structures	01 – 3%	1	0
Não sei responder	04 – 15%	1	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

O uso de um determinado uso de software por parte das IES pode estar relacionado às demandas de mercado, conhecimento do corpo docente, como também devido as parcerias com os desenvolvedores de softwares, conforme mencionado anteriormente. Neste sentido, pode-se verificar que 42% dos cursos entrevistados possuem algum acordo ou parceria com um ou mais desenvolvedores de softwares. A empresa Autodesk lidera essa iniciativa, possuindo acordos com 66% dos cursos que possuem algum tipo de acordo ou 23% dos cursos entrevistados. Em segundo lugar encontra-se a empresa Bentley com 34% de acordos entre os cursos que possuem parceria ou 11,5% dos cursos entrevistados. Entre os principais benefícios às IES, está exatamente no fornecimento de softwares BIM para acesso na IES, entre outros, como a capacitação dos alunos e docentes, conforme ilustra a Figura 60.

Figura 60 – Benefícios das IES perante parcerias com desenvolvedores de softwares BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

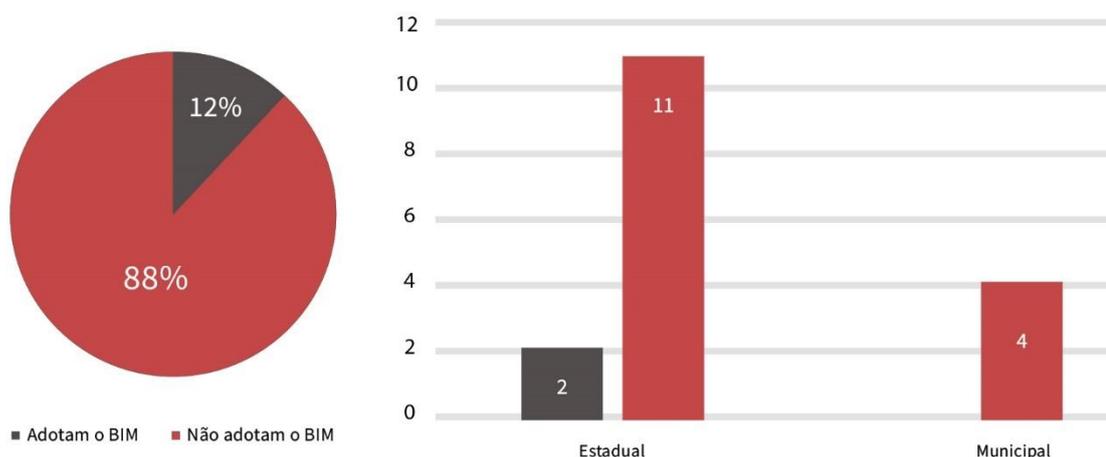
Do mesmo modo que há parcerias e acordos com desenvolvedores de softwares, o mesmo pode ocorrer com os fabricantes de hardwares. Apesar da existência desta possibilidade, apenas 1 (uma) IES afirmou possuir um acordo com a empresa Dell, que consistem em fornecimento de hardwares para a IES e um programa de substituição e modernização programada.

### 6.1.2.3 Caracterização BIM – Poder Público

A caracterização do BIM no Poder Público abrangeu 22 instituições, sendo 17 respondentes do âmbito estadual (onze instituições) e âmbito municipal de Fortaleza (quatro instituições).

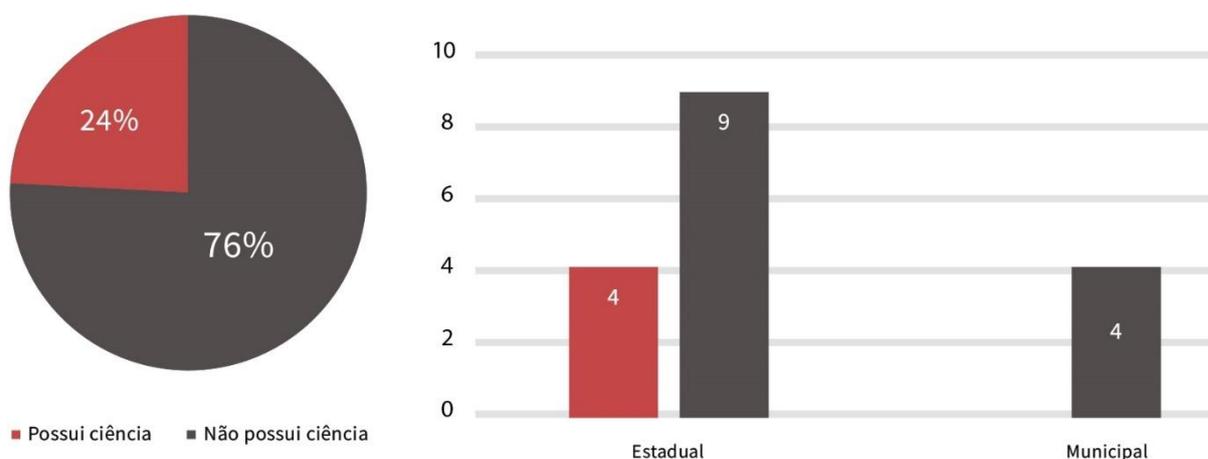
Apenas 2 instituições, 12% da amostra, afirmaram que adotam o BIM, sendo as duas de esfera estadual, conforme ilustra o Gráfico 23. No que tange a ciência das instituições sobre o Decreto Federal 9.337/2018, 24% das instituições afirmaram possuírem ciência, todas do âmbito estadual. Deste último dado, metade trata-se de instituições que já adotam o BIM, sendo apenas 2 instituições que possuem ciência e que não adotam, como representa o Gráfico 25.

Gráfico 25 – Caracterização do Poder Público



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 26 – Ciência do Decreto 9.337/2018 no Poder Público



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as barreiras e dificuldades relatadas para adoção do BIM, encontrasse a falta de recursos tecnológicos e a falta de capacitação do corpo técnico da instituição, como destaque, cada qual com 15%. No entanto, destaca-se a elevada citação de pessoas, 26%, que não souberam responder as dificuldades, evidenciando que há um baixo nível de entendimento de BIM e pouca ou nenhuma tentativa ou interesse na adoção. Por outro lado, para as instituições que já adotam o BIM além das barreiras citadas anteriormente, há ausência de uma exigência ou obrigação, o investimento inicial e a resistência interna a uma nova metodologia e tecnologia, como apresenta na Tabela 13.

Tabela 13 – Comparação das barreiras para adoção do BIM no Poder Público

Barreira para adoção BIM	Instituições que não adotaram BIM	Instituições que adotaram BIM
Não sei responder	26%	0%
Falta de recursos tecnológicos (softwares, hardwares e rede)	15%	15%
Falta de capacitação do corpo técnico da instituição	15%	15%
Ausência de exigência / obrigação	11%	15%
Falta de incentivos e/ou demanda do mercado	11%	8%
Ausência de suporte / diretrizes para implementação	7%	8%
Sem retorno ou baixo retorno financeiro	4%	8%
Investimento inicial	4%	15%
Falta de incentivos da alta direção da instituição	4%	0%
Falta de interesse da instituição	4%	0%
Resistência interna a uma nova metodologia e tecnologia	0%	15%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre os motivos que levaram a adoção do BIM, as duas instituições afirmaram que a adoção ocorreu em atendimento às exigências de mercado, atendimento de uma obrigatoriedade e adequação as novas tecnologias, todas igualmente citadas. Apesar de afirmarem adotarem o BIM, o seu uso não ocorre em todos os projetos, mas somente em alguns casos. Os usos BIM realizados pelas instituições estão concentradas em desenvolvimento de anteprojetos, modelagem das condições existentes, compatibilização de projetos e análise construtiva.

Apesar de adotarem o BIM, as instituições afirmaram que se encontram na fase Pré-BIM, em que há preparação interna para a adoção, com a realização de treinamentos, consultorias, testes e parcerias.

#### 6.1.2.4 *Análise da contribuição teórica e prática*

A caracterização da utilização do BIM entre construtoras, projetistas, academia e o poder público possibilitou obter um panorama do uso, das barreiras, metodologias e benefícios percebidos pelos usuários, para cada setor.

Destaca-se como contribuição teórica a representação das construtoras e projetistas que afirmam usarem o BIM em seus projetos, os motivos apontados por elas para não terem adotado até o momento, como também as barreiras enfrentadas até sua implantação. Estes resultados são importantes, pois permitem o desenvolvimento de estudos que visem o desenvolvimento de ações para o combate de tais barreiras. Os benefícios apontados pelas empresas que adotam o BIM servem como base para análise dos benefícios listados na

literatura, de forma a verificar a aderência dos benefícios propostos, com os percebidos pelas organizações.

Para as instituições de ensino, a contribuição teórica possui um grande destaque, pois a presente pesquisa torna-se pioneira em identificar os usos e buscar mensurar a maturidade BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Apenas 19% dos cursos afirmaram possuir disciplinas que oferecem contatos com o BIM. Este resultado gera uma discussão da ausência na literatura de implantação do BIM nas diversas disciplinas pertinentes. As disciplinas que apresentam maior adoção do BIM estão ligadas à desenho, como representação gráfica, desenho aplicado, entre outras, indicando que as ferramentas BIM estão sendo adotadas como ferramenta de desenho e não como uma metodologia de projeto. Em relação aos usos BIM desenvolvidos nos cursos, majoritariamente, estão relacionados apenas à Introdução do BIM, seguido pela Modelagem, com pouca exploração dos demais usos.

A contribuição prática consiste em identificar quais construtoras e quais projetistas estão trabalhando em BIM, como forma de gerar conexões entre as partes. Esta identificação serve também, para as construtoras que até então não adotam o BIM, por falta de projetistas que trabalhem com a metodologia, a buscarem estes novos parceiros. As dificuldades apontadas no processo de implantação, servem como um benchmarking para as construtoras e projetistas que ainda não adotaram, como forma de minimizar tais impactos. Em outro ponto, os benefícios listados, servem como inspiração e motivação para a adoção do BIM. Outro ponto importante é que apenas 33% dos usos BIM são desenvolvidos pelas construtoras, evidenciando uma terceirização deste tipo de trabalho. Fomentar a capacitação interna favorece o aumento deste percentual. Os valores investidos, que em diversos estudos, apontam como uma das barreiras para implantação, mostrou-se dentro do esperado para 60% das construtoras e 80% dos projetistas.

Ao ser indagadas sobre a ciência do Decreto 9.337/2018, 46% dos cursos informaram não terem ciência do conteúdo. Por outro lado, os cursos que afirmaram terem ciência do decreto, foram questionadas sobre como pretendem se posicionar até o ano de 2021, em que 57% dos cursos pretendem ofertar disciplinas em BIM, enquanto 36% não souberam relatar as ações a serem desenvolvidas. Este último dado nos mostra uma visão míope do processo de implantação BIM como propriamente do conceito BIM, em que as IES visam em sua maioria em ofertar de “Disciplinas BIM”, erroneamente vislumbrando disciplinas com foco em softwares. Outro ponto de destaque é a falta de capacitação do corpo docente é a principal barreira, como também, que o BIM não é visto como prioridade nos currículos, evidenciando um total despreparo das IES. As disciplinas que apresentam maior adoção do BIM estão ligadas

à desenho, como representação gráfica, desenho aplicado, entre outras, com ausência das disciplinas de projeto.

Podemos vislumbrar que o Poder Público está atrasado em comparação as demais organizações privadas e as instituições de ensino superior, uma vez que apenas 2 instituições adotam o BIM, mas que se encontram em fase Pré-BIM.

### 6.1.3 Maturidade BIM

O presente subcapítulo irá apresentar os resultados da Maturidade BIM das Construtoras, Projetistas, Academia e Poder Público, oriundo de um conjunto de entrevistas e questionários realizados, tendo em base Matrizes de Maturidade BIM.

#### 6.1.3.1 Maturidade BIM – Construtoras

A mensuração da maturidade BIM teve como base, as 14 construtoras respondentes, que compuseram o universo da caracterização da utilização do BIM, descrito no subcapítulo anterior. Apesar de abarcar as 14 construtoras, apenas 5 afirmaram adotarem o BIM, 34%, conforme também visto no subcapítulo anterior. Desta forma a mensuração da maturidade ocorreu através de entrevistas nestas 5 construtoras, sendo consideradas as demais, sem maturidade existente. Ao total, cada construtora foi avaliada em 16 critérios, sendo dez critérios relacionados a competências BIM, três critérios relacionados à Estágios BIM e três critérios relacionados à Escalas BIM, resultando no Grau de Maturidade BIM e o Índice de Maturidade BIM, conforme é apresentado pela Tabela 14.

Tabela 14 – Índice de Maturidade BIM das Construtoras

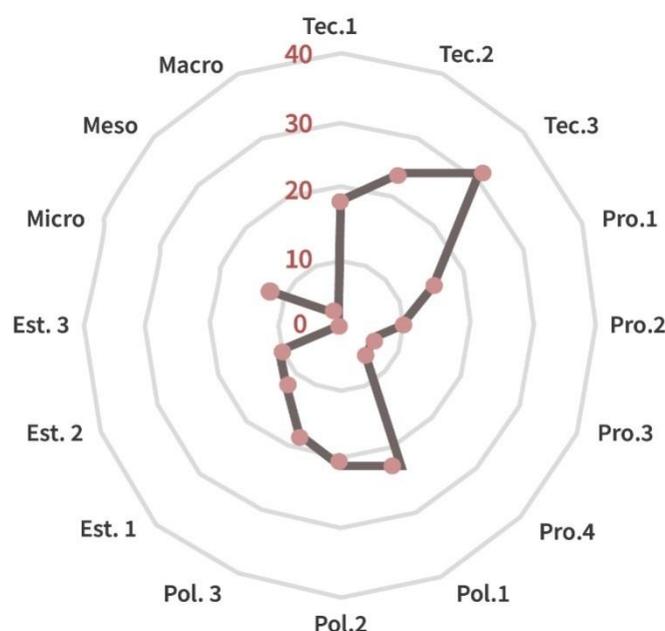
Construtora	Tecnologia			Processo				Política			Estágio			Escala			Grau de Maturidade	Índice de Maturidade
	Tec. 1	Tec. 2	Tec. 3	Pro. 1	Pro. 2	Pro. 3	Pro. 4	Pol. 1	Pol. 2	Pol. 3	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Micr. 0	Mes. 0	Macr. 0		
Construtora1	20	10	40	10	10	0	0	10	20	10	10	0	0	10	0	0	9,375	23,44%
Construtora2	20	10	40	10	10	10	0	10	20	20	10	10	0	10	0	0	11,25	28,13%
Construtora3	20	40	40	40	10	10	10	40	40	20	20	20	0	20	10	10	21,875	54,69%
Construtora4	10	40	0	10	10	0	10	40	10	20	10	10	0	10	0	0	11,25	28,13%
Construtora5	20	20	40	10	10	10	10	10	10	20	10	10	0	10	0	0	11,875	29,69%

Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

As construtoras, na média, apresentam baixo desempenho nos critérios de avaliação da matriz de maturidade, com uma média de 13,12 pontos em uma escala de 0 a 40 pontos, evidenciando que estas organizações estão aquém poderiam estar, apresentando pontuações muito baixas no Estágio 3 (“Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e interdisciplinar de modelos através das fases do ciclo de vida da edificação”), com nenhum ponto, nas Escalas Macro e Meso, com 2 pontos cada, e nas Competências de Processos de “Produtos & Serviços” e “Liderança & Gerenciamento” com 6 pontos cada. Por outro lado, temos um destaque no campo da Política em que os três critérios tiveram a melhor avaliação entre seus pares: “Preparatória” com 22 pontos, “Regulatória” com 20 pontos e “Contratual” com 18 pontos, como ilustra o Gráfico 27.

Gráfico 27 – Grau de Maturidade BIM médio dos critérios da BIM<sup>3</sup> - Construtoras

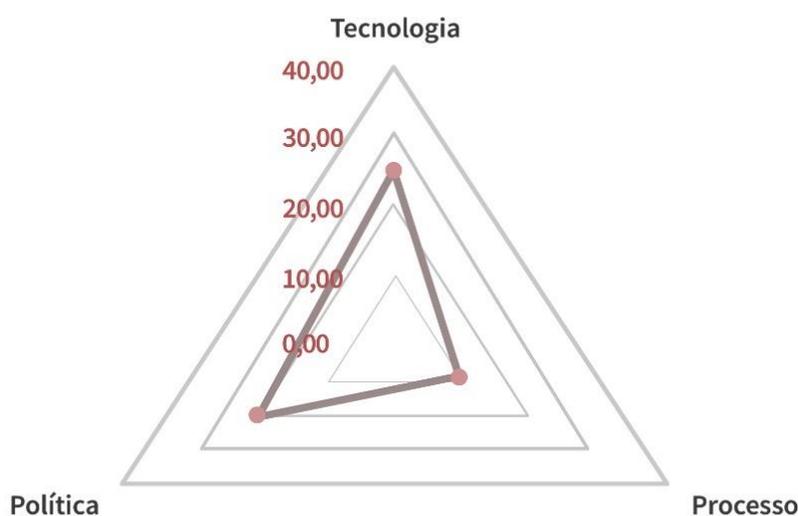


Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os Campos BIM, estipulados pela BIM<sup>3</sup>, constatamos que há uma discrepância dentre os campos da Tecnologia e Política, comparada ao Campo do Processo. Os dois primeiros, atingem um Grau de Maturidade na marca dos 20 pontos, enquanto o campo do processo está na marca dos 10 pontos, ilustrado pelo Gráfico 28. Esta primeira análise dos campos BIM, nos indica um despreparo das construtoras nos critérios de processos, por falta de definições, instruções e metodologias de trabalho.

Gráfico 28 – Grau de Maturidade BIM médio das Construtoras – Campos BIM

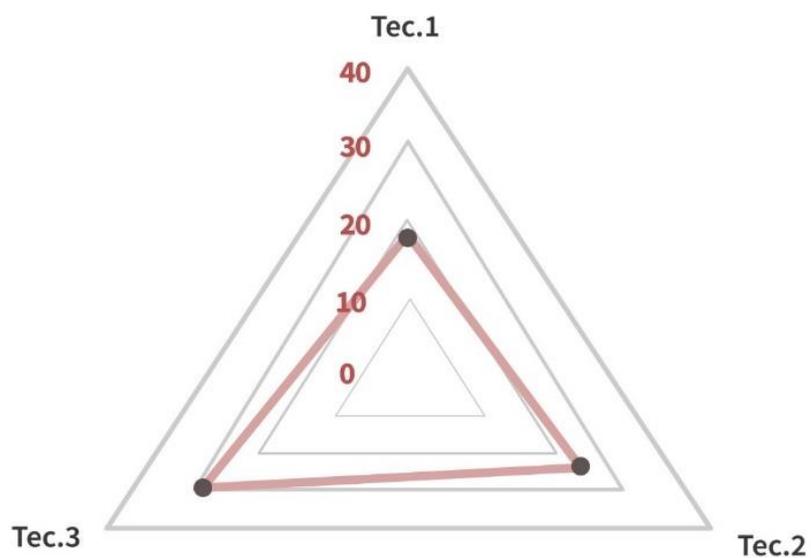


Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

O campo da Tecnologia apresentou a melhor média de grau de maturidade, com 24,67 pontos. Nos três critérios que compõe o campo, percebemos uma proximidade no grau de maturidade nos critérios “Software” e “Hardware”, com 18 e 24 pontos respectivamente. O critério de rede acabou elevando a média do campo, com 32 pontos, como é apresentado no Gráfico 29. No campo Processo, houve o menor grau de maturidade entre os três campos, com 9,5 pontos. Nenhum dos quatro critérios superaram a marca de 20 pontos, tendo os campos “Produto & Serviços” e “Liderança & Gerenciamento” com apenas 6 pontos cada, representado pelo Gráfico 30. Esta baixa maturidade no campo mostra falta de preparo dos profissionais, a ausência de responsabilidades competência, um conjunto de metodologias e repetibilidade dos processos em BIM. Por fim, o último campo, da Política, apresentou uma média de 20 pontos, representado pelo Gráfico 31. Seus três critérios tiveram desempenho aproximado, com 22 pontos para “Preparatória”, 20 pontos para “Regulatória” e 18 pontos para “Contratual”.

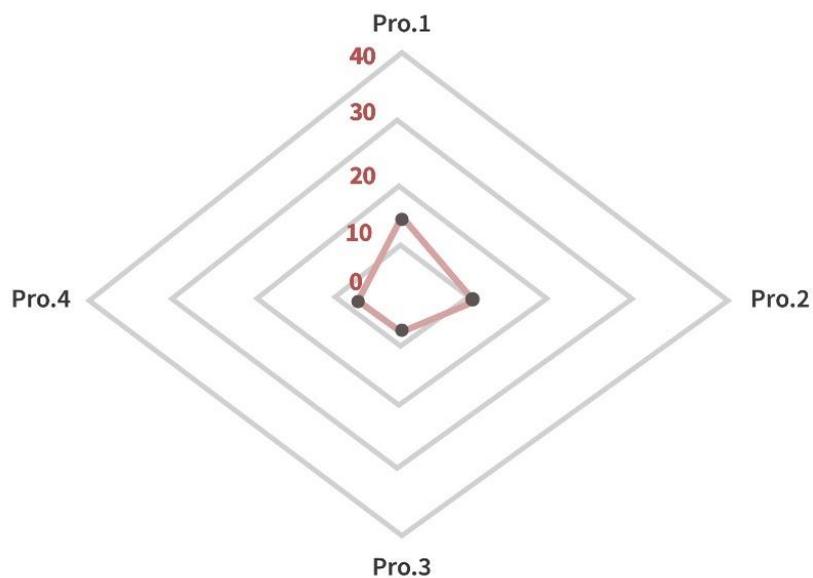
Gráfico 29 – Grau de Maturidade BIM médio das Construtoras – Tecnologia



Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

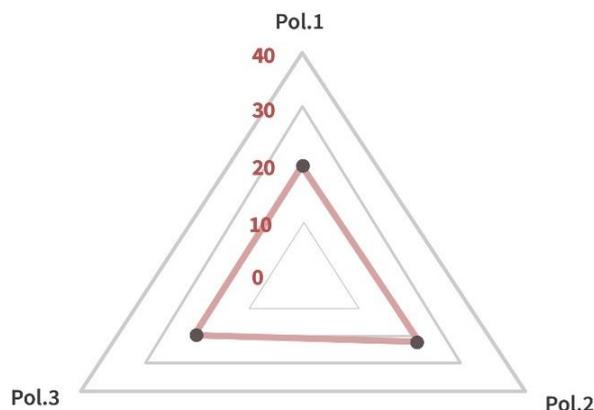
Gráfico 30 – Grau de Maturidade BIM médio nas Construtoras – Processos



Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 31 – Grau de Maturidade BIM médio das Construtoras – Política

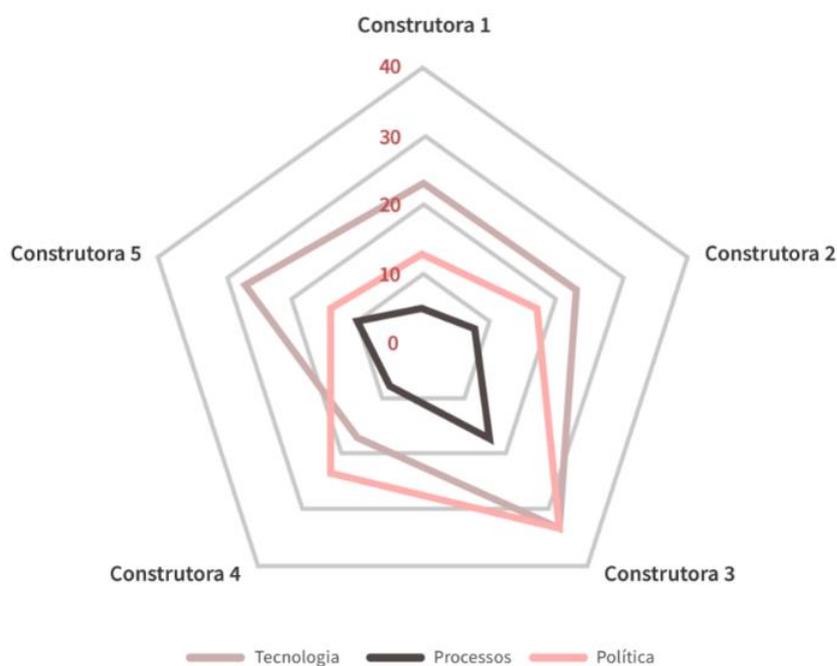


Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao compararmos as cinco construtoras analisadas frente ao grau de maturidade em cada campo (Gráfico 32), percebemos que a Construtora 3 apresenta o maior grau em todos os campos, destacando-se das demais, sendo a única romper a marca de 30 pontos, enquanto a Construtora 1 obteve o pior desempenho. Podemos vislumbrar que o campo Processo apresenta grau de maturidade baixo em todas as construtoras, enquanto a tecnologia obteve o melhor desempenho.

Gráfico 32 – Grau de Maturidade BIM por Construtora – Campos BIM

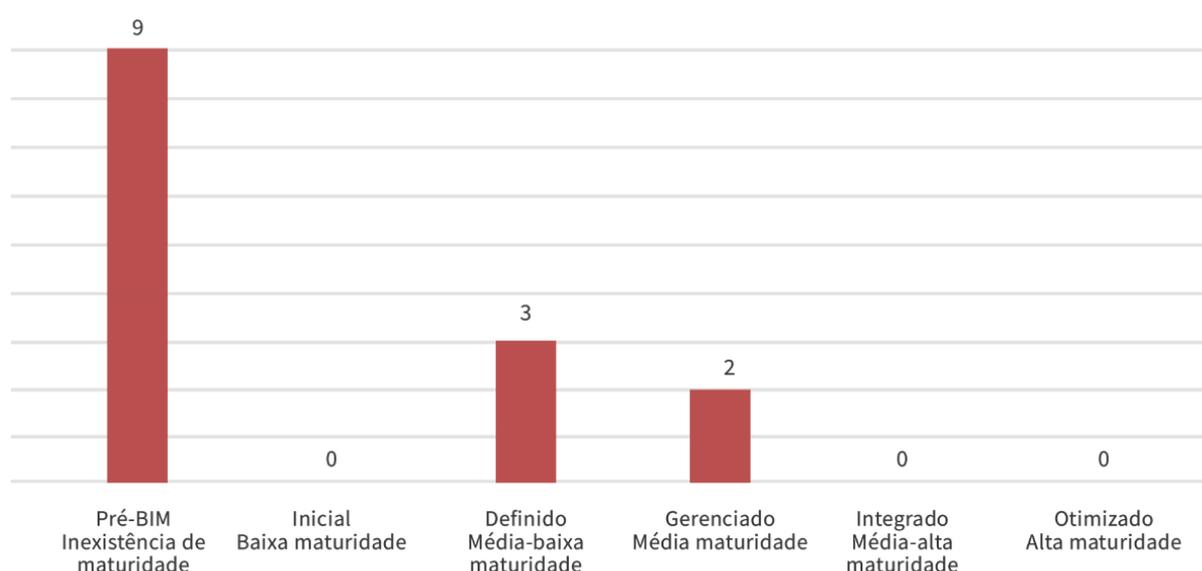


Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Das 14 construtoras envolvidas no universo da mensuração da Maturidade BIM, 9 foram consideradas em nível Pré-BIM, ou seja, quando inexistente maturidade na organização. Estas construtoras, foram as que afirmarem não usar o BIM em seus empreendimentos. As 5 construtoras envolvidas na mensuração, tiveram seu nível de maturidade definido, sendo 3 construtoras estarem e nível Definido, ou seja, com média-baixa maturidade, e 2 construtoras em nível gerenciando, com média maturidade. Não foi constatado nenhuma construtora em nível Integrado ou Otimizado, conforme Gráfico 33.

Gráfico 33 - Maturidade BIM das Construtoras



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses dados mostram o atual panorama do BIM nas construtoras no estado do Ceará, uma vez que a amostra da pesquisa, compreende as construtoras integrantes do INOVACON, que congrega as construtoras que representam a maior porcentagem de obras no estado. Podemos destacar que uma pequena parte das construtoras já adota o BIM, 5 construtoras, havendo um grande campo de trabalho na disseminação e implantação do BIM. No entanto, é interessante e importante de se ressaltar, que apesar da baixa adoção, todas as construtoras já ultrapassaram o nível Inicial, mostrando que houveram avanços na sua maturidade ao longo dos anos.

Uma forma de buscarmos entender o desempenho, ou o Nível de Maturidade, mais profundo a fim de encontrar os gargalos do BIM e buscar soluções, é analisando o Nível da Maturidade para cada critério, como ilustrado na Tabela 15. Vejamos que 31% dos critérios

estipulados na BIM<sup>3</sup> encontram-se em nível Inicial, 25% em nível Definido, 31% em nível Gerenciado e 13% em nível Integrado. Este resultado serve como base fundamental para o desenvolvimento de um conjunto de ações para o aumento da maturidade BIM.

Tabela 15 – Critérios da BIM<sup>3</sup> por Níveis de Maturidade – Construtoras

Cód.	Critério	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade	Nível da Maturidade
Est.3	Estágio 3	0	0%	<b>Inicial</b> Baixa maturidade
Meso	Escala Meso	2	5%	
Macro	Escala Macro	2	5%	
Pro.3	Produtos & Serviços	6	15%	
Pro.4	Liderança & Gerenciamento	6	15%	
Pro.2	Atividades & Fluxos de trabalho	10	25%	<b>Definido</b> Média-baixa maturidade
Est.2	Estágio 2	10	25%	
Est.1	Estágio 1	12	30%	
Micro	Escala Micro	12	30%	
Pro.1	Recursos	16	40%	<b>Gerenciado</b> Média maturidade
Tec.1	Software	18	45%	
Pol.3	Contratual	18	45%	
Pol.2	Regulatória	20	50%	
Pol.1	Preparatória	22	55%	
Tec.2	Hardware	24	60%	<b>Integrado</b> Média-alta maturidade
Tec.3	Rede	32	80%	

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.1.3.2 Maturidade BIM – Projetistas

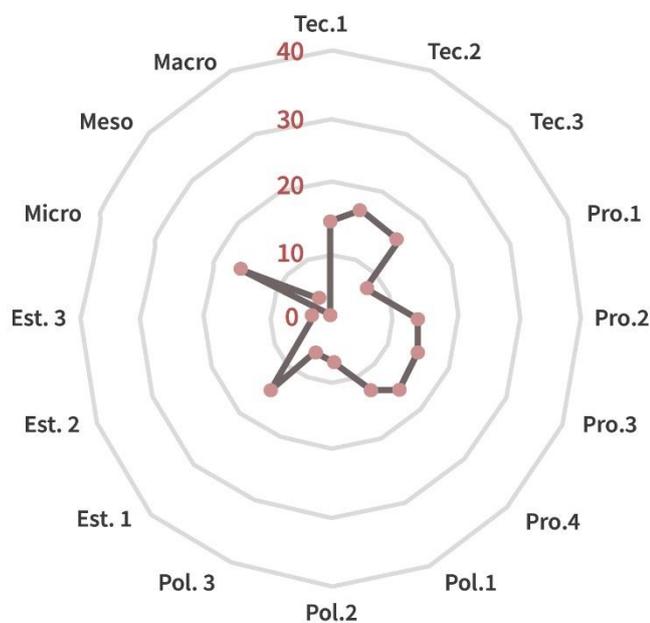
Da mesma forma como ocorrido na mensuração da maturidade BIM nas construtoras, para os projetistas, foram avaliados 16 critérios, sendo dez relacionados à Competência BIM, três relacionados à Estágios BIM e três relacionados a Escalas BIM. A análise da maturidade envolveu 26 projetistas. Apesar da mensuração da maturidade envolver 26 projetistas, as entrevistas foram realizadas em 10 projetistas (Gráfico 27), pois, esses afirmaram utilizar o BIM no desenvolvimento dos seus projetos, conforme resultado apresentado no subcapítulo da caracterização da utilização do BIM.

Tabela 16 – Índice de Maturidade BIM dos Projetistas

Projetista	Tecnologia			Processo				Política			Estágio			Escala			Grau de Maturidade	Índice de Maturidade
	Tec.1	Tec.2	Tec.3	Pro.1	Pro.2	Pro.3	Pro.4	Pol.1	Pol.2	Pol.3	Est.1	Est.2	Est.3	Micro	Meso	Macro		
Projetista 1	20	20	10	0	10	10	10	10	10	0	10	0	0	10	0	0	7,5	18,75%
Projetista 2	10	10	10	0	0	10	20	10	0	0	0	0	0	10	0	0	5	12,50%
Projetista 3	10	10	0	0	10	0	10	0	0	10	10	0	0	10	0	0	4,375	10,94%
Projetista 4	10	10	30	10	15	15	10	10	0	0	10	0	0	10	0	0	8,125	20,31%
Projetista 5	20	30	30	20	20	20	10	10	0	10	20	0	0	20	0	0	13,125	32,81%
Projetista 6	10	40	0	30	30	30	30	10	0	0	10	0	0	30	0	0	13,75	34,38%
Projetista 7	10	10	10	10	10	10	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	5,625	14,06%
Projetista 8	10	0	30	20	0	30	20	20	10	0	20	10	0	20	10	0	12,5	31,25%
Projetista 9	10	30	0	0	0	10	10	10	10	10	10	0	0	10	10	0	7,5	18,75%
Projetista 10	40	20	30	0	30	0	20	30	20	10	20	10	10	10	0	0	15,625	39,06%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os projetistas, na média, apresentaram baixo desempenho dentro dos critérios de avaliação da matriz BIM<sup>3</sup>, com uma média de 9,31 pontos, em uma escala de 0 a 40 pontos, constatando uma significativa baixa maturidade destas organizações. Observa-se que nenhum critério atingiu a marca de 20 pontos, sendo o critério com melhor desempenho, o “Hardware” com 18 pontos, enquanto o pior desempenho está nas escalas Macro (nenhum ponto), Meso, (2 pontos) e no Estágio 3 (1 ponto), conforme mostra o Gráfico 34.

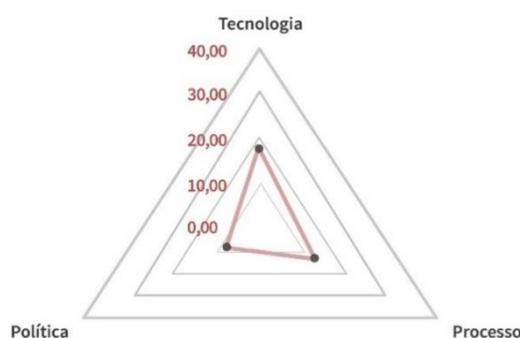
Gráfico 34– Grau de Maturidade BIM médio dos critérios da BIM<sup>3</sup> - Projetistas

Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os Campos BIM, vislumbra-se que nenhum dos campos atingiu a marca de 20 pontos, com destaque para o campo da Política, que apresentou a pior pontuação, 7 pontos. Os campos de Tecnologia e Processos, obtiveram desempenho similares, com 16 e 12,25 pontos cada, respectivamente. Com estes resultados, vemos claramente, que há um déficit geral para os projetistas.

Gráfico 35 – Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Campos BIM

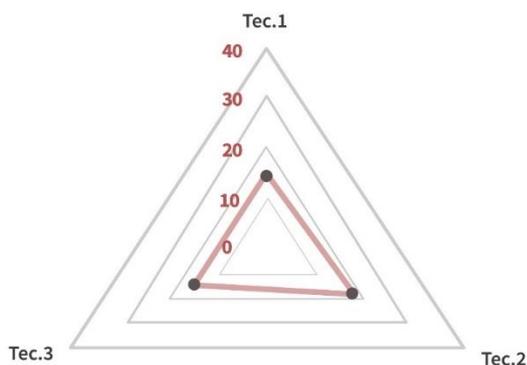


Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar do campo Tecnologia ter sido o campo com melhor pontuação, nenhum de seus critérios atingiram a marca de 20 pontos. Conforme ilustra o Gráfico 35, podemos perceber que os critérios tiveram pontuação similar, não havendo discrepâncias entre eles. No campo de Processos (Gráfico 37), também não houve discrepância entre a pontuação dos 4 critérios, tendo uma média de 12,25 pontos, em que nenhum critério também não atingiu a marca dos 20 pontos. O campo da Política, Gráfico 36, apresentou o pior desempenho nos critérios, tendo apenas 1 critério atingindo a marca de 10 pontos.

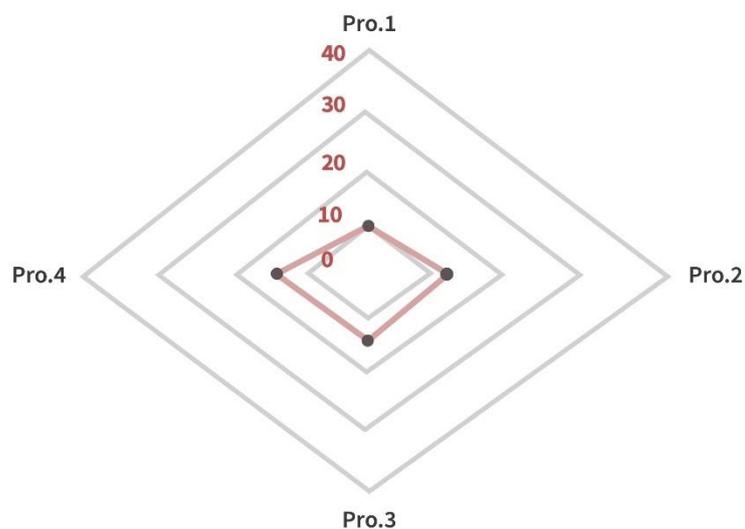
Gráfico 36 – Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Tecnologia



Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

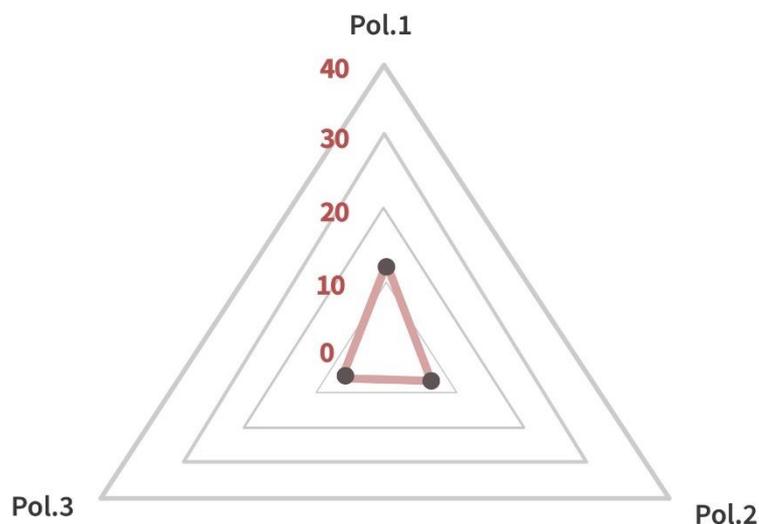
Gráfico 37 – Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Processo



Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 38 – Grau de Maturidade BIM médio dos Projetistas– Política



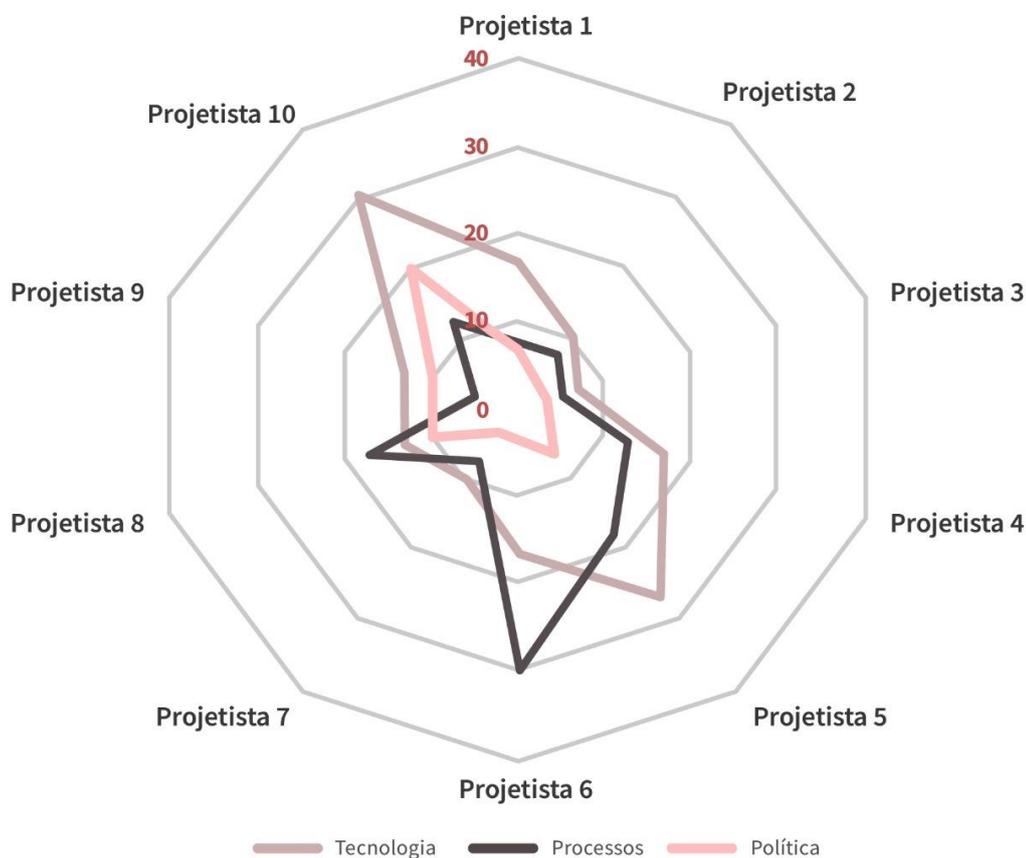
Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em uma análise individual de cada projetista, destaca-se o Projetista 10, com 15,62 pontos, sendo o único a romper a barreira dos 30 pontos, enquanto o projetista 4 apresentou apenas 5 pontos no Grau de Maturidade. Estes números são muito expressivos, pois evidenciam

uma baixa maturidade BIM dos projetistas, que tem um papel primordial no processo de desenvolvimento de projetos. Podemos perceber também, uma grande heterogeneidade no desempenho de cada projetista, como mostra o Gráfico 39.

Gráfico 39 – Grau de Maturidade BIM por Projetista – Campos BIM

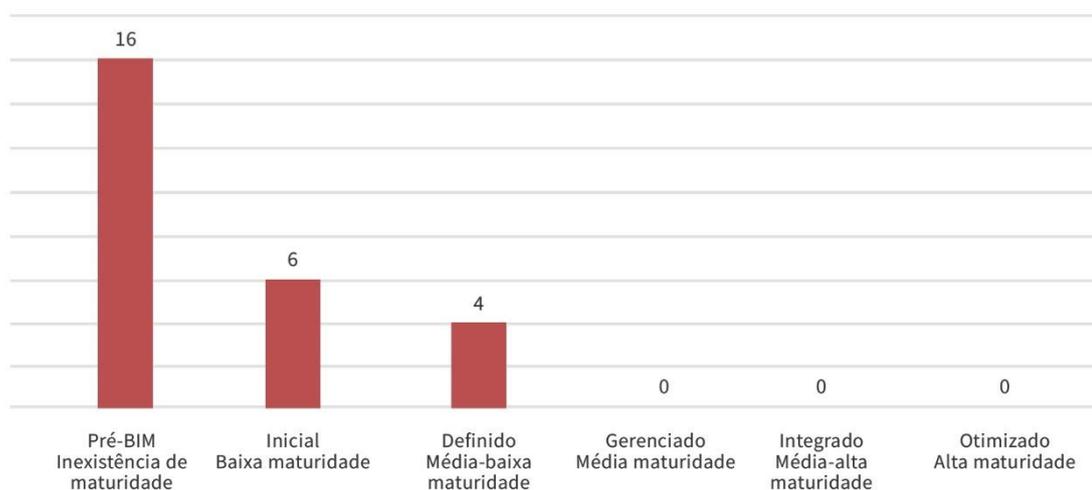


Legenda: (0-inicial; 10-definido; 20-gerenciado; 30-integrado; 40-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro do universo de 26 projetistas composto pela pesquisa de maturidade BIM, 16 foram consideradas em nível Pré-BIM, uma vez que declararam que não utilizavam no seu processo de desenvolvimento de projeto, de forma a tal, que não há a existência de maturidade. Dos 10 projetistas dos quais foram aplicados às entrevistas para mensuração, seis encontram-se no nível Inicial (baixa maturidade) e quatro em nível Definido (média-baixa maturidade), conforme apresentado no Gráfico 40. Nenhum projetista apresentou níveis de maturidade Gerenciado, Integrado ou Otimizado.

Gráfico 40 - Maturidade BIM dos Projetistas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que se possa entender os pontos que apresentaram baixa maturidade e como forma de propor um diagnóstico correto e propor diretrizes de crescimento da maturidade, é importante analisar cada critério e seu nível de maturidade. Neste sentido, a Tabela 17 apresenta uma relação de critérios da matriz BIM<sup>3</sup> e seus níveis de maturidade. Podemos constatar que 37,5% dos critérios encontram-se com nível de maturidade Inicial (baixa maturidade), 56,25% com nível Definido (média-baixa maturidade) e apenas 6,25% em nível Gerenciado (média maturidade).

Tabela 17 – Critérios da BIM<sup>3</sup> por Níveis de Maturidade – Projetistas

Cód.	Critério	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade	Nível da Maturidade
Macro	Escala Macro	0	0%	<b>Inicial</b> Baixa maturidade
Est.3	Estágio 3	1	3%	
Est. 2	Estágio 2	2	5%	
Meso	Escala Meso	2	5%	
Pol.3	Contratual	4	10%	
Pol.2	Regulatória	5	13%	<b>Definido</b> Média-baixa maturidade
Pro.1	Recursos	9	23%	
Est. 1	Estácio 1	12	30%	
Pol.1	Preparatória	12	30%	
Proc.2	Atividades & Fluxos de Trabalho	12,5	31%	
Proc.3	Produtos & Serviços	13,5	34%	
Proc.4	Liderança & Gerenciamento	14	35%	
Micro	Escala Micro	14	35%	
Tec.1	Software	15	38%	
Tec.3	Hardware	15	38%	
Tec.2	Rede	18	45%	<b>Gerenciado</b> Média maturidade

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.1.3.3 Maturidade BIM – Academia

A mensuração da maturidade BIM ocorreu nos 26 cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismos, de tal forma como na caracterização da utilização BIM. Foram avaliados 16 critérios, através de três campos: Tecnologia, Política e Desempenho, obtendo o Grau de Maturidade e o Índice de Maturidade, conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Índice de Maturidade BIM das IES

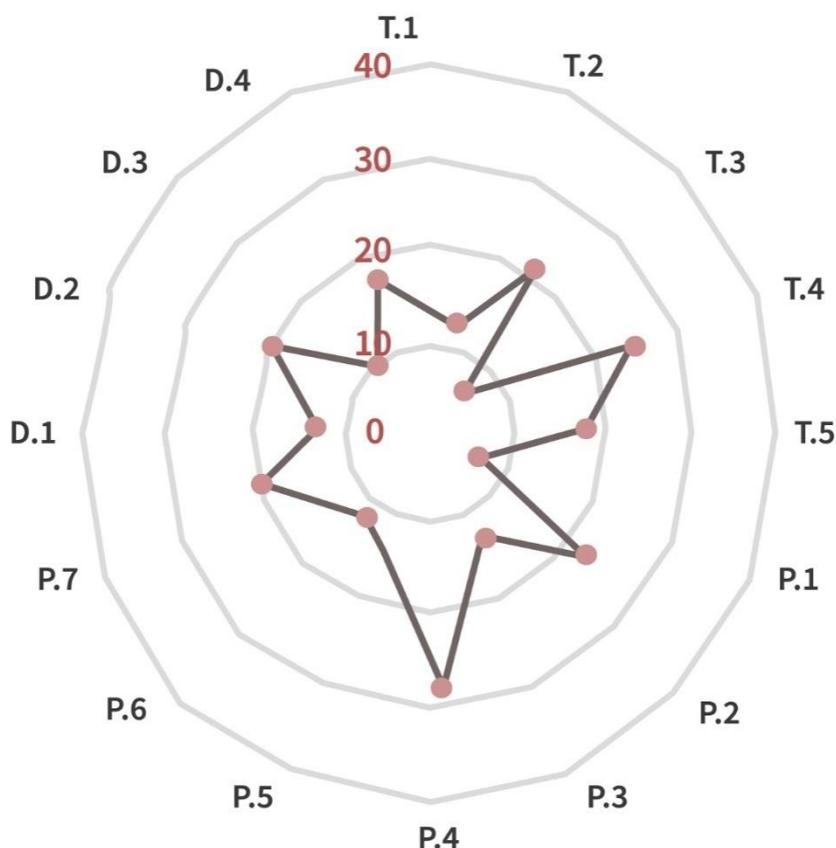
Cursos	Tecnologia					Política							Desempenho				Grau de Maturidade	Índice de Maturidade
	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	D.1	D.2	D.3	D.4		
Curso.1	5	20	5	20	20	5	10	20	15	5	5	5	5	5	5	5	9,6875	19,38%
Curso.2	5	5	5	5	20	5	30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	15,00%
Curso.3	5	20	5	20	20	20	30	20	20	5	30	30	15	25	5	5	17,1875	34,38%
Curso.4	40	30	5	30	20	20	30	50	50	50	30	50	15	20	5	25	29,375	58,75%
Curso.5	5	15	5	15	20	5	15	5	10	5	5	5	5	15	5	15	9,375	18,75%
Curso.6	25	20	5	20	20	5	30	20	40	30	5	30	15	30	5	15	19,6875	39,38%
Curso.7	5	30	5	30	20	5	30	20	40	5	30	20	15	35	25	20	20,9375	41,88%
Curso.8	10	20	5	20	10	5	15	5	10	5	10	5	5	5	15	5	9,375	18,75%
Curso.9	5	30	5	30	20	5	30	20	40	20	5	30	15	20	5	25	19,0625	38,13%
Curso.10	40	30	5	30	20	5	30	20	20	20	30	5	15	25	5	20	20	40,00%
Curso.11	5	30	5	30	20	5	20	5	40	40	5	30	15	20	25	15	19,375	38,75%
Curso.12	5	30	5	30	20	5	20	5	40	20	30	20	5	20	25	50	20,625	41,25%
Curso.13	5	30	5	30	20	5	30	20	30	5	30	40	15	20	5	25	19,6875	39,38%
Curso.14	5	5	5	5	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,9375	11,88%
Curso.15	30	30	5	30	20	5	30	20	30	30	5	5	15	25	5	45	20,625	41,25%
Curso.16	5	20	5	20	20	5	30	10	40	30	5	5	15	20	5	5	15	30,00%
Curso.17	20	30	5	30	20	5	30	20	30	5	5	20	20	25	25	15	19,0625	38,13%
Curso.18	5	20	5	20	10	5	20	5	5	5	20	5	5	10	5	10	9,6875	19,38%
Curso.19	5	30	5	30	20	20	30	5	20	5	5	20	5	20	25	20	16,5625	33,13%
Curso.20	30	30	5	30	20	5	30	5	20	5	5	40	15	25	5	5	17,1875	34,38%
Curso.21	20	30	5	30	20	20	30	20	30	30	20	30	15	25	25	20	23,125	46,25%
Curso.22	20	30	35	30	20	20	30	20	40	30	5	40	15	25	5	50	25,9375	51,88%
Curso.23	5	5	5	5	20	5	20	5	30	20	5	5	5	5	5	5	9,375	18,75%
Curso.24	5	5	5	5	10	5	20	5	20	5	5	20	15	20	5	5	9,6875	19,38%
Curso.25	5	20	5	15	20	5	15	5	15	5	5	5	15	5	5	5	9,375	18,75%
Curso.26	20	10	5	20	10	5	15	5	15	5	5	5	15	5	5	5	9,375	18,75%

Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da m<sup>2</sup>BIM-IES, podemos constatar que os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo apresentam baixo grau de maturidade nos critérios de avaliação, com uma média de 15,87 pontos, como podemos vislumbrar, através de uma visão macro, no Gráfico 41, que apresenta a média da pontuação de todas os cursos, por cada critério. Apenas um quarto dos critérios atingiu acima de 20 pontos, evidenciando que, em média, há um baixo desempenho das IES em relação ao BIM. O critério mais pontuado foi o “Ensino BIM”, com 25,38 pontos, tendo como maioria dos conteúdos oferecidos envolvendo a Introdução BIM e a utilização de softwares. No entanto, apesar dele ter o melhor desempenho entre seus pares, sua pontuação é baixa, sendo classificada como Baixa Maturidade BIM. O critério com a pior pontuação foi o “Acordos institucionais com fabricantes de hardwares” seguido por “Capacitação Docência”, com 6,15 e 7,88 pontos respectivamente.

Gráfico 41 – Grau de Maturidade BIM médio dos critérios da m<sup>2</sup>BIM-IES



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

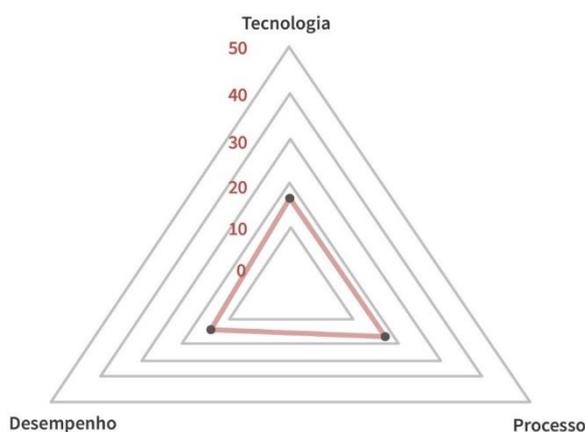
Em uma análise nos Campos BIM definidos pela m<sup>2</sup>BIM-IES, vemos que o Grau de Maturidade entre os três campos encontra-se muito próximos, Tecnologia (16,38 pontos), Política (16,62) pontos, e Desempenho (13,94), como ilustra o Gráfico 42. Em uma primeira

análise, vislumbramos que os Campos BIM possuem baixo Grau de Maturidade, não havendo nenhum destaque entre eles, evidenciando que os problemas relacionados à baixa maturidade BIM ou até mesmo a inexistência da maturidade, está permeada entre todos os campos, requerendo uma grande desenvoltura e trabalho das IES para o aumento da maturidade.

O campo do Desempenho apresentou aproximadamente 2 pontos a menos os demais campos. Podemos interpretar que o Campo Desempenho, sendo uma consequência dos demais campos, na qual eles tendo um baixo Grau de Maturidade, conseqüentemente, o Desempenho também terá, pois o desempenho está diretamente atrelado às políticas e tecnologias disponíveis nas IES.

Para entender a média de cada Campo BIM, os Gráficos 38, 39, 40 e 41 apresentam o Grau de Maturidade BIM para cada campo. No Campo Política apenas 2 critérios atingiram acima de 20 pontos, o “Engajamento do corpo docente” e o “Ensino BIM”. Apesar destes critérios terem se destacados, é importante ressaltar que a pontuação de cada, 24,03 pontos e 25,38 pontos, representa uma baixa maturidade BIM. O critério com a pontuação é a “Capacitação Docência”, com 7,88 pontos, indicando que este critério deve ser tomado como prioridade nas ações de implantação BIM. O Campo da Tecnologia é o campo que apresentou o melhor resultado, uma vez de 40% dos seus critérios (2 itens) atingiram acima de 20 pontos, sendo eles “Softwares” e “Hardwares” com 22,11 e 22,30 pontos respectivamente. Apesar de ser o campo com melhores pontuações individuais, o campo apresenta o critério com menor pontuação de todos, o “Acordo institucionais com fabricantes de hardware”, com 6,15 pontos. O Campo Desenvolvimento, nenhum critério atingiu a marca de 20 pontos, com destaque para o critério “Publicações”, que atingiu apenas 10 pontos.

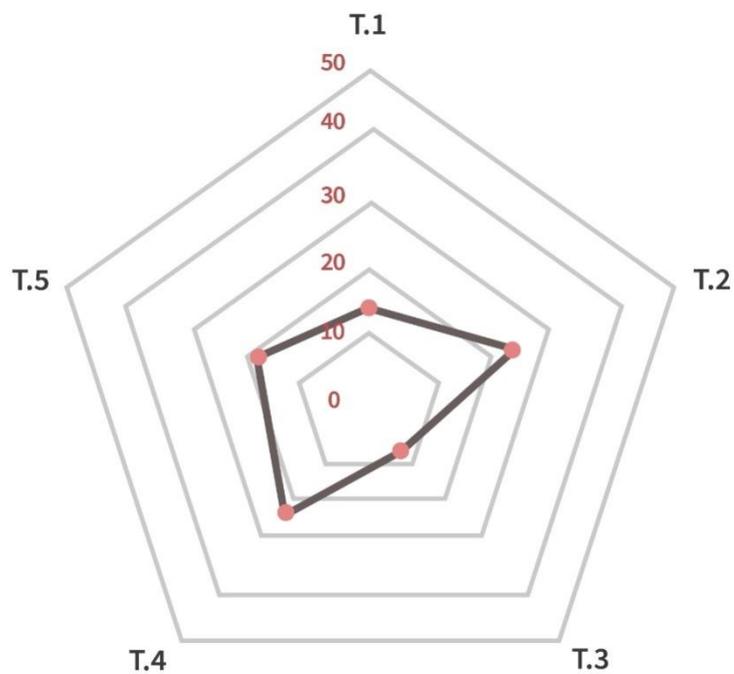
Gráfico 42 – Grau de Maturidade BIM médio nas IES – Campos BIM



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

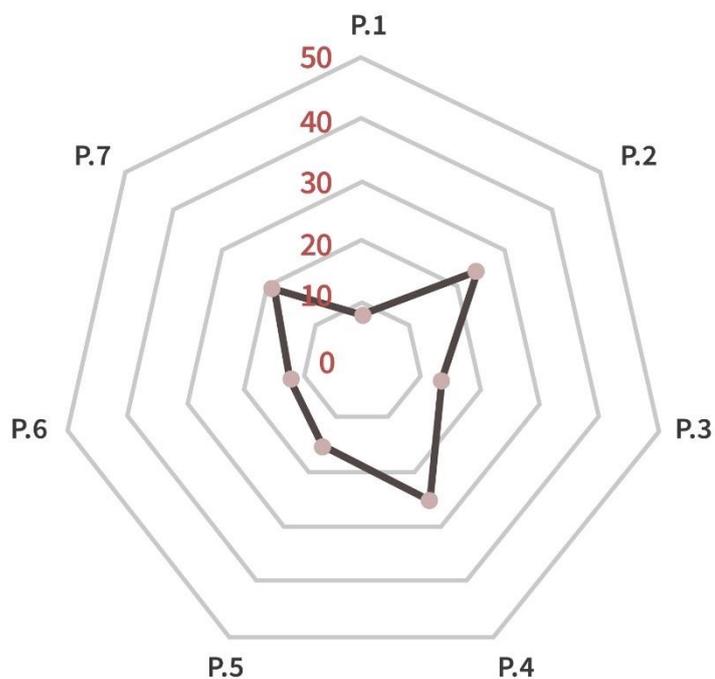
Gráfico 43 – Grau de Maturidade BIM médio nas IES - Tecnologia



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

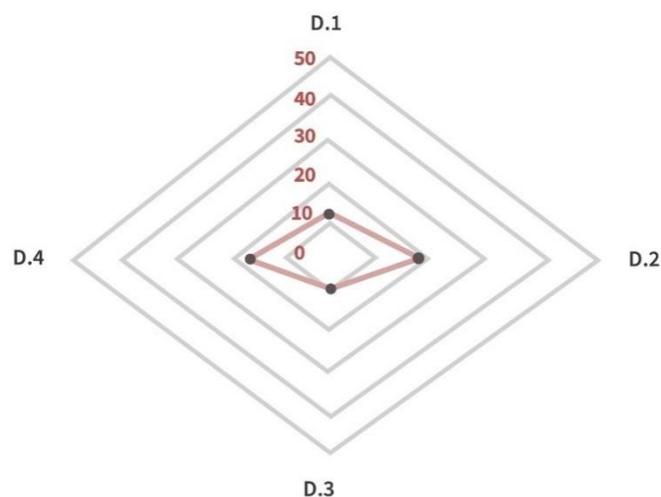
Gráfico 44 – Grau de Maturidade médio nas BIM – Política



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 45 – Grau de Maturidade BIM médio nas IES- Desempenho

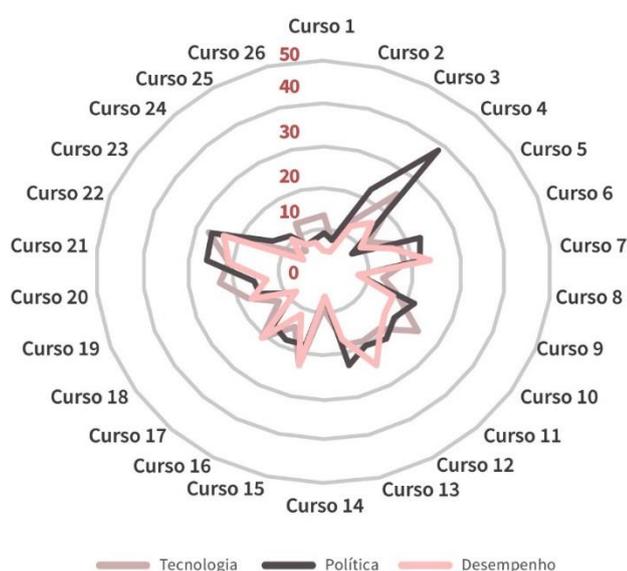


Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao compararmos a Maturidade BIM nos três campos entre todos os cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil (Gráfico 46), podemos constatar que o Curso 4 apresenta melhor Grau de Maturidade nos três campos, atingindo a marca de 40 pontos no campo da política, enquanto o Curso 14 apresentou a pior pontuação, não atingindo a marca de 10 pontos. Observa-se que 25 dos 26 cursos que compõe a pesquisa não atingiram a marca de 30 pontos, em nenhum dos três campos.

Gráfico 46 – Grau de Maturidade BIM por curso – Campos BIM



Legenda: (10-pré-BIM; 20-inicial; 30-definido; 40-integrado; 50-otimizado)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar Grau de Maturidade de cada critério, podemos calcular o Índice de Maturidade e relacionar ao Nível de Maturidade para cada um, servindo para uma análise individual e o enquadramento de cada juntos aos níveis de maturidade BIM. A Tabela 19 mostra essa relação. Há dois critérios classificados como Pré-BIM, ou seja, inexistência de maturidade. A maioria dos critérios estão no nível Inicial, quando há baixa maturidade, enquanto 4 critérios estão no nível Definido, considerado com média maturidade.

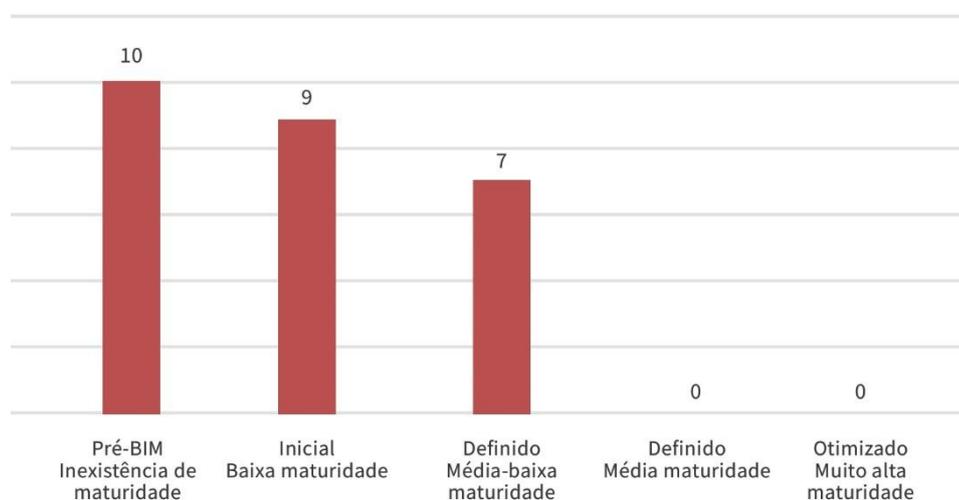
Dos 26 cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, englobados na presente pesquisa, 39% são considerados no nível Pré-BIM, com inexistência de maturidade BIM, 35% no nível Inicial, com presença de baixa maturidade e 26% apresentaram nível de maturidade Definido, com média maturidade, conforme é apresentado no Gráfico 47. Com este resultado, podemos afirmar que 74% dos cursos de Engenharia e Arquitetura e Urbanismo possuem baixa maturidade BIM ou não possuem maturidade.

Tabela 19 – Critérios da m<sup>2</sup>BIM-IES por Níveis de Maturidade

Cód.	Critério	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade	Nível da Maturidade
T.3	Acordos institucionais com fabricantes de hardware	6,15	12%	<b>Pré-BIM</b> Inexistência de Maturidade
P.1	Capacitação Docência	7,88	16%	Maturidade
D.3	Publicações	10	20%	
D.1	Usos BIM	11,73	23%	
P.6	Iniciação Científica	12,11	24%	
T.1	Acordos institucionais com desenvolvedores de softwares	12,88	26%	<b>Inicial</b> Baixa Maturidade
P.3	Visão institucional BIM	13,26	27%	
P.5	Extensão acadêmica	15,19	30%	
D.4	Alunos capacitados	16,34	33%	
D.2	Disciplinas BIM	17,69	35%	
T.5	Infraestrutura	18,46	37%	
P.7	Decreto Federal 9.337:2018	18,46	37%	
T.2	Softwares	22,11	44%	
T.4	Hardware	22,30	45%	<b>Definido</b>
P.2	Engajamento BIM do Corpo docente	24,03	48%	Média Maturidade
P.4	Ensino BIM	25,38	51%	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 47 – Maturidade BIM dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.1.3.4 Maturidade BIM – Poder Público

A maturidade do BIM no Poder Público não foi mensurada através de uma ferramenta de mensuração, conforme visto no capítulo 5.4.4.4. As duas instituições adotantes do BIM, afirmaram estarem na fase Pré-BIM em que há a preparação, treinamento, testes sobre os usos.

#### 6.1.3.5 Macro Maturidade BIM – Estado do Ceará

A mensuração da Macro Maturidade BIM no estado do Ceará têm como objetivo pautar as ações estratégicas propostas nos próximos capítulos, como também, servir como base para futuros estudos de maturidade BIM no estado e comparativos com outros estados. Ela é ilustrada pela Figura 61.

No campo Objetivos, Estágios e Marcos, constata-se a inexistência de objetivos específicos, políticas estratégicas, planos de disseminação ou implantação desenvolvidos ou destinados ao âmbito estadual. Não foi constatado nenhuma ação articuladora ou integradora, envolvendo os membros da cadeia. Destaca-se que em âmbito nacional, tem-se a Estratégia BIM BR, que conseqüentemente irá ter atuação em todos os estados.

O campo Campões e Pilotos apresenta baixa maturidade, uma vez que não há a âmbito local empresas, organizações, grupos ou pessoas, formalizados e oficiais que objetivam a disseminação do BIM. Constata-se que há especialistas em BIM atuando no Estado. No entanto, a atuação está relacionada a prestação de serviços de modelagem a iniciativa privada, sendo estes, atualmente, exercendo o papel de disseminadores.

No campo Quadro Regulamentar observa-se inexistência de modelos de contratos para contratação em BIM, sendo a contratação realizada em modelos CAD, sem alocação de responsabilidades, propriedade intelectual e o gerenciamento de riscos, tornando-se baixa a maturidade.

O campo Publicações Dignas de Notas, apresenta na literatura um vasto portfólio de guias, manuais, *templates*, que podem auxiliar as organizações a implantar e a operar os modelos BIM. No entanto, a grande maioria das publicações possui origem no exterior, sendo as desenvolvidas no Brasil, realizadas em outros estados. Destaca-se para uma publicação local, com o título “Manual de Contratação BIM – Construção Virtual”, desenvolvido pelo SINDUSCON-CE e INOVACON. Apesar de haver uma publicação local, entende-se que a publicação está restrita as construtoras e incorporadoras, não havendo o mesmo suporte para os demais *stakeholders*. Neste sentido, a maturidade neste campo é baixa.

No campo Aprendizado e Educação observa-se que o BIM possui uma maior capilaridade, comparado às construtoras e projetistas, muito pela demanda dos alunos. No entanto, constata-se que o BIM não é inserido formalmente nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. A abordagem BIM é realizada através de iniciativas isoladas, em sua grande maioria, por um ou mais professores. Constata-se também, que há o grande entrave da capacitação do corpo docente, falta de infraestrutura tecnológica e a definição dos objetivos de aprendizagem BIM. Neste sentido, apropria-se a maturidade baixa para o campo.

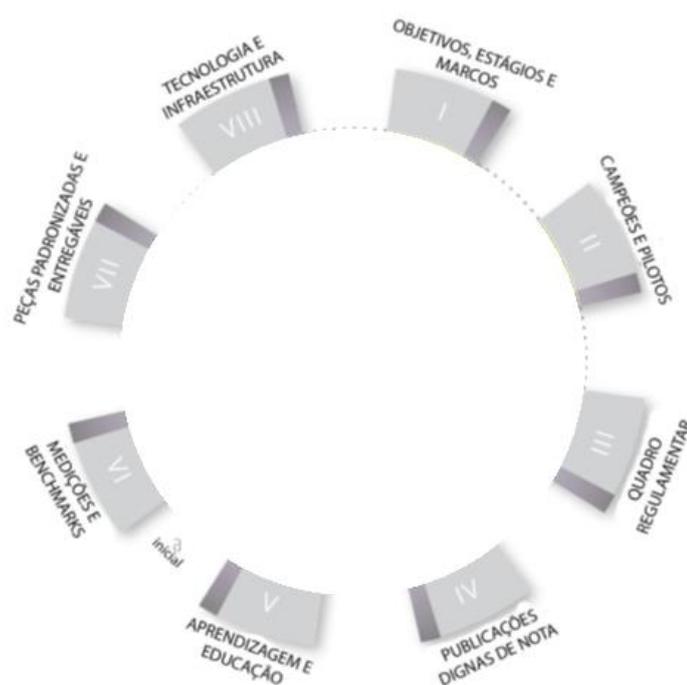
O campo Medições e Benchmarks, possui baixa maturidade, não apresentando nenhuma ferramenta para avaliação e mensuração da qualidade dos entregáveis BIM, proporcionando métricas. Destaca-se uma iniciativa do SINDUSCON-CE, com a criação do “Prêmio Destaque BIM – SINDUSCON CE”, que premia as melhores iniciativas BIM no estado do Ceará. No entanto, apesar de tal iniciativa, ela ainda é embrionária, devendo consolidar-se e expandir para mais categorias, tornando-se referência no estado.

No campo Peças Padronizadas e Entregáveis, vislumbramos que há uma inexistência de objetos, famílias e de bibliotecas que sirvam de apoio aos projetistas, sendo este, um dos principais pontos para o entrave da implantação, conforme apontado na pesquisa. Muitos projetistas de deparam com a necessidade de desenvolver suas famílias, muitas vezes

sem aproveitamento para outros projetos, requerendo o desenvolvimento constante. Desta forma a maturidade neste campo é baixa.

Por fim, o campo Infraestrutura Tecnológica concentra a maior citação de entraves para adoção, com a ausência de infraestrutura de *hardwares* e *softwares* BIM para sua adoção. Consta-se que as organizações não possuem a infraestrutura tecnológica adequada para adoção do BIM, uma vez, que não sabem informar os objetivos que pretende alcançar com o BIM. A maturidade neste campo é considerada baixa.

Figura 61 – Macro Maturidade BIM do Estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.1.3.6 Análise da contribuição teórica e prática

A mensuração da maturidade BIM fecha a última etapa do diagnóstico do estado atual do BIM no estado do Ceará, oportunizando um correto e atual mapeamento das organizações, da academia e do poder público, permitindo o desenvolvimento de um plano de implantação do BIM do longo prazo.

A contribuição teórica consiste em ser um estudo pioneiro a nível nacional no diagnóstico da maturidade BIM, envolvendo construtoras, projetistas, academia e o poder público. A partir destes resultados e metodologia, será possível comparar o desempenho das organizações locais com as de outros estados. O desenvolvimento de uma matriz de maturidade BIM para as IES, torna-se uma rica contribuição teórica, servindo de base para outros estudos,

em diversos estados que queiram mensurar a maturidade, como também, como ferramenta orientativa para as próprias IES que buscam avançarem nos níveis de maturidade.

A contribuição prática está em obter um panorama atual do BIM, para a partir dele, desenvolver-se um plano de implantação BIM, envolvendo todos os *stakeholders*, como forma de alcançar níveis de maturidade altos, e realizar uma implantação coletiva. Podemos vislumbrar que o Poder Público está muito atrás das demais organizações.

## 6.2 Plano de Implantação BIM na indústria da Construção Civil

O plano de Implantação BIM para a indústria da construção civil do estado do Ceará está apresentado a seguir.

### 6.2.1 Estruturação do Plano de Implantação

O Plano de implantação BIM está estruturado em Finalidade, Componentes da Política BIM e Ações Estratégicas, visando os resultados esperados e planejados e organizados através de um *roadmap*, previstos no capítulo 5.5.2, conforme ilustra Figura 62.

Figura 62 – Estrutura do Plano de Implantação BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

A finalidade do presente Plano de Implantação BIM consiste em implantar o BIM na indústria da construção civil do estado do Ceará, contribuindo com a Estratégia Nacional de Disseminação BIM – Estratégia BIM BR. O alcance da finalidade está dividido em três fases, sendo elas, suportadas por oito componentes da Macro Maturidade BIM: (I) Objetivos, Estágios e Marcos; (II) Campeões e Pilotos; (III) Quadro Regulamentar; (IV) Publicações Dignas de Notas; (V) Aprendizagem e Educação; (VI) Medições e Benchmarks; (VII) Peças Padronizadas e Entregáveis; e, (VIII) Infraestrutura Tecnológica.

Para cada componente há um resultado previsto para a cada fase, permitindo que haja o entendimento e o alcance do atendimento da totalidade daquela fase, permitindo o avanço para a próxima fase. O avanço de fase ocorrerá mediante o atendimento por completo do resultado esperado e do desenvolvimento das ações estratégicas previstas para cada uma. A Figura 63 apresenta o *roadmap* do plano, com os resultados esperados em cada um dos componentes para as três fases da implantação.

Figura 63 – *Roadmap* do plano de macroimplantação BIM

ROADMAP EXECUTIVO - PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM (BRASIL, 2018)					
Estágio (SUCCAR; KASSEM, 2015)		Fase 1 Prontidão BIM	Fase 2 Capacidade BIM	Fase 3 Maturidade BIM	Finalidade (BRASIL, 2018)
Estratégia		Disseminação e Preparação	Implantação	Melhoria Contínua	
Componentes da Macro Maturidade (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Objetivos, Estágios e Marcos (OEM) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Obter uma Estratégia de Implantação BIM e disseminar o BIM no estado do Ceará.	Implantação de incentivos financeiros para uso do BIM e Fomento do Poder Público	Obrigatoriedade do BIM em contratações pelo Poder Público.  Obrigatoriedade do BIM na gestão de Ativos do Poder Público.	
	Campeões e Pilotos (CP) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Constituição de um Grupo de Trabalho em BIM, reconhecido oficialmente, envolvendo todos os membros da cadeia.	Apoio à implantação BIM, através de uma rede consultores.  Realização de uma implantação piloto local.	Multiplicar e qualificar os campeões e pilotos BIM.	
	Quadro Regulamentar (QR) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Diagnóstico das necessidades de Aparatos Legais e Regulamentar para adoção do BIM no âmbito público.	Contratação de projetistas, baseado em contratos com fluxos, responsabilidades e entregáveis BIM.	Fomentar a repetibilidade dos projetos e usos BIM.	
	Publicações Dignas de Notas (PDD) (AMORIM; KASSEM, 2015)	Constituição de um subgrupo destinado a análise e desenvolvimento de Protocolos e Guias.  Desenvolvimento de Protocolos e Guias BIM desenvolvidos a partir da literatura.	Desenvolvimento de Protocolos e Guias BIM desenvolvidos a partir de estudos locais.	Fomentar o uso do BIM ao longo de todo ciclo de vida dos empreendimentos.  Promover a colaboração entre os modelos e os projetistas.	
	Aprendizagem e Educação (AE) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Definição das diretrizes e objetivos de aprendizagem BIM, com uma proposição de uma escala progressiva de adoção nas IES.	Implantação do BIM nas IES;  Engenheiros, Arquitetos e Técnicos empregados nas organizações capacitados.  Gestores e servidores públicos capacitados.	Desenvolvimento da pesquisa em BIM.  Certificação Profissional.  Promoção de programas de capacitação internos às organizações.	
	Medições e Benchmarks (MB) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Criação de uma premiação local.	Implantação de competências BIM nos processos seletivos.  Desenvolvimento de ferramenta de avaliação de desempenho de projetos em BIM.	Desenvolvimento de um programa de melhoria e avaliação contínua, através de benchmarks.	
	Peças Padronizadas e Entregáveis (PPE) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Disseminação das normas ABNT acerca do BIM e a Biblioteca Nacional BIM.	Fomentar o desenvolvimento da Biblioteca Nacional BIM	Fortalecer o uso da Biblioteca Nacional BIM.	
	Infraestrutura Tecnológica (IT) (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Desenvolvimento de parcerias institucionais com desenvolvedores de softwares e hardwares, para implantação.	Implantação de linhas de financiamento para investimentos em infraestrutura tecnológica BIM.	Desenvolvimento de um programa de melhoria, substituição e incremento de infraestrutura tecnológica, conforme os objetivos das organizações.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

As ações estratégicas previstas para cada componente da maturidade BIM e nas três fases estão apresentadas na seção 6.2.4.

### 6.2.2 Níveis de Atuação

Ao propor ações estratégicas de disseminação e implantação do BIM, direcionadas à um stakeholder, devemos ter o cuidado de entender que cada stakeholder possui níveis de atuação internos, como por exemplo, alta direção, gerencia e nível operacional. Propor ações estratégicas sem levar em consideração estes níveis de atuação, podem gerar frustrações entre as organizações, levando o insucesso do proposto.

Antes o desenvolvimento das ações estratégicas, é importante entender que as ações devem ser dimensionadas conforme os níveis de atuação. Neste sentido estratificou-se os níveis de atuação em 4 níveis: Nível Estratégico, Nível Gerencial, Nível Técnico e Nível em Formação, como apresentado na seção 5.5.4 e ilustrado na Figura 64. Posteriormente, foi realizado um processo de identificação das personas de cada nível de atuação para os *stakeholders* envolvidos na pesquisa, como forma de entender quem são estas personas e propor ações eficazes para seus níveis de atuação, conforme o Quadro 29.

Figura 64 – Níveis de Atuação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 29 – Identificação das personas nos níveis de atuação dos *stakeholders*

Stakeholder	Níveis de Atuação			
	Nível Estratégico	Nível Gerencial	Nível Técnico	Nível em Formação
<b>C</b> Construtoras	<b>C.1</b> Proprietários de Construtoras, Executivos, Diretores	<b>C.2</b> Gerentes e Coordenadores (atuam na gestão de empreendimentos construtivos)	<b>C.3</b> Engenheiros e Arquitetos; Técnicos; (atuam na execução de empreendimentos construtivos)	-
<b>P</b> Projetistas	<b>P.1</b> Proprietários de escritórios de projetos, Executivos, Diretores	<b>P.2</b> Gerentes e Coordenadores (atuam na gestão de desenvolvimento de projetos)	<b>P.3</b> Engenheiros e Arquitetos; Técnicos; (atuam na execução de projetos)	-
<b>A</b> Academia	<b>A.1</b> Reitores e Diretores de Centro	<b>A.2</b> NDE e Coordenadores de Curso	<b>A.3</b> Professores	<b>A.4</b> Alunos de graduação e Pós-Graduação Alunos de Técnico
<b>PP</b> Poder Público	<b>PP.1</b> Políticos e Chefes de Secretarias públicas	<b>PP.2</b> Diretores, Gerentes, ou cargos similares de repartições públicas	<b>PP.3</b> Engenheiros e Arquitetos; Técnicos;	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não obstante a estratificação e identificação dos níveis de atuação dos *stakeholders*, definiu-se estratégias a serem adotadas nas ações estratégicas, como forma de encontrar o melhor meio de impacto das ações junto aos *stakeholders*, entendendo suas peculiaridades, como visão, função, responsabilidades e atividades dentro das organizações, como mostra o Quadro 30.

Quadro 30 – Estratégia adotada para os níveis de atuação

Nível de Atuação	Estratégia
Nível Estratégico	Promover a sensibilização, gerando mudança de atitudes e cultura em relação ao BIM, apresentando os benefícios, com foco na competitividade, ou seja, como as organizações podem aumentar seu desempenho e tornarem-se mais competitivas, gerando a adoção do BIM.
Nível Gerencial	Promover a sensibilização, gerando mudança de atitudes e cultura em relação ao BIM, apresentando os benefícios, com foco no atendimento das metas, ou seja, os setores dentro da organização.
Nível Técnico	Promover a sensibilização, gerando mudança de atitudes e cultura em relação ao BIM e incentivar a capacitação em BIM, com foco nas operações, ou seja, no dia a dia dos empreendimentos construtivos e como o BIM pode contribuir à função de cada stakeholder.
Nível em Formação	Fomentar as universidades e os professores a introduzir o BIM no Ensino, Pesquisa e Extensão, evidenciando sua responsabilidade junto ao Decreto Federal 9.337/2018.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.2.3 *Síntese dos stakeholders, caracterização do uso e maturidade BIM da construção civil*

De posse da estratificação dos níveis de atuação de cada stakeholder, o próximo passo é o desenvolvimento das ações estratégicas. No entanto, estas ações devem suprir uma falta, uma dificuldade ou combater uma barreira, ou seja, deve preencher uma lacuna no processo de disseminação implantação do BIM no estado do Ceará. Para tal, é fundamental a síntese das dificuldades, barreiras e níveis de maturidades identificado na etapa de diagnóstico desta pesquisa, sendo ela apresentada no Quadro 31.

Ao todo foram identificados 21 pontos considerados como uma dificuldade, barreira ou componente da maturidade BIM à ser desenvolvida, como também as principais barreiras citadas pela literatura, visto no capítulo 4.2. Ao lado de cada item a ser desenvolvido, indicou-se qual stakeholder em seu nível de atuação seria o beneficiado com uma ação estratégica.

Quadro 31 – Sintetização das barreiras, dificuldades e baixa maturidade

Nº	Item a ser desenvolvido ações estratégicas	Stakeholder
#1	Alto investimento inicial	C, P, A, PP
#2	Baixo retorno financeiro	C, P, PP
#3	Ausência de mercado	C, P
#4	Falta de exigência BIM no mercado	C, P, A
#5	Ausência de mão de obra qualificada	C, P, A, PP
#6	Resistência em novas metodologias e tecnologias	C, P, A, PP
#7	Falta de recursos tecnológicos	C, P, A, PP
#8	Falta de incentivo do poder público	C, P, A
#9	Ausência de suporte e/ou diretrizes para implantação BIM	C, P, PP
#10	Falta de convencimento da alta direção	C, P, A, PP
#11	O BIM não é visto como prioridade	C, P, A
#12	Ausência de processos e papéis definidos no desenvolvimento de modelos BIM	C, P
#13	Visões diferentes sobre o BIM dentro da mesma organização	C, P
#14	Variações de qualidade nos entregáveis BIM	C, P
#15	Inexistência de modelos de contrato para desenvolvimento em BIM	C, P
#16	Utilização do BIM em apenas uma etapa do ciclo de vida do empreendimento	C, P
#17	Pouca colaboração nos modelos BIM entre os <i>stakeholders</i> envolvidos	C, P
#18	Ausência de lideranças BIM, matrizes de cargo-função nas organizações.	C, P
#19	Ausência de objetos BIM e dificuldades na biblioteca BIM	A
#20	Poucas publicações em congressos e periódicos científicos	A
#21	Poucas disciplinas possuem o BIM inserido no plano de ensino	A

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.2.4 Ações Estratégicas

Ao todo, o plano propõe 45 (quarenta e cinco) ações estratégicas distribuídas nos oito componentes de maturidade BIM ao longo das três fases da macroimplantação. As ações estratégicas previstas, devem ser desenvolvidas, levando as peculiaridades dos beneficiários, ou seja, os *stakeholders* e seus níveis de atuação.

Ações estratégicas visam resolver as problemáticas apontadas pela pesquisa, como também, como meio para atingir os resultados esperados e conseqüentemente, a finalidade proposta pelo Plano de Implantação BIM. A proposição de cada ação estratégica está embasada na literatura dos capítulos 2, 3 e 4, além do diagnóstico do capítulo anterior.

As ações estratégicas são ordenadas conforme o seu Campo de maturidade BIM (*Macro-Maturity Components Model*), na qual é indicado em que Fase de Implantação (*Point of Adoption Model*) deve ocorrer, quem é o Responsável pela execução da ação (*Macro-*

*diffusion Responsibilities Model*), e como deverá ocorrer a Dinâmica da Difusão, qual o Mecanismo de Pressão e o Tipo de Pressão Isomórfica (*Macro-diffusion dynamics model*). Também é indicado o beneficiário direto pela ação (SANTOS, 2018) e qual problemática apontada no Diagnóstico (seção 6.2.3) e na RSL (seção 3.2) irá abordar, como ilustra o Quadro 32.

Quadro 32 – Fundamentação teórica da estrutura das ações estratégicas

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão (SUCCAR; KASSEM, 2015)			Beneficiário	Problemática atingida
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
(SUCCAR; KASSEM, 2015) <i>Macro-Maturity Componentsmodel</i>	(SUCCAR; KASSEM, 2015) <i>Point of Adoption model</i>	Contribuição teórica e Prática	(SUCCAR; KASSEM, 2015) <i>Macro-diffusion responsibilities model</i>	(SUCCAR; KASSEM, 2015) <i>Macro-diffusion dynamics model</i>			(SANTOS, 2018)	Diagnóstico Literatura

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 33 apresenta a distribuição das ações estratégicas entre os oito componentes da Macro Maturidade BIM ao longo das três fases da implantação, através de um *roadmap*. Na sequência são apresentados nos Quadros 34 e 45 as ações estratégicas divididas pelos componentes da Macro Maturidade.

Quadro 33 – Roadmap das ações estratégicas

<b>ROADMAP EXECUTIVO - PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM</b>				
<b>(BRASIL, 2018)</b>				
Estágio (SUCCAR; KASSEM, 2015)		Fase 1 Prontidão BIM	Fase 2 Capacidade BIM	Fase 3 Maturidade BIM
Estratégia		Disseminação e Preparação	Implantação	Melhoria Contínua
Componentes da Macro Maturidade (SUCCAR; KASSEM, 2015)	Objetivos, Estágios e Marcos (OEM) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.OEM.1 - Desenvolver uma Estratégia de adoção BIM AC.OEM.2 - Implantar o Plano de Comunicação AC.OEM.3 - Implantar o Plano de Disseminação BIM	AC.OEM.4 - Promover Incentivos Financeiros AC.OEM.5 - Indução pelo Poder Público	AC.OEM.6 - Obrigatoriedade do BIM em obras contratadas pelo Poder Público AC.OEM.7 - Obrigatoriedade do BIM na gestão dos Ativos do Poder Público
	Campeões e Pilotos (CP) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.CP.1 - Criação do GT BIM - Ceará AC.CP.2 - Criação da Rede de Contatos BIM	AC.CP.3 - Consultoria BIM AC.CP.4 - Realização de Piloto Local	AC.CP.5 - Multiplicar e qualificar os campeões e pilotos BIM
	Quadro Regulamentar (QR) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.QR.1 - Diagnosticar necessidades de Aparato Legal e Regularizar	AC.QR.2 - Desenvolver modelos de contratação BIM AC.QR.3 - Fomentar a contratação BIM	AC.QR.4 - Fomentar a repetibilidade
	Publicações Dignas de Notas (PDD) (AMORIM e KASSEM, 2015)	AC.PDN.1 - Criação de Comitê de Protocolos e Guias BIM AC.PDN.2 - Proposição de Protocolos e Guias baseados na literatura	AC.PDN.3 - Proposição de Protocolos e Guias baseado em pilotos locais	AC.PDN.4 - Utilizar a Plataforma BIM AC.PDN.5 - Desenvolver Protocolos e Guias BIM com foco no Ciclo de Vida AC.PDN.6 - Desenvolver Protocolos e Guias BIM com foco na Colaboração
	Aprendizagem e Educação (AE) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.AE.1 - Desenvolver Diretrizes e Objetivos de Aprendizagem AC.AE.2 - Desenvolver uma Escala Progressiva de Adoção BIM nas IES AC.AE.3 - Promover parcerias entre IES e Desenvolvedores de Softwares	AC.AE.4 - Capacitar a mão de obra técnica já empregada AC.AE.5 - Capacitar Gestores e Servidores Públicos AC.AE.6 - Criação de Extensão Acadêmica BIM AC.AE.7 - Promover Eventos BIM	AC.AE.8 - Fomentar a Iniciação Científica e a Pesquisa BIM AC.AE.9 - Desenvolver a Certificação Profissional AC.AE.10 - Desenvolvimento de Programas de Capacitação internos
	Medições e Benchmarks (MB) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.MB.1 - Criação do Prêmio BIM	AC.MB.2 - Ranking de Projetistas BIM AC.MB.3 - Competências BIM nos processos seletivos	AC.MB.4 - Desenvolvimento de um programa de avaliação e melhoria contínua.
	Peças Padronizadas e Entregáveis (PPE) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.PPE.1 - Disseminação das Normas BIM e Biblioteca Nacional BIM	AC.PPE.2 - Fomentar o desenvolvimento da Biblioteca Nacional BIM	AC.PPE.3 - Fomentar a utilização e fortalecimento da Biblioteca Nacional BIM
	Infraestrutura Tecnológica (IT) (SUCCAR e KASSEM, 2015)	AC.TI.1 - Promover parcerias entre IES e Desenvolvedores de Softwares AC.TI.2 - Promover parcerias entre IES e Fabricantes de Hardwares AC.TI.3 - Promover parcerias entre Associações de Classe e Desenvolvedores de Softwares AC.TI.4 - Promover parcerias entre Associações de Classe e Fabricantes de Hardwares	AC.TI.5 - Desenvolver Linhas de Financiamentos	AC.TI.6 - Desenvolver um programa de melhoria contínua, substituição e incremento de infraestrutura tecnológica

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 34 – Ações estratégicas para o campo Objetivos, Estágios e Marcos

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macrodifusão			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
OEM	1	<p><b>AC.OEM.1 - Desenvolver uma Estratégia de adoção BIM</b></p> <p>Desenvolver uma estratégia de adoção do BIM, com objetivos, estágios e marcos, sendo estes, a representação do setor da construção civil e todos seus <i>stakeholders</i> envolvidos.</p> <p>(AMORIM; KASSEM, 2015); (KASSEM; SUCCAR, 2017)</p>	GT-BIM Ceará	Meio para fora	Horizontal  Para baixo  Para cima	Coercitivo Normativo  Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.1; A.2; A.3; A.4; PP.1; PP.2; PP.3	Todos
OEM	1	<p><b>AC.OEM.2 - Implantar o Plano de Comunicação</b></p> <p>Desenvolver e implantar um Plano de Comunicação para divulgar a Estratégia de Adoção BIM. O Plano de Comunicação deve ter uma linguagem de fácil entendimento e uma capilaridade a todos níveis de atuação do setor.</p> <p>(BRASIL, 2015)</p>	GT-BIM Ceará	Meio para fora	Horizontal  Para baixo  Para cima	Coercitivo Normativo  Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.1; A.2; A.3; A.4; PP.1; PP.2; PP.3	#3 #4 #6 #8 #10 #11
OEM	1	<p><b>AC.OEM.3 - Implantar o Plano de Disseminação BIM</b></p> <p>Desenvolver e implantar um Plano de Disseminação do BIM, apresentando seus conceitos, benefícios, boas práticas, usos BIM e casos de sucesso, como também o Decreto Federal 9.337/2018 e suas implicações, sensibilizando os atores, quanto à importância da adoção e à necessidade de mudanças estruturais para a sua adequada implantação.</p> <p>O Plano de Disseminação deve mitigar as desigualdades regionais, quanto à disseminação do BIM.</p> <p>Utilizar publicações, eventos, uso de mídias digitais, <i>roadshows</i>. O Plano de Disseminação deve abranger uma abordagem adequada para cada nível de atuação e sua função dentro do processo de implantação.</p> <p>(BRASIL, 2015); <i>Diagnóstico</i></p>	GT-BIM Ceará	Meio para fora	Horizontal  Para baixo  Para cima	Coercitivo Normativo  Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.1; A.2; A.3; A.4; PP.1; PP.2; PP.3	#10 #11 #6 #13 #8 #2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 35 – Ações estratégicas para o campo Objetivos, Estágios e Marcos (continuação)

OEM	2	<p><b>AC.OEM.4 - Promover Incentivos Financeiros</b> Promover incentivos e subsídios financeiros, destinados a Micro e Pequenas Empresas (MPE), focado em: I. Aquisição e softwares; II. Treinamento de pessoal; III. Consultoria para implementação BIM.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015), Diagnóstico</i></p>	GT BIM – Ceará	Meio para fora	Horizontal	Mimético	C.1; C.2; P.1; P.2;	#1 #8 #7
			Criadores de Políticas	De cima para baixo	Para baixo	Coercitivo	A.1; A.2;	
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Normativo	PP.1; PP.2	
			Desenvolvedores de Softwares	De baixo para cima	Para cima	Mimético		
						Normativo		
OEM	2	<p><b>AC.OEM.5 - Indução pelo Poder Público</b> Promoção de atos legais e regulamentares adequados às necessidades de ampla adoção do BIM no Governo Estadual e Municipal.</p> <p>Fomento e benefícios para aprovação de projetos desenvolvidos em BIM junto aos Governos Estaduais e Municipais.</p> <p><i>(Brasil, 2015), Diagnóstico</i></p>	GT BIM – Ceará	Meio para fora	Para cima	Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3;	#8 #3 #4
			Criadores de Políticas	De cima para baixo	Para baixo	Normativo	A.1; A.2; A.3; A.4;	
			Associações Industriais	Meio para fora	Para cima	Coercitivo	PP.1; PP.2; PP.3	
						Normativo		
						Normativo		
OEM	3	<p><b>AC.OEM.6 - Obrigatoriedade do BIM em obras contratadas pelo Poder Público</b> Estabelecer a obrigatoriedade, de forma gradual, de projetos e obras adquiridos com recursos orçamentários do Governo Estadual e Municipal. A Tabela 20 apresenta uma proposição da abordagem nos estágios.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018), Diagnóstico (KASSEM; SUCCAR, 2017)</i></p>	GT BIM – Ceará	Meio para fora;	Para cima	Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3;	#4 #8
			Criadores de Políticas	De cima para baixo	Para baixo	Coercitivo	A.1; A.2; A.3; A.4;	
						Normativo	PP.1; PP.2; PP.3	
						Normativo		
OEM	3	<p><b>AC.OEM.7 - Obrigatoriedade do BIM na gestão dos Ativos do Poder Público</b> Estabelecer a obrigatoriedade, de forma gradual, a gestão dos ativos do Governo Estadual e Municipal. O Tabela20 apresenta uma proposição da abordagem nos estágios.</p>	GT BIM – Ceará	Meio para fora;	Para cima	Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3;	#4 #8
			Criadores de Políticas	De cima para baixo	Para baixo	Coercitivo	A.1; A.2; A.3; A.4;	
						Normativo	PP.1; PP.2; PP.3	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 20 apresenta a proposição da obrigatoriedade do BIM no estado do Ceará. O foco desta obrigatoriedade está no âmbito Estadual e para a Prefeitura Municipal de Fortaleza, capital do estado. Ela está dividida em três etapas, em um total de 6 anos. A primeira etapa está baseada em obras acima de R\$: 5.000.000,00 e no estágio de Modelagem. Nesta etapa a não há a implantação da gestão de ativos, mas sim a preparação dos gestores e servidores públicos para a adoção. Na segunda etapa a obrigatoriedade começa a partir de R\$: 3.000.000,00 para o estágio de Modelagem e inicia-se o estágio de Colaboração, a partir de obras acima de R\$: 5.000.000,00. A gestão de ativos é iniciada para as novas edificações com valores acima de R\$: 5.000.000,00. Na terceira e última etapa, a obrigatoriedade inicia-se em obras a partir de R\$: 1.000.000,00, em que o BIM encontra-se disseminado e consolidado no mercado e há um nível de maturidade firme, permitindo o ingresso do estágio de Integração a partir de obras de R\$: 3.000.000,00. A gestão de ativos nesta etapa consiste em novas edificações com valores acima de R\$: 3.000.000,01 e em edificações existentes acima de 5.000,00 m<sup>2</sup> de área construída. Neste sentido, o poder público possui um importante papel de fomento à adoção do BIM, por ser um grande contratante de obras.

Tabela 20 – Proposição da Obrigatoriedade do BIM no estado do Ceará

	1º Etapa		2º Etapa		3º Etapa	
	Ano 0		Ano 3		Ano 6	
<b>Ativo</b> (AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018)	Obras acima de R\$: 5.000.000,00	Obras entre R\$: 3.000.000,00 a R\$: 5.000.000,00	Obras acima de R\$: 5.000.000,00	Obras até R\$: 1.000.000,00	Obras entre R\$: 1.000.000,01 até R\$: 3.000.000,00	Obras a partir de R\$: 3.000.000,01
<b>Fase do projeto</b> (AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018)	Projetos Executivos	Concepção até Projetos Executivos	Concepção até Operação	Projetos Executivos	Concepção até Projetos Executivos	Concepção até Operação
<b>Estágio do uso do BIM</b> (SUCCAR, 2010)	Modelagem	Modelagem	Colaboração	Modelagem	Integração	Integração
<b>Tipo do projeto</b> (AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018)	Novas Construções	Novas Construções	Novas construções e reformas	Novas Construções	Novas construções e reformas	Novas construções e reformas
<b>Gestão de Ativos</b> (AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018)	Preparação e capacitação	Novas edificações com valor de obra acima de R\$: 5.000.000,00		Novas edificações com valor de obra acima de R\$: 3.000.000,01 Edificações existentes acima de 5.000,00 m <sup>2</sup> de área construída		

Fonte: Elaborado pelo autor.

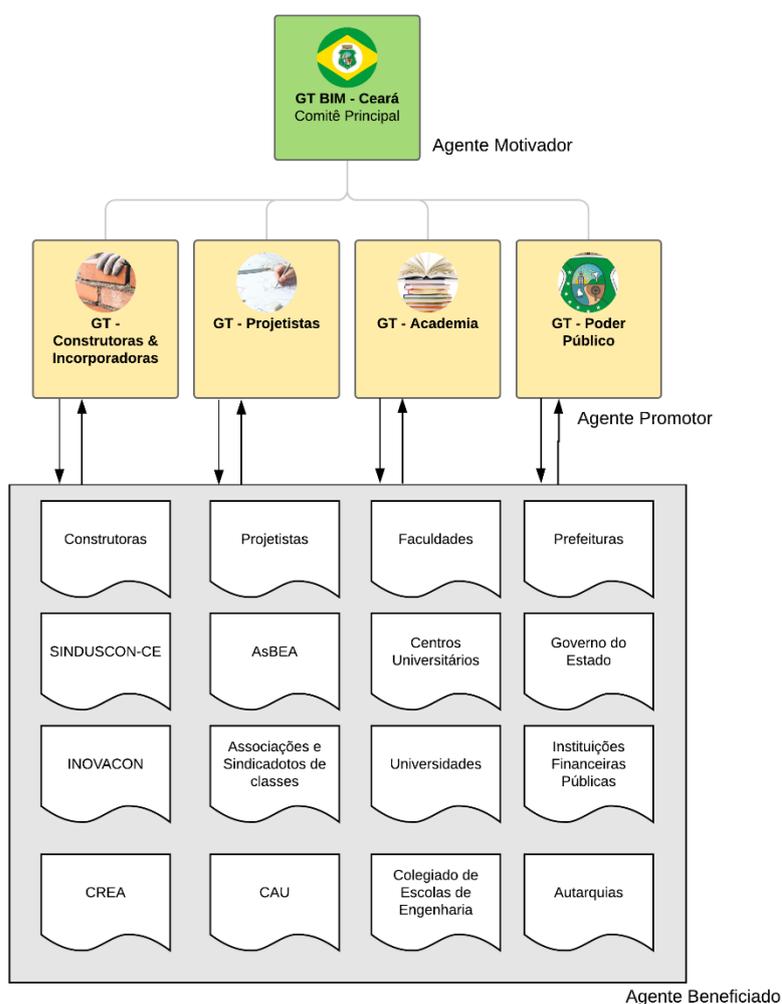
Quadro 36 - Ações estratégicas para o campo Campeões e Piloto

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro			Beneficiário	Problema atingido
				Difusão				
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
CP	1	<p><b>AC.CP.1 - Criação do GT BIM - Ceará</b> Criação do GT BIM - Ceará, como principal agente encarregado do desenvolvimento, implantação e monitoramento da Estratégia de Adoção BIM. O GT BIM - Ceará compreenderá em uma estrutura de rede de atores líderes, envolvendo os diversos <i>stakeholders</i> da AECO, com os seguintes objetivos:</p> <p>I. Desenvolver, implementar e monitorar a Estratégia de Adoção BIM; II. Disseminar o BIM no estado; III. Garantir o engajamento da indústria com a política BIM. IV. Desenvolver e promover protocolos, guias e demais documentos técnicos BIM, necessários para atendimento da Estratégia de Adoção BIM; V. Fornece suporte à todos os <i>stakeholders</i> para a implantação BIM.</p> <p>A Figura 65 apresenta uma proposição da estrutura do GT BIM - Ceará.</p> <p>(AMORIM; KASSEM, 2015), <i>Diagnóstico</i>; (KASSEM, SUCCAR, 2017)</p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora;	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.1; A.2; A.3; A.4; PP.1; PP.2; PP.3	#11 #9 #10
			Criadores de Políticas	De cima para baixo	Para baixo	Coercitivo Normativo		
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético Normativo		
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético Normativo		
CP	1	<p><b>AC.CP.2 - Criação da Rede de Contatos BIM</b> Criação de uma rede de contatos envolvendo engenheiros, arquitetos, construtoras, escritórios de projeto, professores, especialistas e consultores, que possuam experiência em BIM, servindo como referência, apoio e meio para implantação do BIM.</p> <p>(BRASIL, 2018), <i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3	#3 #1 #7
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Praticantes Individuais	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Comunidade de Prática	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
CP	2	<p><b>AC.CP.3 - Consultoria BIM</b> Contratação por parte de associações de classe (AsBEA, SINDUSCON, CREA, CAU, SENGE, entre outros) de consultoria em implantação BIM, junto aos seus representados.</p> <p><i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3	#9
			Associações Industriais	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético		
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
CP	2	<p><b>AC.CP.4 - Realização de Piloto Local</b> Desenvolver um projeto piloto local de implantação BIM, envolvendo uma construtora e seus projetistas, como também o Poder Público com os resultados divulgados na comunidade local.</p> <p><i>Diagnóstico</i>; (KASSEM, SUCCAR, 2017)</p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#17
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Praticantes Individuais	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
CP	3	<p><b>AC.CP.5 - Multiplicar e qualificar os campeões e pilotos BIM</b> Promover a disseminação da dos campeões e pilotos BIM e promover a qualificação contínua deles.</p> <p>(BRASIL, 2018), <i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; A.3; A.4; PP.2; PP.3	#5 #9 #13 #18

Fonte: Elaboração do autor.

O Comitê principal, GT – BIM Ceará, é a esfera máxima do BIM no estado, por sua essência, um ambiente representativo de todos *stakeholders*, através de indicação ou eleição. O GT – BIM Ceará, terá a incumbência de ser o responsável principal pelo atendimento dos resultados esperados, provendo uma conjuntura de ações, tornando o ambiente estadual propício para o desenvolvimento BIM. Ele possui um papel motivador e coordenará os sub-GT's, que se ramificarão, conforme sua peculiaridade, havendo GT – Construtoras & Incorporadoras; GT – Projetistas; GT – Academia; e, GT – Poder Público. A criação dos sub-GT's tem como finalidade, promover um ambiente específico e focado, envolvendo o maior número de *stakeholders* de um mesmo grupo, para discussões, tornando-se agentes promotores que terão como responsabilidade, promover, executar e coordenar as ações estratégicas, como ilustra a Figura 65.

Figura 65 – Motivadores e Promotores BIM



Fonte: Elaborado pelo autor.

Abaixo dos sub-GT's estão todos os *stakeholders* existentes no Estado do Ceará, podendo ser organizações como construtoras, projetistas, ou pessoas físicas, como também, associações e sindicatos de classe, diversas esferas do poder públicos, instituições de ensino superior, entre outras. Estas personas poderão desempenhar papel duplo: a do agente promotor, caso esteja envolvido em algum sub-GT's, ou como beneficiário, pelas ações realizadas pelos sub-GT's.

Quadro 37 – Ações estratégicas para o campo Quadro Regulamentar

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
QR	1	<p><b>AC.QR.1 - Diagnosticar necessidades de Aparato Legal e Regulamentar</b> Realizar um diagnóstico acerca das necessidades de alterações no aparato legal e regulamentar, com o ordenamento jurídico em constante aprimoramento por meio da atividade legislativa, como forma de fornecer suporte ao uso do BIM nas compras públicas. <i>(BRASIL, 2018)</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para cima	Normativo	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.1; A.2; A.3; A.4; PP.1; PP.2; PP.3	#8
			Criadores de Políticas	De cima para baixo	Para baixo	Coercitivo Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Para cima	Normativo		
			Organizadores de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
QR	2	<p><b>AC.QR.2 - Desenvolver modelos de contratação BIM</b> Desenvolvimento de modelos de contratos para o desenvolvimento de modelos BIM, abrangendo as construtoras, projetistas, incorporadoras, poder público, definindo as responsabilidades, riscos, atribuições e propriedade intelectual entre os agentes.  Divulgação e fomento as novas metodologias de contratação. <i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo	C.2; P.2; PP.2	#15
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético Normativo		
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético Normativo		
QR	2	<p><b>AC.QR.3 - Fomentar a contratação BIM</b> Fomentar a inserção do pré-requisito de desenvolvimento de projetos em BIM nas contratações de projeto, por parte das construtoras, incorporadoras e demais contratantes da iniciativa privada. <i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora;	Para baixo	Coercitivo Normativo	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#3 #4 #8
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético Normativo		
QR	3	<p><b>AC.QR.4 - Fomentar a repetibilidade</b> Fomentar e fortalecer a repetibilidade de usos de BIM nas organizações que já adotam, de forma que todos os empreendimentos e/ou projetos destas, sejam em BIM. <i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	De cima para baixo	Horizontal	Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3	#14
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 38 – Ações estratégicas para o campo Publicações Dignas de Nota

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
PDN	1	<p><b>AC.PDN.1 - Criação de Comitê de Protocolos e Guias BIM</b> Criação de um Comitê a partir do GT BIM - Ceará, destinado ao estudo, pesquisa e desenvolvimento de protocolos e guias BIM.</p> <p>(AMORIM; KASSEM, 2015). <i>Diagnóstico</i>; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</p>	<p>GT BIM - Ceará Advogados de Tecnologia Organizações de Construção Comunidade de Prática Associações Industriais</p> <p>Instituições de Ensino</p>	Meio para fora	Horizontal	Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#12
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		#14
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
				Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético		
PDN	1	<p><b>AC.PDN.2 - Proposição de Protocolos e Guias baseados na literatura</b> Analisar os protocolos, guias, manuais e BEP's existentes na literatura, propondo modelos orientativos, baseados na literatura existente.</p> <p>Estes documentos devem esclarecer e definir os papéis, responsabilidades, especificações, fluxos de trabalho, requisitos e padrões que são necessários para possibilitar e organizar os processos de trabalho BIM.</p> <p>Distribuir os materiais desenvolvidos para todos os <i>stakeholders</i> da AECO. (AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018), <i>Diagnóstico</i>; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</p>	<p>GT BIM - Ceará Advogados de Tecnologia Organizações de Construção Comunidade de Prática Associações Industriais</p> <p>Instituições de Ensino</p>	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; A. 3; A.4; PP.2; PP.3;	#12
				De baixo para cima	Para cima	Normativo		#14
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		#10
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		#11
				Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético		
PDN	2	<p><b>AC.PDN.3 - Proposição de Protocolos e Guias baseado em pilotos locais</b> Desenvolvimento de protocolos, guias, manuais e BEP's, a partir de melhores práticas, experiências e projetos pilotos desenvolvidos localmente.</p> <p>Estes documentos devem esclarecer e definir os papéis, responsabilidades, especificações, fluxos de trabalho, requisitos e padrões que são necessários para possibilitar e organizar os processos de trabalho BIM.</p> <p>Distribuir os materiais desenvolvidos para todos os <i>stakeholders</i> da AECO. <i>Diagnóstico</i>; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</p>	<p>GT BIM - Ceará Advogados de Tecnologia Organizações de Construção Comunidade de Prática Associações Industriais</p> <p>Instituições de Ensino</p>	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#9
				De baixo para cima	Para cima	Normativo		#12
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
				Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético		
PDN	3	<p><b>AC.PDN.4 - Utilizar a Plataforma BIM</b> Fomentar a utilização da Plataforma BIM como instrumento de comunicação e disseminação de informações entre os envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos.</p> <p>(BRASIL, 2018)</p>	<p>GT BIM - Ceará Criadores de Políticas Instituições de Ensino Associações Industriais</p>	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	C.2; C.3; P.2; P.3; A. 3; A.4; PP.2; PP.3;	#7
				De cima para baixo	Para baixo	Coercitivo Normativo		#12
				De baixo para cima	Horizontal	Mimético Normativo		#17
				Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético		#19

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 39 – Ações estratégicas para o campo Publicações Dignas de Nota (continuação)

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
PDN	3	<b>AC.PDN.5 - Desenvolver Protocolos e Guias BIM com foco no Ciclo de Vida</b> Desenvolver protocolos, guias, manuais e BEP's, com foco em usos BIM para atendimento de todo ciclo de vida dos empreendimentos.  <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; A. 3; A.4; PP.2; PP.3;	#16
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Comunidade de Prática	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Associações Industriais	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético		
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
PDN	3	<b>AC.PDN.6 - Desenvolver Protocolos e Guias BIM com foco na Colaboração</b> Desenvolver protocolos, guias, manuais e BEP's, com o objetivo do aumento da maturidade BIM nas organizações, propondo a colaboração dos modelos.  <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3; A. 3; A.4; PP.2; PP.3;	#17
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Comunidade de Prática	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Associações Industriais	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético		
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 40 – Ações estratégicas para o campo Aprendizagem e Educação

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro			Beneficiário	Problema atingido
				Difusão				
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
AE	1	<p><b>AC.AE.1 - Desenvolver Diretrizes e Objetivos de Aprendizagem</b> Desenvolver diretrizes, objetivos de aprendizagem e competências BIM para cada nível de atuação, conforme demandado pelas organizações e necessário para a formação dos futuros profissionais, na academia.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015); (BRASIL, 2018), Diagnóstico; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Instituições de Ensino Associações Industriais</p> <p>Organizações de Construção</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para baixo</p> <p>Para cima</p> <p>Horizontal</p> <p>Horizontal</p>	<p>Coercitivo Mimético Normativo</p> <p>Mimético Normativo</p> <p>Mimético</p>	<p>C.2; C.3; P.2; P.3; A. 3; A.4; PP.2; PP.3;</p>	<p>#5</p> <p>#21</p>
AE	1	<p><b>AC.AE.2 - Desenvolver uma Escala Progressiva de Adoção BIM nas IES</b> Promover a adoção do BIM nas IES de forma progressiva, envolvendo o corpo docente, alunos, infraestrutura tecnológica e organização institucional, conforme ilustra o apêndice H.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018), Diagnóstico; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Criadores de Políticas</p> <p>Instituições de Ensino</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De cima para baixo</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para baixo</p> <p>Para baixo</p> <p>Horizontal</p>	<p>Coercitivo Mimético</p> <p>Coercitivo Normativo</p> <p>Mimético Normativo</p>	<p>A.1; A.2; A.3; A.4</p>	#21
AE	1	<p><b>AC.AE.2 - Promover parcerias entre IES e Desenvolvedores de Softwares</b> Promover acordos institucionais entre as IES e os desenvolvedores de softwares BIM, através de seus programas acadêmicos, com o objetivo:</p> <p>i. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente;</p> <p>ii. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;</p> <p><i>Diagnóstico</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Instituições de Ensino</p> <p>Desenvolvedores de Tecnologia</p> <p>Servidores de Tecnologia</p> <p>Advogados de Tecnologia</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p> <p>Meio para fora</p>	<p>Para baixo</p> <p>Horizontal</p> <p>Horizontal</p> <p>Horizontal</p> <p>Horizontal</p>	<p>Coercitivo</p> <p>Mimético Normativo</p> <p>Mimético Normativo</p> <p>Mimético Normativo</p> <p>Mimético</p>	<p>A.1; A.2; A.3; A.4</p>	<p>#5</p> <p>#6</p> <p>#11</p> <p>#12</p>
AE	2	<p><b>AC.AE.3 - Capacitar a mão de obra técnica já empregada</b> Capacitar a mão de obra técnica (Diretores, Gerentes, Engenheiros, Arquitetos, Técnicos e Estagiários) das organizações do setor da construção civil, conforme as diretrizes e objetivos de aprendizagem.</p> <p>Promover uma parceria institucional entre as associações de classe (AsBEA, SINDUSCON, CREA, SENGE, CAU, etc.) e/ou organizações (Construtoras, Escritórios de Arquitetura, Escritórios de Projeto de Engenharia), junto às IES e/ou consultores BIM, para a promoção da capacitação BIM.</p> <p>A capacitação devem atender aos usos, objetivos e resultados esperados pelas organizações e devem ser separados por Níveis de Atuação.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015), Diagnóstico; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Instituições de Ensino</p> <p>Desenvolvedores de Tecnologia</p> <p>Advogados de Tecnologia</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para baixo</p> <p>Para cima</p> <p>Para cima</p> <p>Para cima</p>	<p>Coercitivo Mimético</p> <p>Normativo</p> <p>Normativo</p> <p>Normativo</p>	<p>C.2; C.3; P.2; P.3; A.3; PP.2; PP.3</p>	<p>#5</p> <p>#4</p>
AE	2	<p><b>AC.AE.4 - Capacitar Gestores e Servidores Públicos</b> Capacitar os gestores e servidores públicos envolvidos na aquisição, gerenciamento e desenvolvimento de projetos no Governo Estadual e Municipal.</p> <p>Promover uma parceria institucional entre o Poder Público, junto às IES e/ou consultores BIM, para a promoção da capacitação BIM.</p> <p>A capacitação devem atender aos usos, objetivos e resultados esperados pelas organizações e devem ser separados por Níveis de Atuação.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015),(BRASIL, 2018), Diagnóstico</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Instituições de Ensino</p> <p>Desenvolvedores de Tecnologia</p> <p>Advogados de Tecnologia</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para cima</p> <p>Para cima</p> <p>Para cima</p> <p>Para cima</p>	<p>Mimético</p> <p>Normativo</p> <p>Normativo</p> <p>Normativo</p>	<p>PP.1; PP.2; PP.3</p>	<p>#3</p> <p>#4</p> <p>#5</p> <p>#6</p> <p>#8</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 41 – Ações estratégicas para o campo Aprendizagem e Educação (continuação)

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
AE	2	<b>AC.AE.5 - Criação de Extensão Acadêmica BIM</b> Desenvolvimento da Extensão Acadêmica em BIM, ofertando um conjunto de cursos e capacitações no uso de softwares e metodologias BIM, destinado à comunidade local. <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará  Instituições de Ensino	Meio para fora  De baixo para cima	Para baixo  Horizontal	Coercitivo Mimético  Mimético Normativo	C.2; C.3; P.2.; P.3; A.2; A.3; A.4; PP.2; PP.3	#5
AE	2	<b>AC.AE.6 - Promover Eventos BIM</b> Promover eventos científicos e técnicos acerca do BIM, como meio de difundir conceitos, novas tecnologias, melhores práticas e congregar os praticantes.  Fomentar a participação de eventos técnicos e científicos acerca do BIM no Brasil e no Exterior. <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará  Instituições de Ensino	Meio para fora  De baixo para cima	Para baixo  Horizontal	Coercitivo Mimético  Mimético Normativo	C.2; C.3; P.2.; P.3; A.2; A.3; A.4; PP.2; PP.3	#5
AE	3	<b>AC.AE.7 - Fomentar a Iniciação Científica e a Pesquisa BIM</b> Criação de linhas de pesquisas BIM na Pós-Graduação e na Iniciação Científica.  Desenvolver parcerias entre as organizações privadas e as IES para incentivo a investimentos em laboratórios BIM em instituições científicas, tecnológicas e de inovação. <i>(BRASIL, 2018), Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará  Instituições de Ensino  Associações Industriais	Meio para fora  De baixo para cima  Meio para fora	Para baixo  Horizontal  Para baixo	Coercitivo Mimético  Mimético Normativo  Coercitivo Mimético	A.3; A.4	#20 #5
AE	3	<b>AC.AE.8 - Desenvolver a Certificação Profissional</b> Desenvolver e estimular a capacitação BIM de profissionais, reconhecida formalmente no âmbito estadual pelas organizações e academia. <i>(AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2018), Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará  Criadores de Políticas  Instituições de Ensino  Desenvolvedores de Tecnologia	Meio para fora  De baixo para cima  De baixo para cima  De baixo para cima	Para baixo  Para baixo  Horizontal  Horizontal	Coercitivo  Coercitivo Normativo  Mimético Normativo  Mimético Normativo	C.2; C.3; P.2; P.3; A.3. A.4; PP.2; PP.3	#18 #5 #21
AE	3	<b>AC.AE.9 - Desenvolvimento de Programas de Capacitação internos</b> Desenvolver e incentivar programas de capacitação em BIM aos membros de organizações, promovido, pelas mesmas, de forma institucionalizadas e formalizada. <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará  Associações Industriais  Organizações de construção  Advogados de Tecnologia	Meio para fora  Meio para fora  De baixo para cima  De baixo para cima	Para baixo  Horizontal  Para cima  Para cima	Coercitivo  Mimético  Normativo  Normativo	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#5 #21 #6 #13

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 42 – Ações estratégicas para o campo Medições e *Benchmarks*

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
MB	1	<p><b>AC.MB.1 - Criação do Prêmio BIM</b> Criação de premiação local com o objetivo:</p> <p>I. Disseminar e fomentar a adoção da Modelagem da Informação da Construção (BIM) em todo setor da construção civil cearense; II. Destacar e reconhecer iniciativas de sucesso no uso de BIM, divulgando seus resultados ao mercado; III. Disseminar as melhores práticas de uso de BIM na Construção; IV. Fomentar o ensino e a pesquisa sobre BIM nas Instituições de Ensino Superior; V. Estimular entidades públicas à adoção de BIM.</p> <p><i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	C.1; C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.1; A.2; A.3; A.4; PP.1; PP.2; PP.3	#10 #11
MB	2	<p><b>AC.MB.2 - Ranking de Projetistas BIM</b> Criar um conjunto de critérios, matriz ou método de avaliação qualitativa do fornecimento de modelos BIM, pontuando cada projetista, criando um ranking.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015), Diagnóstico; (KASSEM; SUCCAR, 2017).</i></p>	GT BIM - Ceará  Associações Industriais  Organizações de Construção	Meio para fora  De baixo para cima  De baixo para cima	Par baixo  Horizontal  Horizontal	Coercitivo Normativo Mimético  Mimético  Mimético	C.2; C.3; P.2; P.3	#14
MB	2	<p><b>AC.MB.3 - Competências BIM nos processos seletivos</b> Incluir competências e conhecimentos BIM, como pré-requisito nos processos seletivos das organizações e dos concursos públicos</p> <p><i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará  Associações Industriais  Organizações de Construção	Meio para fora  Meio para fora  De baixo para cima	Para baixo  Horizontal  Horizontal	Coercitivo Mimético Normativo  Mimético  Mimético Normativo	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#3 #4 #18
MB	3	<p><b>AC.MB.4 - Desenvolvimento de um programa de avaliação e melhoria contínua.</b> Desenvolver um programa de avaliação e melhoria contínua com foco na autoavaliação das organizações, permitindo que elas diagnostiquem seus pontos fracos e permitam criar ferramentas de melhorias internas.</p> <p><i>Diagnóstico</i></p>	GT BIM - Ceará  Associações Industriais  Organizações de Construção	Meio para fora  Meio para fora  De baixo para cima	Para baixo  Horizontal  Horizontal	Coercitivo Mimético Normativo  Mimético  Mimético Normativo	C.2; C.3; P.2; P.3; PP.2; PP.3	#3 #4 #18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 43 – Ações estratégias para o campo Peças Padronizadas e Entregáveis

Camp o	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão			Beneficiário	Problema atingido
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
PPE	1	<b>AC.PPE.1 - Disseminação das Normas BIM e Biblioteca Nacional BIM</b> Disseminação das normas ABNT NBR relacionadas ao BIM e a Biblioteca Nacional BIM, fomentando sua adoção.  <i>(AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2015)</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo Normativo Mimético	C.2; C.3; P.1; P.2; P.3; A.3; A.4; PP.2; PP.3	#19
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Horizontal	Mimético Normativo		
			Praticantes Individuais	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Comunidade de Prática	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
PPE	2	<b>AC.PPE.2 - Fomentar o desenvolvimento da Biblioteca Nacional BIM</b> Fomentar o desenvolvimento e a autos sustentabilidade da Biblioteca Nacional BIM, através do incentivo e articulação junto a fornecedores locais, para que desenvolvam e depositem bibliotecas BIM de seus produtos no portal.  <i>(AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2015)</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	C.2; C.3; P.2; P.3; A.3; A.4; PP.2; PP.3	#7 #8 #9 #14 #19
			Organizações de Construção	De baixo para cima	Horizontal	Mimético Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético		
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Para cima	Normativo		
PPE	3	<b>AC.PPE.3 - Fomentar a utilização e fortalecimento da Biblioteca Nacional BIM</b> Fomentar a exigência de projetos desenvolvidos com objetos e especificações da Biblioteca Nacional BIM.  <i>(AMORIM; KASSEM, 2015), (BRASIL, 2015), Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	C.2; C.3; P.2; P.3; A.3; A.4; PP.2; PP.3	#7 #8 #9 #14 #19
			Criadores de Políticas	De baixo para cima	Para baixo	Coercitivo Normativo		
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 44 – Ações estratégicas para o campo Infraestrutura Tecnológica

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro			Beneficiário	Problema atingido
				Difusão				
				Dinâmica de Difusão	Mecanismo de Pressão	Tipo de Pressão Isomórfica		
TI	1	<b>AC.TI.1 - Promover parcerias entre IES e Desenvolvedores de Softwares</b> Promover acordos institucionais entre as IES e os desenvolvedores de softwares BIM, através de seus programas acadêmicos com o objetivo: I. Fornecimento de softwares BIM para IES; II. Fornecimento de softwares BIM para acesso do corpo discente;  <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	A.1; A.2; A.3; A.4	#1 #5 #7
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Desenvolvedores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Servidores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
TI	1	<b>AC.TI.2 - Promover parcerias entre IES e Fabricantes de Hardwares</b> Promover acordos institucionais entre as IES e os desenvolvedores de softwares BIM, através de seus programas acadêmicos com o objetivo: I. Fornecimento de hardwares para IES; II. Fornecimento de hardwares para alunos; III. Manutenções IV. Programa de substituição de modernização  <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	A.1; A.2; A.3; A.4	#1 #5 #7
			Instituições de Ensino	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Desenvolvedores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Servidores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Advogados de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
TI	1	<b>AC.TI.3 - Promover parcerias entre Associações de Classe e Desenvolvedores de Softwares</b> Promover acordos institucionais entre as Associações de Classe (AsBEA, Sinduscon, CREA, SENGE, CAU, etc.) e os desenvolvedores de softwares BIM, para compras coletivas, reduzindo os preços unitários.  <i>Diagnóstico</i>	GT BIM - Ceará	Meio para fora	Para baixo	Coercitivo	C.1; C.2; P.1; P.2; A.1; A.2; PP.1; PP.2	#1 #7
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético		
			Desenvolvedores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Servidores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Associações Industriais	Meio para fora	Horizontal	Mimético		
			Desenvolvedores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Servidores de Tecnologia	De baixo para cima	Horizontal	Mimético		
			Criadores de Políticas	De baixo para cima	Para baixo	Coercitivo		
Associações Industriais	De baixo para cima	Para cima	Normativo					
Criadores de Políticas	De baixo para cima	Para baixo	Coercitivo					
Associações Industriais	De baixo para cima	Para cima	Normativo					

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 45 – Ações estratégicas para o campo Infraestrutura Tecnológica (continuação)

Campo	Fase	Ação Estratégica	Responsável	Matriz da Dinâmica da Macro Difusão			Beneficiário	Problema atingido
TI	1	<p><b>AC.TL4 - Promover parcerias entre Associações de Classe e Fabricantes de Hardwares</b></p> <p>Promover acordos institucionais entre as Associações de Classe (AsBEA, Sinduscon, CREA, SENGE, CAU, etc.) e os fabricantes de hardwares, para compras coletivas, reduzindo os preços unitários.</p> <p><i>Diagnóstico</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Associações Industriais</p> <p>Desenvolvedores de Tecnologia Servidores de Tecnologia</p>	<p>Meio para fora</p> <p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para baixo</p> <p>Horizontal</p> <p>Horizontal</p> <p>Horizontal</p>	<p>Coercitivo Mimético</p> <p>Mimético Normativo</p> <p>Mimético Normativo</p> <p>Mimético Normativo</p>	<p>C.1; C.2; P.1; P.2; A.1; A.2; PP.1; PP.2</p>	<p>#1</p> <p>#2</p>
TI	2	<p><b>AC.TL5 - Desenvolver Linhas de Financiamentos</b></p> <p>Desenvolver linhas de financiamento para aquisição de infraestrutura tecnológica (softwares, hardwares e sistemas de rede), para implantação do BIM, através de instituições bancárias com foco no desenvolvimento regional.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015); (BRASIL, 2018), Diagnóstico</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Criadores de Políticas</p> <p>Associações Industriais</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para cima</p> <p>Para baixo</p> <p>Para cima</p>	<p>Normativo</p> <p>Coercitivo Normativo</p> <p>Normativo</p>	<p>C.1; C.2; P.1; P.2; A.1; A.2; PP.1; PP.2</p>	<p>#1</p> <p>#7</p>
TI	3	<p><b>AC.TL6 - Desenvolver um programa de melhoria contínua, substituição e incremento de infraestrutura tecnológica</b></p> <p>Desenvolver um programa de melhoria contínua, de substituição e de incremento de infraestrutura tecnológica alinhado com os usos e objetivos das organizações.</p> <p><i>(AMORIM; KASSEM, 2015); (BRASIL, 2018), Diagnóstico</i></p>	<p>GT BIM - Ceará</p> <p>Criadores de Políticas</p> <p>Associações Industriais</p>	<p>Meio para fora</p> <p>De baixo para cima</p> <p>De baixo para cima</p>	<p>Para cima</p> <p>Para baixo</p> <p>Para cima</p>	<p>Normativo</p> <p>Coercitivo</p> <p>Normativo</p>	<p>C.1; C.2; P.1; P.2; A.1; A.2; PP.1; PP.2</p>	<p>#1</p> <p>#7</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

## 7 CONCLUSÃO

A implantação do BIM na indústria da construção civil requer um conjunto de articulações, esforços e preparação. As diversas peculiaridades dos *stakeholders* que compõem o setor, somada aos desafios naturais da adoção, tornam a implantação do BIM, em escala estadual, um grande desafio. A presente pesquisa tem carácter exploratório e pioneira, com o objetivo central de propor uma metodologia de implantação do BIM no setor da construção civil, dentro de uma perspectiva macro da indústria.

A identificação dos *stakeholders* envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários no Estado do Ceará, consistiu em identificar quem são os agentes envolvidos nos empreendimentos imobiliários no Estado. O mapeamento permitiu entender as relações entre projetistas e construtoras, identificando os principais *players* do mercado e evidenciando que as construtoras possuem uma grande fidelidade junto aos seus projetistas, atendendo, dessa forma, ao segundo objetivo desta pesquisa. Desta forma, a identificação torna-se o primeiro passo para o planejamento estratégico de adoção do BIM para a indústria.

A segunda contribuição do estudo consistiu em um diagnóstico do panorama BIM no estado, através de um levantamento extenso e amplo, envolvendo projetistas, construtoras, órgãos públicos e Instituições de Ensino Superior, a partir do qual apresentou a caracterização do uso e adoção do BIM, como, também, o nível de maturidade. Ao total, foram identificados 201 *stakeholders* da indústria da construção civil cearense. Para a caracterização e maturidade BIM, selecionou-se os principais agentes intervenientes, totalizando 88 *stakeholders*, sendo 14 construtoras, 26 projetistas, 22 Instituições de Ensino Superior e 22 Órgãos Públicos estaduais e municipais.

A caracterização da utilização do BIM entre construtoras, projetistas, academia e o poder público possibilitou um panorama de uso, das barreiras, metodologias e benefícios percebidos pelos usuários, para cada peculiaridade, atendendo o terceiro objetivo deste trabalho.

Destaca-se como contribuição teórica, a representação das construtoras e projetistas que afirmam usarem e não usarem o BIM em seus projetos, os motivos apontados por elas para não terem adotado até o momento, como também, as barreiras enfrentadas até sua implementação. Estes resultados são importantes, pois permitem o desenvolvimento de estudos que visem mitigar as barreiras para adoção. Dentre as principais barreiras para adoção do BIM encontra-se a ausência de profissionais capacitados, falta de recursos tecnológicos e o alto

investimento inicial, como também, falta de construtoras que demandem projetos em BIM, na visão dos projetistas, e por outro lado, falta de escritórios de projetos capacitados, na visão das construtoras. Observa-se que há uma falha de comunicação na relação projetista e construtora, uma vez que o projetista afirma não adotar o BIM por não haver mercado, e a construtora não exige o BIM, pois os projetistas não são capacitados.

As dificuldades apontadas no processo de implantação, devem servir como um *benchmarking* para as construtoras e projetistas que ainda não adotaram, como forma de minimizar as barreiras da adoção.

Por outro lado, a condução da adoção do BIM ocorreu de forma diferente entre construtoras (70% pela equipe interna) e Projetistas (60% consultoria externa), sendo a grande maioria ter ocorrido através de um processo formal e planejado. Apesar desta adoção, a maioria das construtoras terceirizam o desenvolvimento dos modelos dos empreendimentos. Os principais usos são o desenvolvimento de projetos, compatibilização, extração de quantitativos e planejamento.

Os benefícios e barreiras apontados pelas empresas que adotam o BIM servem como base para análise dos benefícios listados na literatura de forma a verificar a aderência dos benefícios e barreiras propostos, com os percebidos pelas organizações.

Cabe aos *stakeholders* adotar uma postura vanguarda e progressista, de forma a romper com os modelos tradicionais, para se adequarem as novas tecnologias e demandas do mercado. As construtoras, em um primeiro momento, devem servir como a locomotiva do processo, incentivando e fomentando seus tradicionais parceiros a se capacitarem e os auxiliarem na mudança.

No âmbito acadêmico, aproximadamente metade dos cursos pesquisados desconhecem o Decreto Federal 9.337/2018, indicando um sinal de alerta sobre a aderência das ações estratégicas e objetivos específicos descritos no decreto, uma vez que faltando 2 anos para a vigência, ainda há IES que não possuem ciência do decreto. Esta lacuna de desinformação não deve ser responsabilizada somente nas IES, mas sim ao Governo Federal e seus agentes de articulação sobre a eficiência das ações de disseminação do decreto. É fundamental que haja o entendimento que a partir deste decreto, as IES têm por responsabilidade preparar os futuros profissionais para esta demanda e exigência de mercado.

Apenas cinco cursos afirmaram possuir disciplinas que oferecem contatos com o BIM. Ao analisar as disciplinas, vislumbra-se que o BIM está ligado à desenho, como representação gráfica, desenho aplicado, entre outras, evidenciando que o BIM vem sendo utilizado somente como uma ferramenta de representação gráfica e não metodologia de projeto.

Desta forma, há uma visão míope do processo de implantação BIM como propriamente do conceito BIM, em que as IES visam, em sua maioria, ofertar “Disciplinas em BIM”, erroneamente vislumbrando disciplinas com foco em softwares.

As principais barreiras e dificuldades para adoção do BIM nas IES está a falta de capacitação e interesse do corpo docente, falta de recursos tecnológicos, resistência a uma nova metodologia e tecnologia, o BIM não é enxergado como prioridade no currículo e a falta de incentivo da alta direção.

O Poder Público apresenta um cenário de maior atraso na adoção do BIM em relação aos demais stakeholders, uma vez que apenas 2 órgãos afirmaram estarem em processo de adoção, enquanto 76% dos órgãos não possuem ciência do Decreto Federal 9.337/2018. Este fato é corroborado, quando questionadas sobre as barreiras para adoção, em que a resposta “Não sei responder” foi a que obteve maior relevância, seguida por falta de recursos tecnológicos, falta de capacitação do corpo técnico e ausência de uma exigência da adoção.

A mensuração da Maturidade BIM ocorreu nas construtoras, projetistas, academia e poder público. Após a aferição da maturidade BIM, constatou-se que duas construtoras possuíam Nível Gerenciando, três construtoras Nível Definido e nove construtoras não apresentavam nenhum nível de Maturidade BIM. Para os projetistas, quatro apresentaram Nível Definido, seis projetistas Nível Inicial e 16 escritórios não apresentaram níveis de Maturidade. É importante ressaltar que a amostra coletada na pesquisa está diretamente relacionada às construtoras vinculadas ao INOVACON, que apesar de representar a maioria do mercado imobiliário do Estado do Ceará, não se pode generalizar os resultados desta pesquisa para todo o mercado local.

Para a mensuração da maturidade BIM na academia, devido a ausência de instrumentos na literatura, desenvolveu-se um modelo teórico de matriz de maturidade BIM. O modelo, em versão inicial, da m<sup>2</sup>BIM-IES propõe a mensuração através de três campos: Tecnologia, Política e Desempenho, por meio de 16 critérios, definindo o desempenho das IES através de cinco níveis de maturidade. A matriz proposta surge como uma ferramenta de autoavaliação dos cursos e oportuniza um norte para a implantação ou melhoria do desempenho dos cursos, preenchendo assim, uma lacuna da literatura e contribuindo para a adoção do BIM nas IES, atendendo o quarto objetivo específico deste trabalho.

Ao todo, sete IES apresentaram nível Definido, nove nível Inicial e 10 Nível Pré-BIM, ou seja, a inexistência de maturidade. Observa-se que apenas de haver sete IES em nível Definido, apenas 1 possui o BIM institucionalizado e formalizado no currículo, enquanto os demais, são caracterizados por iniciativas individuais de docentes, sem engajamento com os

seus pares. Sendo assim, observa-se que a academia já iniciou o processo de adoção, mas que devido a sua importância na função de formação dos profissionais, ainda tem muito à ser desenvolvido, principalmente nas IES que não adotaram o BIM. Apesar dos números indicarem bons níveis de Maturidade, é importante entender que o BIM, em sua maioria das escolas, não é institucionalizado e formalizado, mas, sim, uma iniciativa isolada de alguns professores.

Assim, a maturidade BIM nas IES servirá como um marco na maturidade BIM no estado do Ceará, em que apresenta pela primeira vez, uma mensuração, servindo como base para ações de implantação e disseminação, permitindo mensurar futuramente, o desempenho delas.

O setor público do Estado do Ceará apresentou a maior porcentagem de organizações que não adotam o BIM. A pesquisa apontou que, em muitos casos, as instituições não possuíam ciência ao que se referia o tema. Essa falta de conhecimento e, conseqüentemente, a falta de preparação e capacitação, gera um grande prejuízo para a adoção do BIM em escala estadual, por isso a importância que pode exercer o poder público no processo de adoção. Apesar disso, destacam-se duas iniciativas de órgãos que estão à frente de seus pares, com o processo de adoção em andamento.

A maturidade BIM na indústria da construção civil pode ser vislumbrada através de uma visão micro, como visto anteriormente, em que se detalha a maturidade em cada stakeholder, as dificuldades e suas peculiaridades, com um maior conjunto de detalhamento, ao mesmo tempo, que há uma visão Macro, atendendo ao quinto objetivo específico do trabalho. Sendo assim, a Macro Maturidade BIM no Estado do Ceará, foi mensurada através de oito componentes, apresentando em todos eles o Nível Inicial. Apesar de já haver algumas iniciativas BIM desenvolvidas, elas não concretizam um conjunto estruturado e estratégico do BIM no Estado, havendo uma ausência de uma articulação e fomento para adoção, com uma abordagem ampla e institucionalizada, através de plano de Estado. Apesar disto, há ações realizadas pelo SINDUSCON-CE, através do INOVACON, que possui um grupo de trabalho em BIM, com a realização de um prêmio estadual para destaque das melhores práticas.

Devido ao pioneirismo do presente estudo, não se pode comprar o nível da Macro Maturidade BIM do estado do Ceará, com outros estados, uma vez que eles não possuem estudos desenvolvidos até então. Destaca-se que a contribuição assim, para gerar benchmarking entre os estados acerca da maturidade BIM.

O Plano de Implantação BIM possui como finalidade implantar o BIM na indústria da construção civil do Estado do Ceará, contribuindo com a Estratégia Nacional de Disseminação BIM. Está apoiado em oito componentes da política BIM, através de 45 ações

estratégicas. Tais ações foram desenvolvidas levando em consideração a sintetização das barreiras, dificuldades e os pontos de baixa Maturidade identificados na etapa de pesquisa da Maturidade. Como forma de promover uma maior capilaridade e eficiência do plano, as ações estão estruturadas com a indicação do responsável pela execução, a dinâmica de difusão, o mecanismo de pressão, o tipo de pressão, quem serão os beneficiários e quais problemáticas ela visa suprir. O plano está dividido em três etapas: (I) Prontidão BIM (Disseminação e Preparação); (II) Capacidade BIM (Implantação); (III) Maturidade BIM (Melhoria Contínua), sendo as ações estratégicas divididas entre elas, com o intuito de que ao final atenda à finalidade do referido plano, atendendo, assim, ao sexto e último objetivo específico da pesquisa.

O Estado do Ceará se configura com alto potencial para o desenvolvimento de uma implantação estratégica do BIM, uma vez que possui mecanismos de integração entre os diversos *stakeholders*. O Estado apresenta *stakeholders* (construtoras, projetistas, poder público, IES e especialistas) com capacidade de promover uma grande articulação e promover a implantação do BIM no Estado.

Como indicação de futuros trabalhos, sugere-se ampliar a visão de implantação para os demais membros do setor, como fabricantes, projetistas, consultores e usuários, entre outros, como, também, o refinamento da matriz de mensuração da Maturidade BIM, a partir de sua aplicação em um número maior de empresas e universidades. Por fim, espera-se que este trabalho sirva como um marco zero na implantação do BIM no Estado do Ceará, gerando dados de identificação dos *stakeholders*, caracterização e Maturidade BIM, de modo que sirva como base para futuros trabalhos, além de servir como diretriz para a implantação do BIM.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INTERNACIONAL. **Processo de projeto BIM**: guia 01: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, DF: ABDI, 2017.
- AIA CALIFORNIA COUNCIL. **Integrated project delivery**: frequently asked questions. California: AIA, 2008.
- AIA CALIFORNIA COUNCIL. **Integrated project delivery**: a guide: AIA California Council. California: AIA, 2007.
- AMORIM, S. L. BIM: Building Information Modeling no Brasil. *In: Experiences Exchange in BIM: Building Information Modeling*. São Paulo: FIESP\_DECONCIC, 2014. (Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, Fase II).
- AMORIM, S. R. L.; KASSEM, M. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Brasília: [s. n.], 2015.
- ANDERY, M. A. *et al.* **Para compreender a ciência**: uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Editora EDUC, 2004.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009.
- ANDRÉS, S. *et al.* Implementation of BIM in Spanish construction industry. **Building & Management**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2017.
- ARAÚJO, A.; RIBEIRO, E. O estudo dos materiais de construção e sua sistematização em ferramenta BIM para integração às disciplinas de projeto de arquitetura do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRRJ. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.
- ARAYICI, Y. *et al.* Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation Construction**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.
- ARAYICI, Y. *et al.* Towards implementation of building information modelling in the construction industry. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IN THE 21 ST CENTURY*, 5., 2009, Istanbul. **Proceedings [...]**. Istanbul: University of Salford Manchester, 2009. p. 1-11.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 16354**: diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 16757-1**: estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais – Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 16757-2**: estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais – Parte 2: Geometria. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 12006-2**: construção de edificação: organização da informação da construção – parte 2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-1**: sistema de classificação da informação na construção – parte 1: Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-2**: sistema de classificação da informação na construção – parte 2: Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-3**: sistema de classificação da informação na construção – parte 3: Processos da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965-7**: sistema de classificação da informação na construção – parte 7: Informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

AYRES, F. C.; SCHEER, S. Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico. *In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS*, 7., 2007, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: [s. n.], 2007. p. 1-6.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks and challenges for the AEC Industry. **Leadership Management in Engineering**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 241–252, 2011.

AZHAR, S.; HEIN, M.; SKETO, B. Building information modeling: benefits, risks and challenges. *In: ASSOCIATED SCHOOLS OF CONSTRUCTION NATIONAL CONFERENCE*, 44., 2008. **Proceedings [...]**. Auburn, AL: [s. n.], 2008. p. 1-11

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. How to measure the benefits of BIM - a case study approach. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 24, p. 149–159, 2012.

BARROS, A. A difusão do paradigma BIM nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo no estado do Ceará. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

BAYAZIT, N. Investigating design: a review of forty years of design research, Massachusetts Institute of Technology. **Design Issues**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BAZJANAC, V. Virtual building environments (VBE): Applying information modeling to buildings. *In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRODUCT AND PROCESS MODELING IN THE BUILDING AND CONSTRUCTION INDUSTRY*, 2004, Istanbul. [**Anais ...**]. Istanbul: [s. n.], 2004.

BEW, M.; RICHARDS, M. **Bew-Richards BIM Maturity Model**. [S. l.: s. n.], 2008.

BIM EXCELLENCY INITIATIVE. **301in.PT Matriz de Maturidade BIM**. Melbourne: Change Agents AEC, 2016.

BIM INDUSTRY WORKING GROUP. **A report for the Government Construction Client Group: Building Information Modeling (BIM) working party, strategy paper**. [S. l.]: BIM, 2011.

BIMSCORE. bimSCORE. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: [www.bimscore.com/index.php/welcome](http://www.bimscore.com/index.php/welcome). Acesso em: 10 mar. 2019.

BIRX, G. W. **How Building Information Modeling changes architectural practice**. [S. l.], The American Institute of Architects Best Practices, 2006.

BÖES, J. S.; BERTINI, A. A.; TORRES, J. R. Sistema de revestimento de argamassa projetada: um estudo envolvendo a cadeia produtiva. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO*, 59., 2017, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: [IBRACON], 2017.

BÖES, J. S.; LIMA, M. M. X.; BARROS NETO, J. P. Identificação dos stakeholders envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos na cadeia da construção civil do estado do Ceará: o primeiro passo para adoção do BIM. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 18., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu, ANTAC, 2018.

BOON, J. Preparing for the BIM Revolution. *In: PACIFIC ASSOCIATION OF QUANTITY SURVEYORS CONGRESS*, 13., 2009, Malaysia. **Anais [...]**. Malaysia: ISM, 2009. p. 33-40.

BORRMANN, A. *et al.* Germany's governmental BIM initiative: assessing the performance of the bim pilot projects. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING INF CIVIL AND BUILDING ENGINEERING*, 16., 2016, Osaka. **Proceedings [...]**. Osaka: Osaka University, 2016. p. 871-878.

BRASIL. **Presidenta Dilma lança Plano Brasil Maior, nova política industrial do país**. Brasília, DF: Planalto da República, 2017.

BRASIL. Ministério da Economia. **Estratégia BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling: BIM**. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2018.

BRAGA, G. Abrindo caminhos para o BIM nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M.; COSTA, D. B. Desafios e oportunidades para a implantação de BIM pelo setor público brasileiro. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO DA CONSTRUÇÃO*, 1., 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Marketing Aumentado, 2017. p. 219-226.

BRITO, D. M. **Fatores críticos de sucesso para implantação de Building Information Modelling (BIM) por organizações públicas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. M. The Project benefits of Building Information Modeling (BIM). **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 31, p. 971-980, 2013.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. Design research for cadastral systems. **Computers, Environment and Urban Systems**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 77-87, 2011.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília, DF: CBIC, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Road Show BIM: Resultados da pesquisa e desdobramentos**. Brasília, DF: CBIC, 2018.

CARDOSO, P.; SCHEEREN, R.; ANDRADE, M. Ensaio da aplicação BIM na matriz curricular do ensino superior. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CARMONA, F. V. F.; CARVALHO, M. T. M. Caracterização da utilização do BIM no Distrito Federal. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 385-401, out./dez. 2017.

CARMONA, J.; IRWIN, K. **BIM: who, what, how and why**. [S. l.]: Building Operating Management, 2007.

CASTRO, L. Estruturas de Pontes em BIM. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CASTRO, I.; CARMO, C. Introdução do BIM 3D, 4D e 5D no curso de graduação de Engenharia Civil. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CASTRIOTTO, C.; CUPERSCHMID, A. Blended Learning como suporte ao ensino de BIM na graduação: modelagem arquitetônica. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. Normas brasileiras sobre BIM. **Revista Concreto & Construções**, São Paulo, ed. 84, p. 54-59, 2016.

CENTER FOR INTEGRATED FACILITY ENGINEERING (CIFE). **Virtual Design and Construction (VDC) Score**. [S. l.: s. n.], 2013.

CHAKRABARTI, A. A course for teaching design research methodology. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing**, [S. l.], v. 24, p. 317-334, 2010.

CHECCUCCI, E. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em engenharia civil e o papel da expressão gráfica neste contexto**. 2014. Tese (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento)-Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

CHECCUCCI, E. S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. 019008, fev. 2019.

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no BRASIL – TIC 2011. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, 2013.

CHIEN, K. F.; WU, Z. H.; HUANG, S. C. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation Construction**, [S. l.], v. 45, p. 1-15, 2014.

CHEN, L.; LUO, H. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 46, p. 64–73, 2014.

CHEN, Y.; COX, R.; DIB, H. A Framework for measuring building information modeling maturity based on perception of practitioners and academics outside the USA. *In*: CIB W78 2012, 29., 2012, Beirut. **Anais [...]**. Beirut: [s. n.], 2012, p. 17–19.

CHEN, Y.; DIB, H.; F. COX, R. A measurement model of building information modelling maturity. **Construction Innovation**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 186–209, 2014.

CIC. **BIM: Project execution planning guide**. Version 2.1. Pennsylvania: Penn State University, 2011.

COELHO, K. M. **A implementação e uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura**. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

COOPER, H. M.; HEDGES, L. V.; VALENTINE, J. C. **The handbook of research synthesis and meta-analysis**. London: Sage, 2009.

COSWIG, M. *et al.* Experiências do uso do BIM em disciplinas de projeto: a percepção para o Atelier III na UCPel. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

COUTINHO, R. R. S. **O papel das construtoras e incorporadoras na adoção da tecnologia BIM na indústria da construção civil no Brasil: um estudo prospectivo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)- Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

COVELO, M. A. Especial BIM. **Revista AU**, São Paulo, ed. 208, jul. 2011.

CRC CONSTRUCTION INNOVATION. **Adopting BIM for facilities management:** solutions for managing the Sydney Opera House. Australia: Cooperative Research Centre for Construction Innovation, 2007.

CRESPO, C.; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. *In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL*, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 1-9.

DANTAS FILHO, J. B. P.; BARROS NETO, J. P.; ANGELIM, B. M. Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 343-358, out./dez. 2017.

DIAS, E. R. **Análise da modelagem da informação da construção (BIM) em processos de projetos industriais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

DIEHL, M.; STROEBE, W. Productivity loss in brainstorming groups: toward the solution of a riddle. **Journal of Personality and Social Psychology**, [S. l.], v. 53, n. 3, p. 497-509, 1987.

DING, Z. *et al.* Key factors for the BIM adoption by architects: a China Study. **Engineering, Construction and Architectural Management**. [S. l.], v. 22, n. 6, p. 732-748, 2015.

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

EADIE R. *et al.* BIM Implementation throughout the UK construction Project lifecycle: a analysis. **Automation in Construction**. [S. l.], v. 36, 145-151, 2013.

EADIE, R. *et al.* A survey of current status of and perceived changes required for BIM adoption in the UK. **Built Environment Project and Asset Management**. [S. l.], v. 5, n. 1, p. 4-21, 2015.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook:** a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook:** a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM:** um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ENEGBUMA, W. I. *et al.* Confirmatory strategic information technology implementation for building information modeling adoption model. **Journal of Construction Developing Countries**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 113-129, 2016.

ENEGBUMA, W. I.; ALIAGHA, U. G.; ALI, K. N. Preliminary building information modelling adoption model in Malaysia. **Construction Innovation**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 408-432, 2014.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Impactos da tecnologia da informação nos conhecimentos e métodos projetuais. *In*: SEMINÁRIO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2002, Curitiba. [Anais]. Curitiba: [s. n.], 2002.

FARIA, D. R. G.; BARROS, M. M. S. B.; SANTOS, E. T. Proposição de um protocolo para contratação de projetos em bim para o mercado da construção civil nacional. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ANTAC, 2016.

FARIAS JÚNIOR, A.; SILVA, R. Meu BIM e meu lápis: abordagem transdisciplinar em cursos técnicos em edificações. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

FARMER, M. **The Farmer Review of the UK Labour Market**: modernise or die, time to decide the industry's future. [S. l.]: Construction Leadership Council, 2016.

FERREIRA, S.; SANTOS, E.. Introdução ao Building Information Modeling nos cursos de Engenharia Civil e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

FERRARI, F. A.; MELHADO, S. B. Análise do ambiente para inovação tecnológica em um banco público brasileiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: [s. n.]. 2016. p. 4800-4818.

FULLER, R. B.; MCHALE, J. **World design science decade: 1965-1975**. Illinois: Southern Illinois University, 1963.

GARBINI, M. A. L. **Proposta de modelo para implantação e processo de projeto utilizando a tecnologia BIM**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental)-Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

GHAFFARIANHOSEINI, A. *et al.* Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v.75, p. 1046-1053, 2017.

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. Quality and maturity of BIM implementation in the AECO Industry. **Applied Mechanics and Materials**, [S. l.], v. 438-439, p. 1621-1627, 2013.

GIEL, B. K. **Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners, PhD thesis, Gainesville, FL**. 2015. Dissertação-(Mestrado em Filosofia), University of Florida, Florida, 2015.

GIESTA, J. Experiência do ensino do BIM no IFRN: Campus Natal Central. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

GODOY, V.; CARDOSO, C.; BORGES, M. BIM: desafios para um conceito em construção no ensino de arquitetura e engenharia. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 41., 2013, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: Cobenge, 2013. p. 1-10.

GONÇALVES, P.; COSTA, L. Ensino de BIM no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFG. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. **An introduction to systematic reviews**. London: Sage, 2012.

GOUGH, D.; THOMAS, J. Commonality and diversity in reviews. *In: GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. (ed). An introduction to systematic reviews*. London: Sage, 2012. p. 35-65.

GRILO, A.; JARDIM-GONCALVES, R. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 19, n. 5, p. 522–530, 2010.

GU, N.; LONDON, K. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, [S. l.], v.19, p. 988-999, dec. 2010.

GUIA ASBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM: Fascículo I. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2019.

GUREVICH, U.; SACKS, R. Development of a BIM Adoption impact map. *In: JOINT CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION*, 2017, Heraklion. **Proceedings JC3**. Heraklion: ITC, 2017. p. 61-68.

HARDIN, B. **BIM and construction management**. Indianapolis: Wiley, 2009.

HELLMEISTER, L. A. V. *et al.* A utilização das tecnologias assistidas por computador como elemento de integração, pesquisa e desenvolvimento nas disciplinas de projeto para a engenharia e design. *In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION*, 7., 2011, Guimarães. **Anais [...]**. Guimarães: Unesp, 2011. p. 197-201.

HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. **Scandinavian journal of information systems**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 4, 2007.

HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. P. Bridging practice and theory: a design science approach. **Decision Sciences**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 65–87, 2009.

HOSSEINI, M. R. *et al.* Building Information Modeling (BIM) in Iran: an exploratory study. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**, [S. l.], v. 6, n 2, p. 78-89, 2016.

HOWARD, R.; BJÖRK, B. C. Building information modelling: experts' views on standardisation and industry deployment. **Advanced Engineering Informatics**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 271–280, 2008.

HOWARD, R.; RESTREPO, L.; CHANG, C. Y. Addressing individual perceptions: An application of the unified theory of acceptance and use of technology to building information modelling. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 107–120, 2017.

IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R.; SCHIPPOREIT, G. CAD smart objects: potentials and limitations. *In*: INTERNATIONAL ECAADE CONFERENCE, 21., 2004, Graz. **Conference Proceedings**. Graz: [s. n.], 2004. p. 547-551.

ITO, A. Estudo de projetos da arquitetura precedente a partir de modelos BIM. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

ITO, A. L. Y.; SCHEER, S. Um levantamento em Curitiba das percepções do potencial do BIM no ensino em cursos de arquitetura. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 1., 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Marketing Aumentado, 2017.

INDIAN UNIVERSITY. **Indiana University BIM Standard**. [S. l.]: Indian University, 2009.

JENSEN, P. A.; JÓHANNSESSON, E. I. Building information modelling in Denmark and Iceland. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 99-110, 2013.

JUNG, Y.; JOO, M. Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 20, p. 126-133, 2011.

KAM, C. *et al.* **The VDC scorecard**: formulation and validation. Stanford: Center for Integrated Facility Engineering, 2014.

KANETA, T. *et al.* Overview of BIM implementation in Singapore and Japan. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, [S. l.], v. 10, p. 1305-1312, 2016.

KASSEM, M.; SUCCAR, B. Macro BIM adoption: comparative market analysis. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 83, p. 286-299, 2017.

KELLY, G. *et al.* BIM for facility management: a review and a case study investigating the value and challenges. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION APPLICATIONS OF VIRTUAL REALITY, 13., 2013, London. **Proceedings**. London: [S. n.], 2013. p. 1-11.

KHAN, K. S. *et al.* Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the Royal Society of Medicine**, [S. l.], v. 96, n. 3, p. 118-121, 2003.

KHOSROSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 19, n. 6, p. 610-635, 2012.

KIM, S.; PARK, C. H.; CHIN, S. Assessment of BIM acceptance degree of Korean AEC participants. **KSCE Journal of Civil Engineering**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 1163-1177, 2016.

KIVINIEMI, A. *et al.* **Review of the development and implementation of IFC compatible BIM: final report of the Erabuild Project**. [S. l.]: Erabuild, 2008.

KLEIN, R. Conceitos básicos de CAD. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL COMPUTAÇÃO: ARQUITETURA E URBANISMO, FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO – USP, 1992, São Paulo. Anais [...].* São Paulo: USP, 1992. p. 9-30.

KNOPP, L. Aprendizados no ensino de BIM em uma universidade pública de interior. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. Anais [...].* Porto Alegre: ANTAC, 2018.

LACERDA, D. P. *et al.* Design Science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

LAN, H.; OMRAN, A. Evaluating the understanding of industry towards building information modelling technology in malaysia. **Acta Tehnica Corviniensis: Bulletin of Engineering**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 133-136, 2015.

LATIFFI, A. A.; BRAHIM, J.; FATHI, M. S. Transformation of Malaysian construction industry with building information modelling (BIM). **MATEC Web of Conferences**, [S. l.], v. 66, p. 1-8, 2016. Trabalho apresentado no evento: 4th International Building Control Conference 2016 (IBCC 2016).

LEE, G.; SACKS, R.; EASTMAN, C. M. Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 15, n. 6, p. 758-776, 2006.

LI, H. *et al.* Barriers to building information modelling in the Chinese construction industry. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers**, [S. l.], v. 170, n. 2, p. 105-111, jun. 2017.

LI, J. *et al.* Benefits of building information modelling in the project lifecycle: construction projects in Asia. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, [S. l.], v. 11, n. 124, p. 1-11, 2014.

LIANG, C. *et al.* Development of a Multifunctional BIM Maturity Model. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 142, n. 11, p. 1-11 2016.

LIMA, M.; RUSCHEL, R. Integração de multi-desempenhos em projeto: aplicação de abordagem construtivista de apoio à decisão em experiência didática. *In: ENCONTRO*

NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

LINDBLAD, H.; VASS, S. BIM implementation and organisational change: a case study of a large swedish public cliente. **Procedia Economics and Finance**, [S. l.], v. 21, 178-184, 2015.

LINO, J. C.; AZENHA, M.; LOURENÇO, P. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. *In*: ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto. **Anais [...]**. Porto: FEUP, 2012.

LIU, S. *et al.* Critical barriers to BIM Implementation in the AEC Industry. **International Journal of Marketing Studies**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 162, 2015.

LIU, Y.; NEDERVEEN, S.; HERTOUGH, M. Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: an emprirical study in China. **International Journal of Project Managament**, [S. l.], v. 35, n. 4, p. 686-698, 2017.

LUKKA, K. The constructive research approach. *In*: OJALA, L.; HILMOLA, O-P. (ed.). **Case study research in logistics**. Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003. Series B1. p. 83-101.

McAULEY, B.; HORE, A.; WEST, R. **BICP Global BIM study**: Lessons for Ireland's BIM programme. Dublin: Construction IT Alliance Limited, 2017.

McADAM, B. Building information modelling: the UK legal contexto. **International Journal of Law in the Built Environment**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 246-259, 2010.

McGRAW HILL CONSTRUCTION. **The business value of BIM for construction in major global markets**: how constructors around the world are driving innovation with the Building Information Modeling. Bedford: McGraw Hill Constructions, 2014.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384, out./dez. 2017.

MAGALHÃES, C. Implantação de educação BIM: a experiência Firjan SENAI/RJ. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MALLESON, A. BIM Survey: summary of findings. **NBS National BIM Report 2015**, [S. l.], p. 8-17, 2015.

MAMTER, S.; AZIZ, A. R. A. Holistic BIM adoption and diffusion in Malaysia. **MATEC web of conferences**, [S. l.], v. 66, p. 1-8, 2016. Trabalho apresentado no The 4<sup>th</sup> International Building Control Conference 2016 (IBCC 2016).

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Suport Systems**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995.

MARK, E.; GROSS, M.; GOLDSCHIMIDT, G. A perspective on computer aided design after four decades. *In: ECAADE CONFERENCE*, 26., 2008, Antwerpen. **Proceedings** [...]. Antwerpen: Cumincad, 2008. p. 169-176.

MARTINS, E. M.; CRUZ, V. F. **Definição de trocas de informação da construção conforme o PSU – BIM Procet Execution Planning Guide**: discussão e adaptação. 2016. Monografia. (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L.. Habilidades e competências BIM de alunos de Arquitetura e Urbanismo. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MATTANA, L.; MARCHIORI, F.; BEDIN, C. GeBIM: a modelagem da informação como ponto de encontro entre arquitetura e engenharia. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MELO, R.; GIESTA, J. Relato pedagógico sobre o Ensino de BIM em pós-graduação em Engenharia Civil. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MEMON, A. H. *et al.* BIM in Malaysian construction industry: status, advantages, barriers and strategies to enhance the implementation level. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 606-614, 2014.

MIETTINEM, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 43, p. 84-91, 2014.

MIGILINSKAS, D. *et al.* The benefits, obstacles and problems of practical BIM implementation. **Procedia Engineering**, v. 57, p. 767-774, 2013.

MIRANDA, A.; CARVALHO, M. O BIM na engenharia civil - UnB. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MURPHY, M. E. Implementing innovation: a stakeholder competency-based approach for BIM. **Construction Innovation**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 433-452, 2014.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **Facility Information Council (FIC): BIM Capability Maturity Model**. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2007.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National Building Information Modeling Standard**: United States: version 3.0: transforming the building supply chain through open and interoperable information exchanges. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2015.

OLIVEIRA, M. R. **Modelagem virtual e prototipagem rápida aplicadas em projetos de arquitetura**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)-Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

OLIVEIRA, A. A. R. de; LEITE FILHO, C. A. P.; RODRIGUES, C. M. C. O processo de construção dos grupos focais na pesquisa qualitativa e suas exigências metodológicas. *In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO*, 31., 2007, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2007. p. 1-15.

OZORHON, B.; KARAHAN, U. Critical success factors of building information modeling implementation. **Journal of Management in Engineering**, [S. l.], v. 33, n. 3, 2017.

PANIZZA, A. C. **Colaboração em CAD no projeto de arquitetura, engenharia e construção**: estudo de caso. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PEREIRA, A.; AMORIM, A. Implantação BIM: gestão dos processos de projeto. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO (SBTIC)*, 1., 2016, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Marketing Aumentado, 2017. p. 50-59.

PEREIRA, S.; RIBEIRO, S. Uso de ferramenta BIM para levantamento de quantitativo. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

PETTICREW, M. Systematic reviews from astronomy to zoology: myths and misconceptions. **British Medical Journal**, [S. l.], v. 322, n. 7278, p. 98-101, jan. 2001.

PINHEIRO, W.; CAVALCANTI, F.; JERONYMO, C. Experiência de ensino de BIM na disciplina desenho de arquitetura. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

PONZIO, A. *et al.* Integração digital aplicada ao ensino de projeto arquitetônico. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018. POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2006.

PORWAL, A.; KASUN, N. H. Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 31, p. 204–214, 2013.

PROGRAMA DE INOVAÇÃO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (INOVACON). **Manual de contratação BIM**: construção virtual. Fortaleza: [s. n.], 2018.

RIBEIRO, S.; GIESTA, J. Relatos da inserção de BIM em duas instituições de ensino parceiras. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

- RODRIGUES, A. **Grau de maturidade BIM**: estudos de caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo. 2018. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos de Construção)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- ROGERS, J.; CHONG, H. Y.; PREECE, C. Adoption of building information modeling technology (BIM). **Engineering, Construction, Architectural Management**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 424-445, 2015.
- ROMAGNOLI, L. D. *et al.* Requisito para ensino do BIM do ponto vista dos empresários. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.
- RUSCHEL, R. C. A especialização Master BIM Especialista implementada no ISITEC. . *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.
- RUSCHEL, R. C. *et al.* O ensino de BIM: exemplos de implantação em cursos de Engenharia e Arquitetura. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 5., 2011, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: LCAD/PPGAU-UFBA, 2011.
- RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.
- RUSCHEL, R. C.; CUPERSCHMID, A. R. M. Plano de execução BIM educacional para FEC-UNICAMP. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.
- RUSCHEL, R. C.; GUIMARÃES, F. A. B. Iniciando em CAD 4D. *In*: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8. 2008, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: EESC-USP-PCC-USP, 2008. p. 1-8.
- SABONGI, F. The integration of BIM in the undergraduate curriculum: an analysis of undergraduate courses. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF ASC, ASSOCIATED SCHOOL OF CONSTRUCTION, 45., 2009, Florida. **Proceedings**. Florida: Gainesville, 2009. p. 1-6.
- SCHULZ, V.; PONZIO, A. Contribuições da tecnologia BIM para o ensino transdisciplinar de Arquitetura. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.
- SACKEY, E.; TUULI, M.; DAINTY, A. BIM Implementation: from capability maturity models to implementation strategy. *In*: SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE, 2013, Singapore. **Proceedings [...]**. Singapore: BCA, 2013. p. 196-207.
- SACKS, R.; PIKAS, E. Building information modeling education for construction engineering and management: I: industry requirements state of the art, and gap analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, [S. l.], v. 139, n. 11, nov. 2013.
- SANCHEZ, A. X.; HAMPSON, K. D.; VAUX, S. **Delivering value with BIM**: a whole-of-life approach. London; New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2016.

SANDELOWSKI, M. *et al.* Mapping the mixed methods: mixed research synthesis terrain. **Journal of Mixed Methods Research**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 317-331, 2011.

SANTOS, D. V.; LIMA, M. M. X.; CAMPOS, V. R. Análise da percepção do uso do BIM em diferentes implantações: estudo de caso. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ANTAC, 2016.

SANTOS, A. P. L. *et al.* A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 24-42, dez. 2009.

SANTOS, E. As ações de capacitação do plano estratégico de disseminação do BIM. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SEBASTIAN, R.; BERLO, L. V. Tool for benchmarking BIM performance of design, engineering and construction firms in the Netherlands. **Architectural engineering and design management**, [S. l.], v. 6, p. 254–263, 2010.

SENA, T. *et al.* Proposta para curso de especialização em gestão de projetos BIM na construção civil. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SINCLAIR, D. **BIM overlay to the RIBA outline plano of work**. London: RIBA, 2012.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. 3 ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

SMITH, P. BIM implementation: global strategies. **Procedia Engineering**, [S. l.], v. 85, p. 482-492, 2014.

SMITH, V. *et al.* Methodology in conducting a systematic review of systematic reviews of healthcare interventions. **BMC Medical Research Methodology**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 15, 2011.

SOTELINO, E. Projetos integrados em arquitetura, engenharia e construção. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.

SOUZA, A. F.; COELHO, R. C. Tecnologia CAD/CAM: definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: ABEPRO, 2003. p. 1-8.

SOUZA, F. Utilização de novas tecnologias de informação e da comunicação na aprendizagem de projetos estruturais protendidos. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SPERLING, D. M. O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o museu Guggenheim de Bilbao. *In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS*, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: [s. n.], 2002.

STAUT, S.; ILHA, M. Uso do BIM em disciplinas de projeto de sistemas prediais hidráulicos e sanitários: a percepção dos alunos. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, [S. l.], v. 18, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, B. Building information modelling maturity matrix. *In: UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. (ed.). Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies*. Hershey, PA: Information Science Reference, 2010. p. 65-103.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: conceptual structures. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 57, p. 64-79, 2015.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in construction**, [S. l.], v. 35, p. 174-189, 2013.

SUERMANN, P. C. *et al.* Validation of the US National Building Information Modelling Standard Interactive Capability Maturity Model. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING*, 12., 2008, Beijing, China. Beijing: [s. n.], 2008. p. 16-18.

SUTTON, R. I.; HARGADON, A. Brainstorming groups in context: effectiveness in a product design firm. **Administrative Science Quarterly**. [S. l.], v. 41, n. 4, p. 685-718, 1996.

TAYLOR, J. E.; BERNSTEIN, P. G. Paradigm trajectories of building information modeling practice in project networks. **Journal of Management in Engineering**, [S. l.], v. 25, p. 69-76, 2009.

TREMBLAY, M. C.; HERVNER, A. R.; BERNDT, D. J. Focus groups for artifact refinamento and evaluation in design research. **Communications of the Association for Information Systems**, [S. l.], v. 26, n. 27, p. 599-618, 2010.

TSE, T. C. K.; WONG, K. D. A.; WONG, K. W. F. The utilization of building information models in nD modelling: a study of data interfacing and adoption barriers. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, [S. l.], v. 10, p. 85-110, 2005.

TURBAN, E.; MCLEAN, E.; WETHERBE, J. **Tecnologia da informação para gestão**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. Emerging Technologies for BIM 2.0. **Construction Innovation, Bingley**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 252-258, 2011.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design Research in Information Systems**. [S. l.: s. n.], 2009.

VAN AKEN, J. E. Management research based on the paradigma of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

VAN BERLO, L. *et al.* BIM quickscan: benchmark of BIM performance in the Netherlands. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF IT IN THE AEC INDUSTRY*, 29., 2012, Beirut. **Proceedings** [...]. Beirut: [s. n.], 2012. p. 1-10.

VENKATACHALAM, S. An exploratory study on the building information modeling adoption in United Arab Emirates municipal projects-current status and challenges. **MATEC Web of Conference**, [S. l.], v. 120, 2017, p. 1-10. Trabalho apresentado no evento International Conference on Advances in Sustainable Construction Materials & Civil Engineering Systems (ASCMCES-17).

VASCONCELLOS, L.; FRISON, L. BIM e ensino de arquitetura e urbanismo e a visão de alunos de graduação sobre o tema. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

VASCONCELLOS, L.; FRISON, L. BIM, autorregulação da aprendizagem e ensino de projeto arquitetônico. *In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE BIM*, 1., 2018, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018.

VICO. **Calculating your BIM score**. [S. l.: s. n.], 2011.

WANG, C.; ADETOLA, S. H.; RAHMAN, H. A. Assessment of BIM implementation among MEP Firms in Nigeria. **International Journal of Advances in Applied Sciences**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 73-81, 2015.

WANG, L.; LEITE, F. **An overview of existing BIM standards and guidelines: a report to Fiotech autocodes Project**. Austin: Fiotech, 2013.

WILSON, W. S.; HENG, L. Building information modeling and changing construction practices. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 20, p. 99-100, 2011.

WONG, A. K. D.; WONG, F. K. W.; NADEEM, A. Comparative roles of major stakeholders for the implementation of BIM in various countries. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHANGING ROLES*, 2009, Netherlands. **Proceedings**. Netherlands: The Hong Kong Polytechnic University, 2009. p. 5-9.

WONG, J.; YANG, J. Research and application of building information modelling (BIM) in the architecture, engineering and construction (AEC) industry: a review and direction for future research. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATION IN ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION (AEC)*, 6., 2010, London. **Proceedings** [...]. London: Loughborough University, 2010. p. 356-365.

WON, J.; LEE, G. How to tell if a BIM Project is successful: a goal-driven approach. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 69, p. 34-43, 2016.

ZHENG, L. *et al.* Benefit sharing for BIM implementation: tackling the moral hazard dilemma in inter-firm cooperation. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 393-405, 2015.

ZHOU, Y. *et al.* Formulating Project-level building information modeling evaluation framework from the perspectives of organizations: a review. **Automation in Construction**, [S. l.], v. 81, p. 44-55, 2017.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DOS *STAKEHOLDERS*

27/06/2019

Stakeholders - BIM

### Stakeholders - BIM

Prezados, este questionário trata-se de uma ação do GT-BIM do INOVAÇON/SINDUSCON-CE. Com o grande desafio de realizar a implementação coletiva entre as construtoras do Ceará. Nesta primeira etapa, o GT busca mapear os stakeholders envolvidos nos processos de cada empresa.

Quem são os parceiros de sua empresa de fornecimento de serviços e produtos discriminados abaixo?

Exemplo:

Arquitetura: Arquiteto A, Arquiteto B, ...

(Você pode indicar mais de um fornecedor de serviço ou produto)

### Identificação

#### 1. Construtora

---

---

---

---

---

### Questionário

Você pode indicar mais de um fornecedor de serviço ou produto.

#### 2. Arquitetura

---

---

---

---

---

#### 3. Projeto Estrutural

---

---

---

---

---

27/06/2019

Stakeholders - BIM

**4. Projeto Hidrossanitário**

---

---

---

---

---

**5. Projeto Elétrico**

---

---

---

---

---

**6. Projeto de Combate a Incêndio**

---

---

---

---

---

**7. Projeto de Solos (Contenções/Fundações)**

---

---

---

---

---

**8. Projeto de Climatização**

---

---

---

---

---

**9. Projeto de Ambientação**

---

---

---

---

---

27/06/2019

Stakeholders - BIM

**10. Projeto de Impermeabilização**

---

---

---

---

---

**11. Projeto de Drenagem**

---

---

---

---

---

**12. Projeto Luminotécnico**

---

---

---

---

---

**13. Projeto de Automação Predial**

---

---

---

---

---

**14. Projeto de Paisagismo**

---

---

---

---

---

**15. Projeto de Irrigação**

---

---

---

---

---

27/06/2019

Stakeholders - BIM

**16. Projeto Estrutura Metálica**

---

---

---

---

---

**17. Bancos (Agentes Financiadores)**

---

---

---

---

---

**18. Fornecedor de Esquadrias**

---

---

---

---

---

**19. Fornecedor de Concreto**

---

---

---

---

---

**20. Fornecedor de Cerâmicas**

---

---

---

---

---

**21. Fornecedor de Elevadores**

---

---

---

---

---

27/06/2019

Stakeholders - BIM

**22. Fornecedor de Instalações Hidráulicas**

---

---

---

---

---

**23. Fornecedor de Instalações Eléctricas**

---

---

---

---

---

---

Powered by  
 Google Forms

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DAS CONSTRUTORAS

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

### Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

Este questionário é destinado às Construtoras, e faz parte do trabalho realizado pelo GT BIM | SINDUSCON/CE e INOVACON, cujo objetivo é realizar a implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará.

1. Nome da construtora

---

2. Responsável/representante

---

3. Cargo do responsável/representante

---

4. Você já ouviu falar de BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

5. Você sabe do que se trata o BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Não tenho certeza

6. Você já teve algum contato com o BIM através de alguma das opções a seguir?

*Marque todas que se aplicam.*

Não tive nenhum contato

Palestra

Workshop

Cursos

Outro: \_\_\_\_\_

7. Você usa ou já usou alguma ferramenta BIM ou modelagem 3D em algum empreendimento?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

### Caso você tenha respondido NÃO na última pergunta.

Se você respondeu SIM, pode passar para o próxima etapa.

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

**8. Você possui interesse em obter mais informações sobre o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**9. Você possui interesse em utilizar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**10. Você possui interesse em participar do Projeto de Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará, realizado pelo SINDUSCON/CE e INOVACON?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**11. Com qual(is) objetivo(s) você pretende usar o BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Desenvolvimento de projeto  
 Compatibilização de projeto  
 Visualização em 3D  
 Maquetes eletrônicas  
 Desenvolvimento de orçamento/quantitativo  
 Simulações (ex: acústica, energética, luminotécnica...)  
 Construção Virtual  
 Planejamento  
 Uso, Operação e Manutenção  
 Transparência  
 Outro: \_\_\_\_\_

**12. Você vem desenvolvendo algo relacionado a implementação do BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

**13. Em quanto tempo você pretende implementar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- 6 meses
- 1 ano
- 2 anos
- 3 anos
- 4 anos
- Acima de 4 anos
- Não sei afirmar
- Não pretendo implementar

**14. Motivos para que, até o momento, sua construtora não tenha adotado o BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Não possui interesse
- Não possui conhecimento
- Falta de capacitação técnica/tecnológica
- Falta de recursos tecnológicos (softwares e computadores)
- Investimento inicial
- Falta de incentivo do poder público
- Ausência de projetistas e prestadores de serviços capacitados
- Sem retorno ou baixo retorno financeiro
- Ausência da exigência do cliente final
- Ausência de liderança ou referência no setor
- Ausência de suporte/diretrizes para implementação
- Outro: \_\_\_\_\_

**15. Algum de seu(s) projetista(s) / prestador(es) de serviço seu já ofertou o serviço em BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**16. Caso tenha respondido "Sim" na pergunta anterior, houve aumento no valor cobrado?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não especificado

**Caso você tenha respondido SIM na última pergunta.**

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

**17. Há quanto tempo você trabalha com o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- 1 ano  
 2 anos  
 3 anos  
 4 anos  
 Acima de 4 anos

**18. Qual(is) motivo(s) levou(aram) a adotar o BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Demanda de mercado  
 Iniciativa do poder público  
 Adequação às novas tecnologias  
 Controle do orçamento  
 Compatibilização de projetos  
 Planejamento e controle  
 Buscar dos resultados esperados do BIM  
 Propor novos serviços e aumento da qualidade do produto  
 Livre opção  
 Outro: \_\_\_\_\_

**19. Com qual(is) objetivo(s) você pretende usar o BIM ?***Marque todas que se aplicam.*

- Desenvolvimento de projeto  
 Compatibilização de projeto  
 Visualização em 3D  
 Maquetes eletrônicas  
 Desenvolvimento de orçamentos/quantitativos  
 Simulações (ex: acústica, energética, luminotécnica...)  
 Construção virtual  
 Planejamento  
 Uso, operação e manutenção  
 Transparência  
 Outro: \_\_\_\_\_

**20. A aplicação em BIM ocorre em todos empreendimentos?***Marcar apenas uma oval.*

- Não, pontual (em apenas alguns empreendimentos).  
 Sim, total (em todos empreendimentos).

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

**21. Os objetivos descritos acima são desenvolvidos por quem?***Marcar apenas uma oval.*

- Equipe própria
- Terceirizado

**22. Qual o domínio da empresa nas ferramentas/software em BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Introdutório
- Básico
- intermediário
- Avançado

**23. Quais são as principais dificuldades/barreiras para a implantação do BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Baixo interesse inicial
- Falta de conhecimento
- Falta de capacitação técnica/conhecimentos da equipe interna
- Falta de recursos tecnológicos (softwares e computadores)
- Investimento inicial
- Falta de incentivo do poder público
- Falta de projetistas e prestadores de serviço capacitados/qualificados
- Convencimento da própria equipe interna
- Falta de convencimento da alta direção
- Dificuldade interoperabilidade e falta de integração entre os diversos softwares utilizados
- Sem retorno ou baixo retorno financeiro
- Ausência de liderança na própria empresa para implantação
- Ausência de suporte
- Outro: \_\_\_\_\_

**24. Assinale as vantagens percebidas na adoção do BIM***Marque todas que se aplicam.*

- Detecção de incompatibilidades entre projetos
- Redução de problemas na fase de construção
- Redução no tempo de quantificação e orçamento dos empreendimentos
- Maior controle dos prazos de execução das obras
- Melhoria na compreensão dos projetos (modelos 3D)
- Não foi percebido nenhuma vantagem
- Outro: \_\_\_\_\_

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará

**25. O investimento em máquinas e softwares foi acima ou abaixo da sua expectativa?***Marcar apenas uma oval.*

- Acima  
 Abaixo  
 O esperado  
 Não sei responder

**26. Você considera que um projeto em BIM custa mais caro?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Porque?  
 Outro: \_\_\_\_\_

**27. Como foi realizada a implementação do BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Internamente  
 Consultoria externa

**28. A implementação do BIM em sua empresa foi realizada através de um projeto formal, documentado e controlado?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**29. Você possui interesse em participar do Projeto de Implementação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará, realizado pelo SINDUSCON/CE e INOVACON?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

---

Powered by  
 Google Forms

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DOS PROJETISTAS

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

### Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

Este questionário é destinado aos Projetistas, e faz parte do trabalho realizado pelo GT BIM | SINDUSCON/CE e INOVACON, cujo objetivo é realizar a implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará.

1. Nome da empresa

---

2. Responsável/representante

---

3. Cargo do responsável/representante

---

4. Você já ouviu falar de BIM?

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

5. Você sabe do que se trata o BIM?

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Não tenho certeza

6. Você já teve algum contato com o BIM através de alguma das opções a seguir?

Marque todas que se aplicam.

- Não tive nenhum contato  
 Palestra  
 Workshop  
 Cursos  
 Outro: \_\_\_\_\_

7. Você usa ou já usou o BIM em algum projeto?

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

### Caso você tenha respondido NÃO na última pergunta.

Se você respondeu SIM, pode passar para o próxima etapa.

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

**8. Você possui interesse em obter mais informações sobre o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**9. Você possui interesse em utilizar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**10. Você possui interesse em participar do Projeto de Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará, realizado pelo SINDUSCON/CE e INOVACON?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**11. Com qual(is) objetivo(s) você pretende usar o BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Desenvolvimento de projeto  
 Compatibilização de projeto  
 Visualização em 3D  
 Maquetes eletrônicas  
 Desenvolvimento de orçamento/quantitativo  
 Simulações (ex: acústica, energética, luminotécnica...)  
 Construção Virtual  
 Planejamento  
 Uso, Operação e Manutenção  
 Transparência  
 Outro: \_\_\_\_\_

**12. Você vem desenvolvendo algo relacionado a implementação do BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

**13. Em quanto tempo você pretende implementar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- 6 meses
- 1 ano
- 2 anos
- 3 anos
- 4 anos
- Acima de 4 anos
- Não sei afirmar
- Não pretendo implementar

**14. Motivos para que, até o momento, sua construtora não tenha adotado o BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Não possui interesse
- Não possui conhecimento
- Falta de capacitação técnica/tecnológica
- Falta de recursos tecnológicos (softwares e computadores)
- Investimento inicial
- Falta de incentivo do poder público
- Ausência de mão de obra qualificada e capacitada
- Sem retorno ou baixo retorno financeiro
- Ausência da exigência do cliente final
- Ausência de liderança ou referência no setor
- Ausência de suporte/diretrizes para implementação
- Outro: \_\_\_\_\_

**15. Algum de seus clientes já solicitou o serviço em BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**16. Você já deixou de fechar algum contrato por não entregar seus projetos em BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**Caso você tenha respondido SIM na última pergunta.**

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

**17. Há quanto tempo você trabalha com o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- 1 ano  
 2 anos  
 3 anos  
 4 anos  
 Acima de 4 anos

**18. Qual(is) motivo(s) levou(aram) a adotar o BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Demanda de mercado  
 Iniciativa do poder público  
 Adequação às novas tecnologias  
 Controle do orçamento  
 Compatibilização de projetos  
 Planejamento e controle  
 Buscar dos resultados esperados do BIM  
 Propor novos serviços e aumento da qualidade do produto  
 Livre opção  
 Outro: \_\_\_\_\_

**19. Com qual(is) objetivo(s) você pretende usar o BIM ?***Marque todas que se aplicam.*

- Desenvolvimento de projeto  
 Compatibilização de projeto  
 Visualização em 3D  
 Maquetes eletrônicas  
 Desenvolvimento de orçamentos/quantitativos  
 Simulações (ex: acústica, energética, luminotécnica...)  
 Construção virtual  
 Planejamento  
 Uso, operação e manutenção  
 Transparência  
 Outro: \_\_\_\_\_

**20. A aplicação em BIM ocorre em todos empreendimentos?***Marcar apenas uma oval.*

- Não, pontual (em apenas alguns empreendimentos).  
 Sim, total (em todos empreendimentos).

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

**21. Quais são as principais dificuldades/barreiras para a implantação do BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Baixo interesse inicial
- Falta de conhecimento
- Falta de capacitação técnica/conhecimentos da equipe interna
- Falta de recursos tecnológicos (softwares e computadores)
- Investimento inicial
- Falta de incentivo do poder público
- Convencimento da própria equipe interna
- Dificuldade interoperabilidade e falta de integração entre os diversos softwares utilizados
- Sem retorno ou baixo retorno financeiro
- Ausência de liderança na própria empresa para implantação
- Ausência de suporte
- Ausência de clientes para este produto
- Outro: \_\_\_\_\_

**22. Assinale as vantagens percebidas na adoção do BIM***Marque todas que se aplicam.*

- Detecção de incompatibilidades entre projetos
- Redução de problemas na fase de construção
- Redução no tempo de quantificação e orçamento dos empreendimentos
- Maior controle dos prazos de execução das obras
- Melhoria na compreensão dos projetos (modelos 3D)
- Não foi percebido nenhuma vantagem
- Outro: \_\_\_\_\_

**23. O investimento em máquinas e softwares foi acima ou abaixo da sua expectativa?***Marcar apenas uma oval.*

- Acima
- Abaixo
- O esperado
- Não sei responder

**24. Você considera que um projeto em BIM custa mais caro?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Outro: \_\_\_\_\_

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

**25. Caso tenha respondido SIM, porque?**

---

---

---

---

---

**26. Você considera que seu projeto deve ser mais caro para ser entregue em BIM?***Marcar apenas uma oval.* Sim Não**27. Caso tenha respondido SIM, porque?**

---

---

---

---

---

**28. Você considera que seu cliente está disposto a pagar mais caro para receber o projeto em BIM?***Marcar apenas uma oval.* Sim Não**29. Como foi realizada a implementação do BIM?***Marcar apenas uma oval.* Internamente Consultoria externa**30. A implementação do BIM em sua empresa foi realizada através de um projeto formal, documentado e controlado?***Marcar apenas uma oval.* Sim Não**31. Você voltaria a projetar em 2D?***Marcar apenas uma oval.* Sim Não

27/06/2019

Implantação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará | Projetistas

**32. Caso tenha respondido SIM, porque?**

---

---

---

---

---

**33. Você possui interesse em participar do Projeto de Implementação do BIM na cadeia produtiva da construção civil do Ceará, realizado pelo SINDUSCON/CE e INOVACON?***Marcar apenas uma oval.* Sim Não

---

Powered by  
 Google Forms

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DA ACADEMIA

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

### Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

Caro Diretor de Centro, Coordenador de Curso e Professor,

O SINDUSCON-CE e a Universidade Federal do Ceará (UFC) apresentam uma pesquisa inédita e inovadora para o Estado do Ceará.

Este questionário tem por objetivo caracterizar o estado atual do BIM nas Instituições de Ensino Superior (IES) no estado do Ceará. O questionário faz parte de uma pesquisa realizada pelo SINDUSCON-CE em parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC), para a elaboração do Plano de Implantação do BIM para o Estado do Ceará.

O Plano de Implantação BIM para o Estado do Ceará consistirá em um conjunto de ações estratégicas para disseminação e adoção do Building Information Building (BIM) na indústria da construção civil do Ceará.

A pesquisa está sendo desenvolvida pelos pesquisadores Jeferson Spiering Bôes (Aluno de Mestrado e Coordenador do GT-BIM SINDUSCON/INOVACON), Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador) e Prof. Dra. Mariana M. Xavier de Lima (Coorientadora).

Observação 1: Fica garantido o total sigilo das informações relativas as instituições e aos respondentes.

Observação 2: O intuito deste questionário é levantar o estado do atual do BIM nas Instituições de Ensino Superior no estado do Ceará, para servir como base para o Plano de Implantação BIM do estado do Ceará, à ser desenvolvido via Dissertação de Mestrado.

Observação 3: Este questionário é institucional e direcionado para os cursos de graduação e pós graduação. O respondente deve responder levando em consideração os diversos departamentos do curso. Caso haja na IES, mais de um curso o que envolva BIM, deverá ser respondido em separado, em outro questionário.

Observação 4: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa.

O presente questionário está dividido em 5 etapas:

I. Introdução

II. Não há contato com o BIM

III. Iniciativas BIM

IV. Capacitação Docência

V. Tecnologia

\*Obrigatório

#### Introdução

Esta seção está direcionada para caracterização da amostra.

1. Nome \*

---

2. Cargo \*

Marcar apenas uma oval.

 Diretor de Centro

 Coordenador de Curso

 Professor

 Outro: \_\_\_\_\_

3. Curso \*

Marcar apenas uma oval.

 Arquitetura e Urbanismo

 Engenharia Civil

 Outro: \_\_\_\_\_

4. Nível \*

Marcar apenas uma oval.

 Graduação

 Pós Graduação

5. Instituição de Ensino Superior \*

---

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

**6. IES do tipo \****Marcar apenas uma oval.*

- Pública
- Privada

**7. Número de alunos no curso \****Marcar apenas uma oval.*

- Até 100 alunos
- 101 até 300 alunos
- 301 a 500 alunos
- 501 a 1.000 alunos
- Acima de 1.000 alunos

**8. A IES tem ciência do Decreto Federal 9.337/2018? \****Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**9. Caso tenha ciência, como a IES pretende se posicionar até 2021? \***


---



---



---



---

**10. Ao longo do curso há algum contato com o BIM? \****Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**11. Caso positivo, qual(is) meio(s)? \****Marque todas que se aplicam.*

- Disciplinas
- Palestras
- Cursos de Extensão
- Iniciação Científica
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

**Não há contato do BIM ao longo do curso**

Sessão exclusiva para quem respondeu que NÃO há contato com o BIM.

Caso você tenha respondido na sessão anterior que ao longo do curso há contato com o BIM, passar para a próxima sessão.

**12. Qual(is) o(s) motivo(s) para ausência de contato do BIM ao longo do curso? \****Marque todas que se aplicam.*

- Falta de interesse dos alunos;
- Falta de interesse do corpo docente
- Falta de interesse da instituição;
- Falta de capacitação do corpo docente
- Falta de incentivos e/ou demanda do mercado
- Falta de incentivo da alta direção da instituição
- Falta de recursos tecnológicos (softwares, hardwares, rede)
- O BIM não é enxergado como prioridade no currículo
- Resistência a uma nova metodologia/tecnologia
- Investimento inicial
- Ausência de exigência/obrigação
- Ausência de suporte/diretrizes para implementação
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

**13. O curso possui interesse implementar o BIM no currículo?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**14. A IES vem desenvolvendo algo relacionado a implementação do BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**15. Caso positivo, o que?**


---



---



---



---

**16. Houve algum caso de tentativa de implementação? Caso positivo, favor relatar as ações e os motivos que ocasionaram a não implantação.**


---



---



---



---

**17. Em quanto tempo a instituição pretende implantar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Até 6 meses
- 1 ano
- 2 anos
- 3 anos
- 4 anos
- Acima de 4 anos
- Não sei responder

**Iniciativas BIM**

Essa e as próximas sessões são destinadas a quem respondeu que POSSUEM contato com o BIM.

**18. Quais motivos levaram a adoção do BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Adequação as novas tecnologias
- Atendimento a uma obrigatoriedade
- Atendimento às exigências do mercado
- Demanda dos alunos
- Outro: \_\_\_\_\_

**19. O processo de adoção do BIM foi induzido por qual parte da instituição:***Marcar apenas uma oval.*

- Reitoria
- Direção do Centro
- NDE
- Coordenação do curso
- Professor
- Alunos
- Outro: \_\_\_\_\_

**20. A implantação do BIM foi conduzida por um agente:***Marcar apenas uma oval.*

- Interno (membro da instituição)
- Externo (consultoria, assessoria, etc...)

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

## 21. Há quanto tempo a IES adotou o BIM? \*

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 1 ano  
 Entre 1 e 2 anos  
 Entre 2 e 3 anos  
 Entre 3 e 4 anos  
 Há mais de 4 anos

## 22. Quais foram as barreiras e dificuldades para introdução do BIM?

Marque todas que se aplicam.

- Falta de interesse dos alunos;  
 Falta de interesse do corpo docente  
 Falta de interesse da instituição;  
 Falta de capacitação do corpo docente  
 Falta de incentivos e/ou demanda do mercado  
 Falta de incentivo da alta direção da instituição  
 Falta de recursos tecnológicos (softwares, hardwares, rede)  
 O BIM não é enxergado como prioridade no currículo  
 Resistência a uma nova metodologia/tecnologia  
 Não sei responder  
 Outro: \_\_\_\_\_

## 23. O curso possui alguma disciplina que aborde o BIM?

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

## 24. Relacione os usos BIM que são desenvolvidos nas respectivas disciplinas

Marcar apenas uma oval por linha.

	Introdução ao BIM	Modelagem	Dimensionamento	Geração de documentos	Quantitativos	Planejamento	Orçamento	Simulações	Compatibilização
Arquitetura, Representação Gráfica, Desenho Técnico	<input type="radio"/>								
Estruturas	<input type="radio"/>								
Sistemas Prediais	<input type="radio"/>								
Materiais de Construção	<input type="radio"/>								
Técnicas de Construção	<input type="radio"/>								
Gerenciamento, Planejamento e Orçamento	<input type="radio"/>								

## 25. Relacione as disciplinas que possuem introdução do BIM

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## 26. Os conteúdos BIM abordados nas disciplinas estão relacionados a:

Marque todas que se aplicam.

- Introdução ao BIM  
 Uso de softwares  
 Metodologia  
 Habilidades e Competências  
 Não sei responder  
 Outro: \_\_\_\_\_

## 27. Qual a estimativa de alunos já capacitados

\_\_\_\_\_

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

**28. Houve alguma publicação em eventos acadêmicos ou periódicos, acerca de trabalhos em BIM desenvolvidos no curso?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Não sei responder

**29. Há alguma iniciativa BIM na Extensão Acadêmica?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Não sei responder

**30. Caso positivo, qual? Por favor, explicar.**

---

---

---

---

**31. Há alguma iniciativa BIM na Iniciação Científica?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Não sei responder

**32. Caso positivo, qual? Por favor, explicar.**

---

---

---

---

**33. Quais vantagens percebidas com a adoção do BIM?**

---

---

---

---

**Capacitação Docência****34. Nível de conhecimento BIM do corpo docente (autodeclarado)***Marcar apenas uma oval.*

- Nenhum  
 Pouco  
 Mediano  
 Muito conhecimento  
 Especialista  
 Não sei responder

**35. Nível de envolvimento BIM do corpo docente (autodeclarado)***Marcar apenas uma oval.*

- Nenhum  
 Pouco  
 Mediano  
 Muito conhecimento  
 Especialista  
 Não sei responder

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

**36. Qual a porcentagem de docentes que manipulam tecnologias BIM (nº docentes que manipulam tecnologias BIM / nº total de docentes do curso)**

Marcar apenas uma oval.

- 0% - 10%
- 11% - 30%
- 31% - 50%
- 51% - 70%
- 71% - 100%
- Não sei responder

**37. Há algum incentivo/programa para que o corpo docente se capacite em BIM?**

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não sei responder

## Tecnologia

**38. Em relação ao investimento em softwares, hardwares e rede:**

Marcar apenas uma oval.

- Acima do esperado
- Abaixo do esperado
- O esperado
- Não sei responder

**39. Quais softwares BIM a IES possui:**

Marque todas que se aplicam.

- Revit Architecture
- ArchiCAD
- Bentley Architecture
- Vectorworks Architect
- Revit Structure
- Tekla Structures
- TQS
- Autodesk Ecotect Analysis
- Autodesk Green Building Studio
- Navisworks
- Tekla BIMsight
- Solibri
- BIMcollab
- Synchro
- Vico
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

**40. A IES possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de softwares BIM ?**

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não sei responder

**41. Em caso positivo, com qual desenvolvedor?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

27/06/2019

Caracterização do BIM nas Instituições de Ensino Superior no Estado do Ceará

**42. O acordo ou a parceria consiste em:***Marque todas que se aplicam.*

- Fornecimento de softwares BIM para acesso na IES
- Fornecimento de softwares BIM para acesso individual dos alunos (fora da IES)
- Capacitação do corpo docente
- Capacitação dos alunos
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

**43. A IES possui algum acordo ou parceria com fabricantes de hardware (equipamentos) ?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**44. Em caso positivo, com qual fabricante?**

---

---

---

---

**45. O acordo ou a parceria consiste em:***Marque todas que se aplicam.*

- Fornecimento hardwares (equipamentos) para IES
- Fornecimento de hardwares para alunos (com descontos)
- Capacitação do corpo docente
- Manutenção
- Programa de substituição e modernização dos hardwares
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

Powered by  
 Google Forms

# APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DA CARACTERIZAÇÃO BIM DO PODER PÚBLICO

27/06/2019

Caracterização do BIM no Poder Público no Estado do Ceará

## Caracterização do BIM no Poder Público no Estado do Ceará

Prezados,

Este questionário tem por objetivo caracterizar o estado atual do BIM no Poder Público no estado do Ceará. O questionário faz parte de uma pesquisa realizada pelo SINDUSCON-CE em parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC), para a elaboração do Plano de Implantação do BIM para o Estado do Ceará.

A pesquisa está sendo desenvolvida pelos pesquisadores Jeferson Spiering Bôes (Aluno de Mestrado e Coordenador do GT-BIM SINDUSCON/INOVACON), Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador) e Prof. Dra. Mariana M. Xavier de Lima (Coorientadora).

Observação 1: Fica garantido o total sigilo das informações relativas as instituições e aos respondentes.

Observação 2: O intuito deste questionário é levantar o estado do atual do BIM no Poder Público no estado do Ceará, para servir como base para o Plano de Implantação BIM do estado do Ceará.

Observação 3: Este questionário é institucional e direcionado para Instituições Públicas a níveis federais, estaduais e municipais.

Observação 4: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa.

O presente questionário está dividido em 6 etapas:

- I. Introdução
- II. Não adota o BIM
- III. Iniciativas BIM
- IV. Tecnologia
- V. Processos
- VI. Política

### Introdução

Esta seção está direcionada para caracterização da amostra.

1. **Nome**

---

2. **Cargo**

---

3. **Nome da instituição**

---

4. **Esfera da governamental da instituição**

Marcar apenas uma oval.

- Federal
- Estadual
- Municipal

5. **Área(s) de atuação da instituição na AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação)**

Marcar apenas uma oval.

- Concepção e viabilidade
- Licitação e contratação
- Desenvolvimento de projeto
- Construção
- Fiscalização
- Gerenciamento / Supervisão de obras
- Operação e Manutenção
- Consultoria
- Pesquisa e Ensino
- Cadeia de Suprimentos
- Outro: \_\_\_\_\_

6. **A instituição tem ciência do Decreto Federal 9.337/2018**

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não sei responder

27/06/2019

Caracterização do BIM no Poder Público no Estado do Ceará

**7. Caso tenha ciência, como a IES pretende se posicionar até 2021?**


---



---



---



---

**8. Sua instituição adota o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**Não adota o BIM**

Sessão exclusiva para quem respondeu que NÃO adota o BIM.

Caso você tenha respondido na sessão anterior que adota o BIM, passar para a próxima sessão.

**9. Motivos para que, até o momento, a instituição não tenha adotado o BIM:***Marque todas que se aplicam.*

- Falta de interesse da instituição
- Falta de capacitação do corpo técnico da instituição
- Falta de incentivos e/ou demanda do mercado
- Falta de incentivos da alta direção da instituição
- Falta de recursos tecnológicos (softwares, hardwares e rede)
- Resistência interna a uma nova metodologia / tecnologia
- Investimento inicial
- Sem retorno ou baixo retorno financeiro
- Ausência de exigência / obrigação
- Ausência de suporte / diretrizes para implementação
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

**10. A instituição possui interesse em adotar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**11. A instituição vêm desenvolvendo algo relacionado a implantação do BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**12. Caso positivo, o que?**


---



---



---



---

**13. Em quanto tempo a instituição pretende implementar o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Até 6 meses
- 1 ano
- 2 anos
- 3 anos
- 4 anos
- Acima de 4 anos
- Não sei responder

**Iniciativas BIM**

Essa e as próximas sessões são destinadas a quem respondeu que ADOTA o BIM.

27/06/2019

Caracterização do BIM no Poder Público no Estado do Ceará

**14. Quais motivos levaram a adoção do BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Adequação as novas tecnologias
- Atendimento a uma obrigatoriedade
- Atendimento às exigências do mercado
- Transparência
- Outro: \_\_\_\_\_

**15. O processo de adoção do BIM foi induzido por qual parte da instituição?***Marcar apenas uma oval.*

- Intervenção de órgão acima
- Alta direção
- Gerencia
- Operacional
- Não sei responder

**16. A implantação do BIM conduzida por um agente:***Marcar apenas uma oval.*

- Interno (membro da instituição)
- Externo (consultoria, assessoria, etc..)

**17. Há quanto tempo a instituição adotou o BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Menos de 1 ano
- Entre 1 e 2 anos
- Entre 2 e 3 anos
- Entre 3 e 4 anos
- Há mais de 4 anos
- Não sei responder

**18. Quais foram as principais dificuldades/barreiras para implantação do BIM?***Marque todas que se aplicam.*

- Falta de interesse da instituição
- Falta de capacitação do corpo técnico da instituição
- Falta de incentivos e/ou demanda do mercado
- Falta de incentivos da alta direção da instituição
- Falta de recursos tecnológicos (softwares, hardwares e rede)
- Resistência interna a uma nova metodologia / tecnologia
- Investimento inicial
- Sem retorno ou baixo retorno financeiro
- Ausência de exigência / obrigação
- Ausência de suporte / diretrizes para implementação
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

**19. A aplicação do BIM ocorre em todos empreendimentos?***Marcar apenas uma oval.*

- Não, pontualmente (em apenas alguns empreendimentos)
- Sim, total (em todos empreendimentos)
- Outro: \_\_\_\_\_

**20. Avalie em qual estágio de maturidade BIM encontra-se sua instituição***Marcar apenas uma oval.*

- PRÉ-BIM (preparação interna para adoção com a realização de treinamentos, consultorias, testes e parcerias)
- MODELAGEM BASEADA EM OBJETOS (uso do BIM em pelo menos uma disciplina em uma fase do ciclo de vida do empreendimento)
- COLABORAÇÃO BASEADA EM MODELOS (uso multidisciplinar do BIM com o intercâmbio acelerado de modelos entre os envolvidos no empreendimento)
- INTEGRAÇÃO BASEADA EM REDE (intercâmbio interdisciplinar simultâneo de modelos ao longo das fases do ciclo de vida de um empreendimento)
- PÓS-BIM (Emprego de ferramentas e conceitos virtualmente integrados, ultrapassando os limites dos estágios anteriores)

27/06/2019

Caracterização do BIM no Poder Público no Estado do Ceará

**21. Relacione os usos BIM que são desenvolvidos nas respectivas disciplinas***Marcar apenas uma oval por linha.*

	Modelagem das condições existentes	Anteprojetos	Análises estruturais	Análise energética	Outras análises	Projeto legal	Projeto executivo	Compatibilização de projetos	Análise construtiva	Planejamento	acc
Concepção e Viabilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Licitação e Contratação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerenciamento/Fiscalização	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operação/Manutenção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**22. Quais as vantagens percebidas pela adoção do BIM?**


---



---



---



---

**Tecnologia****23. Em relação ao investimento em softwares, hardwares e rede:***Marcar apenas uma oval.*

- Acima do esperado
- Abaixo do esperado
- O esperado
- Não sei responder

**24. Quais softwares BIM a instituição possui?**


---



---



---



---

**25. A instituição possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de softwares BIM?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**26. Caso positivo, com qual fornecedor?**


---

**27. O acordo ou parceria consiste em:***Marque todas que se aplicam.*

- Fornecimento de software BIM
- Capacitação
- Não sei responder

**28. A instituição possui algum acordo ou parceria com desenvolvedores de hardware (equipamentos) ?***Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**29. Em caso positivo, com qual fabricante?**


---



---



---



---

27/06/2019

Caracterização do BIM no Poder Público no Estado do Ceará

## 30. O acordo ou a parceria consiste em:

*Marque todas que se aplicam.*

- Fornecimento hardwares (equipamentos)
- Capacitação
- Manutenção
- Programa de substituição e modernização dos hardwares
- Não sei responder
- Outro: \_\_\_\_\_

**Processo**

## 31. Há alguma forma de compartilhamento do conhecimento BIM entre os membros da equipe, acerca das experiências adquiridas?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

## 32. Existe alguma cartilha/orientação para o usuário usufruir o Modelo BIM?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

**Política**

## 33. A instituição possui uma agenda, plano ou oferece treinamentos BIM para seus membros?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

## 34. Existe um Building Execution Plan (BEP) ou BIM Mandate para novos empreendimentos?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei

## 35. Os modelos BIM passam por algum controle de qualidade?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Não sei responder

Powered by  
 Google Forms

## APÊNDICE F – ENTREVISTA DA MATURIDADE BIM DAS CONSTRUTORAS



# GERCON

Grupo de Pesquisa e Assessoria em  
Gerenciamento na Construção Civil

### Questionário Padrão – Pesquisa Maturidade BIM na Construção Civil Cearense (Succar)

**Autores: Jeferson Spiering Böes e Ricardo César Bezerra Teles Júnior**

**Tutor: Dr. José de Paula Barros Neto; Dra. Mariana M. Xavier de Lima**

### CONSTRUTORAS

#### ETAPA 1 – Caracterização da organização

1. Qual o nome da empresa?
2. Qual o ano de fundação da empresa?
3. Quem é o público-alvo que a organização?
 

( ) Minha Casa Minha Vida; ( ) Médio Padrão; ( ) Alto Padrão
4. Quantos funcionários colaboram com a organização atualmente?
5. Há quanto tempo já usa o BIM?
6. Como a organização conheceu o BIM?
7. Quais os motivos que levaram a adoção do BIM?
8. A modelagem BIM é desenvolvida por: ( ) Projetistas Autorais ; ( ) PSBIM; ( ) Construtora

#### ETAPA 2 – Caracterização do BIM

1. Como ocorreu a implantação do BIM?
 

( ) Houve alguma consultoria; ( ) foi realizado algum estudo/pesquisa interna sobre a melhor forma de adoção?
2. Quem é o responsável BIM na organização? Houve algum treinamento específico para ela? Houve uma contratação de alguém com experiência na área?
3. Quais foram as dificuldades e barreiras encontradas para implantação do BIM?
4. Você considera o investimento de implantação Alto / Médio / Baixo?

**GERCON**  
Grupo de Pesquisa e Assessoria em  
Gerenciamento na Construção Civil

Campus Universitário do Pici, bloco 710, sala 10  
Fortaleza - Ceará - Brasil  
tel: (85) 3366 9607 (ramal 26)  
www.gercon.ufc.br



( ) Alto ; ( ) Médio; ( ) Baixo

5. Aonde foram alocados os maiores custos?

( ) Hardware; ( ) Software; ( ) Consultorias; ( ) Treinamentos

( ) Outros. Quais? \_\_\_\_\_

6. Quais são as disciplinas modeladas em BIM?

- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| ( ) Topografia               | ( ) Cobertura                    |
| ( ) Drenagem                 | ( ) Elétrica                     |
| ( ) Arquitetura              | ( ) Hidráulica                   |
| ( ) Luminotécnica            | ( ) Telefonia                    |
| ( ) Urbanismo/Infraestrutura | ( ) Dados e Lógica               |
| ( ) Paisagismo               | ( ) Automação Predial            |
| ( ) Impermeabilização        | ( ) Proteção contra incêndio     |
| ( ) Interiores               | ( ) SPDA – Para raios            |
| ( ) Estrutura                | ( ) Seg. Patrimonial/CFTV/Alarme |
| ( ) Fundações                | ( ) AVAC                         |
| ( ) Demolição                | ( ) Outras:                      |
| ( ) Estruturas Metálicas     | ( ) Outras:                      |

7. Quais são os usos BIM ?

- |   |   |
|---|---|
| ( ) Estudo de viabilidade                   | ( ) Visualização                        |
| ( ) Modelagem de condições existentes       | ( ) Planejamento de canteiro            |
| ( ) Estimativas de custos/Orçamentação      | ( ) Planejamento 5D (Físico-Financeiro) |
| ( ) Planejamento 4D (Cronograma)            | ( ) Suprimentos                         |
| ( ) Análise de terreno/mov.terra            | ( ) Controle de Produção                |
| ( ) Projeto Arqui./Estr./Sist.Prediais/AVAC | ( ) Controle de qualidade               |
| ( ) Análise Energética                      | ( ) Suporte a proc.enxutos(LEAN)        |
| ( ) Análise Luminotécnica                   | ( ) Fabricação digital                  |
| ( ) Análise Sustentabilidade/LEED           | ( ) Gerenciamento de Facilidades(FM)    |



- ( ) Verif. de regras (code-checking) ( ) Demolição  
 ( ) Coordenação de Projeto ( ) Outros: \_\_\_\_\_  
 ( ) Detecção de Interferências (Clash) ( ) Outros: \_\_\_\_\_

8. Houve a execução de algum projeto piloto?

( ) Sim; ( ) Não. Caso positivo, qual foi o resultado? \_\_\_\_\_

9. Foi desenvolvida ou está em desenvolvimento alguma biblioteca BIM na organização? ( ) Sim; ( ) Não

10. Apesar do desenvolvimento de modelos BIM, a organização ainda faz uso do CAD? ( ) Sim; ( ) Não

### ETAPA 3 – Desenvolvimento modelos BIM

1. Em qual etapa do processo de desenvolvimento de projetos o BIM entra?

( ) Estudo Preliminar (EP); ( ) Projetos de Aprovação (AP); ( ) Projetos Básicos (PB); ( ) Projetos Executivos.



2. Com a implantação do BIM, houve alteração no processo de desenvolvimento de projetos? ( ) Sim; ( ) Não

3. Caso positivo, qual foi a alteração? Houve algum acréscimo de etapas?

4. Você considera que o uso do BIM aumentou o tempo de desenvolvimento de projetos?

5. Caso positivo, você considera que esse aumento:

( ) é investimento e recupera na etapa de obra; ( ) é investimento e não recupera na etapa de obra; ( ) não é investimento

6. Ocorrem reuniões entre PSBIM, Construtora, Projetistas Autorais?

( ) Sim; ( ) Não

7. Como ocorre a apresentação das Não Conformidades detectadas pelo PSBIM? A gestão e resolução delas? Comente o processo.

### ETAPA 4 – Tecnologia



### Software

1. Quais os softwares que a organização possui para atender aos usos BIM mencionados anteriormente? \_\_\_\_\_
2. Como foi a definição dos softwares? ( ) indicação PSBIM; ( ) definição Construtora

### Hardware

3. Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM?
4. Houve alguma orientação sobre as configurações necessárias?

### Rede

5. Existe alguma solução de rede para compartilhamento e armazenamento de informações?

## ETAPA 5 – PROCESSO

### Recursos

1. O ambiente de trabalho da empresa é reconhecido com um lugar de satisfação pessoal, motivador e produtivo? Caso positivo, existe alguma política de critério de avaliação para mudança no intuito de aumentar a produtividade e a satisfação?
2. Os conhecimentos que a organização detém, seja dos seus membros ou com a experiência adquirida, são compartilhados entre os membros?

### Produtos e Serviços

1. Existe alguma cartilha/orientação que orienta o usuário a usufruir do modelo BIM?
2. Existe algum documento/diretrizes que orientem a contratação do PSBIM?
3. Já ocorreu a retroalimentação no processo em função da aprendizagem contínua?

### Liderança e Gerenciamento

1. Os líderes da organização apresentam uma visão única do BIM?
2. A adoção do BIM partiu de qual nível organizacional?  
( ) Proprietário; ( ) CEO; ( ) Diretoria; ( ) Gerência; ( ) Sala Técnica



3. A visão de implantação presente na organização é compartilhada com todos os membros?

## ETAPA 6 – POLÍTICO

### Preparatório

1. A organização oferece treinamentos sobre BIM para seus membros? Caso positivo, quais as atividades oferecidas? (Ex.: Cursos, Seminários, Palestras) Caso exista treinamentos, como a organização programa essas atividades? (Ex.: Mensalmente/ Semestralmente/ Quando necessário)

### Regulatória

1. Quando a organização contrata um PSBIM, há diretrizes sobre a forma como gostaria de receber o modelo? Caso positivo, poderia explicar?
2. Quando a organização recebe um modelo BIM, ele passa por algum processo de controle de qualidade? Caso positivo, pode explicar?

### Contratual

1. Houve alteração na forma de contratação dos projetistas autorais com a adoção do BIM?
2. Quando existem conflitos entre as partes de um projeto de duas ou mais disciplinas, existe algum sistema de resolução desses conflitos? Comente sobre isso, por favor.

## APÊNDICE G – ENTREVISTA DA MATURIDADE BIM DOS PROJETISTAS



# GERCON

Grupo de Pesquisa e Assessoria em  
Gerenciamento na Construção Civil

### Questionário Padrão – Pesquisa Maturidade BIM na Construção Civil Cearense (Succar)

**Autores: Jeferson Spiering Böes e Ricardo César Bezerra Teles Júnior**

**Tutor: Dr. José de Paula Barros Neto; Dra. Mariana M. Xavier de Lima**

### **PROJETISTAS**

#### ETAPA 1 – Caracterização da organização

1. Qual o nome da empresa?
2. Qual o ano de fundação da empresa?
3. Quantos funcionários colaboram com a organização atualmente?
4. Há quanto tempo já usa o BIM?
5. Como a organização conheceu o BIM?
6. Quais os motivos que levaram a adoção do BIM?

#### ETAPA 2 – Caracterização do BIM

1. Como ocorreu a implantação do BIM?  
( ) Houve alguma consultoria; ( ) foi realizado algum estudo/pesquisa interna sobre a melhor forma de adoção?
2. Quem é o responsável BIM na organização? Houve algum treinamento específico para ela? Houve uma contratação de alguém com experiência na área?
3. Quais foram as dificuldades e barreiras encontradas para implantação do BIM?
4. Você considera o investimento de implantação Alto / Médio / Baixo?  
( ) Alto ; ( ) Médio; ( ) Baixo
5. Aonde foram alocados os maiores custos?

**GERCON**  
Grupo de Pesquisa e Assessoria em  
Gerenciamento na Construção Civil

Campus Universitário do Pici, bloco 710, sala 10  
Fortaleza - Ceará - Brasil  
tel: (85) 3366 9607 (ramal 26)  
w w w . g e r c o n . u f c . b r



Hardware;  Software;  Consultorias;  Treinamentos

Outros. Quais? \_\_\_\_\_

6. Quais são as disciplinas modeladas em BIM?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Topografia               | <input type="checkbox"/> Cobertura                    |
| <input type="checkbox"/> Drenagem                 | <input type="checkbox"/> Elétrica                     |
| <input type="checkbox"/> Arquitetura              | <input type="checkbox"/> Hidráulica                   |
| <input type="checkbox"/> Luminotécnica            | <input type="checkbox"/> Telefonia                    |
| <input type="checkbox"/> Urbanismo/Infraestrutura | <input type="checkbox"/> Dados e Lógica               |
| <input type="checkbox"/> Paisagismo               | <input type="checkbox"/> Automação Predial            |
| <input type="checkbox"/> Impermeabilização        | <input type="checkbox"/> Proteção contra incêndio     |
| <input type="checkbox"/> Interiores               | <input type="checkbox"/> SPDA – Para raios            |
| <input type="checkbox"/> Estrutura                | <input type="checkbox"/> Seg. Patrimonial/CFTV/Alarme |
| <input type="checkbox"/> Fundações                | <input type="checkbox"/> AVAC                         |
| <input type="checkbox"/> Demolição                | <input type="checkbox"/> Outras:                      |
| <input type="checkbox"/> Estruturas Metálicas     | <input type="checkbox"/> Outras:                      |

7. Quais são os usos BIM que sua organização é capaz de atender ?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Estudo de viabilidade             | <input type="checkbox"/> Visualização                        |
| <input type="checkbox"/> Modelagem de condições existentes | <input type="checkbox"/> Planejamento de canteiro            |
| <input type="checkbox"/> Extração de documentos em 2D      | <input type="checkbox"/> Planejamento 5D (Físico-Financeiro) |
| <input type="checkbox"/> Planejamento 4D (Cronograma)      | <input type="checkbox"/> Suprimentos                         |
| <input type="checkbox"/> Análise de terreno/mov.terra      | <input type="checkbox"/> Controle de Produção                |
| <input type="checkbox"/> Desenvolvimento de projetos       | <input type="checkbox"/> Controle de qualidade               |
| <input type="checkbox"/> Análise Energética                | <input type="checkbox"/> Suporte a proc.enxutos(LEAN)        |
| <input type="checkbox"/> Análise Luminotécnica             | <input type="checkbox"/> Fabricação digital                  |
| <input type="checkbox"/> Detecção de Interferências        | <input type="checkbox"/> Gerenciamento de Facilidades(FM)    |
| <input type="checkbox"/> Verif. de regras (code-checking)  | <input type="checkbox"/> Demolição                           |
| <input type="checkbox"/> Coordenação de Projeto            | <input type="checkbox"/> Outros: _____                       |



8. Houve a execução de algum projeto piloto?  
( ) Sim; ( ) Não. Caso positivo, qual foi o resultado? \_\_\_\_\_
9. Foi desenvolvida ou está em desenvolvimento alguma biblioteca BIM na organização? ( ) Sim; ( ) Não
10. Apesar do desenvolvimento de modelos BIM, a organização ainda faz uso do CAD? ( ) Sim; ( ) Não

### ETAPA 3 – Desenvolvimento modelos BIM

1. Em qual etapa do processo de desenvolvimento de projetos o BIM entra?  
( ) Estudo Preliminar (EP); ( ) Projetos de Aprovação (AP); ( ) Projetos Básicos (PB); ( ) Projetos Executivos.
2. Com a implantação do BIM, houve alteração no processo de desenvolvimento de projetos? ( ) Sim; ( ) Não
3. Caso positivo, qual foi a alteração? Houve algum acréscimo de etapas?
4. Você considera que o uso do BIM aumentou o tempo de desenvolvimento de projetos?
5. Ocorrem reuniões entre os projetistas envolvidos no empreendimento?  
( ) Sim; ( ) Não
6. Como ocorre a apresentação da Não Conformidades detectadas? A gestão e resolução delas? Comente o processo.

### ETAPA 4 – Tecnologia

#### Software

1. Quais os softwares que a organização possui para atender aos usos BIM mencionados anteriormente? \_\_\_\_\_
2. Como foi a definição dos softwares? ( ) indicação consultoria; ( ) definição interna
3. Quantas licenças a empresa possui para cada software? É unificado dentro da empresa?
4. O escritório já sofreu alguma limitação para cada software?
5. As trocas e os armazenamentos das informações entre a equipe interna e os projetistas colaboradores, ao longo do processo estão definidos em algum padrão



estabelecido? Caso positivo, isto é monitorado e controlado pela construtora para garantir a confiabilidade das informações nos projetos atualizados? Caso positivo, esse processo é documentado? Comente sobre isso, por favor.

6. As trocas e os armazenamentos das informações entre projetistas e construtoras ao longo do processo estão definidos em algum padrão estabelecido? Caso positivo, isto é monitorado e controlado pela construtora para garantir a confiabilidade das informações nos projetos atualizados? Caso positivo, esse processo é documentado? Comente sobre isso, por favor.
7. A seleção e uso dos softwares são continuamente são revisados para melhoria da produtividade e alinhamento com os objetivos estratégicos.

#### Hardware

8. Os equipamentos atuais atendem as necessidades dos softwares BIM?
9. Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM?
10. Houve alguma orientação sobre as configurações necessárias?
11. As trocas de computadores e atualizações de máquinas são tratadas de que modo nos itens de custos da organização? (Há uma política de troca ou a troca ocorre quando necessário)
12. Existe alguma estratégia adotada na organização para registrar, manusear e manter um equipamento que foi adquirido para serviços BIM? Caso exista, ela é bem definida? Comente sobre isso, por favor.
13. As inovações, atualizações e soluções inovadoras no campo dos softwares são testadas e implantadas continuamente? Caso positivo, isso é reconhecido como uma vantagem competitiva para a empresa frente as suas concorrentes?

#### Rede

14. Existe alguma solução de rede para compartilhamento e armazenamento de informações? Como é (e-mail, servidor, nuvem, papel)?
15. Como você considera a qualidade da rede (internet/servidor) para transmissão de de informações (arquivos pesados) ?
16. Existe alguma política para a busca de soluções de rede inovadoras para contínua melhora?

### ETAPA 5 – PROCESSO

**GERCON**  
Grupo de Pesquisa e Assessoria em  
Gerenciamento na Construção Civil

Campus Universitário do Pici, bloco 710, sala 10  
Fortaleza - Ceará - Brasil  
tel: (85) 3366 9607 (ramal 26)  
w w w . g e r c o n . u f c . b r



### Recursos

1. O ambiente de trabalho da empresa é reconhecido com um lugar de satisfação pessoal, motivador e produtivo? Caso positivo, existe alguma política de critério de avaliação para mudança no intuito de aumentar a produtividade e a satisfação? Esse fatores são revisados para estarem em melhoria contínua?
2. Os conhecimentos que a organização detém, seja dos seus membros ou com a experiência adquirida, são compartilhados entre os membros? Caso positivo, esse processo é documentado e compartilhado? É armazenado? De que forma? É de fácil acesso? Comente sobre isso, por favor.

### Atividades & Fluxo de Trabalho

1. Existe um fluxo de trabalho BIM detalhado e orientado ao projeto na organização? As funções, responsabilidades e entregáveis são definidas? Comente.
2. Existe alguma avaliação do desempenho dos trabalhos BIM em relação a produtividade?
3. O fluxo de trabalho BIM é revisado e adequado para cada projeto?

### Produtos e Serviços

4. Existe algum template ou BIM Mandete a ser seguido em cada projeto?
5. Já ocorreu a retroalimentação no processo em função da aprendizagem contínua?
6. Existem diretrizes para quebra dos modelos e nível de detalhes?

### Liderança e Gerenciamento

1. Os líderes da organização apresentam uma visão única do BIM?
2. A adoção do BIM partiu de qual nível organizacional?  
( ) Proprietário; ( ) Gerencia; ( ) Sala Técnica; ( ) Outros: \_\_\_\_\_
3. Existe algum plano estratégico de implantação do BIM na organização? Caso positivo, comente como isso se faz, por favor. (Ex.: Método da tentativa e erro/ Plano pouco detalhado / Plano muito detalhado). Caso positivo, essa estratégia é monitorada? Caso exista estratégia de implantação, esta é reavaliada e realinhada para garantir seu sucesso?



4. A visão de implantação presente na organização é compartilhada com todos os membros? E com os *Stakeholders*?

## ETAPA 6 – POLÍTICO

### Preparatório

1. A organização oferece treinamentos sobre BIM para seus membros? Caso positivo, quais as atividades oferecidas? (Ex.: Cursos, Seminários, Palestras) Caso existam treinamentos, como a organização programa essas atividades? (Ex.: Mensalmente/ Semestralmente/ Quando necessário)
2. Quando a organização passa por um treinamento, caso exista, estes são pré-definidos de acordo com as competências das funções de cada membro? E em relação às estratégias organizacionais, eles são pré-definidos?
3. A política de treinamento da organização, caso exista, passa por revisões contínuas para melhoramento do processo educativo?
4. Após a realização de um treinamento, há alguma forma de disseminação interna do conhecimento.

### Regulatória

1. Quando a organização é contratada, há diretrizes sobre a forma como entregará o modelo? Caso positivo, poderia explicar? Caso exista essa referência, esse processo é monitorado e controlado? Esses critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão de qualidade? Comente sobre isso, por favor.
2. Quando a organização conclui um modelo BIM, ele passa por algum processo de controle de qualidade? Caso exista, este é bem documentado? É detalhado? Caso positivo, pode explicar?

### Contratual

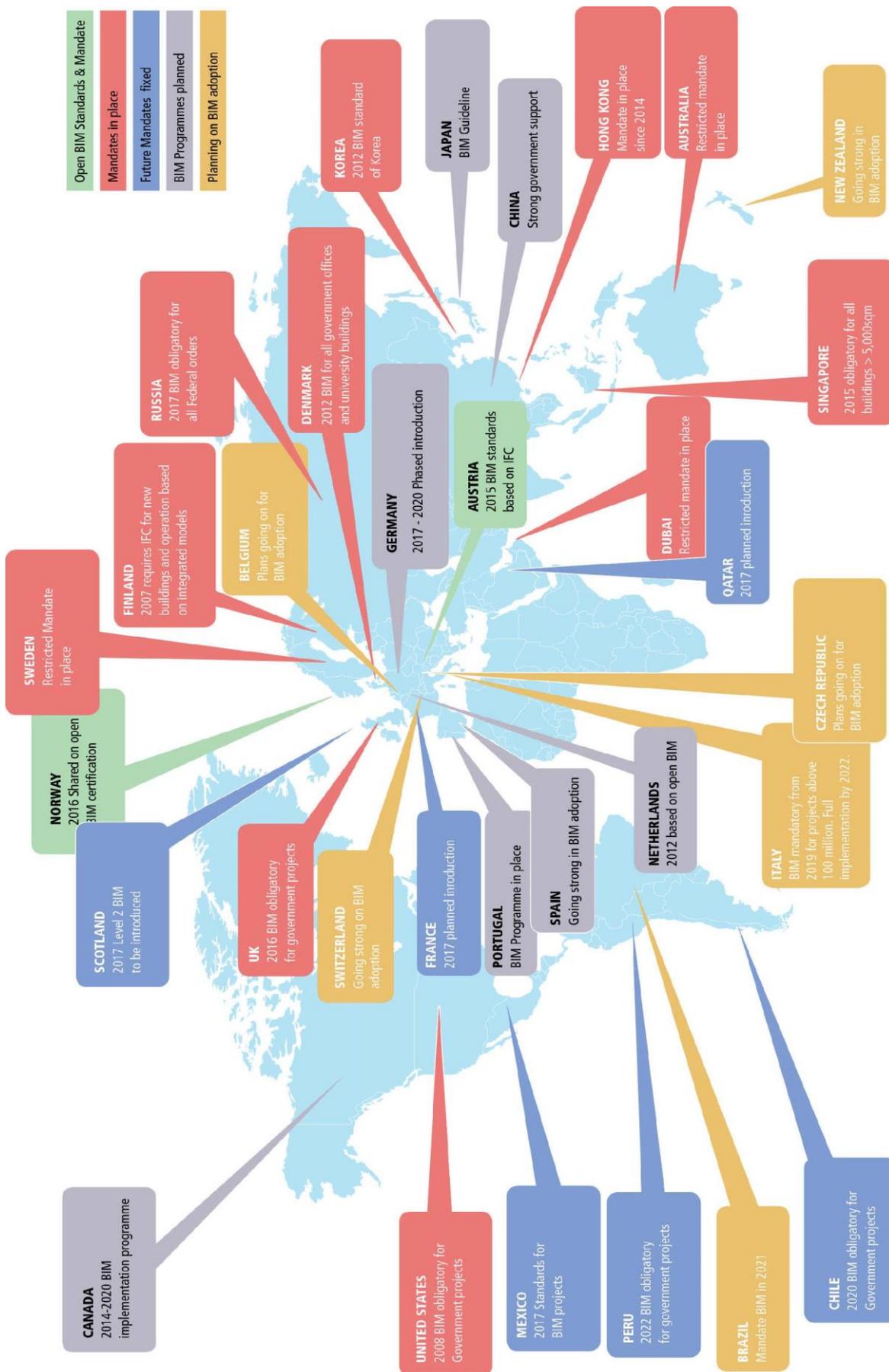
1. Houve alteração na forma de contratação dos seus projetos?
2. Quando existem conflitos entre as partes de um projeto de duas ou mais disciplinas, existe algum sistema de resolução desses conflitos? Comente sobre isso, por favor.
3. Caso a organização execute um trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, existe uma alocação de riscos e responsabilidades de cada *Stakeholder*? A política de alocação de riscos e responsabilidade entre as partes, caso exista, passa por revisões contínuas para conseguirem as melhores práticas?

## APÊNDICE H – ESCALA PROGRESSIVA DE ADOÇÃO BIM NAS IES

Escala progressiva de adoção BIM	Fase 1 Prontidão BIM	Fase 2 Capacidade BIM	Fase 3 Maturidade BIM
<b>Tecnologia</b> Compreende toda a infraestrutura, tecnológica ou física, para o desenvolvimento do ensino BIM			
<b>Acordos institucionais com desenvolvedores de Softwares</b>	Diagnosticar a infraestrutura tecnológica existentes. Propor um plano de aquisição de infraestrutura tecnológica baseada nos objetivos de aprendizagem e usos BIM definidos pela IES.	<b>Há acordos institucionais com um desenvolvedor de softwares</b> 1. Fornecimento de softwares para acesso na IES; 2. Fornecimento de softwares para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;	<b>Há acordos institucionais com mais de um desenvolvedor de softwares</b> 1. Fornecimento de softwares para acesso na IES; 2. Fornecimento de softwares para acesso individual dos alunos (fora IES); 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente;
<b>Softwares</b>		Softwares instalados em todos os computadores de no mínimo um laboratório de informática destinado aos alunos.  A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.	Softwares instalados em todos os computadores de todos os laboratórios de informática destinados aos alunos.  A instalação ocorre de forma institucionalizada, controlada, licenciada e monitorada.
<b>Acordos institucionais com fabricantes de Hardware</b>		<b>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware</b> 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização	<b>Há acordos institucionais com um fabricante de hardware</b> 1. Fornecimento de hardwares para IES; 2. Fornecimento de hardwares para alunos; 3. Programa de capacitação e treinamento do corpo docente; 4. Programa de capacitação e treinamento do corpo discente; 5. Manutenções 6. Programa de substituição de modernização
<b>Hardware</b>		Hardwares adequados em todos os laboratórios de informática destinados aos alunos.  Aquisição de hardwares ocorre de forma planejada, de acordo com os usos e softwares BIM pretendidos.	Hardwares adequados em todos os laboratórios de informática destinados aos alunos.  Aquisição de hardwares ocorre de forma planejada, de acordo com os usos e softwares BIM pretendidos.  Há programa de substituição e melhorias em consonância com o planejamento BIM.
<b>Infraestrutura</b>		Laboratórios de Informática com estações de trabalho com hardwares e softwares BIM individualizado. Com uso exclusivo para o ensino BIM.	Espaços de Ensino BIM, com acomodações e hardwares individualizados. Espaço com infraestrutura de interação e compartilhamento de informações. Uso exclusivo para o ensino BIM.  Ambiente com aprendizagem ativa e colaborativa, com alto engajamento dos alunos.

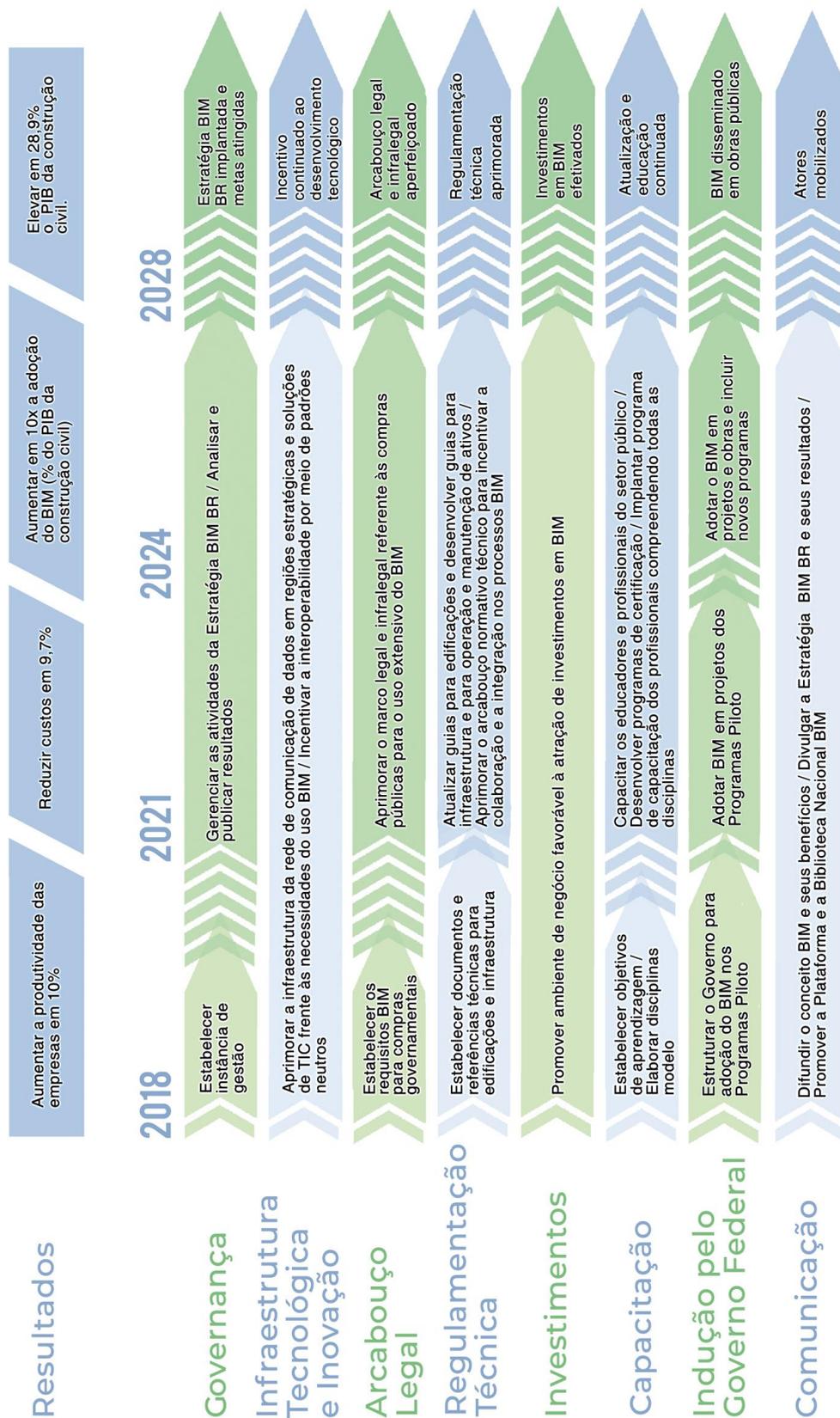
Escala progressiva de adoção BIM	Fase 1 Prontidão BIM	Fase 2 Capacidade BIM	Fase 3 Maturidade BIM
<b>Política</b> Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM.			
<b>Capacitação Docente</b>	Criação de incentivos ou programa de capacitação em BIM ao corpo docente, de forma institucionalizada e formalizada.  Capacitação do corpo docente conforme os objetivos e diretrizes de aprendizagem definidos.	Treinamentos periódicos, conforme planejamento estratégico BIM.	Exigência do BIM na matriz de competências para contratação de professores.
<b>Visão Institucional BIM</b>	O BIM é enxergado como importante, mas não como prioridade ou como metodologia no processo de ensino-aprendizagem para os alunos.	O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, não há uma formalização desta visão institucional.	O BIM é visto como prioridade pela IES e um meio para o processo de ensino-aprendizagem. Ele está inserido no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e nos Planos de Ensinos das disciplinas.
<b>Ensino BIM</b>	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM; Softwares BIM;  Adoção do BIM nas disciplinas de representação gráfica.	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM; Softwares BIM; Metodologia BIM;  Adoção do BIM nas disciplinas de representação gráfica e disciplinas de técnicas construtivas, gerenciamento e planejamento.	O ensino BIM consiste em:  Introdução ao BIM; Softwares BIM; Metodologia BIM; Projetos Integradores (Multidisciplinares); Projetos Colaborativos;  Adoção do BIM nas disciplinas de representação gráfica, técnicas construtivas, gerenciamento, planejamento e disciplinas de projetos e dimensionamentos.
<b>Extensão Acadêmica</b>	Não há nenhuma iniciativa BIM formalizada na extensão acadêmica.  Há ações individuais de professores ou discentes, porém com conhecimento formalizando junto a IES.	Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada.  As iniciativas não estão relacionadas ao planejamento estratégico BIM.	Há iniciativas BIM na extensão acadêmica, institucionalizada e formalizada.  O conjunto de ações (cursos, palestras, seminários, etc..) vão ao encontro do planejamento estratégico BIM.
<b>Iniciação Científica</b>	Há iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisas consolidadas na IES.		Há iniciativas de iniciação científica em BIM formalizada, com linhas de pesquisas consolidadas na IES.  O BIM é enxergado como prioridade na Iniciação Científica.
<b>Decreto Federal 9.337:2018</b>	A IES possui ciência do conteúdo.  Há um plano/estratégia para o cumprimento dos requisitos estabelecidos.	A IES possui ciência do conteúdo.  Não há nenhum plano/estratégia para atendimento dos requisitos e não vem desenvolvendo nenhuma ação.	

## ANEXO A – VISÃO GERAL DA ADOÇÃO GLOBAL DO BIM



ANEXO B – BIM BR ROADMAP

# BIM BR Roadmap



ANEXO C – INTERACTIVE CAPABILITY MATURITY MODEL

Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	G Change Management	D Business process	F Timeliness/Response	E Delivery Method	H Graphical Information	I Spatial Capability	J Information Accuracy	K Interoperability/IFC Support
1	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Response Info manually re-collected - Slow	Single Point Access No IA	Primarily Text - No Technical Graphics	Not Spatially Located	No Ground Truth	No Interoperability
2	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-collected	Single Point Access w/ Limited IA	2D Non-Intelligent As Designed	Basic Spatial Location	Initial Ground Truth	Forced Interoperability
3	Enhanced Data Set	Add Construction/Supply	Two Roles Partially Supported	Aware of CM and Root Cause Analysis	Some Bus Process Collect Info	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	Network Access w/ Basic IA	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	Spatially Located	Limited Ground Truth - Int Spaces	Limited Interoperability
4	Data Plus Some Information	Includes Construction/Supply	Two Roles Fully Supported	Aware CM, RCA and Feedback	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available in BIM	Network Access w/ Full IA	NCS 2D Intelligent As Designed	Located w/ Limited Info Sharing	Full Ground Truth - Int Spaces	Limited Info Transfers Between COTS
5	Data Plus Expanded Information	Includes Constr/Supply & Fabrication	Partial Plan, Design & Constr Supported	Implementing CM	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In BIM	Limited Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent As-Built	Spatially located w/Metadata	Limited Ground Truth - Int & Ext	Most Info Transfers Between COTS
6	Data w/Limited Authoritative Information	Add Limited Operations & Warranty	Plan, Design & Construction Supported	Initial CM process implemented	Few BP Collect & Maintain Info	All Response Info Available In BIM	Full Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent And Current	Spatially located w/Full Info Share	Full Ground Truth - Int And Ext	Full Info Transfers Between COTS
7	Data w/ Mostly Authoritative Information	Includes Operations & Warranty	Partial Ops & Sustainment Supported	CM process in place and early implementation	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services w/IA	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground Truth	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	CM and RCA capability implemented	All BP Collect & Maintain Info	Limited Real Time Access From BIM	Web Enabled Services - Secure	3D - Current And Intelligent	Part of a more complete GIS	Full Computed Areas & Ground Truth	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-cycle Roles Supported	Business processes are sustained by CM using RCA and Feedback loops	Some BP Collect&Maint In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC Access	4D - Add Time	Integrated into a complete GIS	Comp GT w/Limited Metrics	Most Info Uses IFC's For Interoperability
10	Full Knowledge Management	Supports External Efforts	Internal and External Roles Supported	Business processes are routinely sustained by CM, RCA and Feedback loops	All BP Collect&Maint In Real Time	Real Time Access w/ Live Feeds	Netcentric SOA Role Based CAC	nD - Time & Cost	Integrated into GIS w/ Full Info Flow	Computed Ground Truth w/Full Metrics	All Info Uses IFC's For Interoperability

ANEXO D – BIM PROFICIENCY MATRIX – INDIANA UNIVERSITY

IU BIM Proficiency Matrix								
Category Number	A - Physical Accuracy of Model	B- IPD Methodology	C- FM Data Richness	D - Construction Data	E - As-Built Modeling	F - Content Creation	G - Location Awareness	H - Calculation Mentality
1	Basic Model Geometry	Creation of A BIM Execution Plan	Space Management Data	Quantity Takeoffs	Post Bid Model Documentation	Geometrically Correct Content	Site Orientation	BASIC MODEL Information Export (Discipline)
2	Design Requirements	Introduction of Structural and MEP Model	Asset Management	Object Scheduling	Coordination Modeling	Manufacturer's Specific	Existing Environment Awareness	IPD Integration
3	Design Side Collision Detection	Model Managers Role Defined	Manufacturer Specific Information	Material Procurement	Recapturing Design Intent	Design Intent	Global Accuracy	Interdisciplinary Calculations
4	Model Accuracy Innovation	IPD Methodology Innovation	FM Data Innovation	Construction Innovation	As-Built Innovation	Content Innovation	Location Innovation	Calculations Innovation

BIM Maturity Category	Points Achieved		BIM Maturity Score		BIM Standard		
	A - Physical Accuracy of Model	B- IPD Methodology	C- FM Data Richness	D - Construction Data	E - As-Built Modeling	F - Content Creation	
A - Physical Accuracy of Model	0	0	0	0	0	0	
B- IPD Methodology	0	0	0	0	0	0	
C- FM Data Richness	0	0	0	0	0	0	
D - Construction Data	0	0	0	0	0	0	
E - As-Built Modeling	0	0	0	0	0	0	
F - Content Creation	0	0	0	0	0	0	
G - Location Awareness	0	0	0	0	0	0	
H - Calculation Mentality	0	0	0	0	0	0	
<b>0</b>							
				BIM Score Between 0-12	=	Working Towards BIM	
				BIM Score Between 13-18	=	Certified BIM	
				BIM Score Between 19-24	=	Silver	
				BIM Score Between 25-28	=	Gold	
				BIM Score Between 29-32	=	Ideal	

ANEXO E – THE ORGANIZATIONAL BIM ASSESSMENT PROFILE – PENNSTATE UNIVERSITY

Planning Element	Description	Level of Maturity					Current Level	Target Level	Total Possible	
		0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed				5 Optimizing
Strategy	the Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	11	17	25
Organizational Mission and Goals	A mission is the fundamental purpose for existence of an organization. Goals are specific aims which the organization wishes to accomplish.	No organizational mission or goals	Basic organizational mission established	Established basic organizational goals	Organization mission which addressed purpose, services, values (at a minimum)	Goals are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Mission and goals are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	1	3	5
BIM Vision and Objectives	A vision is a picture of what an organization is striving to become. Objectives are specific tasks or steps that when accomplished move the organization toward their goals	No BIM vision or objectives defined	Basic BIM vision is established	Established Basic BIM Objectives	BIM Vision address mission, strategy, and culture	BIM objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and objectives are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	2	3	5
Management Support	To what level does management support the BIM Planning Process	No management support	Limited support for feasibility study	Full Support for BIM Implementation with some resource commitment	Full support for BIM Implementation with appropriate resource commitment	Limited support for continuing efforts with a limited budget	Full support of continuing efforts	3	4	5
BIM Champion	A BIM Champion is a person who is technically skilled and motivated to guide an organization to improve their processes by pushing adoption, managing resistance to change and ensuring implementation of BIM	No BIM Champion	BIM Champion identified but limited time committed to BIM Initiative	BIM Champion with adequate time commitment	Multiple BIM Champions with each working Group	Executive Level BIM Support Champion with limit time commitment	Executive-level BIM Champion working closely with working group champion	3	4	5
BIM Planning Committee	The BIM Planning Committee is responsible for developing the BIM strategy of the organization	No BIM Planning Committee established	Small Ad-hoc Committee with only those interested in BIM	BIM Committee is inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee established with members from all operative units	Planning Committee includes members for all level of the organization including executives	BIM Planning decisions are integrated with organizational Strategic Planning	2	3	5
BIM Uses	The specific methods of implementing BIM	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	2	5	10
Project Uses	The specific methods of implementing BIM on projects	No BIM Uses for Projects identified	Minimal owner requirements for BIM	Minimal BIM Uses required	Extensive use of BIM with limited sharing between parties	Extensive use of BIM with sharing between parties within project phase	Open sharing of BIM data across all parties and project phases	1	3	5
Operational Uses	The specific methods of implementing BIM within the organization	No BIM Uses for Operations identified	Record (As-Built) BIM model received by operations	Record BIM data imported or referenced for operational uses	BIM data manually maintained for operational uses	BIM data is directly integrated with operational systems	BIM data maintained with operational systems in Real-time	1	2	5
Process	The means by which the BIM Uses are accomplished	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	2	5	10
Project Processes	The documentation of External Project BIM Processes	No external project BIM processes documented	High-level BIM process documented for each party	Integrated high-level BIM process documented	Detailed BIM process documented for primary BIM Uses	Detailed BIM process documented for all BIM Uses	Detailed BIM process documented and regularly maintained and updated	1	3	5
Organizational Processes	The documentation of Internal Organizational BIM Processes	No internal organizational BIM processes documented	High-Level BIM process documented for each operating unit	Integrated high-level organizational process documented	Detailed BIM process documented for primary organizational Uses	Detailed BIM process documented for all BIM Uses	Detailed BIM Process documented and regularly maintained and updated	1	2	5

Planning Element	Description	Level of Maturity					Current Level	Target Level	Total Possible	
		0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed				5 Optimizing
Information	Information Needs refer to Model Level of Development and Facility Data requirements	Non-Existent	Organizational Model Element Breakdown defined but not uniform within entire organization	Organizational Model Element Breakdown is uniform within the organization	Organizational Model Element Breakdown aligned with industry standards	Organizational Model Element Breakdown updated along with industry standards	Organizational standard model element breakdown are balloted for inclusion in industry standards	0	0	15
Model Element Breakdown (MEB)	Model Element Breakdown Structure are identifiers assigned to each physical or functional element in the breakdown of the facility model.	No consistent Organizational Model Element Breakdown	Organizational Model Element Breakdown defined but not uniform within entire organization	Organizational Model Element Breakdown is uniform within the organization	Organizational Model Element Breakdown aligned with industry standards	Organizational Model Element Breakdown updated along with industry standards	Organizational standard model element breakdown are balloted for inclusion in industry standards	0	0	5
Level of Development (LOD)	The Level of Development (LOD) describes the level of completeness to which a Model Element developed	No consistent Level of Development	LOD defined but not standardized within the entire organization	LOD standardized within the organization	Organizational LOD standards aligned with industry standards	Model View Definitions & Information Delivery Manuals are used to define LOD	Organizational modification to MVDs and IDMs are balloted for inclusion in industry standards	0	0	5
Facility Data	Facility Data is non-graphical information that can be attached to objects within the Model that defines various characteristics of the object	No consistent facility data requirement	Facility data defined but not internally standardized	Facility data defined and standardized within the organization	Organizational facility data attributes aligned with industry standards	Facility data attributes aligned with open standards	Facility data attributes updated with open standards	0	0	5
Infrastructure	Technological and physical systems needed for the operation of BIM with the organization.	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	15
Software	the programs and other operating information used by a computer to implement BIM	No BIM Software	Software capable of accepting BIM data	Basic BIM Software Systems	Advanced BIM software systems	All software systems available to all personnel	Program established for continuous updating of BIM software systems	0	0	5
Hardware	physical interconnections and devices required to store and execute (or run) BIM software	No Hardware capable of running BIM software	All Hardware capable of running basic BIM software	Running Basic BIM Software	Some advanced hardware systems with the organization	All organization hardware is capable of running advanced BIM Software	Program established for continuous updating of BIM hardware systems	0	0	5
Physical Spaces	Functional areas within a facility used to properly implement BIM within the organization	No dedicated BIM space	Single workstation for viewing BIM data	Collaborating with a screen large enough for multiple viewers	BIM room for collaborating with large screen viewing capability	Multiple collaborative workspaces within regular workspace	Program established for continuous updating of BIM spaces	0	0	5
Personnel	Human resources of an organization	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	25
Roles and Responsibilities	Roles are the primary function assumed by a person within the organization and Responsibilities are the tasks or obligations that one is required to do as part of that role.	No roles and responsibilities documented	BIM is the responsibility of the BIM Champion	BIM is the responsibility of the interdisciplinary BIM Group	BIM responsibility lies with each operating unit	BIM responsibility lies with each person	BIM Responsibilities are regularly reviewed to ensure they are properly distributed	0	0	5
Organizational Hierarchy	An arrangement of personnel and group into functional groups within the organization	Organizational Hierarchy does not address BIM	BIM Champion outside of typical organizational hierarchy	Small BIM Implementation Team outside the typical organization hierarchy	Large interdisciplinary BIM Group created	BIM Champion defined within each operating unit	BIM implementation Team supports BIM Use within operating units	0	0	5
Education	Education is to formally instruct about a subject	No Education Program	Ad hoc education as needed	Formal Presentations on what is BIM and the Benefits is has for the organization	Regularly conducted employee education sessions	On-Demand education program established for the organization	Education is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0	0	5
Training	Train is to teach so as to make fit, qualified, or proficient in a specific task or process	No Training Program	Training program run by vendors - only for necessary personnel	Internal Training program for all personnel that may interact with BIM	Regularly conducted and routine training programs	On-Demand training program established for the organization	Training is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0	0	5
Change Readiness	The willingness and state preparedness of an organization to integrate BIM	No Change Readiness Awareness	Established need for BIM	Upper management buy-in	Operating unit buy-in	All individuals buy-in	Willingness to change is part of the culture of the organization	0	0	5
Totals	This is the total for all the categories. Note this does reflect maturity in all sections. While the organization could score high, there could be some key areas not implemented that could hinder the organizations BIM Implementation.							15	27	100

ANEXO F – BIM MATURITY MATRIX (BIM<sup>3</sup>)

CONJUNTO DE CAPACIDADES EM BIM		TECNOLOGIA baseada no conjunto de capacidades V5.0				
Áreas-chave de maturidade - Granularity level1	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)	
<b>Hardware:</b> equipamentos, entregáveis, localização, mobilidade  <b>Rede:</b> soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso	<p>O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revisados para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados ciclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refletidos e proativamente reforçados.</p> <p><b>pontos</b></p>	
	<p>Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>As especificações dos equipamentos – apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM – são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal (quando necessário) e aumentar a produtividade do BIM.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.</p> <p><b>pontos</b></p>	
<p>As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.</p> <p><b>pontos</b></p>	<p>As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rígida.</p> <p><b>pontos</b></p>		

Áreas-chave de maturidade - Granularity level	a INICIAL (pts. 0)	b DEFINIDO (max pts. 10)	c GERENCIADO (max pts. 20)	d INTEGRADO (max pts. 30)	e OPTIMIZADO (max pts. 40)
<b>Recursos</b> Infraestrutura Física e de Conhecimento	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo. O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tático para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, apresentação e divulgação são revistas e reforçadas sistematicamente
<b>Atividades &amp; Fluxo de trabalho</b> Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'dar voltas' ocorre na organização.	As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e; o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revistas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
<b>Produtos &amp; Serviços</b> Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor diferencial.	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
<b>Liderança &amp; Gerenciamento</b> Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.

Áreas-chave de maturidade - <i>Granularity Level</i>	a INICIAL <i>(pts. 0)</i>	b DEFINIDO <i>(max pts. 10)</i>	c GERENCIADO <i>(max pts. 20)</i>	d INTEGRADO <i>(max pts. 30)</i>	e OPTIMIZADO <i>(max pts. 40)</i>
<b>Recursos</b> Infraestrutura Física e de Conhecimento	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo; O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tático para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade, a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais é acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistemicamente
<b>Atividades &amp; Fluxo de trabalho</b> Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do heroísmo individual. Uma mentalidade de 'dar voltas' ocorre na organização.	As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e; o heroísmo se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar com os objetivos organizacionais. As práticas em relação ao RH são revisadas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
<b>Produtos &amp; Serviços</b> Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progressão de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial.	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progressão de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
<b>Liderança &amp; Gerenciamento</b> Organizacional, estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de "tentativa e erro". O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação do BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.