



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANTONIO JEAN NASCIMENTO DE CASTRO

**ADOÇÃO BIM NA MICRORREGIÃO DOS SERTÕES DE CRATEÚS: UM
DIAGNÓSTICO A PARTIR DA PERSPECTIVA DE MÚLTIPLOS STAKEHOLDERS**

CRATEÚS
2021

ANTONIO JEAN NASCIMENTO DE CASTRO

ADOÇÃO BIM NA MICRORREGIÃO DOS SERTÕES DE CRATEÚS: UM
DIAGNÓSTICO A PARTIR DA PERSPECTIVA DE MÚLTIPLOS STAKEHOLDERS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Ceará, Campus de Crateús, como
requisito parcial à obtenção do título de bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Luis Felipe Cândido

CRATEÚS

2021

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)

- C35a Castro, Antonio Jean Nascimento de.
Adoção BIM na microrregião dos Sertões de Crateús: um diagnóstico a partir da perspectiva de múltiplos stakeholders / Antonio Jean Nascimento de Castro. – 2021.
108 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2021.
Orientação: Prof. Me. Luis Felipe Cândido.
1. Maturidade BIM. 2. Construção Civil. 3. Inovação. I. Título.

CDD 620

ANTONIO JEAN NASCIMENTO DE CASTRO

ADOÇÃO BIM NA MICRORREGIÃO DOS SERTÕES DE CRATEÚS: UM
DIAGNÓSTICO A PARTIR DA PERSPECTIVA DE MÚLTIPLOS STAKEHOLDERS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Ceará, Campus de Crateús, como
requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Luis Felipe Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Me. Tatiane Lima Batista
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Jeferson Spiering Böes
Faculdade Ari de Sá

Ao meu avô, José Ribeiro do Nascimento, que sempre dizia querer ver o neto “doutor” mas infelizmente faleceu no dia 17 de abril de 2018.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Neide e José Roberto, por terem me criado da melhor maneira, fazendo o impossível para que eu e minha irmã tivéssemos acesso a uma educação de qualidade. Pelo suporte financeiro fornecido no tempo de faculdade e por entenderem as dificuldades que encontrei pelo caminho.

Ao Prof. Me. Luis Felipe Cândido pela excelente orientação, por ter se mostrado extremamente solícito e contribuído de forma ímpar para minha formação acadêmica e pessoal, desde os tempos do programa de iniciação à docência e pela dica fornecida para escolha do tema.

Aos amigos Daniel Anjos, Wesley Nathan, Bruno Moreira e José Jerônimo pelos anos de convivência sob o mesmo teto. Por tornarem meus dias mais leves com nossas brincadeiras. Por todas as histórias e experiências vividas e superadas juntos e por terem me ajudado imensamente em vários momentos, dando suporte acadêmico, pessoal e até mesmo financeiro.

Aos amigos Gerardo Hugo, Rafael Nunes e Alverne Paiva pelos momentos incríveis e intensos que tivemos juntos. Pelas noites de descontração após dias exaustivos, pelas conversas aleatórias, por terem me permitido aprender com vocês tanto na faculdade quanto na vida.

À Herica Marques, pelos anos de companheirismo e por tudo ofertado a mim. Por ter tornado minha caminhada menos complicada e pelo ombro fornecido em momentos de dificuldade.

À Gabriela Rodrigues pelos anos de trabalho, por tudo que desenvolvemos juntos e pelas raras mas importantes conversas, que me ajudaram a ter melhores perspectivas sobre meu futuro profissional.

Aos amigos Rodrigo Ferreira, Carlos Ruan e Willian, por todas as conversas rotineiras e pensamentos compartilhados em tempos de pandemia, que contribuíram para que eu me sentisse mais próximo das pessoas, mesmo em meio ao isolamento.

Aos colegas de ensino médio Wagner Cavalcante, Wesley Araújo, Wellington Gonçalves e Vitória Késsia, que foram os primeiros a me dizerem que UFC não era somente uma competição de artes marciais e plantaram na minha mente a vontade de entrar na universidade.

A todos amigos, colegas, professores e pessoas que chegaram e partiram de meu convívio, mas que foram de extrema importância na minha vida acadêmica ou pessoal.

“Viver é ter a opção de crescer
profissionalmente e intelectualmente.”

(Eduardo Taddeo)

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) tem se mostrado uma metodologia capaz de reestruturar processos, políticas e tecnologias na indústria da construção, beneficiando a sociedade por completo. Entretanto, a implantação do BIM no Brasil ainda se encontra em estágio incipiente, pois embora haja esforços para sua implementação e disseminação em nível nacional, como a Estratégia BIM BR, a heterogeneidade da construção civil de um país de dimensões continentais é patente e exige que se considere aspectos locais para atingir as mais diversas microrregiões. Assim, o presente trabalho investigou a adoção do BIM em uma perspectiva microrregional, a partir de um estudo de caso cujo objetivo foi mapear o estado atual de adoção BIM na indústria da construção civil dos Sertões de Crateús, microrregião do estado do Ceará, no nordeste brasileiro. Para isso, foram realizadas quatorze entrevistas em profundidade com os principais *stakeholders* da construção civil na microrregião (construtoras, projetistas, instituições de ensino, poderes públicos e entidades de classe) que possibilitaram identificar o envolvimento dos respondentes com o BIM, o ponto de vista deles sobre esta metodologia a nível microrregional e a perspectiva sobre a atuação dos demais *stakeholders* quanto à implantação do BIM. Com isso foi possível avaliar o nível de maturidade BIM do setor em causa aplicando o modelo de componentes de macro-maturidade de Succar e Kassem (2015), cujo resultado foi melhor do que o do estado do Ceará e pior do que o do Brasil apontados na literatura, o que indica que as ações de nível nacional não têm atingido os pequenos centros urbanos, evidenciando a importância deste estudo. Ainda, foram identificadas 21 barreiras e lacunas de maturidade que se opõem à adoção do BIM na microrregião, dentre as quais se destacam a falta de conhecimento sobre o BIM e a resistência à adoção de novas tecnologias. que serviram como base para a proposição de diretrizes para adoção do BIM na microrregião. Desta forma, pode-se concluir que a adoção do BIM tem se dado em nível microrregional, ainda que de forma embrionária. Neste sentido, o estudo contribuiu ampliando o diagnóstico sobre o BIM no Brasil, oferecendo subsídios para elaboração de estratégias mais adequadas à realidade do setor em polos regionais, aumentando a capilaridade desta nova forma de desenvolver empreendimentos de construção e contribuindo assim para o desenvolvimento regional. Trabalhos futuros foram sugeridos como desdobramentos da pesquisa.

Palavras-chave: Maturidade BIM. Construção Civil. Inovação.

ABSTRACT

The Building Information Modeling (BIM) is a methodology capable of restructuring processes, policies and technologies in the construction industry, benefiting the society as a whole. However, the implementation of BIM at Brazil is still in an incipient, despite of efforts, such as Estratégia BIM BR. Among others factors, this is related to a heterogeneity of construction industry in a continental nation like Brazil that difficults the diffusion of actions to improve the implementation of BIM. This demands to consider local aspects to reach the most diverse microregions. Thus, this work investigated the BIM adoption in a micro-regional perspective, based on a case study of the civil construction industry in the backlands of Crateús, a microregion in the state of Ceará, northeast of Brazil. For that, fourteen in-depth interviews were conducted with the main stakeholders from civil construction of the microregion: construction companies, designers, educational institutions, public authorities, and class entities. From that, was possible to identify the respondent's involvement with BIM, their point of view about the methodology at the micro regional level and the perspective about the performance of the other stakeholders on the BIM implantation. The level of BIM maturity of the sector was assessed using the macro-maturity components model of Succar and Kassem (2015). The result indicated that the performance of the micro region of Crateús was better than the state of Ceará. Moreover, the result was worse than Brazil, which indicates that actions on national level have not been reaching the small urban centers, highlighting the importance of this study. In addition, 21 barriers and maturity gaps were identified to be against the BIM adoption in the microregion, among which stand out the lack of knowledge about BIM and the resistance to the adoption of new technologies that serves as a basis for proposing guidelines for the BIM adoption in the microregion. It can be concluded that the BIM adoption has taken place at the micro regional level, even if in an embryonic way. In this way, the study has contributed by expanding the diagnosis of BIM in Brazil, offering subsidies for the elaboration of more appropriate strategies related to the reality of the sector in regional centers. Notwithstanding, contributes to increasing the capillarity of this new way of developing construction projects and to regional development. Future works were suggested.

Keywords: BIM Maturity. Civil Construction. Innovation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Campos BIM.....	23
Figura 2 - Níveis de capacidade BIM.....	25
Figura 3 - Áreas de difusão BIM.....	30
Figura 4 - Dinâmica de Difusão Macro.....	35
Figura 5 - Modelo de Responsabilidades de Macro Difusão.....	38
Figura 6 - Delineamento de pesquisa.....	42
Figura 7 - Distribuição dos entrevistados por município.....	50
Figura 8 - Motivos para não-adoção do BIM pelos projetistas.....	61
Figura 9 - Quem se beneficiaria com a adoção do BIM.....	69
Figura 10 - Percepção sobre a adoção BIM nas construtoras.....	71
Figura 11 - Percepção sobre a adoção BIM pelos projetistas.....	71
Figura 12 - Percepção sobre a atuação do poder público para implantar o BIM na microrregião.....	72
Figura 13 - Formas de contribuição do poder público para a adoção BIM.....	73
Figura 14 - Percepção sobre a atuação do CREA para implantar o BIM na microrregião.....	73
Figura 15 - Formas de contribuição do CREA para a adoção BIM.....	74
Figura 16 - Percepção sobre o auxílio dos fornecedores de materiais para implantação do BIM na microrregião.....	74
Figura 17 - Barreiras para implantação BIM.....	75
Figura 18 - Estruturação do Plano de Implantação BIM.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação do roteiro de entrevistas pelos especialistas (continua)	45
Tabela 2 - Exemplo de cálculo do nível de maturidade	47
Tabela 3 - Entrevistados na pesquisa.....	49
Tabela 4 - Detalhamento das entrevistas	49
Tabela 5 - Agentes que podem contribuir com a adoção do BIM.....	70
Tabela 6 - Avaliação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús (continua).....	77
Tabela 6 - Avaliação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús (conclusão).....	78
Tabela 6 - Comparação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús com Ceará em 2019 e Brasil em 2015-2016	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Interações entre Campos BIM.....	24
Quadro 2 - Benefícios BIM	26
Quadro 3 - Etapas de implementação do BIM	29
Quadro 4 - Métricas granulares para análise da matriz de áreas de difusão.....	30
Quadro 5 - Componentes de macro-maturidade BIM	32
Quadro 6 - Matriz de Macro-Maturidade BIM.....	32
Quadro 7 - Matriz da Dinâmica da Macro-Difusão.....	36
Quadro 8 - Ações Políticas	37
Quadro 9 - Matriz de Responsabilidades de Macro Difusão.....	38
Quadro 10 - Caracterização dos roteiros de entrevista.....	44
Quadro 11 - Caracterização dos especialistas.....	45
Quadro 12 - Principais críticas realizadas pelos especialistas para os roteiros	47
Quadro 14 - Caracterização das construtoras	51
Quadro 15 - Caracterização dos projetistas	52
Quadro 16 - Caracterização das instituições de ensino	53
Quadro 17- Caracterização dos respondentes das instituições de ensino	53
Quadro 18 - Caracterização dos respondentes do poder público.....	54
Quadro 19 - Definições do BIM, conforme os construtores.....	55
Quadro 20 - Definições do BIM conforme os projetistas (continua...)	58
Quadro 21 - Definição de BIM de acordo com representantes das instituições de ensino (continua...).....	62
Quadro 22 - Vantagens e desvantagens do BIM apontadas pelos representantes das instituições de ensino	63
Quadro 23 - Definição de BIM de acordo com representantes do poder público	67
Quadro 24 - Sintetização das barreiras e lacunas de maturidade (continua...)	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BIMMI	<i>Building Information Modeling Management Institute</i>
CAD	<i>Computer-aided manufacturing</i>
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CIC	<i>Computer Integrated Construction</i>
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DWG	<i>Drawing</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
EPP's	Empresas de Pequeno Porte
GT-BIM	Grupo de Trabalho BIM
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
MPE	Micro e Pequenas Empresas
NBR	Norma Brasileira
PDN	Publicações Dignas de Nota
PIB	Produto Interno Bruto
PO	Política
PR	Processo
RCC	Resíduos da Construção Civil
SINDUSCON-CE	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará
TE	Tecnologia
TPP	Tecnologia, Processo e Política
TQS	Tecnologia em Qualidade e Sistemas
UFC	Universidade Federal do Ceará
2D, 3D, 4D, 5D	Número de Dimensão

LISTA DE SÍMBOLOS

n°	Número
R\$	Reais
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Contextualização	17
1.2	Problema e delimitação da pesquisa	18
1.3	Objetivos.....	19
1.4	Justificativa	20
1.5	Estrutura do trabalho	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Building Information Modeling (BIM).....	22
2.1.1	<i>Campos BIM</i>	23
2.1.2	<i>Estágios BIM</i>	25
2.1.3	<i>Benefícios BIM</i>	26
2.2	Modelos de adoção BIM.....	29
2.2.1	<i>Modelo de áreas de difusão</i>	29
2.2.2	<i>Modelo de componentes da macro maturidade</i>	31
2.2.3	<i>Modelo Dinâmicas da Macro Difusão</i>	35
2.2.4	<i>Modelo Ações Políticas</i>	36
2.2.5	<i>Responsabilidades de Macro Difusão</i>	37
2.3	Estágio atual de adoção do BIM no Brasil e no Ceará.....	39
3	MÉTODO DE PESQUISA	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1	Caracterização dos participantes da pesquisa	49
4.1.1	<i>Caracterização das construtoras</i>	50
4.1.2	<i>Caracterização dos projetistas</i>	52
4.1.3	<i>Caracterização das instituições de ensino</i>	53
4.1.4	<i>Caracterização do poder público</i>	53
4.1.5	<i>Caracterização do CREA</i>	54
4.2	Envolvimento com o BIM	54
4.2.1	<i>Envolvimento com o BIM – Construtoras</i>	54
4.2.1.1	Construtoras que utilizam o BIM	56
4.2.1.2	Construtoras que não utilizam o BIM	58
4.2.2	<i>Envolvimento com o BIM – Projetistas</i>	58
4.2.2.1	Projetistas que utilizam o BIM	59
4.2.2.2	Projetistas que não utilizam o BIM	60

4.2.3	<i>Envolvimento com o BIM – Instituições de ensino.....</i>	62
4.2.3.1	Instituições de ensino que utilizam o BIM.....	64
4.2.3.2	Instituições de ensino que não utilizam o BIM	65
4.2.4	<i>Envolvimento com o BIM – Poder público</i>	66
4.2.5	<i>Envolvimento com o BIM – CREA.....</i>	68
4.3	A adoção microrregional do BIM na perspectiva dos seus principais agentes	69
4.4	Avaliação da adoção BIM na microrregião.....	76
4.5	Diretrizes para a implantação do BIM na microrregião de Crateús.....	79
5	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS	85
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DAS CONSTRUTORAS.....	89
	APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DOS PROJETISTAS.....	93
	APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO	97
	APÊNDICE D – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DO PODER PÚBLICO	101
	APÊNDICE E – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DO CREA.....	104
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS ROTEIROS DE ENTREVISTA PELOS ESPECIALISTAS	107

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A indústria da construção civil é um setor importante para o Brasil, sendo responsável por 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional segundo a Federação das Indústrias do Distrito Federal (2017). Contudo, o setor é pouco afeito à adoção de novas tecnologias tendo em vista que, para muitos, seguir métodos tradicionais acarreta em menos erros e incertezas (SOUSA, 2015), o que acaba tornando lento o processo de desenvolvimento da área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Neste contexto o BIM (*Building Information Modeling*) se apresenta como uma mudança de paradigma capaz de reestruturar empreendimentos de construção, desde a concepção do projeto até a entrega ao cliente, resultando em benefícios de longo prazo, tanto para a indústria da construção quanto para a sociedade como um todo (EASTMAN *et al.*, 2008).

Porém, a implantação do BIM no Brasil ainda se encontra em estágio incipiente (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2011; BÖES, 2019), sendo efetuada isoladamente por algumas empresas sem uma participação colaborativa de todos os *stakeholders* (BÖES, 2019). Ainda segundo esse autor, isso ocorre, em parte, devido à ausência de diretrizes para implantação do BIM no cenário nacional, aliada à uma bibliografia que não corresponde às necessidades de projetistas e construtoras.

Neste sentido, Machado, Ruschel e Scheer (2016) apontaram que a produção científica brasileira relacionada ao BIM é direcionada principalmente para a caracterização da metodologia em si, sendo necessária a adoção de novos procedimentos metodológicos que contribuam com a solução de problemas reais. Isso corrobora com Checcucci, Pereira e Amorim (2011) que identificaram como temas mais recorrentes na pesquisa nacional o BIM em projetos de arquitetura, a colaboração e a interoperabilidade.

Desta forma, é de extrema importância a elaboração de estudos voltados para a implantação BIM (SUCCAR; KASSEM, 2016; BÖES, 2019). Tais pesquisas devem ser estruturadas de acordo com métodos disponíveis na literatura capazes de subsidiar construtoras e projetistas, fornecendo detalhadamente as etapas necessárias para implantar o BIM de acordo com a realidade de cada empresa.

Assim, entidades como a *Computer Integrated Construction Research Program* (CIC, 2013) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2016) expõem guias e manuais de implantação BIM. Esses manuais auxiliam as empresas a caracterizarem seus

empreendimentos e sua visão organizacional para, a partir daí, se tornarem capazes de identificar possíveis melhorias que a adoção BIM pode lhes fornecer. Ainda, proporcionam métodos de implementação e *roadmaps* que auxiliam no cumprimento de seus objetivos.

Entretanto, estes guias focam na implantação isolada em empresas, sendo necessária uma abordagem mais ampla que englobe, além de construtores e projetistas, o poder público e as instituições de ensino (BÖES, 2019). Desta forma, a elaboração de um plano estratégico de implantação BIM é de extrema importância para direcionar a formação de novos profissionais, as ações governamentais e as novas formas de trabalho e inter-relacionamento entre os agentes da construção.

No Brasil o governo federal tem agido para promover a implantação BIM por meio da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* (Estratégia BIM BR), instituída pelo decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019, além dos critérios impostos no decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020 para a execução de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos da administração pública federal. Dentre as diretrizes apresentadas no decreto 9.983, destaca-se o objetivo de desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM.

Contudo, a Estratégia BIM BR aborda a Implantação BIM de um ponto de vista nacional, sendo necessária uma análise e adequação desta sob uma ótica territorial, especialmente porque o Brasil possui dimensões continentais e as características do setor variam de uma região para outra do país. Neste contexto, Böes (2019) propôs uma metodologia de implantação do BIM para o estado Ceará, considerando características próprias da indústria da construção civil cearense e desenvolvendo diretrizes adequadas à realidade deste estado.

Todavia, o estudo feito por este autor foi realizado com *stakeholders* relacionados ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará (SINDUSCON-CE), apresentando desta forma resultados mais próximos à realidade da cidade de Fortaleza do que do interior do estado. Sendo assim, investigar o nível microrregional pode ser uma alternativa para promover a difusão e implantação do BIM, uma vez que ações estratégicas específicas para as necessidades de cada região podem ser pensadas. Esta é a temática abordada no estudo, cujo problema e objeto de pesquisa é explicitado a seguir.

1.2 Problema e delimitação da pesquisa

Face ao exposto, o problema de pesquisa deste trabalho relaciona-se com a capilaridade de ações propostas em planos estratégicos para a implantação do BIM no Brasil,

como é o caso da Estratégia BIM BR. É válido questionar se estes verdadeiramente têm atingido contextos locais específicos da construção civil, em escala microrregional. É válido questionar-se, também, se estes planos adequam-se a realidade local para que as ações sejam factíveis e fortaleçam as capacidades dos agentes em busca da adoção do BIM em nível setorial.

Assim, faz-se necessário conhecer o estado atual de adoção do BIM no setor para melhor compreender a problemática supra sumarizada. Já existe um diagnóstico nacional (AMORIM; KASSEM, 2015) e um do estado do Ceará (BÖES, 2019) restando, portanto, um diagnóstico microrregional, lacuna que a presente pesquisa pretende contribuir. Ressalta-se que, embora Bões (2019) tenha empreendido relevante esforço para diagnosticar o estado atual no estado do Ceará, sua análise concentrou-se majoritariamente com *stakeholders* da capital, no que o presente trabalho contribui ampliando as análises no estado.

Assim, tomou-se como questão de pesquisa:

Como adoção do BIM tem se dado em nível microrregional?

Como objeto de estudo, tomou-se a adoção do BIM no setor de construção da microrregião dos Sertões de Crateús-CE, que é formada por nove municípios (Ararendá, Crateús, Independência, Ipaporanga, Monsenhor Tabosa, Nova Russas, Novo Oriente, Quiterianópolis e Tamboril), e que foi explorada a partir da perspectiva dos principais agentes do setor: construtores, projetistas, instituições de ensino, poder público municipal e o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Estes agentes foram definidos com base em Bões (2019) e nos modelos de adoção BIM de Succar e Kassem (2015).

1.3 Objetivos

A partir da questão de pesquisa, o objetivo geral definido foi:

Mapear o estado atual de adoção do BIM na Indústria da Construção Civil nos Sertões de Crateús.

Os objetivos específicos consistem em:

- a) Caracterizar o envolvimento com o BIM de diferentes agentes na microrregião dos Sertões Crateús;
- b) Identificar barreiras para adoção do BIM na microrregião dos Sertões de

Crateús, de acordo com os *stakeholders*;

- c) Avaliar o nível de maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús de acordo com os *stakeholders*;
- d) Comparar o estágio de adoção da microrregião ao do estado do Ceará e com o estágio do Brasil;
- e) Propor diretrizes para a elaboração de plano de implantação BIM para a microrregião dos Sertões de Crateús.

1.4 Justificativa

De acordo com Eastman *et al.* (2008), a adoção efetiva do BIM vai além da substituição da metodologia CAD, exigindo uma reformulação das empresas que, para acontecer, necessita de um plano de implantação BIM. Succar e Kassem (2016) complementam dizendo que é necessário haver um estudo aprofundado que sustente a adoção BIM e a difusão da inovação.

Desta forma, este trabalho é relevante pois pode ajudar no direcionamento do processo de implantação BIM em uma microrregião geográfica do interior do Ceará, proporcionando todos os benefícios da metodologia BIM para este local e servindo como referência para outras localidades.

É importante destacar a contribuição econômica, social e ambiental deste estudo. Do ponto de vista econômico, a adoção BIM proporciona maior rapidez e qualidade ao desenvolvimento de projetos, resultando assim em construções de melhor desempenho (GARBINI; BRANDÃO, 2014). Isso ocorre, pois, a metodologia BIM reestrutura o processo de projeto, antecipando a detecção de possíveis falhas e incompatibilidades de projeto e permitindo uma análise mais criteriosa dos requisitos funcionais da construção (EASTMAN *et al.*, 2008; GARBINI; BRANDÃO, 2014).

Além disso, o uso correto do BIM reduz cerca de 40% dos gastos não orçados e gera uma economia de contrato de 10%, podendo diminuir o tempo de projeto em até 7% (CIC, 2013). Essa redução de custos e prazos gera uma maior receita e eficiência dentro da indústria da construção civil, elevando o potencial crescimento do setor. A Estratégia BIM BR (2018) prevê um acréscimo de 0,6% ao ano no crescimento do PIB da Construção Civil em função da adoção do BIM. Sendo assim, é importante elaborar diretrizes BIM para capacitar os principais *stakeholders* do setor através de uma proposta de implantação BIM que envolva estes agentes.

Com relação à sustentabilidade ambiental a implantação BIM auxilia no aumento

da eficiência energética (EASTMAN *et al.*, 2008). Além disso, em função da redução de retrabalhos e maior eficiência geral da obra, há uma diminuição na geração de resíduos da construção civil (RCC) e da perda incorporada, reduzindo, conseqüentemente, o uso de matérias-primas.

Por fim, do ponto de vista social, a adoção do BIM é capaz de proporcionar benefícios a longo alcance, tendo em vista que suas características inibem a execução de trabalhos desnecessários e o desperdício de recursos financeiros (EASTMAN *et al.*, 2008). Neste sentido, a construção civil tende a elevar seu crescimento através do BIM e, por conseqüência, diminuir o desemprego, tendo em vista que o desenvolvimento do setor resulta na necessidade de mais colaboradores.

1.5 Estrutura do trabalho

O estudo está dividido em cinco seções, incluindo esta introdução que apresentou o contexto, problema de pesquisa, objetivos, justificativa e estrutura do trabalho. A seguir, na segunda seção, apresenta-se o referencial teórico da pesquisa, onde conceitualiza-se o BIM – na primeira subseção, a partir da definição de Succar (2009), bem como apresentam-se os principais benefícios. Na segunda subseção, apresentam-se os modelos de adoção BIM de referência mundial propostos por Succar e Kassem (2015). Em seguida, apresenta-se um panorama do estágio atual de adoção do BIM no Brasil e no Ceará para que seja possível realizar a regionalização, como proposto por este estudo.

Na terceira seção, apresenta-se o método de pesquisa caracterizando a tipologia de pesquisa e os passos que foram necessários à consecução dos objetivos pretendidos. Na quarta seção, apresentam-se os resultados e discussões, onde os agentes da construção civil local que participaram da pesquisa foram caracterizados, tiveram seu envolvimento com o BIM descrito e sua percepção acerca da contribuição dele e dos demais *stakeholders* para a adoção do BIM na região foram apresentados e discutidos à luz da literatura de suporte, sendo realizada ainda uma avaliação da adoção BIM na microrregião com base no modelo de componentes de maturidade de Succar e Kassem (2015) e a elaboração de diretrizes para a execução de um plano de implantação BIM.

Por fim, na quinta e última seção, apresentam-se as conclusões do trabalho, seguida das recomendações de trabalhos futuros, das referências e apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta o referencial teórico com foco no BIM e na sua implantação, bem como na adoção macro-BIM sob uma perspectiva setorial, e no estado atual de adoção do BIM no Brasil e no Ceará.

2.1 Building Information Modeling (BIM)

O *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção, em português) é definido por Succar (2009), ao citar Penttillä (2006), como um conjunto atrelado de políticas, processos e tecnologias que formam uma metodologia de gerenciamento de informações capaz de gerir dados ao longo de todo ciclo de vida de um edifício, por meio de um modelo digital.

Eastman *et al.* (2008) complementam ao afirmar que o BIM consiste em uma tecnologia de modelagem aliada à um conjunto associado de processos com o intuito de produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Andrade e Ruschel (2009) acrescentam que esta metodologia tem como objetivo efetivar uma prática de projeto integrada (*Integrated Project Delivery*, IPD), fazendo com que os projetistas colaborem para produzir todos os sistemas construtivos em um modelo único do edifício.

De acordo com Andrade e Ruschel (2009), a colaboração é possível graças à interoperabilidade, ou seja, a necessidade de transmitir informações entre *softwares*, possibilitando que especialistas distintos contribuam para a execução do modelo (EASTMAN *et al.*, 2008). Em síntese, diferentes *softwares* conseguem importar/exportar arquivos de classe, como, por exemplo, o formato IFC (*Industry Foundation Classes*).

Segundo o Manual *BIM Planning Guide For Facility Owners* da Penn State University (CIC, 2013) o modelo de construção digital deve facilitar as análises de engenharia e de conflitos, por meio de uma melhor visualização dos elementos construtivos, além de contribuir com a engenharia de custos devido a extração automática de quantitativos e otimização dos orçamentos.

A metodologia BIM abrange todas as etapas do ciclo de vida de uma edificação (EASTMAN *et al.*, 2008), desde a concepção, com a modelagem paramétrica de componentes (COSTA; ILHA, 2015) e reestruturação do processo de projeto (GARBINI; BRANDÃO, 2014), até a manutenção, com a avaliação e gestão do desempenho do edifício (SILVA JUNIOR; MITIDIARI FILHO; 2018).

O presente trabalho adota a definição BIM dada por Succar (2009) e detalha, a seguir, os campos, estágios e benefícios desta metodologia.

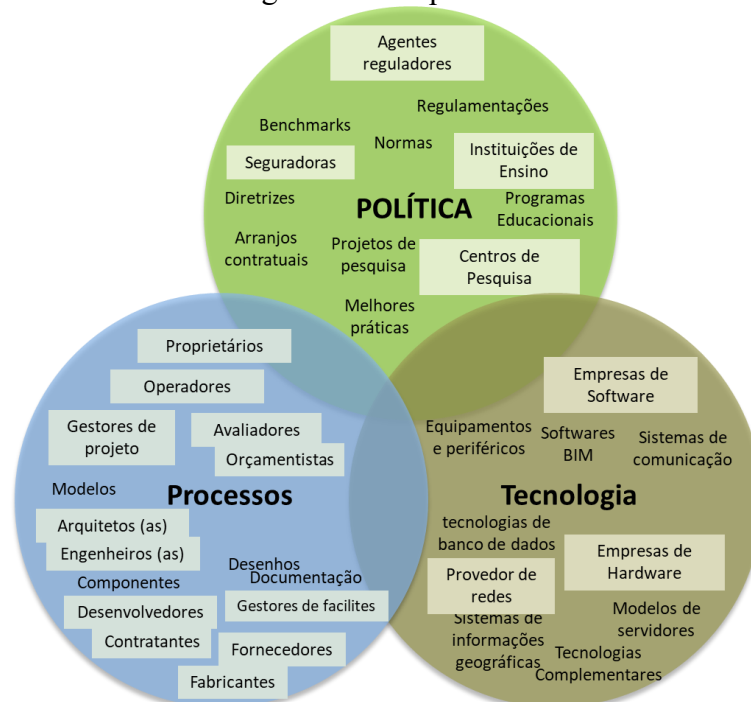
2.1.1 Campos BIM

Succar (2009) define três campos de atividade BIM: Tecnologia, Processo e Política (TPP). O Campo da Tecnologia consiste no desenvolvimento de *softwares*, *hardwares* e sistemas com o intuito de melhorar a eficiência, produtividade e rentabilidade da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). O Campo do Processo é onde proprietários, arquitetos, engenheiros e todos os envolvidos no empreendimento ordenam a sequência de atividades ao longo do tempo, definindo cada uma das etapas e seus *inputs/outputs* de forma a adequar a execução dos trabalhos com a metodologia BIM.

Por fim, o Campo da Política é o agrupamento de órgãos reguladores, instituições de ensino, centros de pesquisa e todos os agentes que têm como objetivo criar princípios ou regras que orientem a tomada de decisões, sendo primordiais para as funções preparatórias, regulatórias e contratuais do empreendimento.

É válido salientar que a interseção entre esses campos também ocorre, sendo sua representação visual apresentada por Succar (2009) por meio de um diagrama de Venn reproduzido na Figura 1.

Figura 1 - Campos BIM



Fonte: Succar (2009).

Estes campos, embora distintos, interagem entre si e se sobrepõem. As Interações BIM são conceituadas por Succar (2009) como transações de conhecimento *push-pull* entre campos ou subcampos. De acordo com o autor, os mecanismos *push* consistem na transferência de conhecimento para outros campos, enquanto os mecanismos *pull* são transferências de conhecimento que buscam atender solicitações de outros campos. A caracterização e representação destas interações é primordial para estruturar as entregas geradas em cada campo, cujas mais comuns são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Interações entre Campos BIM

Mecanismo	Política	Processo	Tecnologia
<i>Push</i>	Profissionais qualificados, padrões e orientações para o Processo	Estudos de caso sobre Política	Soluções inovadoras e novos equipamentos em Política e Processo
	Conceitos e soluções matemáticas para Tecnologia	Feedback para a Tecnologia	
<i>Pull</i>	Especialistas no assunto oriundos do processo	Desenvolvimento de soluções de Tecnologia	Esforços de padronização da Política
	Interoperabilidade da Tecnologia	Padrões, diretrizes e profissionais oriundos da Política	Requisitos e experiências do Processo
<i>Push-pull</i> dentro do mesmo campo	Intercâmbios entre pesquisa e conselhos de educação	Instruções do arquiteto (<i>push</i>) e solicitação de informações dos outros <i>stakeholders</i> do Processo (<i>pull</i>)	Recursos de <i>hardware</i> (<i>push</i>) e requisitos de <i>software</i> (<i>pull</i>)

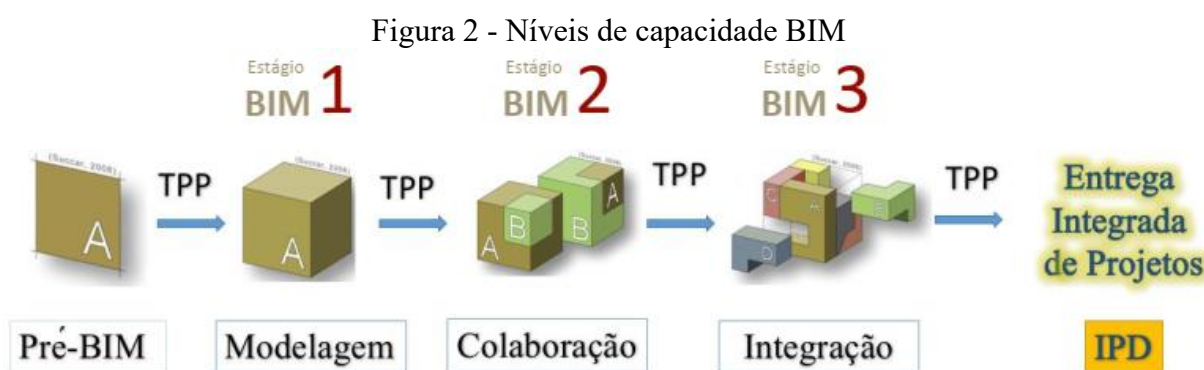
Fonte: Succar (2009).

Por fim, as sobreposições de Campos BIM são o compartilhamento de agentes e produtos. Isso ocorre quando uma entrega BIM necessita de agentes de dois ou mais campos, ou quando agentes pertencentes a um campo produzem resultados aplicáveis em outro. Para o primeiro caso, um bom exemplo é o desenvolvimento do IFC, que necessitou da participação de desenvolvedores de *software* (Tecnologia) e de pesquisadores (Política). Já no segundo caso, uma amostra é o Instituto Australiano de Arquitetos (Processo), que gera diretrizes e melhoras práticas para o Campo da Política.

Desta forma, o presente trabalho se encontra no Campo da Política, interagindo com o Campo de Processo através do mecanismo *push* ao realizar um estudo de caso acerca da adoção BIM na região de estudo. A interação com o campo tecnológico se dá indiretamente, ao se obter requisitos e experiências que possam ajudar na melhoria das tecnologias existentes.

2.1.2 Estágios BIM

Os Estágios BIM (BIM Stages) são etapas transformacionais definidas por Succar (2009) que determinam os níveis de capacidade BIM e servem como base para identificar os objetivos das organizações com relação a esta metodologia. Bões (2019) complementa que estes estágios definem a capacidade de executar determinada tarefa, serviço ou produto. Os Estágios BIM são apresentados na Figura 2 e detalhados a seguir, conforme Succar (2009).



Fonte: adaptada de Succar (2009).

O Pré-BIM consiste no ponto inicial da organização antes de implementar o BIM. Nesta etapa a organização apresenta pouco investimento tecnológico e ausência de interoperabilidade. Desta forma os contratos, estimativas de custo e especificações são baseados em visualizações 2D – ou 3D, mas dependentes de detalhes bidimensionais – e o fluxo de trabalho é linear, sem a colaboração entre projetistas e construtores envolvidos.

O Estágio BIM 1 é a etapa em que as organizações realizam modelagens baseadas em objetos através da implementação de *softwares* 3D. Neste estágio são produzidos modelos de projeto ou construção unidisciplinares, com destaque para a modelagem arquitetônica, sem atributos paramétricos e com baixa colaboração entre as disciplinas. O fluxo de trabalho continua linear e as trocas de informações são equivalentes à etapa Pré-BIM, fazendo com que os problemas relacionados à alocação de recursos e comportamentos organizacionais permaneçam. Succar (2009) afirma que as organizações que atingirem este Estágio BIM irão reconhecer os benefícios desta metodologia e ficarão motivados a evoluir para os próximos níveis de maturidade.

O Estágio BIM 2 é caracterizado pela colaboração ativa entre as disciplinas que pode ocorrer através de formatos proprietários (por exemplo, pelo formato .RVT entre os *softwares Revit Architecture* e *Revit Structure*) ou do formato aberto padrão (IFC), quando

necessário intercâmbio entre *softwares* de extensões próprias distintas. Nesta fase, pode haver colaboração dentro das etapas do ciclo de vida de um projeto (como, por exemplo, entre as modelagens arquitetônica e de instalações) ou entre elas, podendo gerar análises de tempo (4D) e estimativas de custos (5D).

No Estágio BIM 3 os modelos são integrados havendo colaboração entre projeto, construção e operação. Esta integração ocorre, majoritariamente, através da interoperabilidade entre os *softwares* BIM, o que permite que as organizações criem modelos interdisciplinares que representem a construção como um todo, facilitando a execução de uma análise mais complexa do empreendimento ainda na fase de concepção. Os modelos integrados, aliados à uma modelagem mais precisa dos dados, fazem com que o fluxo de trabalho, antes linear, se transforme em um processo único integrado e colaborativo.

Por fim, a Entrega Integrada de Projetos (IPD) é um conceito que visa abranger todas as perspectivas em longo prazo do BIM, com o intuito de representar todas as fusões de tecnologias, políticas e processos relacionadas ao BIM. Desta forma, mesmo que o IPD seja o nível máximo de maturidade, esta definição genérica permite que todas as visões pertinentes acerca de evoluções do BIM sejam incluídas neste estágio.

2.1.3 Benefícios BIM

De acordo com Eastman *et al.* (2008) os benefícios BIM podem ser usufruídos por todos os *stakeholders* da indústria da construção em obras grandes ou pequenas, numerosas ou únicas, de origem pública ou privada. Contudo, é necessário reestruturar a escolha dos prestadores de serviço e os processos de entrega para melhor aproveitamento destes benefícios, apresentados no Quadro 2, conforme estes autores.

Quadro 2 - Benefícios BIM

Etapa	Benefício	
Pré-construção	Conceito, viabilidade e benefícios no projeto	A utilização de um modelo de construção vinculado a uma base de dados de custos auxilia o proprietário nas tomadas de decisão na concepção do empreendimento. Ao dar mais assertividade às escolhas tomadas no início de um empreendimento, o BIM permite que os proprietários tenham mais esperança em atingir as metas desejadas.
	Aumento da qualidade e do desempenho da construção	O desenvolvimento de um modelo esquemático antes de gerar o modelo detalhado da construção permite uma avaliação mais cuidadosa do esquema proposto para determinar se ele cumpre os requisitos funcionais e de sustentabilidade da construção. Avaliações de alternativas de projeto feitas mais cedo usando ferramentas de análise/simulação incrementam a qualidade da construção como um todo.

Etapa	Benefício	
Projeto	Visualização antecipada e mais precisa de um projeto	O modelo 3D gerado pelo <i>software</i> BIM é projetado diretamente e pode ser usado para visualizar o projeto em qualquer etapa do processo com a expectativa de que terá dimensões consistentes em todas as vistas.
	Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto	Se os objetos usados no projeto são controlados por regras paramétricas que garantem alinhamento apropriado, então qualquer mudança realizada em uma vista irá alterar todo o projeto, reduzindo o tempo gasto no projeto.
Projeto	Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto	Isso reduz significativamente a quantidade de tempo e o número de erros associados com a geração de desenhos de construção para todas as disciplinas de projeto.
	Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto	Diminui o tempo de projeto e reduz significativamente os erros de projeto e as omissões.
	Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto	Conforme o avanço do projeto, a extração de quantitativos se torna mais detalhada e possibilita estimativas de custo mais precisas. Além disso, todos os envolvidos na execução do projeto são conscientes das implicações dos custos associadas antes que o projeto progrida para o nível de detalhamento requerido para a licitação. Na etapa final do projeto, uma estimativa baseada nos quantitativos para todos os objetos contidos dentro do modelo permite a preparação de uma estimativa de custos final mais precisa. Como resultado, é possível tomar decisões de projeto mais assertivas usando o BIM do que um sistema baseado em papel.
	Incrementação da eficiência energética e a sustentabilidade	Vincular o modelo da construção a ferramentas de análise energética permite a avaliação do uso de energia durante fases mais preliminares do projeto, o que possibilita uma melhora da qualidade da construção.
Construção e fabricação	Sincronização de projeto e planejamento da construção	O BIM proporciona uma compreensão considerável sobre como a construção será realizada dia a dia e revela fontes de potenciais problemas e oportunidades para melhorias.
	Descoberta de erros de projeto e omissões antes da construção (detecção de interferências)	Os sistemas de todas as disciplinas são integrados, o que proporciona verificações sistemáticas e visuais de interfaces com múltiplos sistemas. Os conflitos são identificados antes que sejam detectados na obra. A coordenação entre os projetistas e empreiteiros participantes é aperfeiçoada e os erros de omissão são significativamente reduzidos. Isso torna mais rápido o processo de construção, reduz os custos, minimiza a probabilidade de disputas judiciais e proporciona um processo mais suave para toda a equipe do empreendimento.
	Reação rápida a problemas de projeto ou do canteiro	Modificações de projeto podem ser resolvidas com mais rapidez em um sistema BIM porque podem ser compartilhadas, visualizadas, estimadas e resolvidas sem o uso de transações demoradas feitas em papel. Desta forma, o impacto de uma mudança sugerida no projeto pode ser introduzido no modelo da construção e as modificações em outros objetos no projeto serão atualizadas automaticamente.
	Melhoria no planejamento e no cronograma	O BIM proporciona uma base mais adequada para uma melhoria no planejamento e no cronograma dos subempreiteiros e ajuda a garantir a chegada de pessoal, equipamentos e materiais no momento exato da sua necessidade. Isso reduz custos e permite uma melhor colaboração no trabalho do canteiro.
	Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção	O modelo completo da construção proporciona quantidades precisas para os materiais e objetos contidos em um projeto, o que pode auxiliar a obtenção destes materiais com os fornecedores.
Pós-construção	Melhor gerenciamento e operação das edificações	O modelo da construção proporciona uma fonte de informações para todos os sistemas usados em uma construção. Análises prévias usadas para determinar equipamentos mecânicos, sistemas de controle e outras aquisições podem ser fornecidas ao proprietário, como um meio

Etapa	Benefício	
		de verificação de decisões de projeto quando a construção estiver em uso.
	Integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades	Um modelo de informações da construção suporta o monitoramento de sistemas de controle em tempo real e proporciona uma interface natural para sensores e operação remota de gerenciamento de facilidades.

Fonte: Adaptado de Eastman *et al.* (2008).

De modo geral o BIM destaca a fase de concepção, através de uma reformulação do processo de projeto, antecipando etapas de modelagem (GARBINI; BRANDÃO, 2014) contribuindo, desta forma, com as tomadas de decisões. Isso é importante, pois quanto mais cedo as decisões corretas forem tomadas, menor será o custo de alterações no projeto e maior será a capacidade de impactar os custos e funcionalidades do empreendimento (EASTMAN *et al.*, 2008).

Brito e Ferreira (2015) corroboram ao afirmarem que o BIM tem potencial para reduzir danos oriundos de mudanças no planejamento. Estes autores focam na importância desta metodologia para o planejamento e controle de obras e ressaltam como pontos significativos a melhora na interpretação do projeto, análises de planejamento mais robustas, melhor controle do ritmo de trabalho e maior integração entre os *stakeholders* do projeto.

Estes benefícios resultam em uma melhor compreensão dos colaboradores sobre os objetivos do projeto e em análises de planejamento mais eficazes e condizentes com a realidade. Desta forma, a construção é menos propensa a erros executivos e a gestão de controle de obras se torna mais precisa e com riscos reduzidos.

Além disso, o BIM contribui também para a análise de critérios de desempenho, sendo capaz de distinguir e especificar cerca de um terço dos critérios da ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho (2013) em função das melhoras no projeto que a metodologia proporciona e da incorporação de informações técnicas à modelagem (SILVA JUNIOR; MITIDIERI FILHO, 2018). Isso resulta em empreendimentos de maior qualidade e adequados aos requisitos apresentados da Norma de Desempenho, uma vez que a referida norma proporciona melhoria da qualidade no ambiente construído.

Em síntese, os principais benefícios fornecidos pelo BIM são a colaboração entre os agentes da construção (BIOTTO; FORMOSO; ISATTO, 2015) e a redistribuição da concentração de esforços no ciclo de vida do empreendimento, com maior ênfase na fase de concepção, além da melhor visualização dos componentes de projeto e automatização da detecção de interferências (*Clash Detection*) (EASTMAN *et al.*, 2008). Além disso, o BIM tem potencial para auxiliar a prática de outras metodologias, como o *Lean Construction* (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010) e a Coordenação Modular (ROMCY *et al.*, 2014), se

consolidando como o maior expoente da inovação na construção civil (SUCCAR; KASSEM, 2015).

2.2 Modelos de adoção BIM

Succar e Kassem (2015) definem como adoção BIM a conjunção dos termos implementação e difusão. A implementação BIM é compreendida pelos autores como um conjunto de atividades realizadas por uma única organização com o intuito de preparar, implantar ou melhorar seus produtos BIM e fluxos de trabalho. Esta é representada por um processo em três fases, como detalhado no Quadro 3.

Quadro 3 - Etapas de implementação do BIM

Prontidão BIM	Status de pré-implementação que representa a propensão da organização à adoção de ferramentas BIM, fluxos de trabalho e protocolos. É expressa como o nível de preparação, o potencial de participar ou a capacidade de inovar.
Capacidade BIM	Implementação voluntária de ferramentas, fluxos de trabalho BIM e protocolos. A capacidade BIM é alcançada com soluções revolucionárias definidas em estágios (modelagem, colaboração e integração) e é expressa como a habilidade mínima de entregar um resultado mensurável.
Maturidade BIM	É o processo gradual e contínuo de melhoria da qualidade, repetibilidade e previsibilidade dentro dos estágios de capacidade BIM. É expressa em níveis de maturidade (ou marcos de melhoria de desempenho) que organizações, equipes e mercados inteiros aspiram. Estes níveis são, conforme o Índice de Maturidade BIM (BIMMI): inicial ou baixa maturidade; definido ou média-baixa maturidade; gerenciado ou média maturidade; integrado ou média-alta maturidade; e otimizado ou alta maturidade.

Fonte: Elaborado a partir de Succar e Kassem (2015).

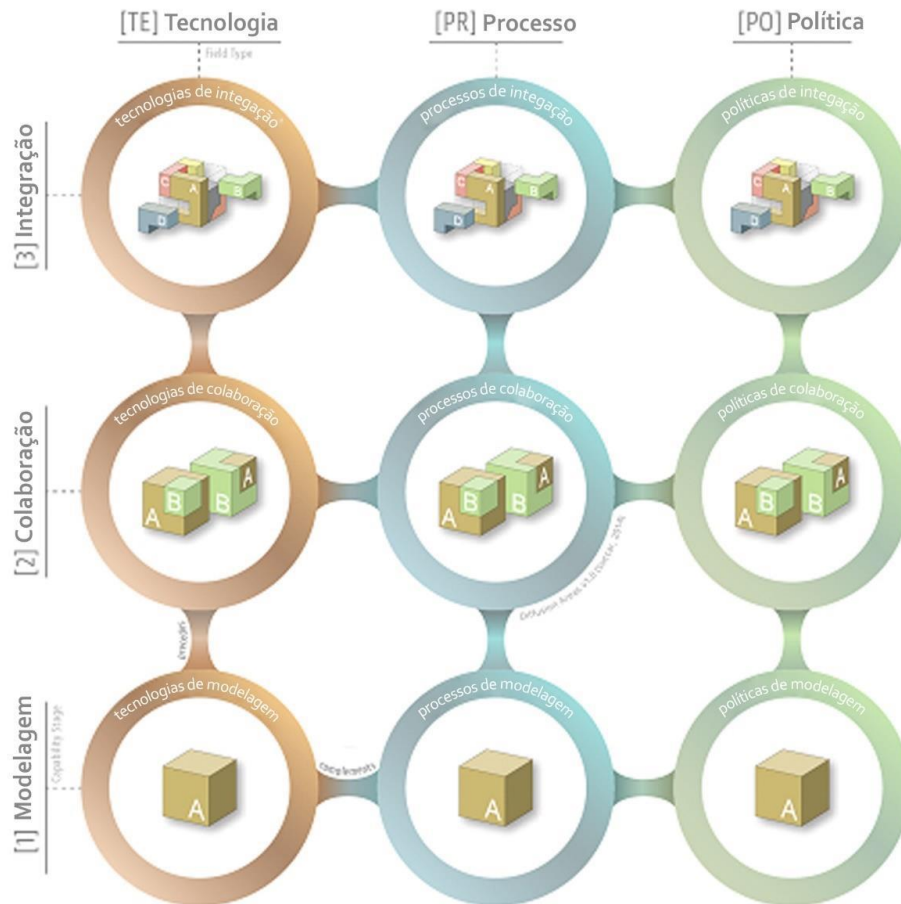
Já a Difusão BIM é definida pelos autores como a disseminação da metodologia dentro de uma população e ocorre sempre após a metodologia ter sido adotada, sendo a fase em que o impacto da utilização do BIM se torna mais significativo, tendo em vista que *cases* de sucesso influenciam na adesão do mercado.

Desta forma, Succar e Kassem (2015) apresentam em seu trabalho cinco Modelos de Adoção BIM capazes de subsidiar o desenvolvimento de políticas voltadas para implementação e difusão do BIM. Estes modelos consistem em “estruturas conceituais que descrevem como a adoção ocorre em uma população de organizações” (SUCCAR; KASSEM, 2015), através de inferências dedutivas, gerando representações gráficas que facilitam a compreensão da temática.

2.2.1 Modelo de áreas de difusão

Este modelo consiste na divisão do BIM em nove áreas oriundas da interação entre os Campos BIM (Tecnologia, Processo e Política) e os Estágios BIM (Modelagem, Colaboração e Integração), apresentadas na Figura 3. Estas áreas podem ser avaliadas isoladamente ou de forma conjunta, o que facilita a avaliação da difusão do BIM e permite a geração de classificações específicas (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Figura 3 - Áreas de difusão BIM



Fonte: Succar e Kassem (2015), traduzida por Bões (2019).

O Quadro 4 apresenta formas de analisar cada área de difusão.

Quadro 4 - Métricas granulares para análise da matriz de áreas de difusão

Níveis/Campos	[TE] Tecnologia	[PR] Processo	[PO] Política
[1] Modelagem	[TE 1] Tecnologias de modelagem: Razão da adoção intraorganizacional de ferramentas de <i>software</i> BIM (por exemplo, <i>Revit</i> e <i>Tekla</i>) e seu <i>hardware</i> subjacente e requisitos de rede.	[PR 1] Processos de modelagem: Razão da adoção de profissionais BIM intraorganizacionais (por exemplo, gerente de modelos e instrutor BIM) e fluxos de trabalho baseados em modelo.	[PO 1] Políticas de modelagem: Razão da adoção intraorganizacional de padrões de modelagem (por exemplo, padrões de nomenclatura, parâmetros compartilhados, nível de detalhes e conjuntos de propriedades) e protocolos de troca de arquivos.

Quadro 4 - Métricas granulares para análise da matriz de áreas de difusão

Níveis/Campos	[TE] Tecnologia	[PR] Processo	[PO] Política
[2] Colaboração	[TE 2] Tecnologias de colaboração: Taxa de adoção interorganizacional de <i>softwares</i> de compartilhamento de modelo e ferramentas <i>middleware</i> (por exemplo, <i>Navisworks</i> , <i>Vico</i> e <i>Ecodomus</i>).	[PR 2] Processos de colaboração: Taxa de adoção interorganizacional de profissionais BIM do projeto (por exemplo, gerente de informações BIM); taxa de proliferação de fluxos de trabalho com modelos multidisciplinares; taxa de proliferação de novos modelos de negócios centrados na colaboração.	[PO 2] Políticas de colaboração: Taxa de adoção interorganizacional de padrões de modelagem e protocolos de colaboração; taxa de proliferação de acordos contratuais centrados na colaboração e de programas educacionais.
[3] Integração	[TE 3] Tecnologias de integração: Taxa de adoção de serviços de rede baseados em soluções de intercâmbio (por exemplo, modelos de servidores).	[PR 3] Processos de integração: Taxa de adoção de processos integrados em toda a cadeia de suprimentos; taxa da proliferação de fluxos de trabalho interdisciplinares em todas as fases do ciclo de vida do projeto.	[PO 3] Políticas de integração: Taxa de adoção de uma cadeia de suprimentos integrada incluindo padrões, protocolos e acordos contratuais; taxa de proliferação de programas educacionais interdisciplinares.

Fonte: Succar e Kassem (2015), tradução nossa.

De acordo com uma análise comparativa de mercado feita por Kassem e Succar (2017) a difusão do BIM no Brasil é desequilibrada, com as áreas de tecnologias e processos de modelagem tendo mais influência que as demais. Segundo os autores, este desequilíbrio resulta em desafios de adoção diferentes dos encontrados em países com uma difusão bem distribuída, como Holanda, Reino Unido e China, por exemplo.

2.2.2 Modelo de componentes da macro maturidade

O segundo modelo apresentado por Succar e Kassem (2015) analisa a maturidade BIM de países e outras escalas macro-organizacionais, através de oito componentes de maturidade, conceituados no Quadro 5. Cada um destes componentes é avaliado conforme o índice BIMMI, mencionado no Quadro 3, que permite a realização de análises holísticas acerca dos oito componentes e de análises segmentares, capazes de avaliar especificamente cada item do modelo (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Quadro 5 - Componentes de macro-maturidade BIM

Componente	Conceito
Objetivos, estágios e marcos	Disponibilidade de objetivos claros acerca da política BIM, estágios intermediários de capacidade e marcos de maturidade mensuráveis que separem o <i>status</i> atual de uma meta futura quantificável.
Campeões e pilotos	Indivíduos, grupos e organizações que demonstram a eficácia de um sistema/processo inovador para uma população de adotantes em potencial. Campeões podem ser indivíduos promovendo uma nova solução de <i>software</i> , uma comunidade de prática promovendo um novo processo ou uma associação de indústrias que promove novos padrões. Os pilotos são os executores que estimulam a adoção de uma tecnologia, processo ou política designada. A disponibilidade de campeões/pilotos dentro de um mercado sinaliza maior maturidade quando comparado aos mercados sem campeões/pilotos ou onde estes não exibem agrupamentos e metas.
Estrutura regulatória	Descrição de contratos, direitos de propriedade intelectual e gerenciamento de riscos em projetos BIM colaborativos.
Publicações notáveis	Guias, manuais e protocolos relevantes disponíveis ao público, desenvolvidos por <i>stakeholders</i> influentes da indústria. Este componente define a disponibilidade de publicações BIM importantes como um sinal de maturidade.
Aprendizagem e educação	Atividades educacionais relacionadas a conceitos, ferramentas e fluxos de trabalho BIM. Esse componente esclarece se os fluxos de trabalho digitais e as entregas baseadas em modelo são incluídos como tópicos de aprendizagem nos programas de educação/treinamento.
Medições e benchmarks	Métricas de mercado para avaliar a capacidade de indivíduos, organizações e equipes, bem como de melhorar potencialmente seu desempenho.
Entregas e produtos padronizados	Este componente analisa a presença de peças padronizadas ricas em informações necessárias para a modelagem baseada em objeto, bem como o padrão de entregas, colaboração e vinculação destes modelos. A disponibilidade destas peças e produtos indica um mercado mais maduro.
Infraestrutura tecnológica	Disponibilidade de <i>hardware</i> , <i>software</i> , rede, sistemas de informações e hospedagem de modelos.

Fonte: Elaborado a partir de Succar e Kassem (2015).

Como resultado da análise holística é gerada uma Matriz de Macro-Maturidade BIM, exposta no Quadro 6.

Quadro 6 - Matriz de Macro-Maturidade BIM

Componentes	Baixa maturidade (0)	Média-baixa maturidade (1)	Média maturidade (2)	Média-alta maturidade (3)	Alta maturidade (4)
Objetivos, estágios e marcos	Não há objetivos BIM nem marcos ou etapas de implementação bem definidos.	Existem objetivos macro-BIM, marcos de implementação e estágios de capacidade bem definidos.	Objetivos, estágios e marcos BIM são gerenciados e monitorados formalmente.	Os objetivos e estágios BIM são integrados em políticas, processos e tecnologias e se manifestam dentro de todos os outros componentes de macro-maturidade.	Objetivos e estágios BIM são continuamente refinados para refletir avanços em tecnologia, facilitar inovação de processos e se beneficiar das melhores práticas internacionais.
Campeões e pilotos	Não há campeões	Há um ou mais campeões	Existe um grupo de	Pilotos coordenam as	O papel dos pilotos diminui,

Quadro 6 - Matriz de Macro-Maturidade BIM

Componentes	Baixa maturidade (0)	Média-baixa maturidade (1)	Média maturidade (2)	Média-alta maturidade (3)	Alta maturidade (4)
	identificados no mercado ou pilotos da Implementação BIM.	voluntários e/ou pilotos BIM informais operando no mercado.	tarefas ou comitê que dirige a implementação / difusão BIM no mercado.	atividades de macro adoção, minimizam as sobreposições de atividades e resolvem as lacunas da difusão.	substituído pela otimização de sistemas, normas e protocolos.
Estrutura regulatória	Não existe regulamentação formal do BIM.	Existe uma regulamentação BIM formal que abrange responsabilidades e direitos básicos dos <i>stakeholders</i> .	Existe uma regulamentação BIM formal que abrange todas as responsabilidades e direitos dos <i>stakeholders</i> .	A estrutura regulatória é integrada em todos requisitos, funções, processos e entregas.	A estrutura regulatória é continuamente refinada para refletir avanços tecnológicos e colaborações otimizadas dos fluxos de trabalho.
Publicações dignas de nota	Não há publicações dignas de nota (PDN) no mercado	Existem PDN, mas estas se sobrepõem, são redundantes ou apenas preenchem pequenas lacunas do conhecimento.	PDN são desenvolvidas e/ou coordenadas por uma única entidade, minimizando assim sobreposições e lacunas de conhecimento.	PDN são autoritárias, interligadas e integradas ao ciclo de vida do projeto e à cadeia de suprimentos da construção.	PDN são continuamente otimizadas para refletir as melhores práticas internacionais.
Aprendizagem e educação	O BIM não é incluso na educação; universidades e semelhantes não têm capacidade de realizar entregas em BIM.	O BIM é introduzido na educação; universidades e semelhantes fornecem algumas especialidades BIM.	O ensino BIM é mapeado conforme a situação atual e o papel emergente; universidades e semelhantes fornecem programas credenciados em especialidades BIM.	O ensino BIM no nível superior e técnico é integrado e direcionado para os requisitos do mercado.	O ensino BIM não possui partes separadas identificáveis.
Medições e benchmarks	Não existem no mercado métricas aplicadas em medir a difusão BIM, a capacidade organizacional ou o desempenho do projeto.	Métricas formais são usadas para avaliar resultados do projeto, habilidades de indivíduos, organizações e equipes em todo o mercado.	Métricas padronizadas são usadas para avaliar os itens presentes na baixa-média maturidade e credenciar a aprendizagem, os <i>softwares</i> e a entrega de projetos.	Métricas padronizadas e <i>benchmarks</i> são integrados nos requisitos do projeto, fluxos de trabalho e entregas; consistentemente usados na definição e	Métricas padronizadas são revisadas continuamente para refletir a evolução dos requisitos de credenciamento e as melhores práticas internacionais.

Quadro 6 - Matriz de Macro-Maturidade BIM

Componentes	Baixa maturidade (0)	Média-baixa maturidade (1)	Média maturidade (2)	Média-alta maturidade (3)	Alta maturidade (4)
				aquisição de serviços; e usados para pré-qualificar a habilidades dos indivíduos, organizações e equipes.	
Peças e produtos padronizados	Não há bibliotecas de objetos disponíveis no mercado; os modelos são usados apenas para detecção de interferências, com alguns dados operacionais.	Existe bibliotecas de objetos disponíveis, mas que seguem normas de classificação variadas; os modelos de entrega e dados operacionais são requisitados informalmente e usados parcialmente.	Bibliotecas de objetos padronizadas estão disponíveis; modelos de entrega e dados operacionais são requisitados formalmente em todas as fases do projeto.	Bibliotecas de objetos padronizadas, modelos de entrega e dados operacionais são integrados em mecanismos de compras, fluxos de trabalho do projeto e no ciclo de vida das operações de instalação.	Bibliotecas de objetos padronizadas, modelos de entrega e dados operacionais são continuamente otimizados e realinhados para melhorar o uso, acessibilidade, interoperabilidade e conectividade.
Infraestrutura tecnológica	Inexistente, inadequada ou inacessível.	Qualidade e acessibilidade adequadas para ativar a implementação do BIM dentro das organizações e difundir nos setores do mercado.	Infraestrutura tecnológica de alta qualidade e acessibilidade, permitindo trocas eficientes, armazenamento e gestão de complexos, e modelos colaborativos entre equipes de projeto dispersas.	Infraestrutura tecnológica é uniformemente acessível e interoperável, permitindo em tempo real a integração baseada em rede através de sistemas díspares e redes de dados.	Infraestrutura tecnológica é intuitiva e onipresentemente acessível permitindo perfeita intercâmbio entre todos usuários, sistemas virtuais e objetos físicos em todo o ciclo de vida inteiro.

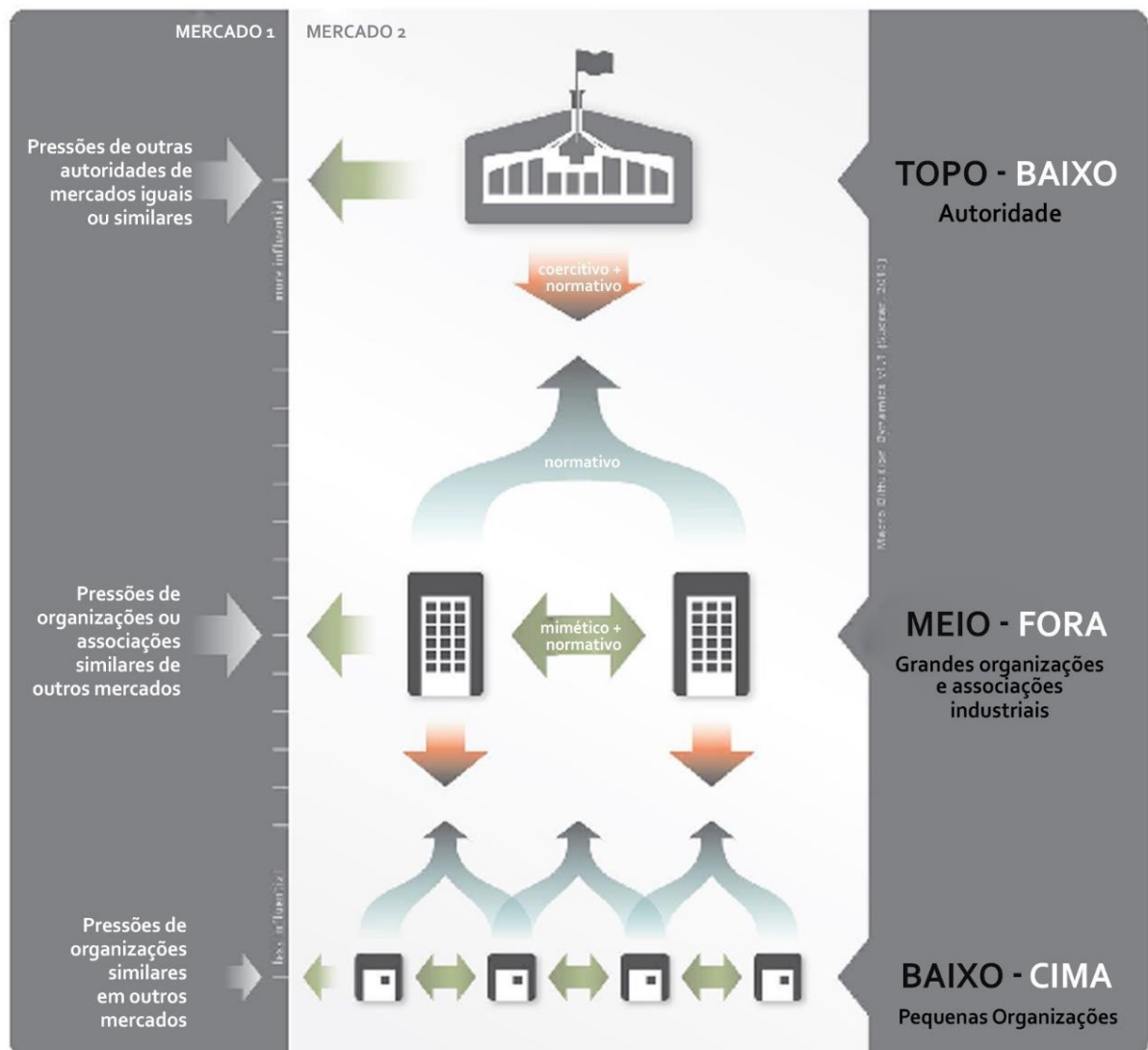
Fonte: Succar e Kassem (2015), tradução nossa.

A numeração da primeira linha do Quadro 6 refere-se à pontuação atribuída a cada nível de maturidade. O Reino Unido é o país avaliado por Kassem e Succar (2017) que apresenta a maior maturidade de acordo com este modelo, contudo obteve apenas 17,7 pontos de 32 possíveis. O Brasil, por sua vez, obteve 5,8 pontos. Além disso, a maioria dos componentes de macro-maturidade dos 21 países analisados pelos autores apresentaram média-baixa maturidade e todos os países possuem lacunas de maturidade. Isso indica que mesmo os países em estágios mais avançados de adoção BIM ainda necessitam aperfeiçoar o uso da metodologia.

2.2.3 Modelo Dinâmicas da Macro Difusão

Este modelo identifica três tipos de dinâmicas de difusão: *bottom up* (de baixo para cima), *top down* (de cima para baixo) e *middle-out* (do meio para fora), expostos na Figura 4. Estas dinâmicas se relacionam entre si, de forma que o início da Difusão BIM na parte inferior da cadeia (como em pequenas organizações, por exemplo) acarretará em um desenvolvimento da difusão na macro-escala, assim como a difusão na extremidade superior influenciará o comportamento dos atores da micro-escala (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Figura 4 - Dinâmica de Difusão Macro



Fonte: Succar e Kassem (2015), traduzida por Böes (2019).

Estas dinâmicas de difusão englobam ainda tipos de mecanismos e de pressões isomórficas (coercitiva, mimética e normativa). Os mecanismos se dividem em horizontal,

quando as organizações produzem efeitos miméticos em seus semelhantes, e vertical, que é caracterizado pela pressão (coercitiva e/ou normativa) gerada pelas grandes organizações na cadeia de suprimentos (SUCCAR; KASSEM, 2015). A combinação entre as Dinâmicas de Difusão, mecanismos e tipos de pressão é apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 - Matriz da Dinâmica da Macro-Difusão

Dinâmica de Difusão	Macro- ator, transmissor	Mecanismo de pressão	Receptor de pressão	Tipo de pressão isomórfica
De cima pra baixo	Órgão governamental ou regulador	Para baixo	Todas os <i>stakeholders</i> pertencentes ao círculo de influência da autoridade exercendo pressão	Coercitiva; normativa
		Horizontal	Governos e autoridades em outros mercados	Mimética
Do meio pra fora	Grandes empresas ou associações industriais	Para baixo	Organizações menores na cadeia de suprimentos; membros de associações industriais	Coercitiva; normativa; mimética
		Para cima	Governos e órgãos reguladores	Normativa
		Horizontal	Outras organizações e órgãos da indústria, dentro ou fora do mercado	Mimética; normativa
De baixo pra cima	Pequenas empresas	Para cima	Organizações maiores e órgãos da indústria	Normativa
		Horizontal	Outras organizações pequenas	Mimética; normativa

Fonte: Succar e Kassem (2015), tradução nossa.

A dinâmica do meio pra fora é predominante em 76% dos países estudados por Kassem e Succar (2017). Entretanto, os entrevistados brasileiros afirmaram que no mercado nacional os primeiros adotantes do BIM foram pequenas empresas de arquitetura que geraram a dinâmica de difusão de baixo pra cima, fazendo com que empresas maiores adotassem a metodologia e que estados e órgãos federais formalizassem a adoção BIM, mudando assim para a dinâmica de cima pra baixo através do incentivo governamental. Processo similar ocorreu na Espanha, o que mostra que estas dinâmicas de difusão se alteram constantemente (KASSEM; SUCCAR, 2017).

2.2.4 Modelo Ações Políticas

Este modelo é voltado para a avaliação das ações que um formulador de políticas adota para incentivar a Adoção BIM, sendo dividido em nove ações políticas advindas da identificação de três atividades (comunicar, envolver e monitorar) com três tipos de abordagem de implementação diferentes (passivas, ativas e assertivas), apresentadas no Quadro 8. Estas ações podem subsidiar intervenções políticas ou servir como ferramentas de comparação entre as ações políticas tomadas por diferentes países (SUCCAR; KASSEM, 2015).

O avanço entre as atividades (da comunicação ao monitoramento) indica maior conhecimento do benefício, disponibilidade ou necessidade de um novo sistema ou processo. Por sua vez, o progresso entre os tipos de abordagem (da passiva à assertiva) representa a elevação do envolvimento do formulador de políticas com o incentivo à Adoção BIM (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Quadro 8 - Ações Políticas

Atividade\abordagem	[1] Passiva	[2] Ativa	[3] Assertiva
[A] Comunicar	[A1] Tornar consciente: o formulador da política informa os <i>stakeholders</i> sobre a existência ou a importância de benefícios comerciais de um sistema/processo através de comunicações formais e informais.	[A2] Educar: o formulador da política gera guias informativos para educar os <i>stakeholders</i> sobre as entregas específicas, requisitos e fluxos de trabalho do sistema / processo.	[A3] Prescrever: o formulador da política detalha os sistemas/processos exatos a serem adotados pelos agentes.
[B] Envolver	[B1] Encorajar: o participante da política realiza workshops e eventos de networking para incentivar as partes interessadas a adotar o sistema/processo.	[B2] Incentivar: o participante da política oferece recompensas, incentivos financeiros e tratamento preferencial aos <i>stakeholders</i> que adotam o sistema/processo.	[B3] Impor: o formulador da política inclui (favorece) ou exclui (penaliza) os <i>stakeholders</i> com base em sua adoção do sistema / processo
[C] Monitorar	[C1] Observar: o formulador da política observa como (ou se) os <i>stakeholders</i> adotaram o sistema / processo	[C2] Localizar: os formuladores políticos pesquisam e examinam como (ou se) o sistema / processo é adotado pelos <i>stakeholders</i> .	[C3] Controlar: o formulador da política estabelece gatilhos financeiros, portões de conformidade e padrões obrigatórios para a adoção do sistema/processo

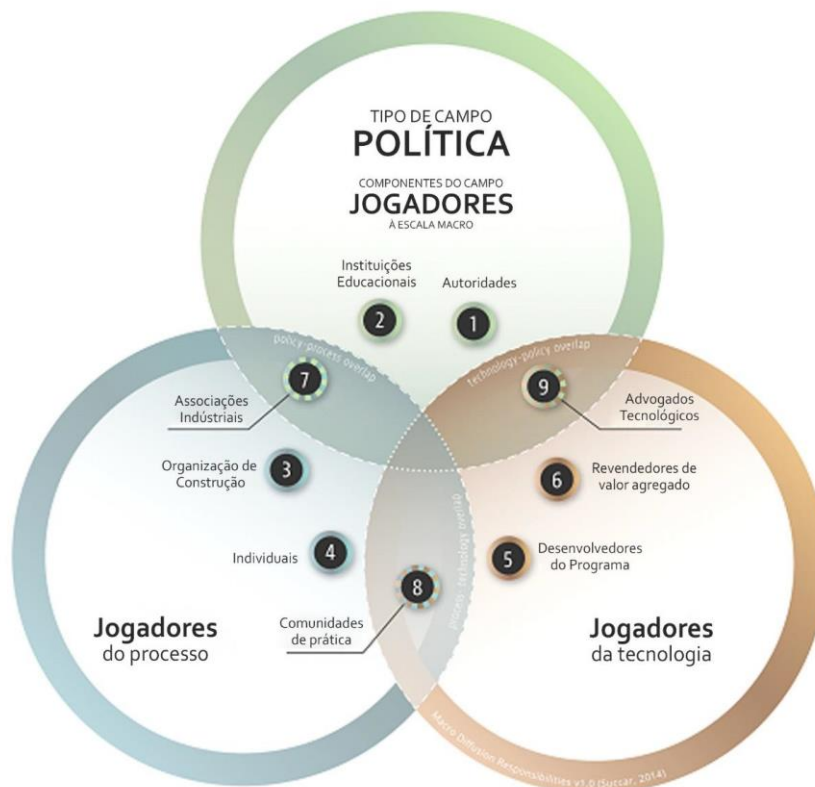
Fonte: Succar e Kassem (2015), tradução nossa.

Em 66,6% dos países estudados por Kassem e Succar (2017), inclusive o Brasil, o padrão de ações políticas é totalmente passivo (A1, B1 e C1). Isso expõe que, mesmo que atuantes na temática BIM, os formuladores de política ainda não agem de maneira assertiva. Todavia, é necessário ressaltar que uma abordagem assertiva no modelo de ações políticas difere de uma dinâmica de cima pra baixo no modelo dinâmicas da macro difusão, tendo em vista que esta dinâmica exercida pelos órgãos governamentais ou reguladores pode resultar em uma abordagem passiva, dependendo de como é realizada (KASSEM; SUCCAR, 2017).

2.2.5 Responsabilidades de Macro Difusão

Este modelo avalia a Difusão BIM por meio dos diferentes atos tomados pelos *stakeholders* da indústria da construção. O modelo caracteriza nove grupos de agentes BIM distribuídos nos três Campos BIM e em suas sobreposições (SUCCAR; KASSEM, 2015), conforme a Figura 5.

Figura 5 - Modelo de Responsabilidades de Macro Difusão



Fonte: Succar e Kassem (2015), traduzida por Böes (2019).

O Quadro 9 descreve brevemente cada grupo de agentes e a maneira pela qual estes podem ser utilizados na avaliação da Difusão BIM no mercado ou região em estudo.

Quadro 9 - Matriz de Responsabilidades de Macro Difusão

Política	Processo	Tecnologia
1. Formuladores de Políticas: Autoridades envolvidas no mandato, regulamentação ou que facilitam a adoção de sistemas inovadores / processos em uma indústria ou em mercados inteiros.	3. Organizações de Construção: Atores organizacionais envolvidos na implantação de sistemas / processos inovadores para fins comerciais.	5. Desenvolvedores de Tecnologia: Fornecedores de <i>software</i> , <i>hardware</i> e soluções de rede com ofertas direcionadas a indústrias inteiras ou setores específicos.
2. Instituições Educacionais: Universidades e outras instituições de ensino em desenvolvimento e/ou entrega de programas educacionais e materiais.	4. Praticantes Individuais: Profissionais (inclusive estudantes e estagiários) envolvidos na aprendizagem ou aplicação de sistemas / processos inovadores.	6. Servidores de Tecnologia: Empresas comerciais que preenchem a lacuna de vendas / serviços de provedores de tecnologia.

Quadro 9 - Matriz de Responsabilidades de Macro Difusão

Sobreposição Política-Processo	Sobreposição Processo-Tecnologia	Sobreposição Política-Tecnologia
7. Associações Industriais: Associações representantes dos interesses de seus membros individuais / organizacionais dentro de uma indústria, setor, ou disciplina específica.	8. Comunidades de Prática: Um agrupamento informal de praticantes individuais com um interesse comum em um <i>software</i> específico, solução de <i>hardware</i> ou rede.	9. Defensores da Tecnologia: Um agrupamento formal de indivíduos e organizações focado no desenvolvimento / promoção de normas e políticas centradas na tecnologia.

Fonte: Succar e Kassem (2015), tradução nossa.

Por meio desta divisão é possível avaliar o envolvimento dos *stakeholders* de maneira mais específica, com o desenvolvimento de análises comparativas capazes de identificar quais agentes são mais influentes na Difusão BIM dentro de um mesmo mercado ou região e a diferença entre eles, ou até mesmo de analisar a diferente influência que um mesmo tipo de agente tem em diferentes mercados/regiões (SUCCAR; KASSEM, 2015).

Kassem e Succar (2017) relatam que, com exceção dos desenvolvedores e servidores de tecnologia, nenhum outro agente representa um papel expressivo na maioria dos países, incluindo o Brasil.

2.3 Estágio atual de adoção do BIM no Brasil e no Ceará

De acordo com Amorim e Kassem (2015) a construção civil brasileira é uma das maiores do mundo e a adoção do BIM nesta indústria é capaz de melhorar significativamente a eficiência e sustentabilidade dos projetos e construções, bem como aumentar a previsibilidade de resultados e estimular o crescimento econômico do país. Ainda segundo os autores, a reestruturação deste setor deve respeitar as características culturais, regulamentares e econômicas nacionais, de forma a potencializar seu resultado.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2016) relata que, embora haja alguns *cases* de sucesso do uso do BIM, há obstáculos determinantes que impedem um maior avanço da metodologia no Brasil, como a dificuldade das empresas e organizações de entender o que realmente é o BIM, a resistência às mudanças e as barreiras culturais e aspectos característicos do país.

Quanto a estes aspectos culturais nacionais, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2016) destaca a baixa quantidade de profissionais capacitados em BIM, a desvalorização do planejamento nos empreendimentos nacionais, a falta de interesse da indústria da construção como um todo em realizar processos mais eficazes e transparentes, o

desinteresse pelo trabalho colaborativo, a falta de hábito de usar Tecnologias de Informação e o modelo de contratação de projetistas usado no país.

Amorim e Kassem (2015) acrescentam também a forma de contratação de obras públicas. Segundo os autores estas ocorrem, majoritariamente, pelo método *Design-Bid-Build*, que consiste em três etapas: elaboração do projeto por um escritório de arquitetura, aquisição dos orçamentos das construtoras e seleção da concorrente que ofereça o menor preço (EASTMAN *et al.*, 2008). Contudo, este tipo de contratação gera uma imensa separação entre o projeto e a execução da obra, justamente o contrário do que se almeja com o BIM (AMORIM; KASSEM, 2015).

Tendo isso em mente, o poder público tem realizado diligências com o intuito de disseminar e exigir a utilização do BIM no Brasil. Uma das principais medidas adotadas é o decreto nº 9.983 de 22 de agosto de 2019, que trata sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, ou Estratégia BIM BR. Dentre os objetivos desta, destacam-se difundir o BIM e seus benefícios, estruturar o setor público para sua adoção, favorecer o investimento público e privado na metodologia, estimular a capacitação em BIM, normatizar as contratações públicas fazendo uso do BIM, elaborar normas, guias e protocolos para sua adoção e desenvolver a plataforma e a Biblioteca Nacional BIM.

A utilização do BIM tem que ser exigida de forma gradual, com o intuito de possibilitar que o mercado se adeque às condições exigidas e o próprio setor público se estruture adequadamente. A primeira fase é referente a janeiro de 2021 e exige a modelagem arquitetônica, estrutural, hidráulica, elétrica, de aquecimento, ventilação e ar-condicionado para construções novas, ampliações ou reabilitações. Além disso, impõe o uso do BIM para detecção de interferências, extração de quantitativos e geração de documentação gráfica.

Já a segunda fase se inicia em janeiro de 2024 e exige também a aplicação do BIM em obras de reformas, além de determinar a inclusão novos serviços, como a execução de orçamento e planejamento de obras em BIM e a elaboração do modelo *as built* (como construído). Por fim, a terceira fase é planejada para janeiro de 2028 e inclui a obrigatoriedade de execução de serviços de gerenciamento e manutenção do empreendimento que tenham sido realizados através da metodologia BIM.

Uma das formas do poder público incentivar a disseminação do BIM é fazendo uso do seu poder de compra, tendo em vista que o Estado é um grande demandante de obras e, exigindo que seus projetos e obras sejam entregues em BIM, poderia estimular a adoção desta metodologia pelo mercado.

Sabendo disso, o Governo Federal instituiu o Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020, que estabelece o uso do BIM na execução de obras e serviços de engenharia realizadas pelo Ministério da Defesa e o Ministério da Infraestrutura, vinculando estes órgãos aos objetivos, metas, prazos e fases da Estratégia BIM BR. As demais entidades públicas permanecem desobrigadas a utilizar a metodologia BIM.

Por fim, na academia o BIM tem gerado uma demanda por profissionais capazes de utilizar os conceitos desta metodologia para trabalhar de forma integrada e colaborativa (BARISON; SANTOS, 2011), sendo função das instituições de ensino sanar esta carência (KEHL *et al.*, 2018). Contudo, Ruschel, Andrade e Morais (2013) concluíram que o BIM tem sido implantado de maneira muito gradual e pouco efetiva no país, sendo ensinado majoritariamente em disciplinas isoladas, ao invés de ser abordado estruturalmente em toda grade curricular.

No Ceará, há um plano de implantação BIM na indústria da construção civil proposto por Böes (2019), que também apresenta uma caracterização do uso e da maturidade BIM no estado. Segundo o autor, 36% das construtoras e 38% dos projetistas utilizam o BIM, havendo inclusive duas construtoras com Nível Gerenciando de maturidade BIM e outras três com nível definido. Já para os projetistas, 6 encontram no Nível Inicial e outros 16 não possuem nenhum nível de maturidade.

Quanto às instituições de ensino do estado do Ceará, o estudo de Böes (2019) evidencia que estas já estão começando a adotar o BIM, mas, em sua maioria, através de iniciativas de professores, sem uma adoção institucionalizada. Em relação à maturidade, 10 academias se enquadram em Nível Pré-BIM, enquanto 9 estão em nível inicial e outras 7 em nível definido. Vale ressaltar que o autor analisou somente instituições de ensino superior.

Já em relação ao setor público do Estado do Ceará o autor indica que somente 12% das instituições adotam o BIM, com uma parcela considerável da amostra desconhecendo o tema. Isso é preocupante pois os órgãos públicos são importantes agentes do campo da Política capazes de contribuir com a adoção BIM na indústria da AECO como um todo.

Ainda de acordo com Böes (2019) a macro-maturidade BIM no Ceará apresenta baixa maturidade em todos os oito componentes, embora já hajam algumas iniciativas BIM presentes no estado. Neste sentido, o autor elaborou um plano de implantação estadual pautado com base na Estratégia BIM BR (Brasil, 2019) e apresenta um conjunto de ações estratégicas distribuídas pelos oito componentes de macro-maturidade e nas três etapas de implementação BIM de Succar e Kassem (2015).

3 MÉTODO DE PESQUISA

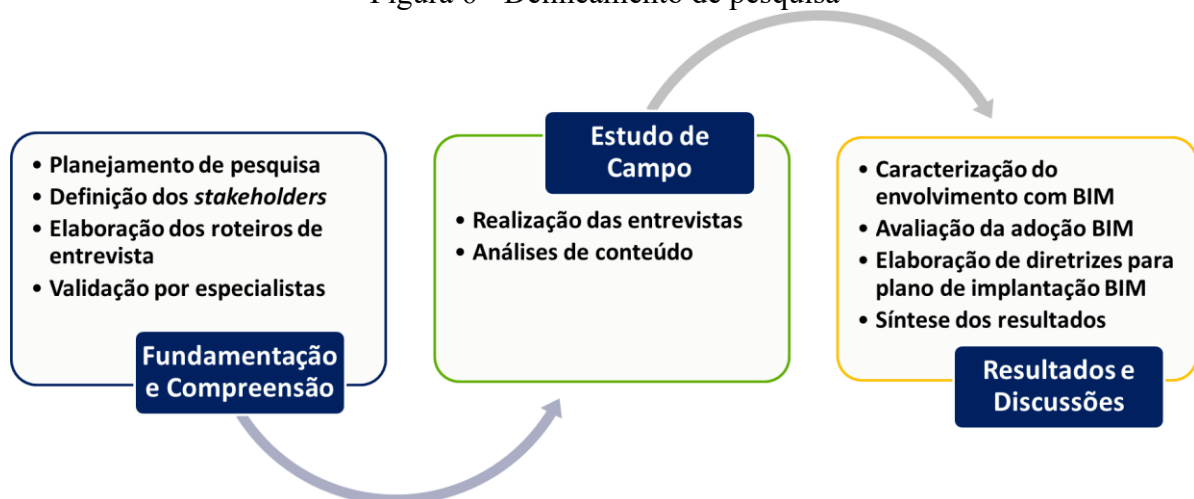
Esta pesquisa foi realizada com uma abordagem qualitativa (COOPER; SCHINDLER, 2016) em que se realizou um estudo de caso para diagnosticar o estado atual de implantação BIM no setor da construção civil da microrregião de Crateús. O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real (YIN, 2010), sendo considerado um delineamento especialmente adequado para as situações em que se deseja preservar as características holísticas e significativas dos eventos (THEÓPHILO, 2004).

A pesquisa tem caráter descritivo (COLLIS; HUSSEY, 2005), em que se realizou a caracterização do fenômeno analisado na microrregião de Crateús, tendo sido realizada por meio de entrevistas em profundidade e com a coleta de dados qualitativos. A entrevista em profundidade foi utilizada pois, segundo Richardson (2011), tem como objetivo formar o conhecimento a partir do entrevistado sem impor a visão de realidade do entrevistador.

Assim, foram realizadas perguntas abertas e coletados dados qualitativos, os quais foram submetidos à análise de conteúdo. A análise de conteúdo visa fazer inferências replicáveis e interpretar o conteúdo de um texto, extraindo significados e estruturando uma compreensão representativa do conteúdo (CHIZZOTI, 2011). As entrevistas foram tabuladas e posteriormente agrupadas em categorias temáticas, para então serem analisadas seguindo recomendações de Bardin (1997).

O estudo foi desenvolvido por meio de três etapas, conforme apresentado na Figura 6 e detalhado em sequência.

Figura 6 - Delineamento de pesquisa



Fonte: do autor.

Na etapa de fundamentação e compreensão, a revisão da literatura foi realizada de forma a buscar o entendimento do tema da pesquisa, priorizando-se artigos científicos dos principais periódicos do Brasil e do mundo, dentre as quais se destacam a revista internacional *Automation in Construction* e a nacional *Ambiente Construído*. Além disso, foram estudados a Estratégia BIM BR, que expõe diretrizes para implantação BIM a nível nacional e, especialmente, o trabalho de Böes (2019) que apresenta diagnóstico semelhante ao empreendido neste estudo, bem como a proposição de um plano de implantação para o estado do Ceará.

O trabalho de Böes (2019) apresenta cinco elementos do Plano de Implantação BIM, sendo eles: (I) síntese dos *stakeholders*, caracterização do uso BIM, maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús; (II) estruturação do Plano de Implantação BIM; (III) motivadores e promotores conceituais BIM; (IV) níveis de atuação conceitual; e, (V) desenvolvimento do Plano de Implantação BIM. No presente estudo, foram desenvolvidos os elementos I e II e estabelecidas diretrizes para execução dos elementos subsequentes.

Com a revisão da literatura realizada, partiu-se para o planejamento da pesquisa em que se escolheu o estudo de caso como estratégia. Investigou-se o atual estágio de maturidade BIM na microrregião de Crateús, tendo sido escolhido diferentes *stakeholders*, com base em Böes (2019) e alinhados a Succar e Kassem (2015), à saber: construtoras, projetistas, poder público e instituições de ensino. Além destes, incluiu-se um representante do CREA por ser o único conselho de classe relacionado à AECO atuante na região e que possui influência na indústria da construção da microrregião, exercendo a função de órgão fiscalizador da atividade profissional.

Foram desenvolvidos diferentes roteiros de entrevista em profundidade para cada *stakeholder* de forma a possibilitar a caracterização da adoção BIM na região através da matriz de macro-maturidade de Succar e Kassem (2015). Os roteiros foram apresentados nos Apêndices A, B, C, D e E e suas principais características são apresentadas no Quadro 10. Os roteiros se iniciam com uma caracterização geral dos respondentes e dos órgãos/empresas que eles representam, partindo para a caracterização do envolvimento do respondente com o BIM incluindo perguntas específicas para os que adotam ou não essa metodologia e, por fim, questionamentos sobre a perspectiva do entrevistado sobre a atuação dos demais agentes da indústria da AECO dentro da temática BIM na microrregião estudada.

Quadro 10 - Caracterização dos roteiros de entrevista

Stakeholder	Tópicos	Nº de questões
Construtoras	Caracterização do respondente	8
	Caracterização geral da empresa	9
	Caracterização do envolvimento da empresa com BIM	14 para quem não adotou o BIM 21 para quem já adotou o BIM
	Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção	9
	Total	40 para quem não adotou o BIM 47 para quem já adotou o BIM
Projetistas	Caracterização do projetista	9
	Caracterização do envolvimento dos projetistas com BIM	14 para quem não adotou o BIM 20 para quem já adotou o BIM
	Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção	9
	Total	32 para quem não adotou o BIM 38 para quem já adotou o BIM
Instituições de ensino	Caracterização do respondente	7
	Caracterização geral da Instituição	4
	Caracterização do envolvimento da instituição de ensino com o BIM	13 para quem não adotou o BIM 19 para quem já adotou o BIM
	Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção	10
	Total	34 para quem não adotou o BIM 40 para quem já adotou o BIM
Poder público	Caracterização do respondente	6
	Caracterização do envolvimento do órgão com BIM	11
	Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção	10
	Total	27
CREA	Caracterização do respondente	5
	Caracterização geral do CREA	5
	Caracterização do envolvimento do CREA com BIM	9
	Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção	10
	Total	29

Fonte: do autor.

Os roteiros foram submetidos à análise de quatro especialistas para sua validação por meio de questionário enviado por e-mail e que se encontra no Apêndice F. As principais características dos especialistas são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Caracterização dos especialistas

Especialista	A	B	C	D
Formação	Arquitetura e Urbanismo	Arquitetura e Urbanismo	Eng. Civil	Eng. Civil
Ocupação Atual	Docente	Docente	Gerente de projetos BIM	Projetista
Tempo de atuação no mercado (anos)	13	19	10	4
Tempo de atuação na docência (anos)	7	7	5	1
Tempo de Envolvimento com a temática BIM (anos)	10	10	4	5
Titulação máxima	Doutorado	Mestrado	Mestrado	Mestrado
Familiaridade com o BIM ¹	10	9	10	9

Legenda: ¹ Nota de 1 a 10.

Fonte: do autor.

Pode-se constatar o alto envolvimento com a temática, e a alta formação dos especialistas que analisaram os roteiros para a pesquisa, com a presença de três mestres e uma doutora. Apenas um dos respondentes possui menos de dez anos de mercado e cinco anos de experiência docente. Dois especialistas possuem 10 anos de envolvimento com o BIM, enquanto dois possuem pelo menos quatro. Tais características apontam pela dominância do assunto e pela validade das avaliações realizadas para subsidiar a pesquisa.

Estes especialistas indicaram o grau de aceitação para cada uma das afirmativas (nota de 1 a 5, em que 1 significa discordo totalmente e 5 concordo totalmente), bem como realizaram comentários e sugestões, conforme acharam necessário.

Os resultados dessa indicação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Avaliação do roteiro de entrevistas pelos especialistas (continua)

Afirmativa	A	B	C	D	Soma	% Máx
O vocabulário apresentado está adequado (clara e simples)	4	5	5	5	19	95%
Os conteúdos abordados estão adequados (alinhado com o BIM e com o propósito do trabalho)	3	4	4	5	16	80%

Tabela 1 - Avaliação do roteiro de entrevistas pelos especialistas (conclusão)

Afirmativa	A	B	C	D	Soma	% Máx
Os agentes mapeados (instituições de ensino, construtoras, projetistas e poder público – Prefeitura & CREA) são adequados ao propósito da pesquisa	5	4	4	4	17	85%
O roteiro é viável para aplicação (operacional)	2	5	3	5	15	75%

Fonte: do autor.

Pode-se constatar que, em geral, há alta concordância com os questionamentos realizados nos roteiros de entrevista, confirmando a validade do instrumento elaborado. O quesito que teve menor concordância foi a operacionalidade, devido a extensão do roteiro e, ainda assim, obteve 75% de adequação. Comentários foram realizados corroborando a validade do instrumento como o Especialista D ao dizer que o roteiro é “bastante completo” e que “achei a última parte das entrevistas bem pertinente”, assim como nas observações do Especialista C que disse “acho que o roteiro avalia bem o status atual do uso do BIM[...]” e do Especialista B ao ressaltar que “o trabalho é muito relevante e está bem estruturado”.

A Especialista A sugeriu tornar o roteiro estruturado por meio de questões fechadas, para ser mais operacional devido à sua extensão. Contudo, a sugestão não foi acatada pois prejudicaria o objetivo almejado com a escolha de estruturas em profundidade.

Já com relação as *stakeholders* selecionados, a Especialista B sugeriu incluir o CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo. A sugestão poderia ter sido acatada, mas o CAU não possui um representante na microrregião, o que inviabilizou o seu atendimento.

Destaca-se que o Especialista C sugeriu retirar uma pergunta relacionada ao domínio de *softwares* na entrevista das construtoras pois, segundo ele, as construtoras utilizam BIM de forma indireta terceirizando os projetos. Contudo, devido ao fato de que a construção civil na microrregião de Crateús ser dominada por Micro e Pequenas Empresas (MPE) e que neste porte de empresa é comum que as construtoras sejam responsáveis pelos seus projetos, como se confirmou na pesquisa de campo e relatado na seção de resultados, optou-se pela sua manutenção.

Críticas também foram realizadas, dentre as quais destacaram-se as apresentadas no Quadro 12. Desta forma, examinou-se a congruência dos roteiros e sugestões pontuais foram incorporadas para melhorá-lo, conforme sugerido pelos especialistas.

Quadro 12 - Principais críticas realizadas pelos especialistas para os roteiros

Especialista A	Especialista C	Especialista D
É necessário escolher um modelo de avaliação de maturidade e fazer um paralelo do roteiro com o modelo para que seja possível alinhar as respostas dentro do modelo de avaliação de maturidade. Assim, é possível obter uma resposta que seja de possível comparação com outros levantamentos já realizados.	Cuidado com a questão da implantação/ implementação BIM	Alguns itens têm diversas perguntas concentradas (Exemplo: Sua instituição desenvolve ações de incentivo ao BIM na região? Por quê? Quais? Há quanto tempo?). Pode ser que seja melhor quebrar em mais perguntas para não correr o risco de perder informações, além de ficar mais fácil a síntese do conteúdo depois

Fonte: do autor.

Em seguida, foram realizadas quatorze entrevistas virtuais com duração total de 9 horas e cuja caracterização dos respondentes é apresentada como primeiro resultado na quarta seção deste trabalho. Vale destacar que estes respondentes foram selecionados por conveniência, ou seja, aqueles com quem o autor tinha contato. As autoridades públicas (Prefeituras e CREA) foram contatadas pelos canais oficiais.

Através da análise de conteúdo das entrevistas foi possível avaliar cada um dos componentes de macro-maturidade de Succar e Kassem (2015) na microrregião e identificar, desta forma, o nível de maturidade BIM da microrregião dos Sertões de Crateús, tornando possível a elaboração de diretrizes para um plano de implantação BIM.

A Tabela 2 apresenta um exemplo de cálculo do nível de maturidade.

Tabela 2 - Exemplo de cálculo do nível de maturidade

	Baixa maturidade (0)	Média-baixa maturidade (1)	Média maturidade (2)	Média-alta maturidade (3)	Alta maturidade (4)
Objetivos, estágios e marcos	●				
Campeões e pilotos	●				
Estrutura regulatória	●				
Publicações dignas de nota		●			
Aprendizagem e educação					
Medições e benchmarks			●		
Peças e produtos padronizados				●	
Infraestrutura tecnológica					●
Total de pontos	0	1	2	3	4

Fonte: do autor.

Pode-se perceber que a escala de pontuação é de zero (baixa maturidade) a 4 (alta maturidade) para 8 itens que podem somar o máximo de 32 pontos. Assim, pôde-se obter os resultados apresentados a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da caracterização dos *stakeholders* e do seu envolvimento com o BIM, bem como o ponto de vista destes sobre os demais agentes da AECO. Em seguida é feita uma avaliação da adoção BIM na microrregião e são sintetizadas diretrizes para a elaboração de um plano de implantação BIM.

4.1 Caracterização dos participantes da pesquisa

A Tabela 3 sumariza quantitativamente os participantes da pesquisa.

Tabela 3 - Entrevistados na pesquisa

Perfil do entrevistado	Quantidade
Construtora	3
Projetista	5
Instituição de Ensino	3
Poder Público	2
CREA-CE	1
Total	14

Fonte: do autor.

A Tabela 4 apresenta a codificação de cada respondente, bem como a data e duração de cada entrevista.

Tabela 4 - Detalhamento das entrevistas

Stakeholder	Codificação	Data de realização	Duração
Construtora A	C-A	18/02/2021	43min e 21s
Construtora B	C-B	11/02/2021	30min e 01s
Construtora C	C-C	20/02/2021	25min e 30s
Projetista A	P-A	08/02/2021	13min e 43s
Projetista B	P-B	08/02/2021	25min e 55s
Projetista C	P-C	25/01/2021	25min e 07s
Projetista D	P-D	03/02/2021	22min e 08s
Projetista E	P-E	03/02/2021	54min e 58s
Instituição de ensino A	IE-A	29/01/2021	45min e 58s
Instituição de ensino B	IE-B	09/02/2021	55min e 08s
Instituição de ensino C	IE-C	27/01/2021	35min e 55s
Poder Público A	PP-A	18/01/2021	55min e 58s
Poder Público B	PP-B	14/01/2021	39min e 16s
CREA	-	17/02/2021	32min e 43s
Total:			9 horas

Fonte: do autor.

A Figura 7 apresenta a distribuição de atuação destes entrevistados na microrregião do Sertão de Crateús.

Figura 7 - Distribuição dos entrevistados por município



Fonte: do autor.

Pode-se observar que os participantes da pesquisa atuam em todas as 9 cidades da microrregião, constituindo-se em uma participação representativa da microrregião. Vale destacar que as instituições de ensino possuem alunos das 9 cidades, mesmo que localizadas em apenas dois municípios, enquanto o CREA é atuante em toda a microrregião. Estes participantes são caracterizados em maior profundidade a seguir.

4.1.1 Caracterização das construtoras

Todos os respondentes representantes das construtoras são seus proprietários, formados em engenharia civil, com registro no CREA e com o tempo de atuação no mercado

dedicado exclusivamente à suas empresas. O Quadro 13 apresenta a caracterização das construtoras.

Quadro 13 - Caracterização das construtoras

Construtora	A	B	C
Tempo de atuação (anos)	2	11	11 (meses)
Constituição	Limitada	S.A Capital Fechado	Limitada
Porte	Pequeno	Pequeno	Pequeno
Tipos de obra	Residencial (tipo A, B e C) e comercial	Residencial (tipo A, B e C) e comercial	Residencial (tipo A) e comercial
Forma de desenvolvimento de projetos	Equipe própria	Equipe própria	Equipe própria
Faz contratos formais com os clientes	Sim	Não, apenas contrato de gaveta	Não

Fonte: do autor.

Pode-se observar a variedade de tempo de atuação das construtoras analisadas. Isso é importante, pois torna a amostra mais representativa, com a participação tanto de construtoras já consolidadas quanto de novas empresas atuantes na microrregião. Nota-se que todas as construtoras possuem um faturamento anual entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões, enquadrando-se como Empresas de Pequeno Porte (EPP) de acordo com a Lei Complementar nº 155, de 27 de outubro de 2016 (BRASIL, 2016). Essa realidade das construtoras atuantes na área de estudo reforça a importância da presente pesquisa ao mapear a adoção BIM em um mercado formado exclusivamente por EPP's.

Outra observação interessante é que todas as construtoras analisadas desenvolvem seus projetos por meio de uma equipe própria. É comum na região que os clientes as contratem para realizar tanto o projeto quanto a construção. Por serem empresas de pequeno porte torna-se mais vantajoso realizar tudo dentro da própria construtora, pois a terceirização dos projetos diminuiria a margem de lucro.

Por fim, apenas a Construtora A realiza contratos formais com seus clientes, e só decidiu fazer isso pois, segundo seu proprietário, "... não fazia contrato e acabei tendo prejuízos por falta de pagamento" (C-A). Isso demonstra o caráter predominantemente informal das negociações feitas pelas construtoras na microrregião.

4.1.2 Caracterização dos projetistas

Foram entrevistados cinco projetistas, cuja caracterização é exibida no Quadro 14 dentre os quais quatro são autônomos e um é funcionário de um escritório de arquitetura.

Quadro 14 - Caracterização dos projetistas

Projetista	Formação máx.	Registro no conselho de classe	Tempo de atuação (anos)	Tipos de projeto que realiza	Projetos entregues	Tipos de clientes	Faz contratos formais com os clientes?
P-A	Técnico em Edificações	Não	5	Arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário	Não soube informar (muitos)	Público, particular residencial e comercial	Não
P-B	Graduando em Eng. Civil	Não	1,5	Arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário	20	Particular residencial	Não
P-C	Pós-graduando em Eng. Civil	Sim	11 (meses)	Arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário	3	Particular residencial e comercial	Não
P-D	Técnico em Desenho da Const. Civil	Não	8	Arquitetônico	Não soube informar (muitos)	Público, particular residencial e comercial	Não
P-E	Técnico em Edificações	Sim	5	Arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário	130	Público, particular residencial e comercial	Sim

Fonte: do autor.

É notável a variação dos tipos de projetistas entrevistados, principalmente quanto ao tempo de atuação, que varia de 11 meses (P-C) a oito anos (P-D), e a quantidade de projetos entregues, que equivale a três para o Projetista C e chega a 130 para o Projetista E, tendo ainda dois projetistas (A e D) que perderam as contas devido ao grande volume de trabalhos já realizados.

Observa-se que somente dois projetistas entrevistados possuem registro em seus conselhos de classe, enquanto apenas um destes formaliza sua contratação com os clientes. Isso, aliado aos resultados já expostos das construtoras, reflete a informalidade da indústria da construção na microrregião como um todo.

4.1.3 Caracterização das instituições de ensino

Foram entrevistados representantes de todas as instituições de ensino da microrregião do Sertão de Crateús, caracterizadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Caracterização das instituições de ensino

Instituição	Direito	Nível dos cursos	Cursos de AECO	Quant. de alunos nesses cursos
A	Público	Técnico	Edificações	De 101 a 300
B	Público	Técnico	Edificações e Design de Interiores	De 101 a 300
C	Público	Superior	Engenharias: Civil, de Minas e Ambiental/Sanitária	De 301 a 500

Fonte: do autor.

Optou-se por escolher como representante apto a responder a pesquisa um coordenador de curso de cada instituição. Para a Instituição B foi contatado o coordenador do curso técnico em Edificações, enquanto que para a Instituição C foi escolhido o coordenador de Engenharia Civil. Os três são caracterizados no Quadro 16.

Quadro 16- Caracterização dos respondentes das instituições de ensino

Respondente	Tempo de docência (anos)	Tempo de atuação no mercado (anos)	Formação máxima	Registro no conselho de classe
IE-A	9	10	Graduação em Engenharia Civil	Sim
IE-B	2	10	Pós-graduação em Planejamento e Controle De Obras	Sim
IE-C	3	7	Doutorado em Engenharia Civil	Sim

Fonte: do autor.

Pode-se observar grande experiência de mercado dos respondentes, bem como acadêmica, a titulação máxima de um dos respondentes como doutor em engenharia civil.

4.1.4 Caracterização do poder público

Optou-se por entrevistar somente representantes de prefeituras, pois estes órgão são diretamente envolvidos com a indústria da construção na microrregião. Foram contatados representantes de cinco prefeituras, entretanto só houve retorno de dois (Crateús e Tamboril). O Quadro 17 apresenta a caracterização destes respondentes.

Quadro 17 - Caracterização dos respondentes do poder público

Respondente	Cargo	Área de atuação	Tempo de atuação	Tempo na prefeitura	Formação máxima	Registro no CREA
PP-A	Supervisor de obras	Infraestrutura	8 meses	6 meses	Engenheiro Civil	Sim
PP-B	Coordenador de obras	Infraestrutura	10 meses	1 semana	Engenheiro Civil	Sim

Fonte: do autor.

Nota-se que ambos são formados em engenharia civil, registrados no CREA e ocupam cargos técnicos relacionados à infraestrutura do município. Vale ressaltar o baixo tempo de atuação na prefeitura do PP-B, reflexo de uma prática comum na região que é a troca de profissionais que ocorre nas prefeituras sempre que há mudança na gestão municipal.

4.1.5 Caracterização do CREA

O CREA localizado no município de Crateús é responsável pela fiscalização da atividade profissional de engenheiros e agrônomos na região dos Sertões de Crateús, que corresponde a toda microrregião em estudo, somadas as cidades de Santa Quitéria, Catunda, Hidrolândia e Poranga. O representante do CREA contatado para a entrevista foi o inspetor regional, que está nesta função há dois anos e é pós-graduado em engenharia civil, com nove anos de atuação no mercado.

O corpo de funcionários do CREA na região é formado por três fiscais e um auxiliar administrativo. Segundo o entrevistado, as fiscalizações rotineiras são realizadas conforme decisão da própria inspetoria, que optou por dividir o município de Crateús ao meio e deixar um fiscal responsável por cada parte. Já o terceiro fiscal é responsável por cobrir as férias dos demais funcionários e por realizar a fiscalização de obras públicas de forma online, através dos portais de transparência federal, estadual e municipais. Não foi explicado pelo respondente como ocorre a fiscalização nos demais municípios de responsabilidade desta inspetoria, nem se há fiscalização presencial em obras públicas.

4.2 Envolvimento com o BIM

4.2.1 Envolvimento com o BIM – Construtoras

Todos os construtores afirmaram conhecer o BIM e o definiram, conforme exposto no Quadro 18.

Quadro 18 - Definições do BIM, conforme os construtores

C-A	C-B	C-C
<p>O BIM me ajuda muito em relação a orçamento porque ele me dá um quantitativo mais preciso do que se fosse no CAD, [...] eu gosto bastante pela modelagem 3D para apresentar projeto para cliente. [...] O quantitativo preciso gera redução de custos e redução de custos gera lucro.</p>	<p>[...] Claro que é muito mais abrangente, mas se eu for colocar a grosso modo é isso, é uma metodologia pra análise antecipada de projetos que vai melhorar minha performance construtiva e operacional do empreendimento.</p>	<p>Acredito que se pode resumir como uma ferramenta de integração de informações, onde é possível detalhar todas as etapas e áreas necessárias para o projeto, gerando menos custo e mais eficiência na construção.</p>

Fonte: do autor.

O C-A apresenta em sua resposta benefícios BIM ao invés de sua definição. Já o C-B define o BIM como uma metodologia, mas voltada apenas para a análise antecipada de projetos. Por fim o C-C fornece uma definição mais próxima da literatura ao falar sobre a integração de informações, embora aponte o BIM somente como uma ferramenta. Ao sintetizar estas respostas fica explícito que o conhecimento que os entrevistados possuem sobre o BIM é superficial, o que coloca em xeque a sua aplicação nas empresas.

Quanto às formas que tiveram contato com o BIM, destaca-se que os construtores B e C apontaram a Universidade Federal do Ceará – campus Crateús, como meio difusor da metodologia. O C-C foi formado nesta universidade, enquanto o C-B teve este contato por meio de uma parceria desenvolvida, conforme explícito na fala “[...]eu fui na UFC [...] e lá já vinha com alguns alunos desenvolvendo e estudando a metodologia BIM, não de forma muito incisiva, mas tinha alguns alunos, aí eu propus fazer uma parceria com estagiários [...]”.

O mercado de trabalho também foi apontado como fonte de contato com o BIM por C-A e C-C, enquanto C-B ainda citou a participação em palestras e eventos. Contudo, estes dois meios de difusão são externos à microrregião do Sertão de Crateús, como é possível perceber na resposta do C-A ao dizer “[...] na construtora que eu trabalhei em Fortaleza[...]” e do C-B quando diz “[...] a partir de eventos como o Inovaconstruir em Fortaleza realizado pelo Sinduscon [...]”.

Além disso, todos entrevistados desconhecem a existência de cursos relacionados a BIM na região, o que ressalta a academia como o único meio de difusão do BIM, que parte de dentro da área de estudo e alcança os construtores.

Os construtores A e B fazem uso do BIM e afirmam utilizá-lo para a execução dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico.

4.2.1.1 Construtoras que utilizam o BIM

Os motivos apontados para utilização do BIM foram a maior facilidade para elaboração de orçamentos, a redução do desperdício de materiais que a metodologia proporciona, a melhora da performance construtiva, a busca dos gestores por inovação e a melhora da captação de clientes. Vale ressaltar que nenhuma destas motivações foi apontada por mais de um construtor.

O C-A utiliza o BIM desde o início da empresa (dois anos), pois sua sócia e projetista já havia tido contato com projetos em BIM durante o estágio, tendo absorvido conhecimento sobre a metodologia neste período e implantando de forma natural na empresa. Já o C-B usa o BIM há três anos e o implantou por meio de uma parceria com a UFC – campus Crateús, buscando na universidade alunos que já possuíam um domínio sobre o BIM e lhes dando suporte para executar análises de projeto e até mesmo uma obra com uso do BIM. Destaca-se que em nenhum dos casos a implantação ocorreu através de um projeto formal, documentado e controlado ou com consultoria externa.

Após a implantação BIM em suas empresas as vantagens percebidas pelos construtores foram: melhoria na qualidade dos projetos, maior precisão na extração de quantitativos e conseqüentemente maior facilidade para a elaboração de orçamentos, melhora na execução da obra, redução do desperdício de materiais e a captação de um novo segmento de clientes em função da maior atratividade dos projetos. Novamente, nenhuma destas vantagens foi citada por mais de um entrevistado.

Nenhum dos construtores utiliza o BIM em todos os empreendimentos. O C-A relata que em obras pequenas o processo de desenvolvimento de projetos é mais demorado ao utilizar o BIM, sendo mais proveitoso a utilização da tecnologia CAD (*computer-aided manufacturing*, ou Desenho Assistido por Computador). O C-B corrobora com isso e acrescenta que o BIM também não é utilizado quando o cliente não entende a melhoria trazida por esta metodologia.

Os usos BIM que os entrevistados afirmam aplicar em seus empreendimentos são a modelagem (citada pelos dois construtores) e extração de quantitativos, elaboração de orçamentos, planejamento de obra e análises de conflitos (todos estes com uma citação cada).

Nota-se que os usos apontados coincidem com alguns dos benefícios BIM definidos por Eastman *et al.* (2008). Contudo, são citados apenas cinco usos, o que demonstra a baixa exploração do potencial BIM por parte dos construtores. Isso pode ocorrer, dentre outros fatores, pelo fato de os entrevistados não terem reestruturado completamente seus prestadores de serviço e processos de entrega, o que segundo Eastman *et al.* (2008) impede que estas construtoras usufruam de todos os benefícios BIM.

Isso fica explícito quando os respondentes dissertam sobre o processo de desenvolvimento de projetos dentro da empresa. O C-A relata que é desenvolvido o projeto arquitetônico, em seguida o estrutural e por último os de instalações, sem que haja uma integração efetiva entre as diferentes disciplinas de projeto. Ou seja, é um processo similar ao desenvolvimento de projetos tradicional com uso de CAD que apenas modela separadamente os projetos em BIM. Este fluxo linear de trabalho com modelagens baseadas em objeto e baixa colaboração entre as disciplinas classifica esta construtora como Estágio BIM 1 de capacidade BIM de Succar (2009).

Já o C-B afirma que há uma troca de informações institucionalizada dentro de sua empresa entre os responsáveis pelas diferentes disciplinas de projeto. Além disso, é realizada uma compatibilização de projetos para análise de conflitos através do *software Navisworks*. Dessa forma, esta construtora se encaixa no Estágio BIM 2 de capacidade BIM.

Ambos construtores afirmam ter disponibilidade de *hardwares*, *softwares* e redes adequados para uso do BIM e declaram que suas equipes de projeto possuem domínio de regular a bom nos *softwares* BIM utilizados. Quanto ao conhecimento de famílias de componentes disponíveis na internet ou em bibliotecas o C-A diz somente que não conhece, enquanto o C-B fala o mesmo, mas relata que seus projetistas conhecem e conseguem usufruir dos materiais encontrados.

É importante destacar que o C-A alegou não haver nenhuma diferença entre seus contratos quando utiliza ou não o BIM, enquanto o C-B não realiza contratos formalizados em nenhum de seus empreendimentos.

Por fim, a única barreira apontada pelo C-B para implantação do BIM na própria construtora foi a percepção do cliente quanto à relação custo-benefício. Ele acredita que o cliente não consegue enxergar o retorno que ele tem ao investir um pouco mais nos projetos em BIM. Destaca-se que esta é uma barreira pouco citada na literatura existente, o que ressalta a particularidade da indústria da construção na região de estudo.

O C-A disse não ter tido nenhuma barreira para implantação na sua empresa, contudo vale ressaltar que esta opinião pode estar condicionada à baixa capacidade BIM que a

construtora possui. Além disso, a equipe de ambos respondentes é formada por profissionais formados recentemente e até mesmo estagiários, o que pode inibir barreiras como a resistência a adoção de novas tecnologias.

4.2.1.2 Construtoras que não utilizam o BIM

Apenas o C-C disse não usar o BIM e apontou como motivo a simplicidade dos projetos realizados pela sua empresa. Segundo o respondente, os projetos são todos desenvolvidos por ele mesmo em *AutoCAD*, *Revit*, *Hidros* e *TQS*, com domínio intermediário em todos eles. Contudo, o entrevistado afirmou ter a pretensão de utilizar o BIM de forma gradativa, levando em consideração o grau de dificuldade dos projetos.

O respondente relatou que um dos benefícios BIM que o motiva a implantar a metodologia é a possibilidade de “ter uma previsão mais realista de todas as etapas da obra, acarretando em menor custo e maior produtividade na construção”. Esse motivo coincide com o benefício BIM “visualização antecipada e mais precisa de um projeto” definido por Eastman *et al.* (2008).

Perguntado sobre quais barreiras o impedem de usar o BIM o Construtor citou somente a falta de informação. Essa barreira fica explícita ao analisar que o entrevistado citou somente um dos 15 benefícios BIM definidor por Eastman *et al.* (2008), como motivação para implantar o BIM, desconhecendo a potencialidade desta metodologia.

4.2.2 Envolvimento com o BIM – Projetistas

Assim como os construtores, todos projetistas afirmaram conhecer o BIM. Contudo, ao analisar as respostas no Quadro 19 sobre a definição do BIM, percebe-se uma incompletude na percepção e até mesmo um desvio com relação à literatura.

Quadro 19 - Definições do BIM conforme os projetistas (continua...)

Projetista A	Projetista B	Projetista C	Projetista D	Projetista E
O BIM são as plataformas que a gente usa... <i>AutoCAD</i> , <i>Sketch UP</i> .	O BIM é como se fosse uma plataforma que vem unindo, além da parte do projeto e do desenho em si, outras informações	Entendo eu que é um sistema de modelagem voltado para a área de construção civil para otimizar as ferramentas e também compartilhar	O BIM é uma forma de projeto que você faz uma coisa e ele lhe dá outras coisa tipo orçamento... ele adianta muito o serviço da gente,	Na arquitetura que eu entrei a gente só trabalha com o BIM lá, tem o <i>ArchiCAD</i> e o <i>Revit</i> nos computadores da universidade que são BIM, só que por exemplo quando a

Quadro 20 - Definições do BIM conforme os projetistas (conclusão)

Projetista A	Projetista B	Projetista C	Projetista D	Projetista E
	pertinentes pra construção e pro projeto do empreendimento.	informações entre um mesmo sistema de uma construção, por exemplo.	, parte de corte e tudo, e orçamento.	gente usa o ArchiCAD... em projetos grandes como terminal rodoviário, hospital, colégio, aeroportos, a gente trabalha com o BIM que no <i>AutoCAD</i> dá muito trabalho.

Fonte: do autor.

Os projetistas D e E confundem o BIM com seus *softwares*, enquanto o Projetista A cita até mesmo *softwares* CAD. Já os projetistas B e C apresentam definições mais completas ao dizerem, respectivamente, que o BIM “vem unindo além da parte do projeto e do desenho em si, outras informações pertinentes pra construção e pro projeto do empreendimento” e que “é um sistema [...] de modelagem voltado para a área de construção civil para otimizar as ferramentas e também compartilhar informações”.

Quatro dos cinco projetistas afirmaram já ter tido algum tipo de contato com o BIM. Dentre estes, três indicaram as instituições de ensino como meio de contato, enquanto um citou o mercado de trabalho e um mencionou palestras e eventos. Destaca-se que os respondentes que citaram instituições de ensino e o mercado de trabalho como meios difusores do BIM referiram-se a agentes presentes na microrregião do Sertão de Crateús, enquanto as palestras e eventos mencionadas ocorreram exclusivamente fora da área analisada. Assim como os construtores, todos projetistas relatam não saber da existência de algum curso relacionado a BIM na região. Somente um dos cinco projetistas (Projetista C) utiliza o BIM em seus projetos arquitetônico, estrutural e de instalações.

4.2.2.1 *Projetistas que utilizam o BIM*

O Projetista C afirmou utilizar o BIM desde o início de sua carreira profissional (11 meses), devido à maior identificação com as ferramentas BIM. Segundo ele, “nos primeiros semestres da graduação não gostava da plataforma (CAD), não achava interessante, não era o que me motivava... Aí eu achei mais fácil algo mais interativo que é o *Revit*, mesmo que fosse um pouquinho mais complexo”.

O entrevistado relatou que não houve um projeto formal, documentado e controlado ou consultoria externa para a implantação do BIM no seu escritório, pois ele já saiu da faculdade utilizando a metodologia. As vantagens percebidas pelo projetista são a maior praticidade e

otimização dos projetos com o BIM, principalmente quanto a visualização e a elaboração de orçamentos. O respondente citou que só não utilizou o BIM em 1 projeto em função de sua simplicidade.

Quanto aos usos BIM, o Projetista C relatou utilizar apenas para modelagem e extração de quantitativos, o que expõe a baixa exploração do BIM assim como ocorre com os construtores. Dessa forma, o Projetista C se encontra no Estágio BIM 1 de capacidade BIM.

O Projetista C declarou que dispõe de *hardwares*, *softwares* e redes adequadas para o uso do BIM e citou utilizar o *Revit Architecture* e o *AutoCAD* em seus projetos, possuindo um bom domínio sobre os dois. Contudo, vale ressaltar que entre estes, somente o *Revit* é uma ferramenta BIM e o uso exclusivo deste *software* não abrange todos os benefícios possíveis do BIM. Afirmou, ainda, que nunca realizou projeto em conjunto com outros profissionais e que não encontra dificuldade na interoperabilidade entre projetos. Além disso, citou que até hoje nenhum cliente pediu para que o projeto fosse executado em BIM, e que não há diferença contratual entre os projetos desenvolvidos em CAD ou BIM, porque o mesmo não formaliza contrato com seus clientes.

Por fim, o Projetista C afirma conhecer famílias de componentes disponíveis na internet ou em bibliotecas, mas as avalia como muito repetitivas, sendo insuficientes para as necessidades projetuais. Quanto às barreiras para implantação do BIM, o respondente citou a obtenção de *hardwares* adequados porque a utilização do BIM exige computadores potentes.

4.2.2.2 *Projetistas que não utilizam o BIM*

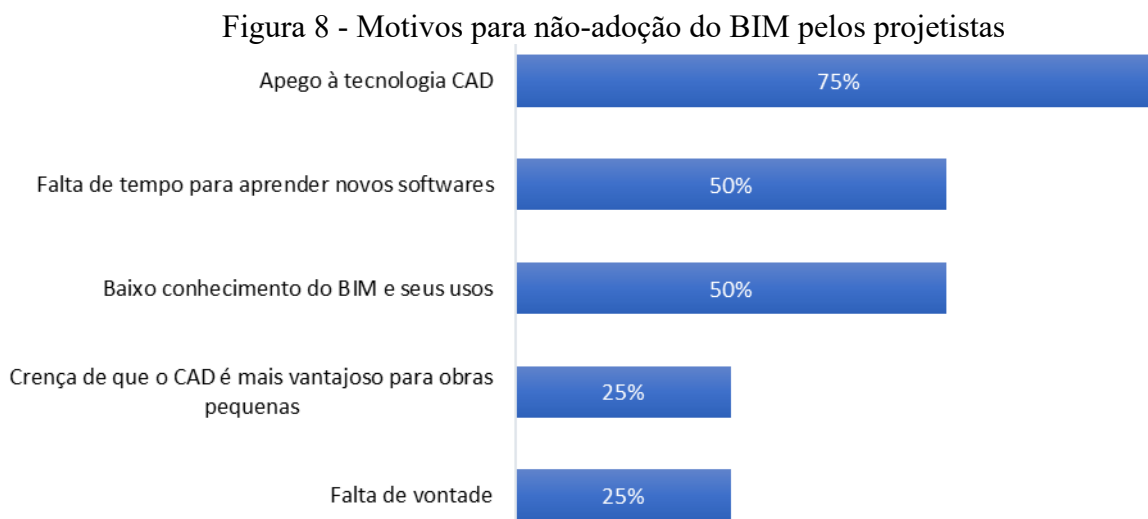
Os projetistas que não utilizam o BIM detalharam como ocorre o processo de desenvolvimento de projetos, que para todos os casos desenrola-se de maneira linear e sem integração, conforme exemplificado pelo Projetista B :

Obra do zero a gente faz uma visita no cliente, a arquiteta vê qual a demanda [...] [e] faz um estudo em DWG, vai pro Sketch Up, faz a volumetria. Quando tá finalizado ela faz outra reunião com o cliente pra fechar aquele projeto, ver se é daquela forma que ele quer, aí vem pra mim em DWG. Aí eu faço executivo, elétrico, hidráulico, sanitário, aquelas coisas tudo. E quando é reforma eu vou lá, faço um levantamento, entrego pra ela já com uma volumetria feita de como está, ela faz as mudanças aí é que volta pra mim.

Quanto aos *softwares* utilizados, todos afirmam usar o *AutoCAD* (um com domínio básico e três com domínio bom) e o Sketch UP (dois com domínio básico e dois com domínio bom). Além disso, os projetistas A e B afirmaram haver troca de informações entre os responsáveis pelas diferentes disciplinas de projeto sem que haja dificuldades nesse processo.

Em contrapartida, o P-E deixou de trabalhar em conjunto com outros profissionais, pois a troca de informações era ruim e praticamente dobrava o tempo do serviço executado. Por fim, o projetista D não troca informações com os responsáveis por outros projetos, pois a maioria de seus clientes necessita somente do projeto arquitetônico.

Os motivos para não-adoção do BIM apontados pelos projetistas foram apresentados na Figura 8.



Fonte: do autor.

Dentre estes motivos se destaca o apego à tecnologia CAD, apontado por três dos quatro projetistas que não utilizam BIM. Vale mencionar que a falta de tempo para aprender novos *softwares* (dois projetistas) e o baixo conhecimento do BIM e seus usos (dois projetistas) incidem sobre o apego ao CAD, conforme expõe o Projetista D, ao relatar que “eu ainda não tenho o conhecimento necessário pra usufruir dele, eu não me sinto ainda seguro porque devido a correria ainda não sentei pra estudar mesmo, e por já conhecer as outras ferramentas elas são um pouco mais fáceis”.

Questionados se pretendem utilizar o BIM, dois dos quatro projetistas afirmaram que ainda não possuem essa pretensão, destacando-se a resposta do Projetista D que apresentou a seguinte razão: “[...] eu estou trabalhando com prefeituras que ainda não estão pedindo”. Note-se que já está em vigor a decreto n° 10.306 que exige o uso do BIM em obras públicas federais e indica uma tendência de que estados e municípios venham adotar esta medida. O Projetista A afirmou que só utilizará o BIM se for obrigatório, enquanto o Projetista E disse ter a pretensão de usar somente em projetos grandes. Entretanto, todos entrevistados afirmaram ter o desejo de saber mais acerca da metodologia.

Três dos quatro projetistas que não fazem uso do BIM alegaram que ainda não há demanda dos clientes por projetos em BIM, principalmente por não conhecerem os seus benefícios e não se importarem com a forma com que o projeto é entregue, desde que cumpra os requisitos básicos. Somente o Projetista D já recebeu pedido para que o projeto fosse realizado em BIM e esta solicitação foi realizada por um cliente que é engenheiro civil e conhece a metodologia.

Por fim, cada um dos respondentes citou uma barreira diferente à utilização do BIM por eles: (1) a resistência a adoção de novas tecnologias; (2) falta de tempo para aprender novos *softwares*; (3) custo de aquisição dos *softwares*; e (4) falta de vontade. Nota-se que entre as barreiras citadas, somente o custo de aquisição dos *softwares* é um fator exógeno. Assim, a conscientização dos benefícios do BIM, seja para os profissionais atuantes, seja ainda na academia pode contornar essa dificuldade, já que o custo não foi ressaltado. Ainda, ações coercivas do estado, como a exigência da aplicação do BIM, podem contornar o problema.

4.2.3 *Envolvimento com o BIM – Instituições de ensino*

Todos os representantes das instituições de ensino entrevistados afirmam conhecer o BIM e o definem conforme exibido no Quadro 20. As definições proferidas pelos acadêmicos têm maior proximidade com a literatura se comparado aos outros *stakeholders* desta pesquisa, indicando que o conhecimento sobre esta temática na microrregião é maior na academia do que no mercado de trabalho. Dois dos três entrevistados afirmaram ter tido contato com o BIM e apontaram como meios de contato o mercado de trabalho, cursos, estudo individual e fornecedores de *softwares*. Nenhum meio de contato foi citado por mais de um respondente. O terceiro entrevistado disse não ter tido contato prático com o BIM, embora conheça a metodologia.

Quadro 20 - Definição de BIM de acordo com representantes das instituições de ensino (continua...)

IE-A	IE-B	IE-C
BIM é uma tecnologia consideravelmente recente, apesar de já estar aí no mercado há 8 anos [...] Ajuda na questão do planejamento da obra, de você já poder identificar a imagem	O BIM é uma biblioteca parametrizada, um recurso em que você utiliza informações parametrizadas como forma de controle das informações projetuais de forma a atingir um objetivo determinado e conciliado com multidisciplinaridade principalmente vinculando ao canteiro de obras, em tempo hábil as soluções necessárias,	[...] é um sistema onde as etapas de construção voltadas para construção civil são organizadas e por etapas, de forma que o projeto seja todo integrado em seus diferentes aspectos.

Quadro 21 - Definição de BIM de acordo com representantes das instituições de ensino (conclusão)

IE-A	IE-B	IE-C
em 3D facilitando a identificação de alguns erros que podem ocorrer durante a elaboração do projeto, e no caso o sistema CAD não permite. O BIM oferece uma visão mais dinâmica do projeto em si.	para que não haja retrabalhos e amadorismos no próprio canteiro. Então, o BIM possui na sua interface de parametrização a racionalidade, o aumento na forma de ganho de tempo de projeto pra construir um modelo de informações que será tratado com as outras especialidades, incluindo orçamentos e instalações elétricas e hidráulicas.	[...] Também pode ser utilizado na parte de aplicação, do processo de construção em si. Esse é meu entendimento superficial sobre BIM.

Fonte: do autor.

Todos relataram não haver nenhum curso de BIM na região de estudo. Tal inexistência pode comprometer a disseminação e treinamento de profissionais que já atuam no mercado, haja vista que estes não estão na academia – onde o tema parece estar em discussão na região como se mostrará adiante.

O Quadro 21 apresenta as vantagens e desvantagens do BIM, de acordo com os entrevistados.

Quadro 21 - Vantagens e desvantagens do BIM apontadas pelos representantes das instituições de ensino

Vantagens	Desvantagens
Melhora a visualização	Pouco conhecido e pouco utilizado
Integração entre projetos	Dificuldade de utilizar no mercado
Redução de erros de projeto	Pouca mão de obra qualificada
Otimização do tempo	Complexidade dos softwares
Melhor controle e organização e informações Parametrização de objetos	Atrasos na concepção do projeto caso não haja uma metodologia de aplicação e utilização do BIM

Fonte: do autor.

Ressalta-se que nenhuma das vantagens/desvantagens foi citada por mais de um respondente. Quanto as desvantagens citadas, percebe-se que três delas não são desvantagens da metodologia em si. O baixo conhecimento e utilização do BIM é reflexo da fraca disseminação da temática, enquanto a dificuldade de utilização no mercado de trabalho e a baixa quantidade de mão de obra qualificada representam possíveis barreiras à implantação do BIM, e não desvantagens de seu uso.

Os entrevistados foram questionados se suas instituições de ensino desenvolvem ações de incentivo ao BIM na região de estudo. A IE-A não desenvolve nenhuma ação pois, segundo seu representante, não houve necessidade, tendo em vista que o BIM “não é tão

conhecido e, portanto, não é tão utilizado nas empresas”. Esta é uma visão controversa, haja vista que a academia tem como marca indelével a inovação, a geração e disseminação de novos conhecimentos, o que permite avançar, junto com o mercado, na melhoria de produtos e serviços, seja na concepção, desenvolvimento, execução/fabricação, uso, manutenção e descarte/reaproveitamento.

Já o respondente da IE-B disse que realiza ações de incentivo ao BIM, pois os próprios alunos cobram a utilização da metodologia. Contudo, a ação citada na entrevista foi somente a instalação do *software* ArchiCAD nos computadores da instituição, o que não corresponde a uma ação direta de incentivo ao BIM nos demais agentes da indústria da construção.

Por fim, a IE-C tem incentivado a adoção do BIM na região, mas somente através de iniciativas pessoais de professores e alunos, não de maneira institucionalizada. De acordo com o representante da instituição, estão sendo realizadas há um ano e meio “ações em conjunto com algumas empresas de construção civil onde os projetos já estão sendo apresentados com essa característica, então isso está abrindo os olhos das empresas para essa nova possibilidade”.

4.2.3.1 *Instituições de ensino que utilizam o BIM*

Somente a IE-C utiliza o BIM em seus cursos ofertados, contudo esta utilização não ocorre de forma institucional, mas por iniciativa dos professores que individualmente vêm inserindo o BIM em suas disciplinas. De acordo com o respondente, caso esses docentes saiam da instituição não há garantia que seus sucessores deem continuidade ao uso do BIM.

Segundo o entrevistado, o BIM é utilizado na instituição há dois anos e a motivação para a adoção no curso foi a necessidade de mercado, pois as grandes empresas já utilizam esta metodologia e os alunos podem levar o BIM para as pequenas construtoras, como já vem acontecendo na parceria desenvolvida entre a IE-C e o Construtor B.

Dentro da instituição o BIM é utilizado na disciplina Projeto e Construção de Edifícios, bem como no Programa de Iniciação à Docência desta disciplina, e em minicursos oferecidos pontualmente. Além disso, há trabalhos sobre a aplicação do BIM na universidade desenvolvidos por um grupo de estudos e publicado em eventos nacionais. O entrevistado alega que há iniciativas BIM na extensão acadêmica e na iniciação científica, entretanto não soube citar nenhuma delas.

Conforme relata o entrevistado, de forma geral o corpo docente da instituição não é capacitado para ensinar ou incentivar o uso do BIM. Alguns professores, principalmente os

da área da construção civil, tem uma familiaridade maior com a metodologia, mas os docentes de outras áreas tem baixo conhecimento e não sabem como aplicar o BIM em suas disciplinas. Um fator atenuante deste problema é que não há nenhum tipo de incentivo para capacitar os professores em BIM.

Este relato é confirmado por Costa, Castro e Cândido (2020b), que mostram que embora 88% dos docentes afirmem conhecer o BIM, 50% atribuem seu próprio nível de conhecimento como “iniciante”, enquanto outros 38% dizem possuir um conhecimento superficial que não se encaixa no menor nível.

Além disso, o respondente alegou que os laboratórios não são bons e não possuem os *softwares* BIM, mas que geralmente os alunos conseguem transtornar essa dificuldade utilizando seus próprios meios. Ou seja, a disponibilidade de *hardwares*, *softwares* e redes adequadas para uso do BIM na instituição é insuficiente.

A principal barreira ante a implantação e o avanço do BIM na instituição, segundo o entrevistado, é a falta de conhecimento dos benefícios que uma adoção BIM global poderia trazer para a universidade. Ademais, o treinamento dos professores é limitado e há limitações físicas devido à ausência de *hardwares* e *softwares*, o que torna o ensino do BIM dependente de recursos dos próprios alunos, representando uma dificuldade pois não há garantia que todos disponham dos materiais necessários. O entrevistado relata que não há uma resistência institucional contra a adoção do BIM.

Estas barreiras se assemelham com as apontadas por Costa, Castro e Cândido (2020a), que apontam a falta de capacitação do corpo docente como um dos principais fatores mencionados pelos próprios professores, além da falta de recursos tecnológicos e da baixa prioridade dada ao BIM. Segundo os autores, a dificuldade em integrar o BIM à estrutura curricular não representa uma barreira determinante na instituição, corroborando com a visão do entrevistado no presente estudo.

4.2.3.2 *Instituições de ensino que não utilizam o BIM*

As instituições de ensino A e B não utilizam o BIM e apontaram como motivo para isso, respectivamente, a falta de demanda do mercado de trabalho e a burocracia existente para mudar a matriz curricular do curso. Entretanto ambas possuem interesse de implantar o BIM para capacitar os futuros profissionais e evitar que estes percam espaço no mercado de trabalho.

Todavia, estas motivações são contrárias aos resultados obtidos por Costa, Castro e Cândido (2020a) para a IE-C, onde a demanda do mercado de trabalho é apontada como

principal motivo para incorporação do BIM à estrutura curricular do curso, e não como fator contrário à sua adoção. Os autores concluíram ainda que a inclusão do BIM na grade curricular não é uma barreira relevante para a IE-C, mas vale ressaltar que isso pode variar muito conforme a instituição, mesmo que situadas na mesma microrregião.

Somente a IE-B já realizou alguma ação em prol da implantação BIM, que foi a instalação do ArchiCAD nos computadores da instituição. A perspectiva futura é, de acordo com o representante da instituição, que haja uma mudança no projeto pedagógico do curso e que se consiga a obtenção de licenças diretamente com a Autodesk para a obtenção de mais *softwares* BIM. Já na IE-A os docentes apenas citam a metodologia de maneira informal durante as aulas.

Para ambos os respondentes a principal barreira para implantação do BIM na sua instituição é a ausência da demanda de mercado, tendo em vista que as construtoras locais não enxergam os benefícios de ter profissionais especializados em BIM em seu corpo técnico. Destaca-se a fala do representante da IE-A ao citar que “se eu deixasse de trabalhar com o CAD pra ir pro BIM eu estaria perdendo o trabalho porque eu estaria passando uma ferramenta que ainda não é tão utilizada na região”. Além disso, foi citada também a resistência que o mercado oferece à adoção de novas tecnologias.

Por fim, os entrevistados disseram que suas instituições podem contribuir com a adoção do BIM na região de estudo disseminando a importância e os benefícios dessa metodologia dentro do mercado de trabalho e formando profissionais capacitados para trabalhar com o BIM.

4.2.4 *Envolvimento com o BIM – Poder público*

Os dois representantes do poder público entrevistados afirmam conhecer o BIM. O Quadro 22 apresenta a definição para eles. Pode-se notar que a concepção de BIM para os respondentes está vinculada à integração das informações, coadunando com a literatura analisada. Percebe-se, ainda, na fala do PP-A, a visão de processo de construção, o que é fundamental para a aplicação do BIM. Destarte, a concepção para o PP-B transpôs a natureza de gerenciamento das informações apenas técnicas. Não se pode precisar, no entanto, o que o respondente quis dizer por marketing da obra.

Quadro 22 - Definição de BIM de acordo com representantes do poder público

PP-A	PP-B
É uma metodologia, uma filosofia não só de execução de projetos, mas de visão de execução de tarefas dentro da construção civil, com aplicabilidade até fora dela.	BIM é uma metodologia empregada para realizar a integração de todas as partes de um projeto geral, não só relacionado a engenharia, porque eu acho que o BIM ultrapassa essa barreira, ele integra todas as partes do projeto desde a parte financeira, da construção, do acompanhamento, dos clientes, do marketing da obra, não só da obra, mas do projeto em geral.

Fonte: do autor.

Ambos os respondentes já tiveram contato com o BIM e indicaram a academia como meio de contato, sendo que um deles ainda cita a participação em palestras e eventos sobre o tema. Ressalta-se ainda que nenhum dos respondentes conhece a existência de algum curso sobre BIM na microrregião.

Nenhuma das prefeituras analisadas desenvolvem projetos em BIM, e o PP-A atribui isso ao fato de “o quadro de profissionais foi formado utilizando o CAD, aí não tiveram essa formação que a gente tá tendo agora, era CAD na veia”.

Os respondentes acreditam que o BIM pode ser utilizado nas prefeituras para auxiliar na execução de orçamentos e memoriais de cálculo, agilizar o processo de projeto e facilitar a integração entre diferentes setores deste órgão executivo. Além disso, ambos concordam que o BIM pode facilitar o processo de aprovação de projetos. Em relação as vantagens fornecidas pelo BIM, destaca-se a fala do PP-A:

O BIM poderia fazer a integração [...] não só com projetos, mas principalmente com o planejamento, pois toda gestão que entra depois tenta reparar o planejamento do modo de visão de como trabalhar a cidade, e já com o BIM esse modo de visão poderia ser mais compatível porque ficaria mais evidente do que a cidade precisa com um planejamento integrado entre todos os componentes que atuam no órgão público.

Esta resposta destaca o problema que as prefeituras da região enfrentam devido à descontinuidade de planejamento oriunda das trocas de gestão, apontando o BIM como uma metodologia capaz de contornar este empecilho.

Os dois respondentes relatam que os órgãos em que trabalham não desenvolvem ações de incentivo ao BIM na região de estudo. O PP-A elenca cinco motivos para isto: (1) desconhecimento do BIM por parte das pessoas com cargos mais altos em suas secretarias; (2) resistência à adoção de novas tecnologias; (3) desconhecimento de aplicações BIM em obras de pavimentação; (4) segmentação da prefeitura e; (5) falta de conhecimento de todos os benefícios BIM. Já o respondente da Prefeitura B afirmou que o BIM ainda não foi debatido em sua secretaria por estar no início de uma nova gestão.

Os entrevistados afirmam que possuem conhecimento do decreto federal nº 10.306, de 2 de abril de 2020, mas nenhum deles tem ideia de como a prefeitura pretende colocá-lo em vigor. O representante da Prefeitura B afirma que só ele possui conhecimento da lei na secretaria que trabalha, mas que possui um cargo técnico de execução e não é ele o responsável pela tomada de decisões. Já o representante da Prefeitura A diz que o órgão está aberto para formar uma parceria com as academias e receber auxílio na implantação do BIM.

No entanto, o conhecimento sobre o referido decreto mostra-se incipiente, haja vista que ele estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal e não em nível municipal.

Em relação às barreiras para a implantação BIM nas prefeituras, a única que ambos indicaram foi a resistência à adoção de novas tecnologias. Ademais, foram apontados o desconhecimento dos benefícios BIM, a falta de *hardware* adequado, a falta de vontade e um problema mais cultural, que é a priorização que a sociedade dá para resultados mais rápidos ao invés de melhores. Isso fica explícito na fala do respondente da Prefeitura B:

O cidadão comum não quer saber como foi feito o projeto, ele quer saber se aquele problema que ele tem na rua dele está resolvido pra ontem, não importa o jeito que foi feito nem o tempo de planejamento, e o poder executivo e o legislativo querem que os técnicos resolvam esses anseios da população sem se preocupar como, sem dar tempo, sem fazer planejamento e sem divulgar a sociedade como isso é feito. Por isso uma das principais barreiras é como isso é tratado por todo mundo, tanto na área acadêmica quanto na área de órgão público, na área profissional e na rede privada [...].

De acordo com os entrevistados o poder público pode contribuir com a adoção BIM na região de estudo estabelecendo diretrizes para a atuação do setor privado, além de disseminar a metodologia por meio da publicidade pública. Destaca-se que nenhuma destas contribuições foi mencionada por mais de um entrevistado. E mais, foi afirmado que poderiam cumprir o decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, mas deve-se observar, novamente, que isto é válido somente para obras federais.

4.2.5 *Envolvimento com o BIM – CREA*

O representante do CREA diz conhecer o BIM e o define como “uma modulação e compatibilização de projetos”. Ele relata que já teve contato com o BIM ao receber projetos desenvolvidos através desta metodologia e indica como vantagens do BIM a “identificação de patologias futuras, através da compatibilização de projetos e economia de material e mão de

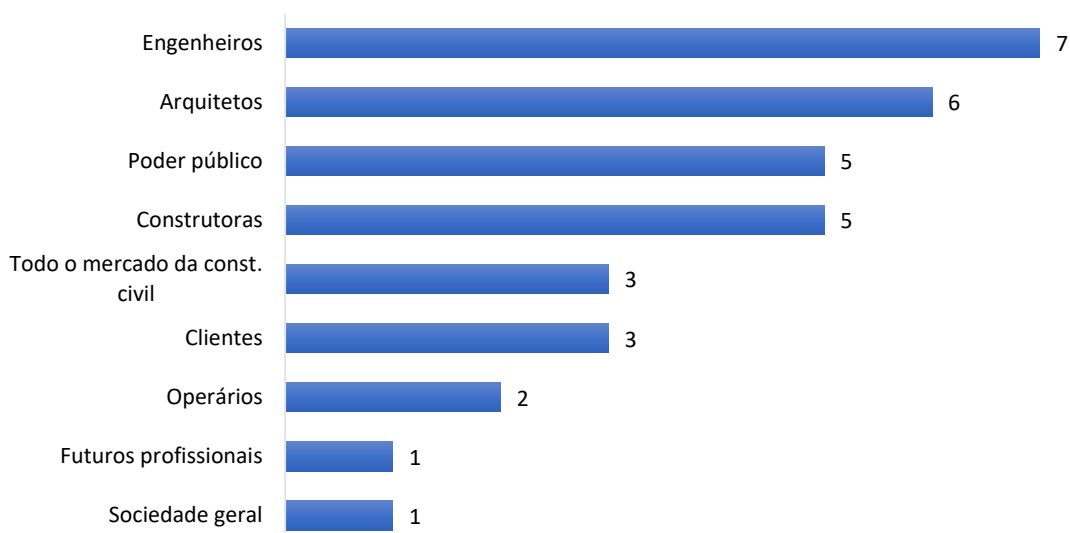
obra. Ressalta-se ainda que o respondente desconhece a existência de cursos sobre BIM na região, assim como do decreto federal nº 10.306, de 2 de abril de 2020.

O CREA não desenvolve ações de incentivo ao BIM pois, de acordo com o inspetor, o conselho não pode exigir que os profissionais desenvolvam seus empreendimentos, por meio de determinada metodologia, pois isso seria uma reserva de mercado. É possível que esta entidade de classe incentive a adoção do BIM na indústria através do financiamento de cursos para profissionais e fornecimento de bolsas para estudantes. Contudo, o entrevistado defende que a iniciativa para estas ações tem que partir do desejo próprio dos profissionais, não sendo papel do CREA priorizar uma ou outra metodologia.

4.3 A adoção microrregional do BIM na perspectiva dos seus principais agentes

Esta seção sintetiza os resultados sobre a adoção microrregional do BIM na perspectiva de todos os *stakeholders* participantes da pesquisa. A Figura 9 apresenta a percepção dos *stakeholders* sobre quem se beneficiaria com a adoção do BIM na região.

Figura 9 - Quem se beneficiaria com a adoção do BIM



Fonte: do autor.

Nota-se que os dois agentes mais citados são os principais profissionais da indústria da construção civil na microrregião, o que demonstra que no geral os *stakeholders* reconhecem a importância do BIM para o desenvolvimento do mercado de trabalho.

Já a Tabela 5 apresenta quais agentes os entrevistados acreditam que podem contribuir com a adoção do BIM.

Tabela 5 - Agentes que podem contribuir com a adoção do BIM

Agentes	Construtora			Projetista					IE			Prefeitura		CREA	Total	%	% Acum
	A	B	C	A	B	C	D	E	A	B	C	A	B				
Poder público			x			x		x	x		x	x			6	19%	19%
Instituições de Ensino			x			x					x	x	x	x	6	19%	38%
Arquitetos				x	x			x							4	13%	50%
Engenheiros			x	x	x					x					4	13%	63%
CREA								x	x			x			3	9%	72%
Construtoras												x	x		2	6%	78%
CAU								x	x						2	6%	84%
Corpo de Bombeiros Militar								x							1	3%	88%
Sindicato da Construção										x					1	3%	91%
Novos engenheiros	x														1	3%	94%
Gestor da empresa		x													1	3%	97%
Desenvolvedores de Software									x						1	3%	100%
Total	1	1	3	2	2	2	1	4	7	1	2	4	2	0	32	100%	100%

Fonte: do autor.

Pode-se verificar que os seis agentes mais apontados coincidiram com as categorias participantes da pesquisa. Note-se que os representantes das construtoras também são engenheiros. É surpreendente como apenas a Construtora B apontou o gestor da empresa como importante para contribuir com a adoção do BIM no setor.

Em relação à legislação, 57,1% dos entrevistados afirmam conhecer uma lei que determina a utilização BIM na construção e citam diretrizes do decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020, embora não o conheçam por completo. Já 14% dizem terem apenas ouvido falar, mas não tem nenhum conhecimento sobre, enquanto 29% não conhecem nenhuma legislação relacionada ao BIM.

79% dos respondentes se mostraram favoráveis a necessidade de regular a implantação do BIM e apontam como razão para isso os benefícios BIM e a crença de que a regulamentação incentivaria o uso. Outros 14% são contrários à regulamentação, pois acreditariam que isso criaria uma reserva de mercado, excluindo profissionais mais antigos que não possuem capacitação em BIM. Por fim, 7% acham que a implantação BIM deve ser regulamentada somente em obras públicas.

A Figura 10 apresenta a percepção dos demais respondentes quanto a adoção do BIM por parte das construtoras. Nota-se o elevado percentual de *stakeholders* que acredita que as construtoras não adotam BIM (64%), o que contrasta com a porcentagem de construtoras entrevistadas que declararam fazer uso desta metodologia (67%). Isso indica que mesmo que o BIM seja implantado em algumas construtoras, esta implantação não é difundida nem repercute para os demais agentes da indústria da construção.

Figura 10 - Percepção sobre a adoção BIM nas construtoras



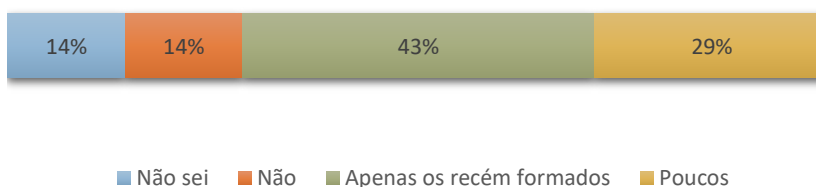
Fonte: do autor.

Dentre os motivos apontados para as construtoras não adotarem o BIM destacam-se a resistência à adoção de novas tecnologias (20%), o desconhecimento da metodologia (20%) e a falta de mão de obra capacitada (13%). Destes, apenas o desconhecimento da metodologia se cruza com a motivação apontada pelo construtor entrevistado que não usa o BIM.

Quanto aos fatores que impulsionaram a adoção BIM em algumas construtoras foram citados os novos profissionais, as instituições de ensino, a necessidade de diferenciação e a busca pelo aumento do lucro. De fato, é perceptível que as instituições e seus alunos foram de extrema importância para a adoção BIM na Construtora B, conforme o entrevistado. A necessidade de diferenciação e busca por lucro também são vistas indiretamente na Construtora B ao afirmar que um dos motivos para implantar o BIM foi a captação de novos clientes.

A Figura 11 exibe a percepção dos respondentes acerca da adoção BIM pelos projetistas. Destaca-se que 43% relataram que apenas os projetistas recém-formados adotam o BIM. De fato, o único projetista que utiliza a metodologia (P-C) é o que possui menor tempo de atuação no mercado (11 meses), sendo formado pela IE-C em 2019.

Figura 11 - Percepção sobre a adoção BIM pelos projetistas



Fonte: do autor.

Os principais motivos apontados pelos demais *stakeholders* para não-adoção são a falta de conhecimento (75%) e a resistência à adoção de novas tecnologias (50%). Estes motivos coincidem com os dois mais mencionados pelos próprios projetistas que não utilizam o BIM,

pois é possível relacionar a resistência à adoção de novas tecnologias com o apego à metodologia CAD.

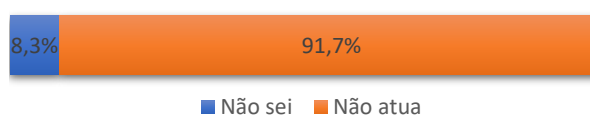
Destaca-se que 44% dos entrevistados acreditam que os projetistas da região não são capacitados em BIM, enquanto 33% dizem que os únicos que possuem capacitação na metodologia são os formados recentemente, conforme exemplificado na fala do Construtor B “os mais tradicionais não, mas os novos engenheiros que estão saindo da universidade federal estão se capacitando melhor em BIM [...]”.

Quanto à contribuição das instituições de ensino para adoção do BIM na microrregião, 73% dos demais *stakeholders* afirmam que a IE-C tem auxiliado na implantação e difusão BIM, por meio da formação de profissionais com conhecimento nesta metodologia (citada por 2 entrevistados), que ocorre devido a iniciativas de implantação BIM internas como a utilização em uma disciplina, criação de grupos de estudo e incentivo aos alunos participarem de palestras e eventos (nenhuma destas foi citada por mais de um entrevistado). Outros 18% não enxergam contribuição de nenhuma instituição de ensino, enquanto 9% indicam uma contribuição da IE-B, através da utilização de *softwares* BIM na instituição, embora o próprio representante dela admita que o BIM ainda não é utilizado nos cursos ofertados.

Destaca-se, desta forma, que apenas a IE-C tem conseguido disseminar o BIM na microrregião, mesmo que a adoção dentro da instituição ocorra de maneira não-institucionalizada. Dentre as possíveis ações que as instituições de ensino podem adotar para contribuir mais com a adoção do BIM na microrregião, as mais citadas foram a disseminação da metodologia (23%), a inserção do BIM na grade curricular (23%) e a realização de cursos e minicursos (23%).

A Figura 12 exibe o ponto de vista dos agentes quanto a atuação do poder público para implantar o BIM na região de estudo.

Figura 12 - Percepção sobre a atuação do poder público para implantar o BIM na microrregião

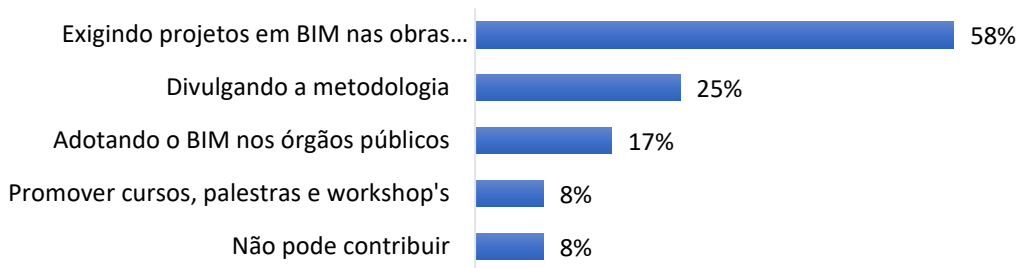


Fonte: do autor.

A grande maioria (92%) não enxerga nenhuma atuação neste sentido, o que corrobora com as respostas dos próprios representantes das prefeituras onde 100% afirmaram não desenvolver ações de incentivo ao BIM. Os entrevistados apontaram as maneiras que o

poder público pode contribuir para a adoção BIM na região, conforme exibido na Figura 13, com destaque para a exigência de projetos BIM em obras públicas (58 %), que foi mencionada tanto pelos respondentes que dizem conhecer o decreto 10.306/20, quanto por outros que não conhecem.

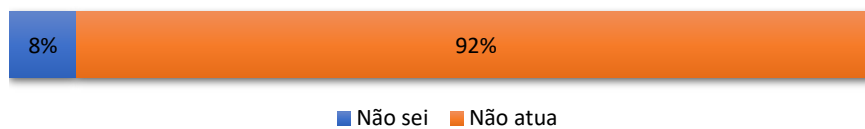
Figura 13 - Formas de contribuição do poder público para a adoção BIM



Fonte: do autor.

Já a Figura 14 apresenta a percepção dos *stakeholders* quanto à atuação do CREA para implantação do BIM na microrregião.

Figura 14 - Percepção sobre a atuação do CREA para implantar o BIM na microrregião



Fonte: do autor.

A maioria (92%) diz não ver nenhuma atuação do CREA, enquanto uma pequena parte (8%) não soube responder. Destaca-se que os agentes da construção enxergam o CREA de forma muito negativa, como observado nas falas “o CREA só vem cobrar a ART e a placa [...]” (Construtor B) e “esse povo existe mesmo? Eu acho que eles são uma lenda urbana que assaltam a gente por carta de ano em ano. Não fazem nada [...]” (Prefeitura A). De fato, o posicionamento do CREA exposto no item 4.1.5 deste trabalho não deixa claro o processo de fiscalização de obras nem a forma que ocorre o acompanhamento dos profissionais registrados.

A Figura 15 expõe a opinião dos entrevistados acerca das possíveis contribuições do CREA para a adoção BIM. A principal contribuição citada é a promoção de cursos, palestras e *workshop's* (46%), que também foi citada pelo próprio representante do CREA, embora ele defenda que a iniciativa para isso tenha que partir dos profissionais.

Figura 15 - Formas de contribuição do CREA para a adoção BIM

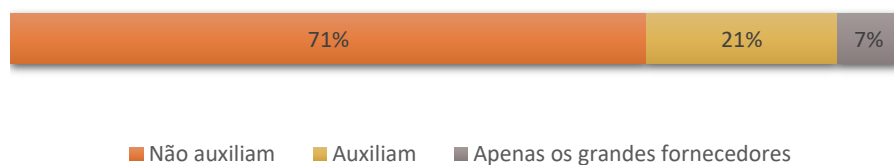


Fonte: do autor.

Quanto à divulgação da metodologia (38%), a fiscalização do ensino BIM nas universidades (8%) e a cobrança do uso do BIM pelos profissionais (8%), ressalta-se o posicionamento do CREA de que “O CREA não pode exigir, mas pode incentivar. [...] A gente não pode dizer o que é que você vai fazer, [...] o CREA não pode fazer essa discriminação porque ele é um conselho de vários profissionais, não podemos direcionar pra nenhum”.

A Figura 16 apresenta o ponto de vista dos *stakeholders* sobre a atuação dos fornecedores de materiais na implantação BIM na região de estudo.

Figura 16 - Percepção sobre o auxílio dos fornecedores de materiais para implantação do BIM na microrregião



Fonte: do autor.

É importante destacar que os 7% que afirmam que sim, referem-se a fornecedores fora da região estudo, como explícito na fala do Projetista E ao dizer que “Tem uns fornecedores que têm uma biblioteca dos produtos deles e disponibilizam na plataforma BIM, [...] a C. Rolim, uma empresa de Juazeiro do Norte também faz isso aí...”.

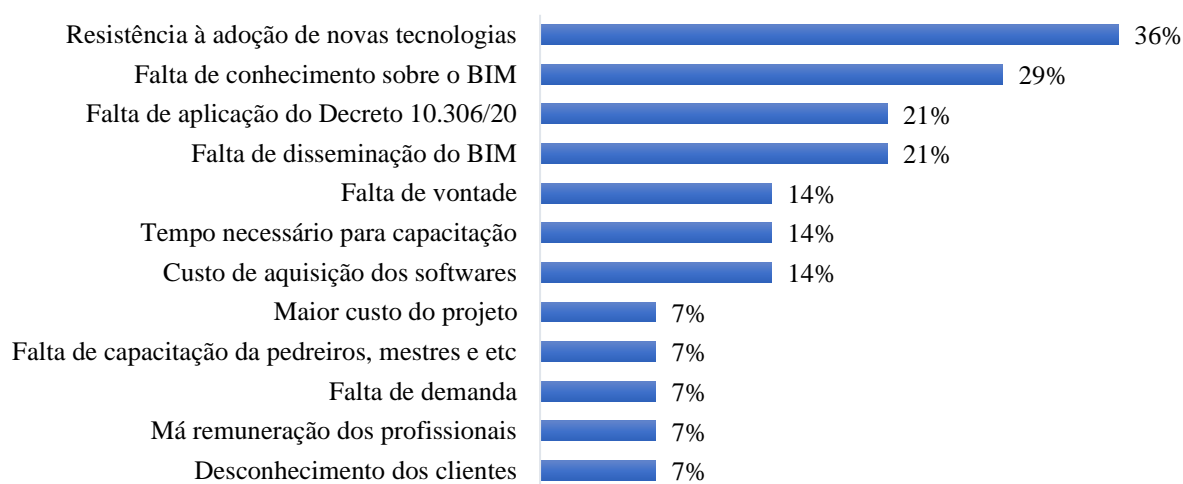
Vale ressaltar que 43% dos entrevistados afirmam que os fornecedores devem contribuir com o avanço do BIM na indústria ao fornecer modelagens paramétricas de seus produtos. Além disso, 21% acreditam que os fornecedores não possuem nenhum papel na implantação do BIM, com destaque para a fala do representante da Prefeitura A que relatou: “Não, acho que a indústria de fornecimento aqui é uma indústria responsiva, ela recebe

demandas. Eu acredito que não tenha um papel, eles não tenham a necessidade disso porque não é lucrativo para eles”.

Quanto ao conhecimento de guias, manuais e publicações acerca do BIM, 93% dos respondentes dizem não conhecer nenhum material que seja aplicável ou representativo para a região. Somente 7% relatam conhecer manuais, contudo estes são voltados somente para utilização de *softwares* e não da metodologia em si.

Por fim, foram apontadas doze barreiras para implantação do BIM, conforme os *stakeholders*, as quais foram apresentadas na Figura 17.

Figura 17 - Barreiras para implantação BIM



Fonte: do autor.

Os empecilhos mais citados foram a resistência à adoção de novas tecnologias (36%) e a falta de conhecimento sobre o BIM (29%). De fato, a maioria dos respondentes disseram saber o que é BIM, mas não demonstraram conhecer em profundidade a metodologia, nem grande parte de seus benefícios. Destaca-se ainda a falta de aplicação do decreto 10.306/20 (21%), que embora seja um artefato legislativo importante não é direcionado para os órgãos públicos atuantes na microrregião. A falta de disseminação do BIM (21%) também é um problema constatado no presente trabalho, tendo em vista que apenas a IE-C atingiu, de maneira direta, outros agentes da construção em relação ao BIM.

4.4 Avaliação da adoção BIM na microrregião

A avaliação da adoção BIM foi realizada definindo o nível de maturidade de cada componente da Matriz de Macro-Maturidade BIM (Quadro 6), proposta por Succar e Kassem (2015), de acordo com os resultados obtidos nas entrevistas.

Quanto ao componente de objetivos, estágios e marcos avalia-se que não há objetivos claros acerca do BIM, nem estágios intermediários de capacidade. Isso se torna explícito tendo em vista que os dois construtores que utilizam o BIM afirmaram que não houve um projeto formal, documentado e controlado para implantação do BIM. Além disso, a Instituição de Ensino C (IE-C) relatou implantar o BIM de maneira informal e não há um plano de implantação BIM que aborde especificamente o mercado microrregional como um todo. Tais características permitem classificar o componente objetivos, estágios e marcos como de baixa maturidade.

Em relação a campeões e pilotos, somente a IE-C estimula a adoção BIM nos demais agentes da indústria, principalmente através da parceria com a Construtora C, sendo definida como um piloto do BIM na microrregião. Contudo, a operação da IE-C no mercado em relação ao BIM ocorre de maneira informal, sem nenhum tipo de planejamento estratégico. Além disso, não há um grupo de tarefas ou comitê específico que dirija a adoção BIM no mercado. Tais características permitem classificar o componente campeões e pilotos como de média-baixa maturidade.

Quanto à estrutura regulatória, as construtoras e projetistas não produzem contratos que descrevam os direitos de propriedade intelectual ou o gerenciamento de riscos em projetos BIM. Além disso, não há nenhuma regulamentação formal do BIM direcionada para nenhum dos *stakeholders*, tendo em vista que o único artefato citado foi o decreto 10.306/20 e este é voltado somente para órgãos públicos federais não atuantes na microrregião. Tais características permitem classificar o componente Estrutura regulatória como de Baixa maturidade.

Ao pesquisar a literatura da microrregião encontra-se três artigos relacionados ao BIM: Castro, Costa e Cândido (2019), Costa, Castro e Cândido (2020ab). Contudo, todos estes são voltados para o envolvimento com BIM em um único *stakeholder* (IE-C) e não representam guias, manuais ou protocolos que direcionem a implantação BIM. Ressalta-se que 93% dos entrevistados relataram não conhecer nenhuma publicação neste sentido, enquanto 7% conhecem somente manuais para utilização de *softwares*. Tais características permitem classificar o componente Publicações dignas de nota como de Média-baixa maturidade.

Quanto ao componente de aprendizagem e educação, constata-se que o BIM não é incluso na educação, tendo em vista que apenas uma das três instituições de ensino da região de estudo aborda o BIM e, ainda, de maneira informal, apenas por iniciativa própria e individual de alguns de seus professores. Embora a IE-C tenha capacidade de realizar pequenas entregas em BIM, esta não é a realidade das instituições de ensino A e B. Tais características permitem classificar o componente Aprendizagem e educação como de baixa maturidade.

Não foram constatadas durante a entrevista a existência de métricas de mercado capazes de avaliar indivíduos e organizações ou de melhorar o próprio desempenho. Tais características permitem classificar o componente Medições e benchmarks como de baixa maturidade.

Dentre projetistas e construtoras que utilizam o BIM, 67% reconhecem a existência de peças padronizadas que são úteis para a modelagem baseada em objeto. Entretanto, o Projetista C as avalia como “Muito repetitivas, já precisei de algo que não tinha”. Além disso, não foi citado por nenhum destes entrevistados se há alguma padronização na entrega de projetos ao cliente. Tais características permitem classificar o componente Peças e produtos padronizados como de média-baixa maturidade.

Em relação à infraestrutura tecnológica, os construtores e projetistas que utilizam o BIM afirmam terem disponibilidade de *hardwares*, *softwares* e redes adequados. Já a Instituição de Ensino C não tem acesso a esta infraestrutura, mas alega que seus alunos conseguem utilizar o BIM, por meio de equipamentos próprios. Ainda, para o PP-A a falta de *hardware* adequado representa uma barreira para implantação BIM. Sendo assim, este componente foi avaliado com o nível de média-baixa maturidade. Tais características permitem classificar o componente Infraestrutura tecnológica como de média-baixa maturidade.

A Tabela 6 resume a Avaliação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús, conforme indicam Succar e Kassem (2015).

Tabela 6 - Avaliação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús
(continua)

	Baixa maturidade (0)	Média-baixa maturidade (1)	Média maturidade (2)	Média-alta maturidade (3)	Alta maturidade (4)
Objetivos, estágios e marcos	●				
Campeões e pilotos		●			
Estrutura regulatória	●				
Publicações dignas de nota		●			
Aprendizagem e educação	●				
Medições e <i>benchmarks</i>	●				

Tabela 7 - Avaliação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús (conclusão)

	Baixa maturidade (0)	Média-baixa maturidade (1)	Média maturidade (2)	Média-alta maturidade (3)	Alta maturidade (4)
Peças e produtos padronizados		●			
Infraestrutura tecnológica		●			
Total de pontos	0	4	0	0	0

Fonte: do autor.

A pontuação dos Sertões de Crateús (4) é superior ao valor encontrado por Böes (2019) para o estado do Ceará (0). Isso pode ter ocorrido devido a análise de Böes (2019) ter exigido evidências mais robustas para considerá-las como representativas do estado. Por exemplo, no componente de campeões e pilotos, Böes (2019) atribui baixa maturidade ao estado mesmo com a existência do “Prêmio Destaque BIM” do SINDUSCON-CE, que é fornecido à melhor iniciativa BIM no Ceará. O autor considerou que esta iniciativa ainda é embrionária em nível estadual. Já no presente estudo foi constatada a Instituição de Ensino C como um piloto que estimula consideravelmente a adoção BIM nos demais agentes do setor de construção, mesmo que o uso do BIM na própria instituição seja informal.

Entretanto, a pontuação da microrregião encontra-se abaixo da pontuação obtida pelo Brasil (5,8) no estudo de Kassem e Succar (2017), cuja coleta de dados foi realizada entre 2015 e 2016. Neste ponto, é importante frisar que o valor de 5,8 foi obtido como uma média de diferentes especialistas que participaram da pesquisa mencionada. Isto se torna importante para esclarecer o valor não inteiro do estudo de Kassem e Succar (2017).

A Tabela 8 exhibe a comparação da macro-maturidade entre os Sertões de Crateús, o estado do Ceará e o Brasil.

Tabela 8 - Comparação da Macro-Maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús com Ceará em 2019 e Brasil em 2015-2016

	Sertões de Crateús	Ceará	Brasil
Objetivos, estágios e marcos	0	0	0,32
Campeões e pilotos	1	0	1,00
Estrutura regulatória	0	0	0,72
Publicações dignas de nota	1	0	0,72
Aprendizagem e educação	0	0	0,32
Medições e <i>benchmarks</i>	1	0	0,00
Peças e produtos padronizados	1	0	1,00
Infraestrutura tecnológica	1	0	1,72
Total de pontos	4	0	5,8

Fonte: do autor.

Assim, constata-se que existe uma grande defasagem entre a maturidade nacional e da microrregião, especialmente porque em 5 anos diversas ações, como a Estratégia BIM BR, vêm sendo realizadas. Publicações têm revelado uma elevação do nível de maturidade em diferentes aspectos nos últimos 5 anos no Brasil. Ainda, tais ações não alcançaram grande capilaridade chegando até os pequenos centros urbanos, o que deixa explícito lacuna inicial abordada por este estudo que partiu de Böes (2019), cujo estudo concentrou-se mais fortemente em *stakeholders* da capital. Isto reforça a necessidade de elaboração de estratégias de implantação BIM específicas para a microrregião.

4.5 Diretrizes para a implantação do BIM na microrregião de Crateús

Para a implantação do BIM na microrregião, propõe-se a elaboração de um plano microrregional, semelhante ao proposto por Böes (2019) e cujo presente trabalho pode ser considerado como o primeiro elemento: diagnóstico. Este plano pode seguir a mesma estrutura de Böes (2019), conforme a Figura 18, com base na Estratégia BIM BR (BRASIL, 2019).

Figura 18 - Estruturação do Plano de Implantação BIM



Fonte: Böes (2019).

A finalidade do Plano de Implantação BIM é tornar realidade o uso do BIM na microrregião de Crateús, levando em consideração os aspectos característicos da indústria da construção civil local. Para atingir este objetivo é necessário percorrer as três etapas de implementação BIM (Prontidão, Capacidade e Maturidade) em cada um dos componentes de macro-maturidade de Succar e Kassem (2015).

Para o elemento de motivadores e promotores conceituais BIM é necessário definir agentes capazes de conduzir o processo de adoção BIM na indústria da construção civil

microrregional. Para isso, a segunda diretriz é a criação de um Grupo de Trabalho BIM com representantes de todos os *stakeholders* apresentados nesta pesquisa. Este grupo poderia, além de identificar os motivadores e promotores conceituais BIM, ser responsável pela execução de diversas ações estratégicas, como ocorrido no plano estadual desenvolvido por Bões (2019).

Além disso, ressalta-se a possibilidade de a IE-C ser um dos motivadores e promotores conceituais BIM, tendo em vista que é o principal agente disseminador da metodologia na microrregião, podendo inclusive atuar em conjunto com outras instituições de ensino e com o poder público, em especial o PP-A que se mostrou propício a auxiliar na implantação do BIM. Esta coalizão seria de extrema importância pois uniria os agentes do campo da política que também podem ser responsáveis pelo desenvolvimento de ações estratégicas para implantação BIM.

Ainda com relação ao plano, para o elemento de nível de atuação conceitual, sugere-se utilizar os níveis adotados por Bões (2019) com base em Santos (2018). São eles: Nível Estratégico, Nível Gerencial, Nível Técnico e Nível em Formação. Em seguida é preciso identificar as personas da microrregião atuantes em cada um destes níveis, tendo em vista que as particularidades dos Sertões de Crateús, como a predominância de Micro e Pequenas Empresas, pode alterar os atores identificados por Bões (2019).

Por fim, o desenvolvimento do Plano de Implantação BIM pode ser realizado por meio de ações estratégicas específicas para a região de estudo. Como diretriz, faz-se de suma importância que as ações sejam voltadas para a resolução das barreiras, como aquelas identificadas no presente estudo, conforme sintetizadas no Quadro 23.

Quadro 23 - Sintetização das barreiras e lacunas de maturidade (continua...)

Número	Barreira	Stakeholders afetados
1	Falta de conhecimento sobre o BIM	C, P, IE, PP, CREA
2	Resistência à adoção de novas tecnologias	C, P, IE, PP
3	Falta de disseminação do BIM	C, P, IE, PP
4	Falta de vontade dos agentes envolvidos	P, IE, PP
5	Falta de infraestrutura tecnológica	C, P, IE, PP
6	Ausência de objetivos, estágios e marcos definidos sobre o BIM	C, P, IE, PP
7	Ausência de regulamentação BIM	C, P, IE, PP
8	Falta de demanda do mercado de trabalho	C, P, IE
9	Falta de capacitação dos docentes	IE
10	Falta de tempo para capacitação	C, P
11	Falta da capacitação da mão de obra	C, P
12	Percepção de que o BIM não é vantajoso em obras de pequeno porte	C, P
13	Custo elevado de projeto	C, P
14	Investimento inicial	C, P, IE, PP
15	Baixa colaboração nos projetos executados em BIM	C, P
16	Ausência de contratos específicos para projetos/obras em BIM	C, P
17	O BIM não é enxergado como prioridade nas estruturas curriculares	IE

Quadro 24 - Sintetização das barreiras e lacunas de maturidade (conclusão)

Número	Barreira	<i>Stakeholders</i> afetados
18	Falta de incentivo das instituições de ensino	C, P, PP
19	Falta de incentivo do poder público	C, P, IE
20	Ausência de métricas para medição da difusão BIM dentro das empresas	C, P
21	Falta de percepção do custo-benefício pelos clientes	C, P

Legenda: C = construtoras; P = projetistas; IE = instituições de ensino; PP = poder público.

Fonte: do autor.

Dessas 21 barreiras, a falta de conhecimento sobre o BIM é o principal desafio a ser contornado para a implantação BIM na região, sendo identificada em todos os *stakeholders*, inclusive naqueles que afirmam conhecer o BIM. Nota-se que as barreiras apresentadas interferem umas sobre as outras. A resolução da barreira 3, por exemplo, pode contribuir para solução das barreiras 1, 2, 4, 12 e 21.

Destaca-se também que as barreiras 6, 7 e 20 são lacunas de maturidade pouco apontadas pelos *stakeholders*, mas que possuem elevada importância para uma correta implantação BIM. Já as barreiras 9 e 17 foram pouco indicadas pelos entrevistados devido à visão que a indústria local possui da IE-C como agente disseminador do BIM na microrregião, mas representam as principais barreiras de implantação BIM na IE-C aliadas à barreira 5 (COSTA; CASTRO; CÂNDIDO, 2020).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar o estado atual de adoção BIM na microrregião dos Sertões de Crateús, a partir da perspectiva dos principais agentes envolvidos na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Para tanto, realizaram-se 14 entrevistas em profundidade com diferentes *stakeholders* envolvidos na AEC da região: três representantes de construtoras; cinco projetistas; três representantes de instituições de ensino, dois representantes de poder público (prefeituras municipais) e um representante de uma entidade de classe (o inspetor do CREA-CE da microrregião).

A partir da triangulação das respostas foi possível caracterizar o envolvimento com o BIM desses agentes na microrregião dos Sertões Crateús, primeiro objetivo específico do trabalho. Foi possível constatar que, apesar de todos construtores e projetistas entrevistados afirmarem conhecer o BIM, eles apresentaram visão incipiente sobre a sua utilização. Já com relação ao poder público, as prefeituras também não utilizam ou incentivam o uso do BIM. Os dois representantes das prefeituras acreditam que o BIM poderia facilitar o processo de aprovação de projetos, assim como agilizar o processo de projeto e a execução de orçamentos das obras públicas dos seus municípios.

Ainda, verificou-se o baixo envolvimento das Instituições de Ensino (IE) da região, cuja matriz curricular ainda não apresenta a temática do BIM, sendo pontual os esforços para sua disseminação. Contudo, os respondentes das IE manifestaram interesse em adotar o BIM, embora não haja um planejamento estratégico para tal. Apesar disso, a IE-C foi apontada por dois dos três construtores, três dos cinco projetistas e os dois representantes do poder público como o meio pelo qual tiveram contato com o BIM. Ainda, teve seu papel de difusão e implantação da metodologia destacado por oito *stakeholders*. Neste específico, é válido salientar que a IE-C já possui parceria com a Construtora B, com alunos da instituição desenvolvendo projetos em BIM.

Identificou-se 21 barreiras para adoção do BIM na microrregião, segundo objetivo específico, dentre as quais pode-se destacar a (1) falta de conhecimento sobre o BIM, a (2) resistência à adoção de novas tecnologias, a (3) falta de disseminação do BIM, a (4) falta de vontade dos agentes envolvidos e a (5) falta de infraestrutura tecnológica que receberam o maior número de citações, na ordem apresentada.

Com esta caracterização do envolvimento dos *stakeholders* com o BIM pôde-se avaliar o nível de maturidade BIM na microrregião dos Sertões de Crateús, terceiro objetivo

específico. Tal avaliação foi feita por meio do modelo de componentes de macro-maturidade de Succar e Kassem (2015).

A pontuação obtida para os Sertões de Crateús (4, em um total de 32), indica a baixa-maturidade BIM da microrregião. Entretanto essa pontuação é maior do que a encontrada por Böes (2019) para o Ceará (0), tendo em vista que a análise realizada por este autor considerou evidências mais robustas por se tratar de uma análise que pretendeu ser representativa para o estado. Já em comparação com a pontuação obtida para o Brasil (5,8) (KASSEM; SUCCAR, 2017), percebeu-se uma defasagem dos Sertões de Crateús em relação ao país, considerando que a coleta de dados dos referidos autores foi realizada em 2015 e 2016 e nos últimos 5 anos foram realizadas ações como a Estratégia BIM BR.

Essa análise comparativa da microrregião com o estado e o Brasil constitui o quarto objetivo específico e aponta que as ações da Estratégia BIM BR, por exemplo, não têm atingido os pequenos centros urbanos, o que evidencia a importância do presente estudo. Isto constitui, ainda, importante *input* para a elaboração de ações estratégicas que constituem o plano de implantação BIM, tendo em vista que estas devem solucionar as barreiras encontradas na microrregião e facilitar o avanço em cada um dos componentes de macro-maturidade.

Para avançar nesta direção, foram propostas quatro diretrizes para a implantação do BIM na microrregião, último objetivo específico. A primeira delas foi a utilização da estruturação para um plano de implantação BIM desenvolvida por Böes (2019), considerando o nível de maturidade diagnosticado neste trabalho para o desenvolvimento de ações estratégicas com a finalidade de tornar real o uso do BIM na microrregião.

A segunda diretriz foi a criação de um Grupo de Trabalho BIM com representantes de todos os *stakeholders* apresentados nesta pesquisa de modo a alocar agência para elaboração e acompanhamento da implantação do plano proposto na diretriz um. A terceira diretriz consiste na identificação das personas da microrregião atuantes em cada um dos níveis estratégicos estabelecidos por Böes (2019), também podendo ser realizada pelo GT-BIM.

Como quarta e última diretriz, o desenvolvimento do Plano de Implantação BIM pode ser realizado por meio de ações estratégicas específicas para a região de estudo que considerem as 21 barreiras identificadas no presente estudo.

Desta forma, pode-se concluir que a adoção do BIM tem se dado em nível microrregional ainda que de forma embrionária. Neste sentido, o estudo contribuiu ampliando o diagnóstico sobre o BIM no Brasil, oferecendo subsídios para elaboração de estratégias mais adequadas à realidade do setor em polos regionais, aumentando a capilaridade desta nova forma de desenvolver empreendimentos de construção e contribuindo assim para o desenvolvimento

regional. Seu delineamento, também, constitui uma contribuição ao experimentar de maneira original a matriz de macro-maturidade de Succar e Kassem (2015) em escala microrregional, o que pode auxiliar a outras pesquisas a envidarem esforço semelhante em realidades distintas.

Por fim, pode-se salientar algumas limitações do estudo que, apesar do grande esforço empreendido para mapear o estado atual na microrregião, isto foi feito por meio de entrevistas com os agentes que se autoavaliaram. Nesse tipo de estudo, um viés na autoavaliação pode ocorrer, em que os entrevistados tendem a se perceberem mais positivamente perante o assunto em causa. Para dirimir esta possibilidade, além de se autoavaliarem, os respondentes avaliaram os demais agentes da cadeia produtiva. Ou seja, ainda que indiretamente, cada construtor, projetista, representante de instituição de ensino e do poder público, recebeu uma avaliação dos seus pares, amenizando o viés da autoavaliação.

Ainda, a análise de percepção carece de elementos comprobatórios que poderiam ser levantados em estudos mais aprofundados com cada tipo de *stakeholder*, o que é sugerido como trabalho futuro, o que permitirá compreender em maior profundidade o potencial de contribuição de cada um deles para a adoção do BIM, o que foi pouco explorado neste trabalho. E mais, um passo natural em decorrência do diagnóstico realizado e das diretrizes propostas é proceder na elaboração do plano microrregional de implantação BIM para os Sertões de Crateús, o que exige envolvimento dos agentes e cuja liderança pode ser exercida pelas Instituições de Ensino e objeto de desenvolvimento de pesquisas futuras. Além disso, também podem ser elaborados guias específicos para implantação BIM em cada um dos *stakeholders*, levando em consideração as dificuldades de implantação constatadas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, S. R. L de; KASSEM, M. **BIM – Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015. Disponível em: <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências. In: IX WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2009. **Anais...** São Carlos: PPG-AU EESC USP, 18/20 de Nov. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário Internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51011/55078>. Acesso em: 18 set. 2020.
- BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, abr./jun. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000200015>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- BÖES, J. S. **Proposta de Plano de Implantação do BIM na Indústria da Construção Civil**. 2019, 271f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de pós-graduação em engenharia civil: estruturas e construção civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/50872>. Acessado em: 24 abr. 2021.
- BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 29 mai. 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm. Acesso em: 29 mai. 2020.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 155, de 27 de outubro de 2016**. Altera a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, para reorganizar e simplificar a metodologia de apuração do imposto devido por optantes pelo Simples Nacional. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp155.htm. Acesso em: 27 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM**. Brasília, 2018.

BRITO, D. M. de; FERREIRA, E. de A. M. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400047>. Acesso em: 12 ago. 2020.

CASTRO, A. J. N. DE; COSTA, G. R. DA; CÂNDIDO, L. F. O BIM na graduação em Engenharia Civil: desafios e perspectivas de uma universidade federal do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 47., 2019, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABENGE, 2019.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**, v.2. Brasília: CBIC, 2016.

CHECCUCCI, É. DE S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. DE. A Difusão das Tecnologias BIM por Pesquisadores do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2011, Salvador. **Anais...** Salvador: LCAD/PPGAU-UFBA, 2011.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências Humanas e Sociais**. 4ª edição. Petrópolis. Rio de Janeiro: Vozes, 2011.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

COSTA, G. R. DA; CASTRO, A. J. N. DE; CÂNDIDO, L. F. Desafios para a adoção de BIM em um curso de engenharia civil em implantação: uma percepção de docentes e discentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020a.

COSTA, G. R. DA; CASTRO, A. J. N. DE; CÂNDIDO, L. F. A perspectiva de docentes de uma universidade federal sobre a implantação do BIM na graduação em engenharia civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DA ABENGE, 48., 2020, Caxias do Sul. **Anais eletrônicos...** Caxias do Sul: ABENGE, 2020b.

COSTA, C. H. de A.; ILHA, M. S. de O. Componentes BIM de sistemas prediais hidráulicos e sanitários baseados em critérios de desempenho. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 157-174, abr./jun. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000200151>. Acesso em: 20 jul. 2020.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook**: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008. 490 p.

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Proposta de modelo para implantação de processo de projeto utilizando o conceito BIM em escritórios de arquitetura. **Gestão e Tecnologia de**

Projetos, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v9i1.89990>. Acesso em: 28 jun. 2020.

KASSEM, M.; SUCCAR, B. STUMPF, C. D., ROSA, D. C., SILVA, A. F., ISATTO, L. E.). Macro BIM Adoption: Comparative market analysis. **Automation in construction**, v. 81, p. 286-299, set. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.005>. Acesso em: 11 set. 2020.

KEHL, C. *et al.* Ensino de BIM em um curso de Arquitetura e Urbanismo: avaliação da percepção de demanda. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400202>. Acesso em: 15 mai. 2020.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise bibliométrica da produção brasileira de artigos científicos na área de BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: Métodos e Técnicas**. 3rd ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.

ROMCY, N. M. e S. *et al.* Desenvolvimento de aplicativo em ambiente BIM segundo princípios da Coordenação Modular. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 23-39, abr./jun. 2014.

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.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for Building Information Modeling based Lean Production Management Systems for Construction. **Automation in Construction**, v. 19, p. 641-655, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.02.010>. Acesso em: 31 ago. 2020.

SILVA JUNIOR, M. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. Verificação de critérios de desempenho em projetos de arquitetura com a modelagem BIM. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 9, n. 4, p. 334-343, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650453>. Acesso em: 28 jul. 2020.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n.3, p. 357-375, may. 2009a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. **Building Information Modelling: Point of Adoption**. CIB World Congress, Tampere Finland, 30 mai./ 3 jun., 2016.

SUCCAR, B. KASSEM, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, v. 57, p 64–79, set. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>. Acesso em: 19 jun. 2020.

THEÓPHILO, C. R. **Pesquisa em contabilidade no brasil** – uma análise crítico-epistemológica. 2004, 132f. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004, p.22-69.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BASTOS, C. L; KELLER, V. **Aprendendo a aprender: introdução à metodologia científica**. 19. ed. Petrópolis: Vozes, 2006.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DAS COSTRUTORAS

Objetivos da pesquisa

O objetivo desse questionário é coletar informações para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é **propor um plano regional de implantação BIM na Indústria da Construção Civil.**

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas à empresa e ao respondente.

Observação 2: a pesquisa não pretende levantar resultados das empresas, mas apenas o que os seus gestores julgam ser importante e estar em uso na empresa, ou seja, como ela atua.

Observação 3: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte desta.

Observação 4: A entrevista será gravada para facilitar a transcrição das informações ditas pelo entrevistado.

Observação 5: Nenhum dos questionamentos possui resposta certa, sendo de interesse dos pesquisadores apenas entender o relacionamento e a visão dos respondentes e da sua empresa com a temática tratada.

Parte I: Caracterização do Respondente

A primeira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o respondente e sua formação para compor dados demográficos dos agentes da construção civil de Crateús.

Questionamentos

Informações sobre os respondentes (estes dados não serão revelados na pesquisa)

Empresa:

Cargo:

Nível Hierárquico:

Área de atuação () Engenharia () Administração () Produção () Outro: _____

Tempo de atuação no mercado:

Tempo de empresa:

Formação/ Titulação Máxima:

Registro no Crea: () Sim () Não

Parte II: Caracterização Geral da Empresa

A segunda parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre as características gerais da empresa. Estas informações são fundamentais para conhecer melhor a organização e para analisar tendências para grupos de empresas com características semelhantes.

Questionamentos

1. Há quanto tempo a empresa atua? (conte um pouco sobre a história da empresa)

2. Constituição da Empresa?

Limitadas S.A Capital Fechado S.A Capital Aberto S. A Capital Misto

3. Qual o faturamento aproximado do último ano?

- Menor ou igual a R\$ 360 mil
 Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões
 Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões
 Maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões
 Maior que R\$ 90 milhões

4. Qual o local da sede da empresa?

5. Qual a praça de atuação?

somente em Crateús Outras cidades, qual? _____

6. Qual o tipo de obra que atua? Obras residenciais classe A

- Obras residenciais classe B
 Obras residenciais classe C
 Obras comerciais
 Obras industriais
 Obras públicas (edificações)
 Obras públicas (Infraestrutura)
 Obras públicas (Habitação de Interesse Social)
 Outro: _____

7. Seus projetos são desenvolvidos de que forma?

8. Equipe própria Terceirizados Ambos

9. Qual o tipo de clientes/ donos das suas obras?

Privado particular Privado empresarial Público

10. Existe contrato formal entre a empresa e o cliente?

Parte III: Caracterização do envolvimento das empresas com o BIM

A terceira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre as empresas, tais como o conhecimento acerca do BIM, o nível de adoção ou a pretensão de implantação desta

metodologia, de forma a possibilitar a caracterização do envolvimento destas empresas com o BIM, servindo de subsídio para posterior elaboração de um plano regional de implantação BIM.

Questionamentos

-
11. **Você conhece o BIM? Se sim, o que você entende como BIM? Se não, já ouviu falar?**
 12. **Já teve algum contato com esta metodologia? Como?**
 13. **Existe algum curso relacionado a BIM na região?**
 14. **Você tem conhecimento de alguma lei que determine a utilização do BIM na Construção Civil?**
 15. **Em sua opinião, a implantação do BIM deve ser regulamentada?**
 16. **Sua empresa desenvolve projetos ou estudos em BIM? Se sim, o quê?**

Perguntas exclusivas aos respondentes que ainda não usam o BIM na empresa

-
17. **Como se dá o processo de desenvolvimento de projetos na sua empresa?**
 18. **Como ocorre a troca de informações entre os responsáveis pelos projetos de arquitetura, estrutura, instalações? Existe alguma dificuldade nesse processo?**
 19. **Por que sua empresa ainda não utiliza o BIM?**
 20. **Pretende implantar o BIM na sua empresa? Por quê? Como? Em quanto tempo?**
 21. **Algum projetista seu já ofereceu serviço em BIM? Se sim, houve variação na qualidade, preço e prazo de entrega? Em sua opinião, valeu a pena?**
 22. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM?**
 23. **Você tem interesse em saber mais sobre o BIM?**
 24. **Quais *softwares* utilizados na empresa e o domínio em cada um deles?**

Perguntas exclusivas aos respondentes cuja empresa já utiliza o BIM

-
17. **Por que resolveu adotar o BIM?**
 18. **Há quanto tempo trabalha com o BIM?**
 19. **Quais vantagens você percebeu ao implantar o BIM?**
 20. **Como se deu o processo de implantação na sua empresa? Existia um projeto formal, documentado e controlado? Houve consultoria externa?**
 21. **O BIM é usado em todos os empreendimentos? Se não, por quê?**
 22. **Quais os tipos de uso você faz por disciplina? (por exemplo, na arquitetura: modelagem, extração de quantitativos, etc...)**
 23. **Sua empresa dispõe de *hardwares*, *softwares* e redes adequadas para o uso do BIM?**

24. **Quais *softwares* utilizados na empresa e o domínio em cada um deles?**
25. **Algum projetista seu já ofereceu serviço em BIM? Se sim, houve variação na qualidade, preço e prazo de entrega? Em sua opinião, valeu a pena?**
26. **Como se dá o processo de desenvolvimento de projetos na sua empresa?**
27. **Como ocorre a troca de informações entre os responsáveis pelos projetos de arquitetura, estrutura, instalações? Existe alguma dificuldade nesse processo?**
28. **Você conhece famílias disponíveis na internet ou em bibliotecas? Se sim, como você as avalia? São suficientes para as necessidades da empresa?**
29. **Há diferenças entre seus contratos em BIM e os contratos tradicionais?**
30. **Quais as oportunidades e principais barreiras para implantação do BIM?**
31. **Você tem interesse em saber mais sobre o BIM?**

Parte IV: Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção

Nesta etapa o objetivo é identificar a visão que o entrevistado tem sobre o BIM em uma escala regional, bem como a opinião sobre a atuação dos demais envolvidos na Indústria da Construção dentro da temática BIM, abordando também aspectos legais.

Questionamentos

-
32. **Que agentes você acha que se beneficiariam com a adoção do BIM na região?**
 33. **Que agentes podem contribuir com esta adoção?**
 34. **Como o poder público atua para implantar o BIM na região? Como você acha que ele pode contribuir?**
 35. **Como o CREA atua para implantar o BIM? Como você acha que elas podem contribuir?**
 36. **As instituições de ensino da região têm atuado para a implantação BIM? Como você acha que elas podem contribuir?**
 37. **Você acha que os projetistas da região são capacitados em BIM?**
 38. **Os fornecedores (de esquadrias, louças, luminárias e etc) têm feito algo que auxilie a implantação do BIM? Qual o papel deles?**
 39. **Você conhece guias, manuais ou publicações BIM que sejam aplicáveis ou representativos para a região?**
 40. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM na região?**

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DOS PROJETISTAS

Objetivos da pesquisa

O objetivo desse questionário é coletar informações para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é **propor um plano regional de implantação BIM na Indústria da Construção Civil.**

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas à empresa e ao respondente.

Observação 2: a pesquisa não pretende levantar resultados dos projetistas, mas apenas o que estes julgam ser importante e estar em uso na empresa, ou seja, como ela atua.

Observação 3: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte do entrevistado.

Observação 4: A entrevista será gravada para facilitar a transcrição das informações ditas pelo entrevistado.

Observação 5: Nenhum dos questionamentos possui resposta certa, sendo de interesse dos pesquisadores apenas entender o relacionamento e a visão do respondente com relação a temática tratada.

Parte I: Caracterização do Projetista

A primeira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre as características gerais do projetista. Estas informações são fundamentais para caracterizar os projetistas de Crateús e compor dados demográficos dos agentes da construção civil de Crateús.

Questionamentos

-
1. **Qual a sua formação/titulação máxima?**
 2. **Quais tipos de projeto você desenvolve? (Arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico...)**
 3. **Possui registro no CREA/CAU?**
 4. **Você é autônomo ou trabalha em alguma empresa de arquitetura?**
 5. **Há quanto tempo você / sua empresa atua no mercado? (conte um pouco sobre a história sua/empresa)**
 6. **Qual a praça de Atuação?**
() somente em Crateús () Outras cidades, qual? _____
 7. **Quantos projetos você já entregou? E nos últimos cinco anos? Atualmente, quantos estão em fase de execução?**

8. Quais tipos de clientes você possui?

() Privado particular () Privado empresarial () Público

9. Existe contrato formal entre você / sua empresa e o cliente?

Parte II: Caracterização do envolvimento dos projetistas com o BIM

A segunda parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre os projetistas, tais como o conhecimento acerca do BIM, o ou a pretensão de adoção desta metodologia, de forma a possibilitar a caracterização do envolvimento destes respondentes com o BIM, servindo de subsídio para posterior elaboração de um plano regional de implantação BIM.

Questionamentos

-
10. **Você conhece o BIM? Se sim, o que você entende como BIM? Se não, já ouviu falar?**
11. **Já teve algum contato com esta metodologia? Como?**
12. **Existe algum curso relacionado a BIM na região?**
13. **Você tem conhecimento de alguma lei que determine a utilização do BIM na Construção Civil?**
14. **Em sua opinião, a implantação do BIM deve ser regulamentada?**
15. **Você desenvolve projetos em BIM? Se sim, quais?**

Perguntas exclusivas aos respondentes que ainda não usam o BIM

-
16. **Como se dá o processo de desenvolvimento de projetos na sua empresa?**
17. **Por que você ainda não utiliza o BIM?**
18. **Pretende começar a utilizar o BIM? Por quê? Como? Em quanto tempo?**
19. **Algum cliente seu já pediu serviços em BIM?**
20. **Quais as principais barreiras para o uso do BIM?**
21. **Você tem interesse em saber mais sobre o BIM?**
22. **Existe alguma troca de informações entre os responsáveis pelos projetos de arquitetura, estrutura, instalações? Se sim, como ocorre? Existe alguma dificuldade nesse processo?**
23. **Quais *softwares* você utiliza? Qual seu domínio em cada um deles?**

Perguntas exclusivas aos respondentes que já utilizam o BIM

-
16. **Por que resolveu adotar o BIM?**
17. **Há quanto tempo trabalha com o BIM?**
18. **Quais vantagens você percebeu ao usar o BIM?**

19. Como você começou a usar o BIM? Existia um projeto formal, documentado e controlado? Houve consultoria externa?
20. O BIM é usado em todos os projetos? Se não, por quê?
21. Quais os tipos de uso você faz? (modelagem, extração de quantitativos, etc...)
22. Você / sua empresa dispõe de *hardwares*, *softwares* e redes adequadas para o uso do BIM?
23. Quais *softwares* você utiliza? Qual seu domínio em cada um deles?
24. Algum cliente seu já pediu serviços em BIM?
25. Existe alguma troca de informações entre os responsáveis pelos projetos de arquitetura, estrutura, instalações? Se sim, como ocorre? Existe alguma dificuldade nesse processo?
26. Você conhece famílias disponíveis na internet ou em bibliotecas? Se sim, como você as avalia? São suficientes para as suas necessidades?
27. Há diferenças entre seus contratos em BIM e os contratos tradicionais?
28. Quais as oportunidades e principais barreiras para implantação do BIM?
29. Você tem interesse em saber mais sobre o BIM?

Parte III: Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção

Nesta etapa o objetivo é identificar a visão que o entrevistado tem sobre o BIM em uma escala regional, bem como a opinião sobre a atuação dos demais envolvidos na Indústria da Construção dentro da temática BIM, abordando também aspectos legais.

Questionamentos

-
30. Que agentes você acha que se beneficiariam com a adoção do BIM na região?
 31. Que agentes podem contribuir com esta adoção?
 32. As construtoras da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?
 33. Como o poder público atua para implantar o BIM na região? Como você acha que ele pode contribuir?
 34. Como o CREA/CAU atua para implantar o BIM na região? Como você acha que ele pode contribuir?
 35. As instituições de ensino da região têm contribuído para a difusão e implantação do BIM na região? Se sim, como? Como você acha que elas podem contribuir?

36. **Os fornecedores (de esquadrias, louças, luminárias e etc) têm feito algo que auxilie a implantação do BIM? Qual o papel deles?**
37. **Você conhece guias, manuais ou publicações BIM que sejam aplicáveis ou representativos para a região?**
38. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM na região?**

APÊNDICE C – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Objetivos da pesquisa

O objetivo desse questionário é coletar informações para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é **propor um plano regional de implantação BIM na Indústria da Construção Civil.**

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas à empresa e ao respondente.

Observação 2: a pesquisa não pretende levantar resultados das empresas, mas apenas o que os seus gestores julgam ser importante e estar em uso na empresa, ou seja, como ela atua.

Observação 3: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte desta.

Observação 4: A entrevista será gravada para facilitar a transcrição das informações ditas pelo entrevistado.

Observação 5: Nenhum dos questionamentos possui resposta certa, sendo de interesse dos pesquisadores apenas entender o relacionamento e a visão dos respondentes e da sua empresa com a temática tratada.

Parte I: Caracterização do Respondente

A primeira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o respondente e sua formação para compor dados demográficos dos agentes da construção civil de Crateús.

Questionamentos

Informações sobre os respondentes (estes dados não serão revelados na pesquisa)

Cargo:

Curso:

Área de atuação () Engenharia () Administração () Produção () Outro: _____

Tempo de atuação no mercado:

Tempo de docência:

Formação/ Titulação Máxima:

Registro no CREA/CAU: () Sim () Não

Parte II: Caracterização Geral da Instituição

A segunda parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre as características gerais da instituição. Estas informações são fundamentais para conhecer melhor a organização e para analisar tendências para grupos de empresas com características semelhantes.

Questionamentos

1. A instituição é:

Pública Privada

2. Nível dos cursos ofertados:

Técnico Graduação Pós-graduação

3. Quais são os cursos oferecidos relacionados ao setor de AECO?

4. Quantidade de alunos nestes cursos:

Até 100 De 101 a 300 De 301 a 500 De 501 a 1000 Acima de 1000

Parte III: Caracterização do envolvimento da instituição de ensino com o BIM

A terceira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o órgão público, tais como o conhecimento acerca do BIM, o nível de adoção ou a pretensão de implantação desta metodologia, de forma a possibilitar a caracterização do envolvimento da instituição com o BIM, servindo de subsídio para posterior elaboração de um plano regional de implantação BIM.

Questionamentos

5. **Você conhece o BIM? Se sim, o que você entende como BIM? Se não, já ouviu falar?**
6. **Já teve algum contato com esta metodologia? Como?**
7. **Existe algum curso relacionado a BIM na região?**
8. **Quais as vantagens e desvantagens que você identifica do BIM?**
9. **Você tem conhecimento de alguma lei que determine a utilização do BIM na Construção Civil?**
10. **Em sua opinião, a implantação do BIM deve ser regulamentada?**
11. **Sua instituição desenvolve ações de incentivo ao BIM na região? Por quê? Quais? Há quanto tempo?**
12. **O BIM é utilizado e/ou ensinado ao longo do curso? Como?**

Perguntas exclusivas aos casos em que não há contato com o BIM

13. **Por que o BIM não é utilizado/ensinado no curso?**
14. **Há interesse em implantar o BIM no curso? Por quê? Se sim, em quanto tempo? Quem são os interessados?**
15. **A instituição está desenvolvendo ou já desenvolveu algo para implantar o BIM? Se sim, o que e como?**
16. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM?**
17. **Como a instituição pode contribuir com a adoção BIM na região?**

Perguntas exclusivas aos respondentes cuja empresa já utiliza o BIM

13. **Há quanto tempo o BIM é utilizado no curso?**
14. **Quais motivos levaram à adoção do BIM no curso?**
15. **Quais partes da instituição induziram a adoção do BIM?**
16. **Há disciplinas que abordam o BIM no curso? De que forma?**
17. **Há trabalhos acerca do BIM publicados em eventos ou periódicos e desenvolvidos no curso? Se sim, do que se tratam?**
18. **Há iniciativas BIM na Extensão Acadêmica ou na Iniciação Científica? Se sim, explique-as.**
19. **O corpo docente é capacitado para ensinar/incentivar o uso do BIM?**
20. **Há algum incentivo para capacitar os docentes quanto ao uso do BIM?**
21. **Qual a porcentagem de docentes que utilizam tecnologias BIM?**
22. **A instituição dispõe de *hardwares*, *softwares* e redes adequadas para o uso do BIM? Se não, por quê?**
23. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM?**

Parte IV: Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção

Nesta etapa o objetivo é identificar a visão que o entrevistado tem sobre o BIM em uma escala regional, bem como a opinião sobre a atuação dos demais envolvidos na Indústria da Construção dentro da temática BIM, abordando também aspectos legais.

Questionamentos

24. **Que agentes você acha que se beneficiariam com a adoção do BIM na região?**
25. **Que agentes podem contribuir com esta adoção?**
26. **As construtoras da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?**

27. **Os projetistas da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?**
28. **Você acha que os projetistas da região são capacitados em BIM?**
29. **Como o poder público atua para implantar o BIM na região? Como você acha que ele pode contribuir?**
30. **Como o CREA/CAU atua para implantar o BIM na região? Como você acha que ele pode contribuir?**
31. **Os fornecedores (de esquadrias, louças, luminárias e etc) têm feito algo que auxilie a implantação do BIM? Qual o papel deles?**
32. **Você conhece guias, manuais ou publicações BIM que sejam aplicáveis ou representativos para a região?**
33. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM na região?**

APÊNDICE D – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DO PODER PÚBLICO

Objetivos da pesquisa

O objetivo desse questionário é coletar informações para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é **propor um plano regional de implantação BIM na Indústria da Construção Civil.**

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas à empresa e ao respondente.

Observação 2: a pesquisa não pretende levantar resultados das empresas, mas apenas o que os seus gestores julgam ser importante e estar em uso na empresa, ou seja, como ela atua.

Observação 3: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte desta.

Observação 4: A entrevista será gravada para facilitar a transcrição das informações ditas pelo entrevistado.

Observação 5: Nenhum dos questionamentos possui resposta certa, sendo de interesse dos pesquisadores apenas entender o relacionamento e a visão dos respondentes e da sua empresa com a temática tratada.

Parte I: Caracterização do Respondente

A primeira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o respondente e sua formação para compor dados demográficos dos agentes da construção civil de Crateús.

Questionamentos

Informações sobre os respondentes (estes dados não serão revelados na pesquisa)

Cargo:

Área de atuação:

Tempo de atuação no mercado:

Tempo de prefeitura:

Formação/ Titulação Máxima:

Registro no CREA: () Sim () Não

Parte II: Caracterização do envolvimento do órgão público com o BIM

A segunda parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o órgão público, tais como o conhecimento acerca do BIM, o nível de adoção ou a pretensão de implantação

desta metodologia, de forma a possibilitar a caracterização do envolvimento deste órgão com o BIM, servindo de subsídio para posterior elaboração de um plano regional de implantação BIM.

Questionamentos

-
1. **Você conhece o BIM? Se sim, o que você entende como BIM? Se não, já ouviu falar?**
 2. **Já teve algum contato com esta metodologia? Como?**
 3. **Existe algum curso relacionado a BIM na região?**
 4. **Os projetos/construções do poder público são desenvolvidos em BIM? Por quê? Há quanto tempo?**
 5. **Como o BIM poderia ser utilizado na prefeitura? Que vantagens ele traria?**
 6. **O poder público desenvolve ações de incentivo ao BIM? Por quê? Quais? Há quanto tempo?**
 7. **O órgão público que você participa tem conhecimento de alguma lei que determine a utilização do BIM na Construção Civil? Se sim, como e quando este órgão pretende colocar a lei em vigor?**
 8. **Em sua opinião, a implantação do BIM deve ser regulamentada?**
 9. **Você acredita que a adoção BIM pode facilitar o processo de aprovação de projetos?**
 10. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM na prefeitura?**
 11. **Como o poder público pode contribuir com a adoção BIM na região?**

Parte III: Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção

Nesta etapa o objetivo é identificar a visão que o entrevistado tem sobre o BIM em uma escala regional, bem como a opinião sobre a atuação dos demais envolvidos na Indústria da Construção dentro da temática BIM, abordando também aspectos legais.

Questionamentos

-
12. **Que agentes você acha que se beneficiariam com a adoção do BIM na região?**
 13. **Que agentes podem contribuir com esta adoção?**
 14. **As construtoras da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?**
 15. **Os projetistas da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?**
 16. **Você acha que os projetistas da região são capacitados em BIM?**

17. **Como o CREA e o CAU atuam para implantar o BIM? Como você acha que eles podem contribuir?**
18. **As instituições de ensino da região têm contribuído para a difusão e implantação do BIM na região? Como você acha que elas podem contribuir?**
19. **Os fornecedores (de esquadrias, louças, luminárias e etc) têm feito algo que auxilie a implantação do BIM? Qual o papel deles?**
20. **Você conhece guias, manuais ou publicações BIM que sejam aplicáveis ou representativos para a região?**
21. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM na região?**

APÊNDICE E – ROTEIRO DE ENTREVISTA DE CARACTERIZAÇÃO BIM DO CREA

Objetivos da pesquisa

O objetivo desse questionário é coletar informações para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é **propor um plano regional de implantação BIM na Indústria da Construção Civil.**

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas à empresa e ao respondente.

Observação 2: a pesquisa não pretende levantar resultados das empresas, mas apenas o que os seus gestores julgam ser importante e estar em uso na empresa, ou seja, como ela atua.

Observação 3: Os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte desta.

Observação 4: A entrevista será gravada para facilitar a transcrição das informações ditas pelo entrevistado.

Observação 5: Nenhum dos questionamentos possui resposta certa, sendo de interesse dos pesquisadores apenas entender o relacionamento e a visão dos respondentes e da sua empresa com a temática tratada.

Parte I: Caracterização do Respondente

A primeira parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre o respondente e sua formação para compor dados demográficos dos agentes da construção civil de Crateús.

Questionamentos

Informações sobre os respondentes (estes dados não serão revelados na pesquisa)

Cargo:

Nível Hierárquico:

Tempo de atuação no mercado:

Tempo de CREA:

Formação/ Titulação Máxima:

Parte II: Caracterização Geral do CREA

A segunda parte do questionário tem por objetivo colher informações sobre as características gerais do CREA. Estas informações são fundamentais para conhecer melhor a organização e seu papel na indústria da construção civil da região.

Questionamentos

1. **Há quanto tempo o CREA está presente em Crateús? (conte um pouco sobre a história do órgão na cidade)**
2. **Quantos funcionários trabalham no CREA? E somente na direção?**
3. **Qual a praça de Atuação?**
() somente em Crateús () Outras cidades, qual? _____
4. **Como é realizada a fiscalização do CREA nas obras da região? E em obras públicas?**
5. **São fiscalizados algum tipo de contrato ou documentação além da ART?**

Parte III: Caracterização do envolvimento do CREA com o BIM

A terceira parte do questionário tem por objetivo colher informações tais como o conhecimento acerca do BIM, o nível de adoção ou a pretensão de implantação desta metodologia, de forma a possibilitar a caracterização do envolvimento com o BIM na região de Crateús, servindo de subsídio para posterior elaboração de um plano regional de implantação BIM.

Questionamentos

6. **Você conhece o BIM? Se sim, o que você entende como BIM? Se não, já ouviu falar?**
7. **Já teve algum contato com esta metodologia? Como?**
8. **Existe algum curso relacionado a BIM na região?**
9. **Quais as vantagens e desvantagens que você identifica do BIM?**
10. **O CREA desenvolve ações de incentivo ao BIM? Por quê? Quais? Há quanto tempo?**
11. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM?**
12. **Como o CREA pode contribuir com a adoção BIM na região?**
13. **Você tem conhecimento de alguma lei que determine a utilização do BIM na Construção Civil?**
14. **Em sua opinião, a implantação do BIM deve ser regulamentada?**

Parte IV: Perspectiva do respondente sobre o BIM e seus agentes na Indústria da Construção

Nesta etapa o objetivo é identificar a visão que o entrevistado tem sobre o BIM em uma escala regional, bem como a opinião sobre a atuação dos demais envolvidos na Indústria da Construção dentro da temática BIM, abordando também aspectos legais.

Questionamentos

15. **Que agentes você acha que se beneficiariam com a adoção do BIM na região?**
16. **Que agentes podem contribuir com esta adoção?**

17. **As construtoras da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?**
18. **Os projetistas da região têm adotado o BIM? Se sim, o que você acha que as impulsionou? Se não, por quê?**
19. **Você acha que os projetistas da região são capacitados em BIM?**
20. **Como o poder público atua para implantar o BIM na região? Como você acha que ele pode contribuir?**
21. **As instituições de ensino da região têm contribuído para a difusão e implantação do BIM na região? Como você acha que elas podem contribuir?**
22. **Os fornecedores (de esquadrias, louças, luminárias e etc) têm feito algo que auxilie a implantação do BIM? Qual o papel deles?**
23. **Você conhece guias, manuais ou publicações BIM que sejam aplicáveis ou representativos para a região?**
24. **Quais as principais barreiras para implantação do BIM na região?**

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS ROTEIROS DE ENTREVISTA PELOS ESPECIALISTAS

Introdução

O objetivo desta Ficha de Avaliação é validar o roteiro de entrevista para o desenvolvimento de uma pesquisa cuja finalidade é **propor um plano regional de implantação BIM na Indústria da Construção Civil** do aluno Antônio Jean Nascimento de Castro e orientado pelo Prof. Luis Cândido da Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús. Tal estratégia se faz pertinente, uma vez que é inviável a realização de pré-testes, em virtude da existência de apenas um representante para o roteiro como “Poder público – Prefeitura”, entre outros.

Observação 1: fica garantido o sigilo das informações relativas aos respondentes e suas instituições.

Observação 2: os pesquisadores se dispõem a fornecer um exemplar (cópia eletrônica) dos resultados da pesquisa, caso haja manifesto interesse por parte desta.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração que nos é muito preciosa.

Parte I: Caracterização do (a) avaliador (a)

A primeira parte deste questionário tem por objetivo colher informações sobre o respondente e sua formação para compor a caracterização dos especialistas na seção de método de pesquisa.

Questionamentos

Informações sobre os respondentes (estes dados não serão revelados na pesquisa)

Cargo/Função:

Curso:

Tempo de atuação no mercado:

Tempo de docência:

Formação/ Titulação Máxima:

Tempo de envolvimento com a temática BIM:

1. **Qual o grau de conhecimento/ familiaridade que você possui em relação ao tema BIM?**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Parte II: Avaliação dos roteiros

A segunda parte deste questionário visa a coletar as contribuições para a pesquisa em questão.

Questionamentos

2. Para as questões a seguir, pedimos que indique o grau de aceitação que você afere a cada uma das afirmativas (nota de 1 a 5, em que 1 significa discordo totalmente e 5 concordo totalmente), bem como realize o comentário necessário. Caso você ache necessário acrescentar mais itens, por favor, especifique-os no local indicado.

Nota 1 Discordo completamente	Nota 2 Discordo parcialmente	Nota 3 Nem concordo nem discordo	Nota 4 Concordo parcialmente	Nota 5 Concordo Plenamente
--	---	---	---	---

Afirmativa	Concordância	Comentários
O vocabulário apresentado está adequado (clara e simples)		
Os conteúdos abordados estão adequados (alinhado com o BIM e com o propósito do trabalho)		
Os agentes mapeados (academia, construtoras, projetistas e poder público – Prefeitura & CREA) são adequados ao propósito da pesquisa		
O roteiro é viável par aplicação (operacional)		

3. **Críticas em geral – realizar quais quer comentários que achar pertinente**
4. **Sugestões de melhorias – caso ache interessante inserir/excluir algum outro stakeholder, inserir/excluir alguma pergunta**