



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**ENGENHARIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL**

**RICARDO CÉSAR BEZERRA TELES JÚNIOR**

**MENSURAÇÃO DA MATURIDADE BIM NAS CONSTRUTORAS CEARENSES**

**FORTALEZA**

**2018**

RICARDO CÉSAR BEZERRA TELES JÚNIOR

**MENSURAÇÃO DA MATURIDADE BIM NAS CONSTRUTORAS CEARENSES**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

FORTALEZA

2018

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)

---

T272m Teles Júnior, Ricardo César Bezerra.

Mensuração da maturidade BIM nas construtoras cearenses / Ricardo César Bezerra Teles Júnior. – 2018.  
91 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,  
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto..

1. BIM. 2. Maturidade BIM. 3. Stakeholders. 4. Construção Civil. I. Título.

CDD 620

---

RICARDO CÉSAR BEZERRA TELES JÚNIOR

MENSURAÇÃO DA MATURIDADE BIM NAS CONSTRUTORAS CEARENSES

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil.

APROVADA EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Profº D.Sc. José de Paula Barros Neto (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profº MSc. Jeferson Spiering Böes  
Faculdade Ari de Sá (FAS)

---

MSc. Washington Bastos da Silva Filho  
Membro Externo / Convidado

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me guiado até aqui e ter me amparado durante toda minha vida, em especial nesses últimos 5 anos dedicados a minha graduação. Agradeço por todos os caminhos e escolhas feitos que me trouxeram a ser quem eu sou hoje, sem Ele nada seria possível.

Aos meus queridos e amados pais Ricardo César Bezerra Teles e Anna Christinna Sousa Teles, por terem me educado e me amado da melhor forma possível. Ao meu pai, toda a dedicação, suor e trabalho de ter colaborado com que minha educação, a todo amor recebido, conselhos e sonhos realizados e por ter me apresentado e estimulado a ser torcedor do Ceará Sporting Club, essas foram as melhores coisas que pode ter me deixado, espero um dia poder retribuí-lo por tudo, sempre será motivo de admiração e orgulho-me em ter você como pai, obrigado por ter acreditado em meu sonho. A minha mãe, por todo carinho, zelo e amor dado, sem dúvidas sempre será minha guerreira e meu maior exemplo de mulher, forte, branda e exigente, sempre me forçando a fazer as coisas da forma mais certa, a ela o meu muito obrigado e eterna gratidão, é minha fortaleza e aquela pessoa a qual que poderei contar para tudo nessa vida, espero um dia poder recompensar lhe grandemente. Amo vocês.

Ao meu querido irmão Felipe Sousa Bezerra Teles, por ser o único e melhor irmão do mundo e de meu grande orgulho em ter você com irmão, isto é o maior privilégio que a vida me propôs.

A minha amada mãe-avó Maria Alves Sousa, por ter me dado amor, carinho e zelo enquanto estive no plano terrestre, a ela meu muito obrigado e minha eterna gratidão por ter me ajudado a chegar até aqui, pode ter certeza que os postos que ainda galgarei na minha caminhada sempre será lembrada por ter sido peça fundamental na minha vida, sou privilegiado por ter passado 21 anos ao teu lado e ter te chamado de mãe. Amo você! Até qualquer dia desses!

A minha família de um modo geral, em especial meus tios Antônio Márcio Alves Sousa e Alessandra de Paula Alves Sousa, minhas primas Glória Duna e Valencia Pohn, meu primo Jan Pohn e meu avô Vicente de Paula Sousa. Meu muito obrigado por terem participado da minha educação e terem ajudado na minha formação moral, agradeço também pelos belos e marcantes momentos que passamos juntos ao lado de minha avó, momentos esses que nunca saíam de minha memória. Muito obrigado!

A todos os meus professores, que estiveram comigo desde o tempo do maternal no Colégio Topo Gigio, no Colégio Maximus, no Colégio Ari de Sá e na Universidade Federal do Ceará, vocês foram diretamente responsáveis por minha formação intelectual e moral. Em especial, agradecer ao Professor José de Paula Barros Neto por seus valiosos conselhos educativos, por ter aceitado em ser meu orientador e por toda sua dedicação e ajuda nesses anos de Engenharia Civil, meu muito obrigado.

Aos meus amigos, por terem me ajudado nos momentos difíceis e terem me alegrado nos momentos de festas e comemorações, sem vocês a Engenharia teria sido muito árdua, o convívio, as brincadeiras e os estudos coletivos foram de fundamental importância para mim nesses 5 anos de graduação, em especial aos meus amigos Matheus Uchoa Sales, Leonardo Vitor da Mota e Roberto Willamy Barreto de Freitas Filhos, pelo companheirismo, amizades e cervejas divididas. Considero vocês mais que amigos e sim irmãos que quero levar até o final da minha vida.

A todos os funcionários da Inova Engenharia e Construções, por todos os conselhos e ajuda dados na minha profissionalização. Junto deles, também a todos os colaboradores a qual coordenei, meu agradecimento pelo conhecimento e respeito que cada um me passou.

Ao amigo Jeferson Spiering Böes, por ter participado na minha orientação educacional e profissional, sem dúvidas, foi o melhor professor que tive nesses últimos anos, tenho muita gratidão ao Professor Barros Neto por um dia ter me presenteado com sua amizade. A você toda minha admiração e gratidão pela minha profissionalização e amizade. Muito obrigado por tudo!

## RESUMO

Com o aumento da exigência do produto final, a competitividade do mercado da Construção Civil e o controle cada vez mais rigoroso sobre a produção e a qualidade se faz necessário que haja mudanças nessa indústria, entre elas, está o aumento dos usos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Dentre as inovações propostas nesse campo para a Construção Civil a adoção do *Building Information Model* (BIM) ganha força nos últimos tempos, essa pesquisa consiste em avaliar a Maturidade BIM de um grupo seletivo de construtoras do estado do Ceará para isso, foi estudado alguns modelos de mensuração mencionados na literatura e desenvolvido um instrumento de pesquisa, o qual foi um questionário, que pudesse levar as análises da pesquisa, então, foram realizadas entrevistas para que se cumprisse o objetivo. Entre os resultados encontrados, foi possível obter o Estágio BIM das construtoras e as suas respectivas Maturidades, bem como algumas peculiaridades e comparações nesse processo, chegando-se ao diagnóstico que há competências com um bom nível de maturidade e outros que precisam passar por melhoras. Analisando o cenário como um todo, conclui-se que a Maturidade estava em sua maior proporção concentrada nos níveis baixo-médio e médio.

**Palavras-Chave:** BIM. Maturidade BIM. Stakeholders. Construção Civil.

## ABSTRACT

With the increase in demand for final product, competitiveness in the civil construction market, and the increasingly strict control over production and quality, it is necessary that changes occur within this industry, including an increase in the use of information and communication technology (ICT). Among the innovations proposed in this field for civil construction, the adoption of *Building Information Modeling* (BIM) has recently been gaining momentum. The present study evaluates the BIM maturity of a select group of construction companies in the State of Ceará. To this end, several measurement models mentioned in the literature were studied and a research tool consisting of a questionnaire was developed for research analysis purposes and then interviews were carried out. Among the results found, it was possible to obtain the BIM level of the construction companies and their respective maturities, and in the process also some specific characteristics and comparisons. The analysis showed that there are capabilities with a good level of maturity but also others that need improvement. When analyzing the situation as a whole, it can be concluded that the greatest proportion of maturity is concentrated in the lower-intermediate and intermediate levels.

**Keywords:** BIM. BIM maturity. Stakeholders. Civil Construction.

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo.”

(Winston Churchill)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PIB brasileiro por atividades.....	21
Figura 2: Intenção de investimentos na Construção Civil.....	23
Figura 3: Participação e Taxa de Crescimento da Construção Civil nos últimos anos. ....	24
Figura 4: Ciclo de Qualidade de um Empreendimento. ....	25
Figura 5: Relação temporal da implantação do CAD X BIM. ....	31
Figura 6: Representação Evolutiva dos Projetos de Arquitetura. ....	31
Figura 7: Curva de MacLeamy – Relação entre o Esforço e o Efeito em projetos CAD e BIM nas fases do ciclo de vida da obra.....	33
Figura 8: Atores participantes de cada Campo BIM. ....	40
Figura 9: Escala gradativa dos estágios de capacidade BIM.....	42
Figura 10: Níveis de Maturidade propostos por Succar. ....	45
Figura 11: Matriz de Maturidade em BIM. ....	48
Figura 12: Recorte Matrix de Maturidade <i>PennState University</i> . ....	55
Figura 13: Matriz de Proficiência BIM IU. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 14: Fluxo de Delineamento de Pesquisa. ....	57
Figura 15: Delineamento da Etapa de Identificação dos Stakeholders. ....	58
Figura 16: Quantificação da teia das relações da cadeia da Construção Civil cearense. ....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Identificação de <i>Stakeholders</i> propostos pela literatura. ....	27
Quadro 2: Resumo dos Benefícios BIM nas fases do ciclo de vida de uma edificação. ....	34
Quadro 3 : Resumo da barreiras encontradas para implantação do BIM. ....	36
Quadro 4: Conjunto de Competências do BIM. ....	47
Quadro 5: Exemplo de cálculo do Índice de Maturidade do BIM conforme metodologia de Succar. ....	53
Quadro 6 : Classificação do Índice de Maturidade. ....	53
Quadro 7: Relação Pergunta X Maturidade para as capacidades Tecnológicas. ....	63
Quadro 8: Relação Pergunta X Maturidade para as capacidades Processuais. ....	64
Quadro 9: Relação Pergunta X Maturidade para as capacidades Políticas. ....	65
Quadro 10: Identificação dos agentes intervenientes entre diretos e indiretos. ....	67

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Grau de Maturidade e Índice de Maturidade na cadeia da Construção Civil cearense. .....	87
--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentagem da Mão-de-Obra empregada pela ICC.....	22
Gráfico 2: Público-Alvo das Construtoras entrevistadas.....	69
Gráfico 3: Comparação entre o tempo de atuação no mercado e de experiência em BIM. ....	70
Gráfico 4: Representação dos responsáveis por realizar a modelagem.....	71
Gráfico 5: Forma de ocorrência da implantação BIM.....	71
Gráfico 6: Realização de treinamento BIM para os responsáveis dentre as construtoras que tiveram implantação interna. ....	72
Gráfico 7: Responsáveis pela modelagem em Construtoras que tiveram implantações internas. ....	72
Gráfico 8: Dificuldades e Barreiras para a implantação BIM. ....	73
Gráfico 9: Considerações acerca dos investimentos de Implantação BIM. ....	74
Gráfico 10: Alocação dos custos com a implantação BIM. ....	74
Gráfico 11: Fase dos projetos que o BIM começava a ser modelado. ....	75
Gráfico 12: Abordagem do aumento de tempo no desenvolvimento de projetos com o uso do BIM.....	76
Gráfico 13: Estágios BIM nas construtoras da Construção Civil cearense. ....	77
Gráfico 14: Teia de Maturidade dos Softwares. ....	79
Gráfico 15: Teia de Maturidade dos Hardwares.....	80
Gráfico 16: Teia de Maturidade das Redes. ....	81
Gráfico 17: Teia de Maturidade dos Recursos ....	82
Gráfico 18: Teia de Maturidade Produtos e Serviços.....	83
Gráfico 19: Teia de Maturidade Liderança e Gerenciamento. ....	83
Gráfico 20: Teia de Maturidade Preparatória. ....	84
Gráfico 21: Teia de Maturidade Regulatória.....	85
Gráfico 22: Teia de Maturidade Contratual.....	86
Gráfico 23: Porcentagem dos níveis de Maturidade na cadeia da Construção Civil cearense.	87

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIA	<i>Institute of Architects California Council</i>
ASBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BIM	Building Information Model
BIM <sup>3</sup>	Matriz de Maturidade em BIM
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional da Indústria
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GT	Grupos de Trabalho
ICC	Indústria da Construção Civil
ICST	Índice de Confiança da Construção
INOVACON	Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>
IU	<i>Indiana University</i>
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
NBIMS	<i>National BIM Standard</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PSBIM	Prestador de Serviço BIM
SINDUSCON-CE	Sindicato das Construtoras do Ceará
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema de Pesquisa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>19</b>
1.2.1	Objetivo Geral .....	19
1.2.2	Objeto Específico .....	19
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Indústria da Construção Civil.....</b>	<b>20</b>
2.1.1	Características e Peculiaridades.....	20
2.1.2	<i>Stakeholders</i> .....	24
2.1.3	TIC na Construção Civil.....	27
<b>2.2</b>	<b>BIM .....</b>	<b>28</b>
2.2.1	Conceitos .....	29
2.2.2	Evolução Histórica .....	30
2.2.3	Benefícios/Barreiras .....	32
2.2.4	Panorama Nacional.....	36
<b>2.3</b>	<b>Maturidade BIM.....</b>	<b>38</b>
2.3.1	Conceito.....	38
2.3.2	Modelo Matrix de Maturidade BIM – Bilal Succar .....	39
2.3.2.1.	Campos BIM .....	39
2.3.2.2.	Lentes BIM.....	41
2.3.2.3.	Estágios BIM .....	42
2.3.2.4.	Níveis de Maturidade em BIM. ....	44
2.3.2.5.	Competências BIM.....	46
2.3.2.6.	Matriz de Maturidade em BIM (BIM <sup>3</sup> ) .....	47
2.3.2.7.	Índice de Maturidade – BIM Maturity Index (BIMMI) .....	52
2.3.3	Modelo Matrix de Maturidade PennState University.....	54
2.3.4	Modelo Indiana University (IU) - BIM Proficiency Matrix.....	55
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>57</b>
<b>3.1</b>	<b>Identificação dos <i>Stakeholders</i> na Construção Civil Cearense.....</b>	<b>57</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise de Modelos de Mensuração de Maturidade BIM .....</b>	<b>58</b>

<b>3.3</b>	<b>Desenvolvimento do Instrumento de Pesquisa.....</b>	<b>59</b>
<b>3.4</b>	<b>Realização de Entrevistas .....</b>	<b>66</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1</b>	<b>Identificação dos Stakeholders envolvidos na Construção Civil Cearense .....</b>	<b>66</b>
<b>4.2</b>	<b>Mensuração da Maturidade BIM na cadeia da Construção Civil cearense .....</b>	<b>68</b>
4.2.1	Caracterização das Organizações .....	68
4.2.2	Caracterização do BIM.....	71
4.2.3	Caracterização do desenvolvimento dos modelos BIM .....	74
4.2.3	Mensuração do Estágio e Maturidade BIM.....	76
4.2.3.2	Mensuração da Maturidade da Capacidade Tecnologia .....	78
4.2.3.3	Mensuração da Maturidade da Capacidade Processos .....	81
4.2.3.4	Mensuração da Maturidade da Capacidade Política.....	84
4.2.3.5	Visão geral da Maturidade do estado do Ceará .....	86
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil brasileira vem passando por um cenário de adversidade, com diminuição do crédito bancário, maiores taxas de juros e, conseqüentemente, desaquecimento do mercado imobiliário. Além disso, percebe-se que o cliente final está cada vez mais atento para a qualidade do empreendimento que ele vai investir. Dentro desse cenário, as construtoras procuram diminuir seus riscos, pois devem realizar obras com prazos bem determinados, com orçamentos enxutos e com mão-de-obra e materiais qualificados. (BÖES, 2015).

Nesse contexto, buscam-se alternativas que ajudem o mercado da construção civil para alcançarem esse desempenho. Entre elas esta a Modelagem da Informação da Construção ou o *Building Information Model* (BIM) (GUIA CBIC,2016).

“Durante a crise do mercado imobiliário dos Estados Unidos em 2008, a adoção do BIM cresceu acentuadamente por lá. Foi uma alternativa de reação para as empresas afetadas, que aproveitaram o momento de redução do nível de suas atividades para inovarem,aprenderem e melhorarem seus processos, aumentando sua produtividade e eficiência.”(GUIA CBIC,2016).

Eastman et al (2008) ressalta que a tecnologia BIM surge em resposta a limitações advindas da plataforma CAD (*Computer-Aided Design*). O BIM proporciona uma melhor visualização do espaço 3D, o que auxilia no processo de definição dos questionamentos que advém do processo construtivo. Com o CAD uma realidade 3D era representada em 2D o que poderia sobrar espaços para interpretações duvidosas e possíveis erros executivos. Já Succar (2009) ressalta os ganhos com produtividade, acertividade e qualidade dentro de um empreendimento usando BIM.

Para Manzione (2013), existem várias barreiras para serem superadas para conseguir aproveitar ao máximo o BIM, pois este é feito de forma colaborativa em várias projetistas e coordenadores, plataforma esta de trabalho inovadora para os padrões atuais, o que implica em certas dificuldades de implantação. Succar (2009) afirma que o BIM é um catalisador de mudanças e é bem mais profundo que apenas implicações tecnológicas, existem também mudanças processuais e políticas para serem discutidas e propostas, mudanças essas que estimula ganhos com produtividade, acertividade e qualidade dentro de um empreendimento usando BIM.

Nesse contexto, existe o BIM<sub>e</sub> Initiative, o qual é uma proposta de mensuração do desempenho das organizações que é proposta por um grupo de estudiosos de vários países e tem Succar como seu principal líder. A iniciativa desenvolveu com base nos estudos do Framework BIM desenvolvida por Succar propõe uma matriz de maturidade que avalia aspectos tecnológicos, processuais e políticos, portanto, auxilia os usuários do BIM no sentido de se chegar a níveis de máximo aproveitamento do BIM.

Dentro dessa complexidade do assunto, existem formas de medir o estágio e a maturidade BIM das organizações usuárias. Isto foi desenvolvido para mensurar o desempenho e servir de guia para a implantação plena do processo. Existem proposições de formas de se avaliar esse quesito, em formas de matrizes, que foram propostas por vários estudiosos no assunto.

Em nível mundial, as primeiras plataformas BIM datam da década de 70 e estão sendo trabalhadas há mais tempo em países pioneiros, como Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha. Nacionalmente, apenas em meados dos anos 2000, que surgiram órgãos como o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) estão empenhados em divulgar e fomentar o desenvolvimento de projetos em BIM. Apoiados por esses órgãos nacionais surgiram vários Grupos de Trabalho (GT) em cada estado voltados a desenvolver produtos, pesquisas e serviços que auxiliem as construtoras e os projetistas locais que desejem implantar o BIM em sua cadeia produtiva.

Em um contexto cearense, há o GTBIM que é um grupo de estudos ligados ao Sindicato das Construtoras do Ceará (SINDUSCON-CE), o qual trabalha nesse sentido explicado anteriormente.

## **1.1 Problema de Pesquisa**

A adoção do BIM é incipiente no Brasil e desenvolvido por uma pequena parte dos representantes da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), esses representantes são em sua maioria as organizações mais expressivas dessa Indústria por apresentarem mais condições tanto financeiras como intelectual, para aderirem ao processo de implantação. Existindo projetos de adoção nessas organizações de forma isolada e sem apoio dos *Stakeholders* envolvidos, do poder público e da academia.

O uso do BIM em sua grande maioria passa pela transformação dos projetos em CAD para uma plataforma BIM no intuito de fazer uma análise das interferências e, em algumas

vezes, realizar seus quantitativos e orçamentos. No estado do Ceará as empresas usuárias buscam apoio do sindicato do estado. Um exemplo são as ações desenvolvidas pelo GTBIM do Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil (INOVACON), braço tecnológico do SINDUSCON-CE. Constata-se a inexistência de estudos e de pesquisas baseadas na literatura e adaptadas para o cenário local que mensurem o estágio e a maturidade BIM nas organizações atuantes em BIM no estado, o que torna esse trabalho importante para o processo de medição de desempenho e de implantação plena. É nessa lacuna que se encontra o principal problema desta pesquisa.

## **1.2 Objetivos**

Neste item apresentam-se quais são os objetivos desta pesquisa, decidiu-se definir em geral e específico para melhor avaliação e entendimento como um todo.

### **1.2.1 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem como objetivo geral mensurar a maturidade BIM nas construtoras cearenses, vinculadas ao INOVACON, dentro de um instrumento de pesquisa baseado na literatura.

### **1.2.2 Objeto Específico**

Para que se possa atingir ao final do estudo o objetivo geral da pesquisa, definiram-se os específicos que levariam ao produto final do trabalho, estes são:

- (i) Identificação dos Stakeholders na Construção Civil Cearense;
- (ii) Análises de Modelos de Matrizes para a Mensuração da Maturidade BIM;
- (iii) Desenvolvimento de um Instrumento de Pesquisa;
- (iv) Realização de Entrevistas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo apresenta os itens explicados e revisados pela literatura que são fundamentais para o entendimento da pesquisa como um todo. Ela será definida nos seguintes tópicos: Indústria da Construção Civil Brasileira, *Building Information Model* (BIM) e Maturidade BIM.

### 2.1 Indústria da Construção Civil

O presente subcapítulo irá abordar as características e peculiaridades dessa indústria, através de seus aspectos econômicos e sociais. Irão ser discutidos também os Stakeholders envolvidos na cadeia dessa indústria e a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) usadas na construção civil, através de seus benefícios e suas barreiras.

#### 2.1.1 Características e Peculiaridades

A construção civil é definida como a área de atuação em que se objetiva realizar alguma estrutura ou infraestrutura, ela vai desde a escolha e preparação do terreno até a construção de uma estrutura seja com fins residenciais, industriais, locomotivos ou tecnológicos, como a geração de energia e o alcance de telecomunicações, com suas infraestruturas, seja instalações hidráulicas, elétricas e suas funcionalidades. Apresentando também a responsabilidade por operar, manter e reparar esses sistemas (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2012).

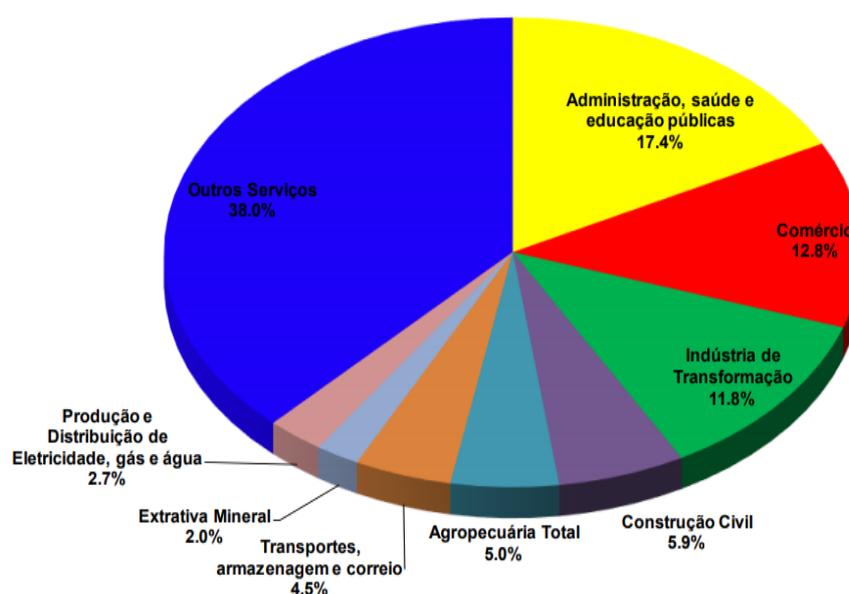
Já o Código de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE relaciona as dificuldades das obras de edificação e engenharia civil, com diversas áreas atuando em campos específicos, compreendo áreas de preparação do terreno, obras de edificação, instalações de materiais e equipamentos necessários para o pleno funcionamento dos imóveis e obras de acabamento, abrangendo tanto novas construções como a reparação de antigas e manutenção preventiva (BÖES, 2015).

Conforme a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) (2013) este setor é fundamental para a economia de um país. Ressalta-se o crescimento e a expansão do setor que foi diminuída desde 2014 devido a crises econômicas vigentes no país. No entanto, FIRJAN (2013) comenta o potencial de crescimento que o setor apresenta, por exemplo, um déficit habitacional que acumula mais de R\$ 3 trilhões de investimentos.

Cardoso (2013) ratifica a visão da FIRJAN, afirmando que construção civil apresenta papel fundamental no desenvolvimento econômico do país, ele ressalta ainda a importância social do setor, pois, além de, empregar grande parte dos trabalhadores brasileiros de forma direta e indireta, também leva infraestruturas para regiões mais remotas do país, propiciando desenvolvimento das economias locais.

A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) reafirma a construção civil como sendo uma das principais atividades econômicas do país, ele afirma que o setor reúne atividades que somam mais de 12 milhões de empregos, o que representa cerca de 13 % da mão-de-obra ocupada no Brasil. Já os investimentos no setor, representam cerca de 10% PIB nacional. A figura 1 mostra a importância do setor na construção do PIB no ano de 2013.

Figura 1: PIB brasileiro por atividades

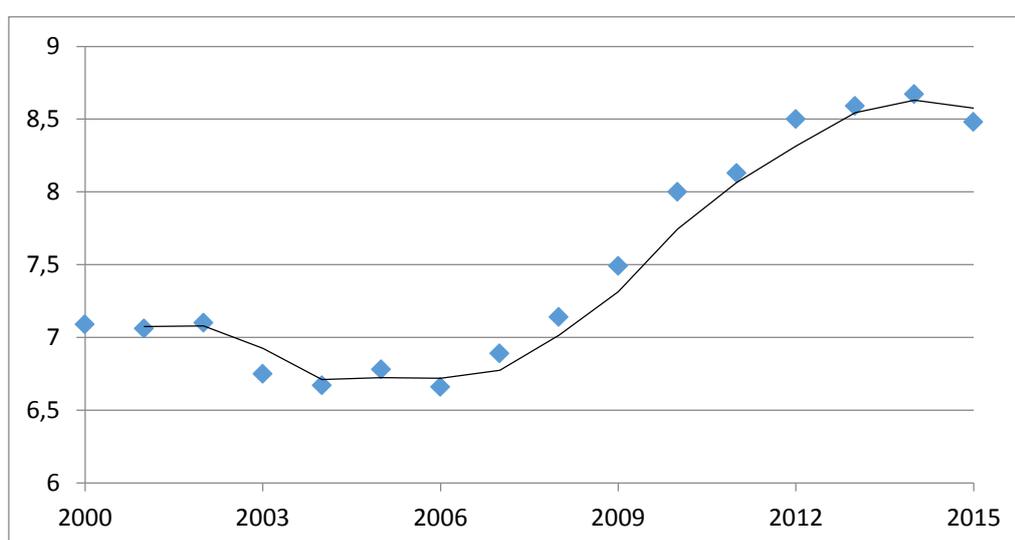


Fonte: IBGE (2013)

A indústria da construção civil apresenta características bem próprias, pois oferece um produto único, em geral, demora um tempo maior de realização comparado com outros produtos de outras indústrias. É caracterizado por um produto bem mais complexo, com várias incógnitas e detalhes a serem pensados, quando comparado a outros produtos de outras indústrias e é marcado pela transitoriedade de seus insumos, maquinários e profissionais (SIMÃO, 2011).

O gráfico 1 abaixo representa a porcentagem da mão-de-obra brasileira que é empregada pela Indústria da Construção Civil (ICC), o que revela a importância empregatícia do setor e ratifica a sua relevância para o crescimento do país.

Gráfico 1: Porcentagem da Mão-de-Obra empregada pela ICC

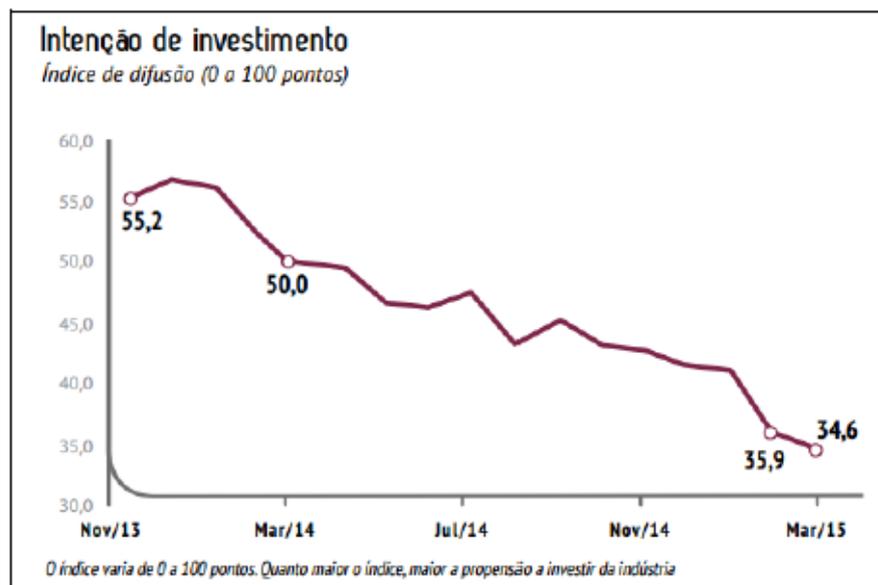


Fonte: CBIC (2015), adaptado pelo autor.

O setor da construção civil viveu um período de apogeu entre os anos de 2004 e 2014, motivados por programas governamentais, como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e Minha Casa Minha Vida, além de grandes eventos, por exemplo, Copa do Mundo (2014) e Olimpíadas (2016). Esse período é chamado de *boom* da construção civil, tendo-se um aumento de 42,41% no setor entre os de 2004 e 2010 (CARDOSO, 2013).

No entanto, desde 2015 esse cenário tem mudado, e vive-se um período de queda do setor motivado por crises em setores industriais que impactam a construção civil. Podem-se citar também cenários de crise políticas, as quais tiveram grandes construtoras do país envolvidas. Motivados por essas crises, juntamente com o cenário econômico brasileiro de altas taxas de juros (BÖES, 2015). Percebe-se pela figura 2 que o setor não vem sendo recebido com boas intenções pelos investidores, o que resulta em diminuição de obras e demissão de funcionários.

Figura 2: Intenção de investimentos na Construção Civil



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI) – 2015.

Apesar do cenário adverso, espera-se que a partir do segundo semestre de 2018 o setor volte a receber mais investimentos e volte a crescer de novo. Empresários da área já percebem e comentam a possibilidade disso. Dados apontam para a recuperação das atividades no setor nesse segundo semestre, segundo dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV) o Índice de Confiança da Construção (ICST) avançou em setembro pelo quarto mês seguido, o que demonstra um cenário mais positivo. O Índice de Expectativas da Construção também vem crescendo o que deixa o cenário ainda mais otimista para os próximos anos (BRASIL, 2018).

A figura 3 mostra a participação do Valor Adicionado Bruto da Construção Civil no Brasil e mostra também a Taxa Real de Crescimento do setor, o que ilustra bem o cenário positivo até o ano de 2014 e depois a queda do setor, no entanto, percebe-se a tendência de volta do crescimento a partir de 2016 a estabilização em 2017 e a promessa de ter em 2018 a retomada do crescimento.

Figura 3: Participação e Taxa de Crescimento da Construção Civil nos últimos anos



Fonte: CBIC (2018).

### 2.1.2 Stakeholders

Na Indústria da Construção Civil é fundamental se ter um sistema de qualidade que descreva todas as etapas que afetem a qualidade do produto final, os quais são representados na figura 4 que mostra esse sistema para construtoras e incorporadoras, pode-se observar todas as etapas do processo em sua completude e destacam-se também os vários Stakeholders envolvidos no processo, seja de forma direta ou indireta (PICCHI, 1993).

Figura 4: Ciclo de Qualidade de um Empreendimento



Fonte: Picchi, 1993.

Verifica-se então que a Construção Civil é um tanto diferente de outras Indústrias, pois não apresenta uma produção em série com uma sucessão de fases com coordenadores distintos e, sim, por uma série de múltiplos relacionamentos bilaterais, por exemplo, projetista e construtor, em que há uma grande variabilidade de responsabilidades e um baixo grau de interação entre os *Stakeholders* (SANTOS, 2003).

A Indústria da Construção Civil é marcada por um ambiente de incertezas e intensas competições, estando exposta a uma dinâmica muito rotativa do mercado. Por conta disso, é necessário que as organizações presentes no setor consigam se adaptar de forma rápida. Para que isso ocorra é essencial que se consiga acompanhar as mudanças ambientais e propor mudanças para que isso ocorra, implementando ações que se adequem a nova realidade. Logo, percebe-se que é fundamental que os *Stakeholders* envolvidos em uma organização participem desse processo adaptativo (ROSSETO, 1997).

A palavra *Stakeholders* traduzida para o português significa “parte interessada”. Segundo Freeman (1984) a definição de *Stakeholders* é “qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou é afetado pela realização dos objetivos da empresa”. São os elementos fundamentais no funcionamento de uma organização, sejam eles temporários ou permanentes. Por exemplo, os projetistas contratados para realizarem seus projetos para um determinado empreendimento são parceiros temporários que influenciam a construtora até a fase final da construção, no entanto, grupos de investidores que participam de ações dentro da organização já apresentam um teor mais permanente.

Podendo essas relações impactar tanto positivamente quanto negativamente os envolvidos. Pode-se incluir nos “stakeholders”: os acionistas, os credores, os gerentes, os empregados, os consumidores, os fornecedores, a comunidade local e o público em geral (FREEMAN, 1984).

Já a *Project Management Institute* (PMI) (2001) define os Stakeholders como: “indivíduos e organizações que estão ativamente envolvidos no projeto, ou cujos interesses podem ser afetados de forma positiva ou negativa como resultado da execução do projeto ou conclusão bem-sucedida do mesmo”.

Dessa forma, percebe-se a grande importância desses parceiros no processo de inovação, proposição de novas tecnologias e participação conjunta em um cenário de mudança. Sendo assim, é fundamental no processo de implantação do BIM bem como no sentido de galgar estágios BIM e níveis de maturidade maiores o entrosamento de todos os *Stakeholders* envolvidos com suas respectivas construtoras parceiras (BÖES; LIMA; BARROS NETO, 2018).

Na ICC, podem-se listar alguns desses parceiros que estão envolvidos de forma direta ou indireta ou de forma temporária ou permanente com as construtoras. Por exemplo, no quadro 1 é mostrado quem são os Stakeholders identificados por três fontes da literatura.

Quadro 1: Identificação de *Stakeholders* propostos pela literatura

<i>Stakeholders</i>	PMI (2001)	ROSSETO, FILHO, HOFFMANN (2007)	BOES,LIMA E BARROS NETO (2018)
Projetistas	X	X	X
Bancos	X	X	X
Fornecedores	X	X	X
Academia			X
Poder Público	X	X	X
Construtoras			X
Clientes	X	X	
Gerentes de Obra	X	X	
Incorporadores	X	X	X
Mão-de-obra	X		
Terceirizados	X	X	
Concorrentes	X	X	X
Imobiliárias/Corretores		X	

Fonte: Feita pelo autor.

Percebe-se que o método de identificação proposto por Böes; Lima; Barros Neto (2018) é mais adequado para essa pesquisa, pois este destaca as construtoras como um dos *Stakeholders* e, portanto, traz uma abordagem de relações mais voltadas para elas, o que vai de encontro com o objetivo dessa pesquisa que avalia a Maturidade BIM das construtoras.

### 2.1.3 TIC na Construção Civil

Evidencia-se que a construção civil vem passando por mudanças significativas nos seus processos, apesar de ser um campo conservador. (MORAES; GUERRINI; SERRA, 2006). Entre essas mudanças pode-se citar o uso das TIC.

Percebe-se que a AECO é uma das indústrias mais competitivas quando comparadas com outros tipos. Nesse aspecto, é fundamental se monitorar as informações de um empreendimento, seja para controle de qualidade, de desperdício ou de produtividade. Para isso, os usos das TIC nos canteiros de obra podem ajudar nesse processo e ajudar o gerente de obra a ter mais domínio sobre seu trabalho (SILVA, 2014).

Define-se como TIC às tecnologias capazes de capturar, armazenar, processar e distribuir eletronicamente as informações e dados de um empreendimento. Ressalta-se que toda mudança nesse estilo inovador deve ser acompanhado de mudanças nas formas como o

processo é feito (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Cita-se a Modelagem da Informação da Construção como uma TIC bastante promissora para a AECO.

Dentre os benefícios com a utilização das TIC pode-se citar: (MORAES; GUERRINI; SERRA, 2006).

- Otimização do tempo e do custo da obra, pois evita o retrabalho dos serviços;
- Reduz a possibilidade da ambiguidade de informações evitando erros executivos;
- Qualificação da informação para as equipes internas fomentando a produtividade;
- Simplificação de informações tornando o processo mais produtivo em toda a cadeia;
- Qualificação do processo de tomada de decisões;
- Auxílio no processo de retroalimentação dos dados, ajudando no aprendizado contínuo da organização;
- Flexibilidade operacional, aumentando as facilidades de associar tarefas.

No entanto, Silva (2014) afirma que existem barreiras que dificultam o amplo uso das TIC, ente elas pode-se citar a necessidade de qualificação profissional da mão-de-obra. Esta situação se torna ainda mais grave, pois a grande parte da mão-de-obra fornecida para a TIC é semi-analfabeta, o que a torna mais despreparada e desqualificada do que de outras indústrias, como a de transformação (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Podem-se citar entre outras barreiras os seguintes tópicos:

- Incerteza das informações obtidas da transferência de informações nos softwares;
- Volume de procedimentos necessários para o pleno funcionamento da TIC;
- Dificuldade de padronização dos softwares usados pela organização e seus fornecedores e parceiros (MORAES; GUERRINI; SERRA, 2006).

## **2.2 BIM**

Este capítulo abordará as informações necessárias sobre o *Building Information Model* (BIM) para o entendimento da pesquisa. Avaliar-se-á sua definição dada por algumas fontes da literatura, será feito comentários sobre o enquadramento histórico, bem como seus benefícios e suas barreiras. Por último será feito um panorama nacional sobre o assunto.

### 2.2.1 Conceitos

BIM é um acrônimo da sigla inglês *Building Information Model*, a qual traduzida para o português significa Modelagem da Informação da Construção. É um dos mais promissores desenvolvimentos da indústria para a AECO. Por meio do BIM é desenvolvido um modelo virtual preciso com as características da edificação. Quando o modelo está completo, ele contempla a geometria exata e os dados relevantes para dar suporte à construção, à fabricação e à operação, fornecendo insumos necessários para sua realização (EASTMAN et al.,2008).

Já para Succar (2009), o BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem gerando uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício.

A organização americana *National BIM Standard (NBIMS)* (2007), ligada ao comitê *BuildingSMARTalliance*, conceitua BIM como um tipo como um modelo de informação das construções que representam digitalmente características físicas e funcionais de um empreendimento, como tal, serve como recurso de compartilhamento de informações para se ter uma base confiável para tomada de decisões.

Ressalta-se a importância de se reconhecer os benefícios que o BIM pode trazer para a indústria da AECO, desde que se tenham processos que auxiliem na sua adoção sistemática identificando as estruturas de conhecimento, a dinâmica e os fluxos internos e os requisitos de implantação. (SUCCAR, 2009). Quando implementado de maneira correta, o BIM facilita o processo de projeto e a construção da edificação, tornando o processo mais integrado, o que resulta em melhores índices de qualidade com custos e prazos reduzidos. (EASTMAN et al.,2008). Nesse parágrafo, percebe-se o quanto é benéfico o uso do BIM na AECO, no entanto, ambos os autores focam na importância do processo de implantação para se chegar ao êxito.

Manzione (2013) ressalta as pesquisas que vem sendo desenvolvida para se adaptar as mudanças provocadas por essa nova tecnologia, no que tange a novas formas de trabalhos colaborativos, procurando também novas tecnologias de solução para comunicação e informação para dar suporte ao pleno uso do BIM.

Percebe-se que existem vários conceitos de BIM na literatura. Usaremos esse parágrafo para definir o que não seria BIM, para ratificar o conhecimento para o leitor. A definição do que se constitui BIM esta sujeita a variações e confusões Com isso defini-se que não constitui BIM modelos que apresentam apenas dados 3D, sem atributos de objeto, ou

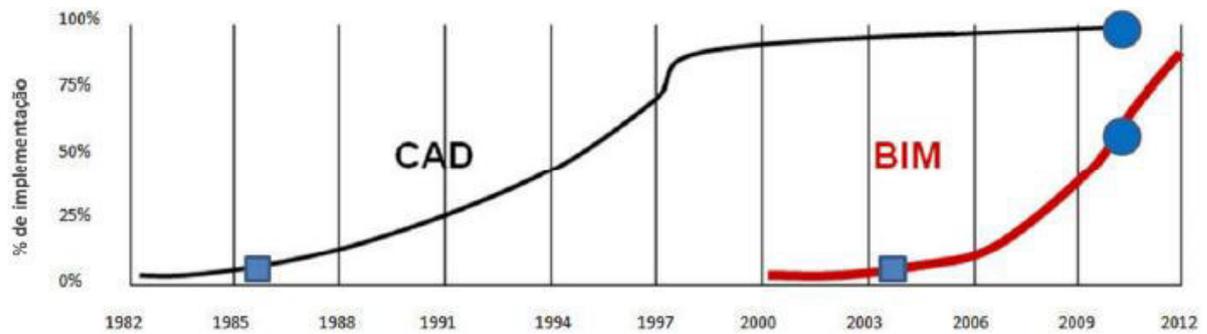
seja, modelo que apresentem apenas visualização em 3 dimensões, mas não apresentam “inteligência”, são bons para a visualização, porém pela falta de dados e informações inseridas não se pode fazer extrações de quantitativos, nem rastrear objetos, nem realizar análises sonoras, acústica, térmicas. Também não é BIM documentos 2D que devem ser combinados para fazer o plano de construção (EASTMAN et al.,2008).

### 2.2.2 Evolução Histórica

A partir da segunda metade do século XX começou-se uma evolução de tecnologias nos campos militares e aeroespaciais, as quais poderiam a vir ser usado no campo da construção civil, o que deu origem a softwares, os quais revolucionaram o modo como se projetava e executava uma edificação. Então, Douglas C. Englebart protagoniza um novo modo de ser conceder ideias, o qual se utilizava de objetos paramétricos e integrados numa única base de dados, o que mais tarde vem e ser desenvolvido um programa de modelação por Ivan Sutherland. Então, após se ir à direção de informatizar as representações 2D, surge nas décadas de 70 e 80 um novo método de representação geométrica, em que Charles Eastman desenvolve o primeiro software com base em uma biblioteca de elementos representativos de um modelo de construção, permitindo eliminar algumas limitações dos projetos em papel, nasce a *Computer-Aided Design* (CAD) (PONTES, 2016).

Em meados dos anos 80, verificou-se um desenvolvimento intenso de softwares que respondessem as limitações dos programas em CAD, principalmente, no que tangia as compatibilizações dos projetos. Deste modo, surge em 1984 o software que culminaria no *ArchiCad* desenvolvido por Gábor Bojár. Durante os anos 90 surgiram às primeiras versões do *Revit*, o qual englobava as noções espaciais e interoperabilidades de BIM. Percebe-se na Figura 5 mostra como se deu a relação temporal do desenvolvimento do CAD e do desenvolvimento do BIM para serem implementados na indústria AECO. Constata-se que a realidade observada para o BIM no gráfico ainda não foi atingida mesmo em países pioneiros na nova tecnologia (PONTES, 2016).

Figura 5: Relação temporal da implantação do CAD X BIM



Fonte: Pontes (2016)

Santos (2016) comenta que o avanço na tecnologia da informação no setor da AECO é lento quando comparado com outras áreas da engenharia, como a naval, a automobilística e a aeronáutica. Essas áreas são muito mais integradas em seus processos, fazendo com que o BIM já esteja em pleno uso. Por exemplo, vários Boeings já são projetados totalmente na plataforma BIM usando o software *Catia*.

A figura 6 demonstra a evolução dos projetos de arquitetônicos ao longo dos anos, percebe-se claramente que a plataforma BIM é uma evolução do CAD, solucionando as suas limitações (NATIVIDADE, 2011).

Figura 6: Representação Evolutiva dos Projetos de Arquitetura

Maquetes físicas	Pranchetas	CAD	BIM
Sem documentação	Apenas documentos (desenhos)	Apenas documentos (desenhos)	Modelos e documentos

Fonte: CBIC (2016)

### 2.2.3 Benefícios/Barreiras

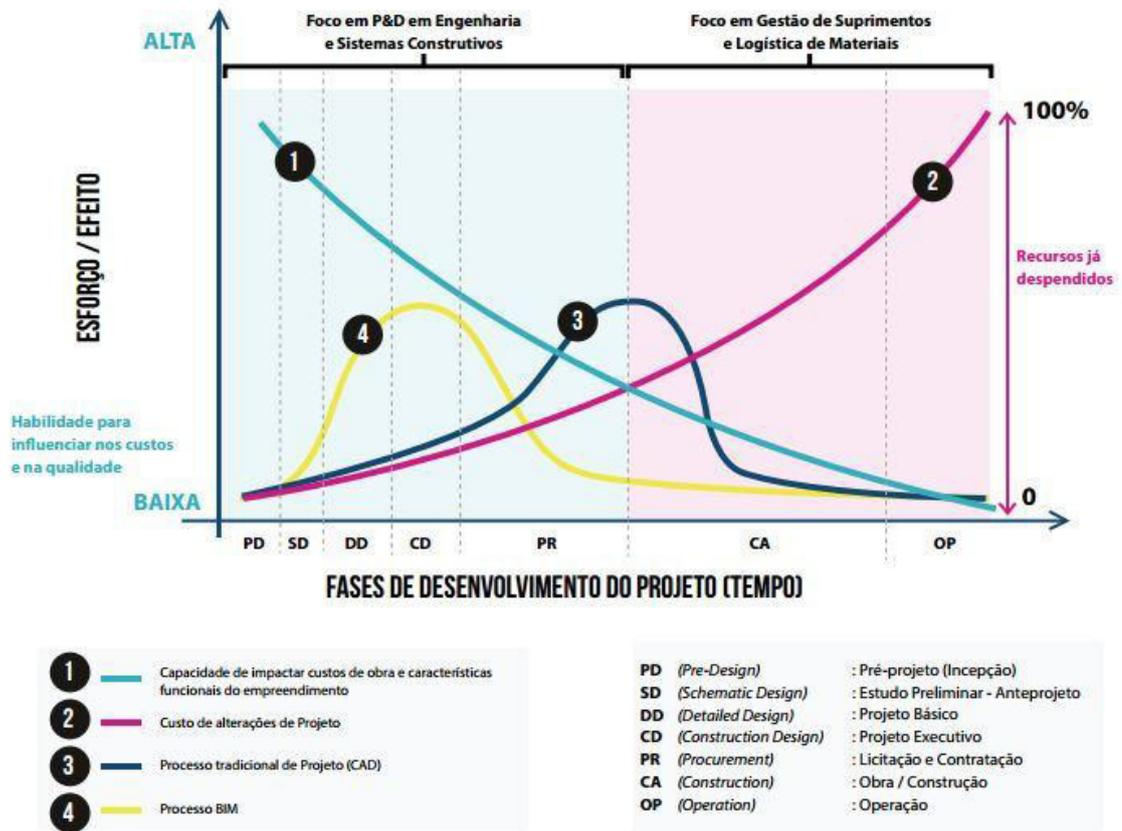
Com a forma tradicional de desenvolvimento de projetos é preciso que se realize um exercício do uso da imaginação para executar uma leitura dos projetos desenvolvidos no plano de projeção bidimensional, como plantas, cortes e vistas 2D, que nos leva a construir mentalmente a volumetria da edificação juntamente com seus detalhes e instalações. Esse processo é mais passível de erros interpretativos que viriam a ser executados no canteiro, levando a retrabalhos e perda de tempo e recursos (CBIC, 2016).

O BIM surge como uma resposta a essas e outras limitações, possibilitando uma visualização com grande precisão, além de ser possível realizar análises de desempenho da edificação antes dela estar pronta, com um bom nível de exatidão. Podendo ser analisados soluções de construtibilidade e os principais subsistemas e componentes (CBIC, 2016).

Pontes (2016) ratifica a ideia comentando que a tecnologia CAD se baseia em pontos, retas e superfícies para representar seus projetos, o que faz com que fique a mercê de interpretações para o entendimento completo do projeto, algo que pode gerar dúvidas e erros na execução. Além disso, projetos em CAD, geralmente, são pobres de informações integradas, fazendo com que as equipes de trabalho tenham pouca interoperabilidade. Nesse contexto, inicia-se o BIM como forma melhorada desse processo, em que a noção espacial de projeto é bastante desenvolvida, o que facilita a execução, além das informações detalhadas no modelo ajude a detectar possíveis erros que só seriam vistos na fase de construção, representa retrabalho e custos extras.

Dessa forma já se pode perceber o primeiro benefício que a transposição da tecnologia CAD para a BIM trás, que seria basicamente a melhoria qualitativa dos projetos, da execução e da operação da edificação. A Figura 7 traz a Curva de MacLeamy, o qual representa a comparação entre o processo de desenvolvimento de projetos em CAD e em BIM, considerando a variação da capacidade de influenciar os custos e a qualidade de uma edificação nas fases do ciclo de vida de uma obra. Vejamos as conclusões feitas a partir da análise desse gráfico.

Figura 7: Curva de MacLeamy – Relação entre o Esforço e o Efeito em projetos CAD e BIM nas fases do ciclo de vida da obra



Fonte: CBIC (2016)

Diante disso, conclui-se que a capacidade de impactar os custos de uma obra e suas características funcionais diminui conforme o projeto passa de um estágio para outro no empreendimento. Percebe-se que quanto mais adiantado é o estágio da obra, mais altos são os custos das possíveis alterações de projeto e especificação dos materiais. Logo, antes do início da obra estão as melhores oportunidades para otimizar custos e tempo e, assim, definir as racionalizações, nesta fase é fundamental o foco em pesquisar e desenvolver sistemas e soluções construtivas de engenharia. Quando se inicia a parte de execução da obra, a grande parte dos métodos construtivos usados e a estratégia adotada estão congeladas, fazendo que os impactos de mudanças nessa fase sejam bastante danosos do ponto de vista de custo e prazo (CBIC, 2016).

Nesse contexto, percebe-se que o BIM apresenta o poder de ter uma grande capacidade de influenciar e antecipar esforços, o que estimula a eficiência e a eficácia das edificações. Com isso, pode-se afetar fortemente o anteprojeto, as análises dos sistemas e dos componentes e do projeto executivo, o que auxilia diretamente na atenuação de mudanças de projeto e de materiais na fase da execução, o que provoca menos retrabalhos e ganhos de produtividade (EASTMAN et al.,2008).

A curva de MacLeamy além de mostrar o benefício de se utilizar BIM, auxilia também a ter outra comparação entre CAD e BIM bastante interessante. Vejamos no processo desenvolvido em CAD os projetistas possuem muito pouco trabalho na fase preliminar da obra e muito volume de trabalho na fase de se projetar a obra, com o BIM passa-se a ter um esforço maior na parte preliminar da obra, gerando uma maior carga de trabalho para os projetistas nesse estado. Conclui-se que isso auxilia no processo de antecipação das tomada de decisão, o que faz com que os projetos em BIM precisem de menos impactos na fase de execução da obra, o que representa ganhos de prazos e de recursos humanos e materiais (EASTMAN et al.,2008).

Vejamos algumas outras destacadas por mais fontes da literatura. O quadro 2 resume todos os benefícios divididos nas etapas do ciclo de vida de um empreendimento. Além de destacar os benefícios para quem investe em fazer uma contratação de projetos em BIM (EASTMAN et al.,2008).

Quadro 2: Resumo dos Benefícios BIM nas fases do ciclo de vida de uma edificação

Benefícios para o proprietário	Conceitos, viabilidade e benefícios no projeto
	Aumento da qualidade e do desempenho da construção
Benefícios no projeto	Visualização mais precisa e antecipada do projeto
	Correções automáticas de projeto
	Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto
	Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas do projeto
	Verificação dos quantitativos
	Extração das estimativas de custos durante cada fase do projeto
	Análises energéticas, sonoras e sustentáveis de projeto
Benefícios na construção	Sincronização de projeto e planejamento da construção
	Descoberta de erros de projeto e solução antes da execução
	Reação rápida a problemas de projeto
	Uso do modelo para a facilitação da fabricação de qualquer pré-moldado
	Melhor implementação de medidas de Lean Construction
	"Just in Time"
Benefícios na pós-construção	Melhor operação da construção( <i>As-Built</i> )

Fonte: Adaptado Eastman et al.(2008).

CBIC (2016) pontua também os principais benefícios e funcionalidades do BIM. Vejamos nos itens a seguir:

- Visualização 3D do que está sendo projetado;
- Ensaio da obra no computador, o que auxilia no processo de tomada de decisão;
- Extração automática de quantitativos, o que dificulta a ocorrência de erros comparados ao método tradicional;
- Identificação automática de interferências geométricas e funcionais, o que faz com que se diminuam os retrabalhos;
- Possibilidade de simulações e ensaios virtuais;
- Geração de documentos mais consistentes e mais íntegros, o que melhora a qualidade das informações;
- Aumento da capacitação das empresas para executarem obras mais complexas;
- A intensificação da industrialização, o que aumenta a produtividade;
- Complemento ao uso de outras tecnologias;
- Análises de construtibilidade, otimizando espaços e auxiliando ao atendimento das normas;
- Desenvolvimento de maquetes eletrônicas;
- Verificação de condições de acesso para a manutenção dos sistemas;
- Auxílio na coordenação e no controle de contratados;
- Rastreamento e controle dos insumos da edificação;
- Auxílio na fabricação digital de materiais.

Apesar dos benefícios apontados anteriormente em se realizar projetos BIM, nota-se que a adoção do BIM tem sido feita em lentas práticas. Isso pode ser justificado pelas características peculiares da ICC que é sua monotonia, além da falta de clareza dos objetivos e dos benefícios do uso do BIM constituem fatores inibidores e barreiras para sua implantação (MANZIONE, 2013).

Conforme Succar (2009) afirma que a implantação do BIM não é apenas adquirir softwares e hardwares capazes de realizar o BIM, esse processo passa por mudanças nos fluxos de trabalhos, na mentalidade dos *Stakeholders* e nas formas de contratação. Vejamos a seguir outras barreiras encontradas na literatura.

Conforme Sousa, Amorim e Lyrio (2009) apontam em seus estudos realizados em escritórios de arquitetura se observaram quais eram as principais barreiras e dificuldades para a implantação do BIM nos mesmos. Abaurre (2014) em seus estudos também aponta algumas dessas barreiras encontradas. O quadro 3 relaciona esses itens apontados nos dois trabalhos.

Quadro 3 : Resumo da barreiras encontradas para implantação do BIM

<b>BARREIRAS</b>	<b>SOUZA,AMORIM E LYRIO(2009)</b>	<b>ABAURRE(2014)</b>
Falta de tempo p/implantação	X	X
Falta de infraestrutura de TI	X	
Custo elevado de hardwares e softwares	X	X
Custo elevado com treinamento pessoal	X	
Resistência da equipe as mudanças	X	X
Carência de profissionais especializados	X	X
Falta de adequação do software	X	
Incompatibilidade com os Stakeholders	X	X
Dificuldades de aprendizagem		X
Falta de literaturas para aprendizagem		X
Dificuldades de adaptação		X
Dificuldade de redatar novos contratos		X
Falta de conhecimento do cliente sobre BIM		X

Fonte: Adaptada pelo autor.

#### 2.2.4 Panorama Nacional

Percebe-se que a os atos regulatórios de projetos e construções no Brasil é bastante escasso e até desatualizados em alguns casos. Nota-se que apenas os editais de licitações públicas apresentam uma legislação específica, fazendo com que em caso de obras privadas não tenham regulamentações federais, estaduais e municipais, exceto as normas que definem as atribuições profissionais e alguns regulamentos para a prestação de serviço. Diante disso, conclui-se que não existam poucas ou nenhuma leis ou decretos relativos ao uso do BIM (KASSEM; AMORIM, 2015).

No entanto, nota-se a iniciativa do Governo Estadual de Santa Catarina que publicou o Caderno de Apresentação de Projetos em BIM no ano de em 2014, a qual objetiva referenciar e auxiliar o desenvolvimento de projetos em BIM no estado consistia em documentos, os quais eram usados no processo licitatório de um hospital. Ressalta-se também a elaboração do

Guia da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) auxiliando em conhecimentos sobre os fundamentos, as formas de implantação, os processos de fluxo de trabalho e as formas de contratação em BIM. Ressalta-se também um documento desenvolvido pela Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA) intitulado “Guia ASBEA de Boas Práticas em BIM – Estruturação do Escritório de Projeto para a Implantação do BIM”, o qual dissimula a implantação do BIM por parte dos projetistas arquitetônicos (KASSEM; AMORIM, 2015). Nota-se a escassez de produtos que ajudem a repassar conhecimentos sobre o assunto por todo país, no entanto, é de se reconhecer a importância que o assunto tem gerado, vejamos a seguir alguns comentários sobre isso.

O BIM é uma ferramenta que irá trazer grandes impactos no AECO, revolucionando o mercado brasileiro, sendo uma das mais importantes inovações gerenciais no setor da construção civil. Sendo sua disseminação uma meta CBIC e estimula o bom desempenho das impressas, levando-as a modernização e a competitividade. Existe um esforço em fazer com que se tenham mais e mais profissionais capacitados para a aplicação do BIM (MARTINS, 2016). Essas foram às palavras do Presidente da CBIC ao falar sobre o objetivo do lançamento da Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, o que demonstra a preocupação dos órgãos brasileiros em dissimular conhecimentos a respeito do BIM. Outra publicação de destaque é o Manual de Contratação da Construção Virtual publicado pelo SINDUSCON-CE que auxilia as construtoras em entender as nomenclaturas e termos adotados pelo BIM e ajuda no processo de entendimento para a contratação de um Prestador de Serviço BIM (PSBIM), que é um profissional especializado em modelar e extrair usos BIM que são pedidos pelos contratantes.

Entre outros órgãos o presidente da Confederação Nacional da Indústria (CNI) comenta sobre as revoluções trazidas para a ICC com a implantação do BIM, ressaltando a importância de criar estruturas de educação profissional, técnica e acadêmica em todo o território nacional. (GUIA CBIC, 2016). Essa ideia proposta por uma importante pessoa de um importante órgão brasileiro de desenvolvimento ratifica a ideia da importância de dissimular conhecimentos pelo Brasil acerca do BIM. Assim como demonstra a preocupação de estabelecer métodos para que essa implantação tenha sucesso.

Entre outros órgãos que se pode citar com ações de dissimulação do BIM tem-se o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério das Cidades e a Caixa Econômica Federal (KASSEM; AMORIM, 2015).

Cabe destacar as atividades desenvolvidas em forma de premiação para estimular o uso do BIM no Brasil, entre elas pode-se citar o Prêmio BIM da Administração Pública que é de autoria da Câmara dos Deputados, o qual visa que as construtoras que atuam nas obras públicas passem a usar o BIM, pois há um claro convencimento da melhoria da qualidade da obra e da transparência do processo como um todo, o prêmio avalia Contratantes, Projetistas e Universidades (BRASIL, 2018).

Destaca-se também planos de premiação realizados pelo SINDUSCON-SP intitulado Prêmio de Excelência BIM e do SINDUSCON-CE intitulado Prêmio de Destaque BIM, esses dois planos visam a adoção do BIM através das escolhas das melhores práticas. Ressalta-se a realização de encontros de debates sobre o assunto, caso este do Encontro Nacional sobre o Ensino do BIM, o qual objetiva divulgar e disseminar nas universidades o ensino do BIM.

## **2.3 Maturidade BIM**

Esse capítulo abordará os conceitos envolvendo a Maturidade BIM, bem como se analisará descritivamente acerca dos Modelos de Matrizes de Mensuração de Maturidade BIM encontrados na literatura.

### **2.3.1 Conceito**

O conceito de Maturidade BIM refere-se a proporção qualitativa, a experiência do uso e o grau de excelência das Capacidades BIM, a capacidade é apenas a avaliação da habilidade mínima exigida para realizar aquele trabalho, já maturidade denota a melhoria da qualidade do processo através da experiência em realizar uma tarefa ou uma entrega de um produto/serviço BIM. Os níveis de maturidade são marcos que identificam a melhoria do desempenho das organizações em trabalharem com o BIM (SUCCAR, 2010).

O nível de maturidade de uma organização em BIM é medido dentro de sua capacidade, em uma escala gradativa, quando mais se avança no nível de maturidade mais se está perto de mudar de estágio, os quais são: Pré-BIM, Estágio Baseado na Modelagem, Estágio Baseado na Colaboração, Estágio Baseado na Integração e *Integrated Project Delivery* (IPD) (SUCCAR, 2009).

### 2.3.2 Modelo Matrix de Maturidade BIM – Bilal Succar

No processo de implantação e melhoramentos das habilidades e maturidades é fundamental alocar capitais humanos e financeiros em determinadas áreas específicas para haver essa melhoria (SUCCAR, 2009). Santos (2016) evidencia isso no seu trabalho quando ele afirma que Succar criou uma metodologia para analisar, quantificar e qualificar o uso do BIM em setores, organizações e empreendimentos.

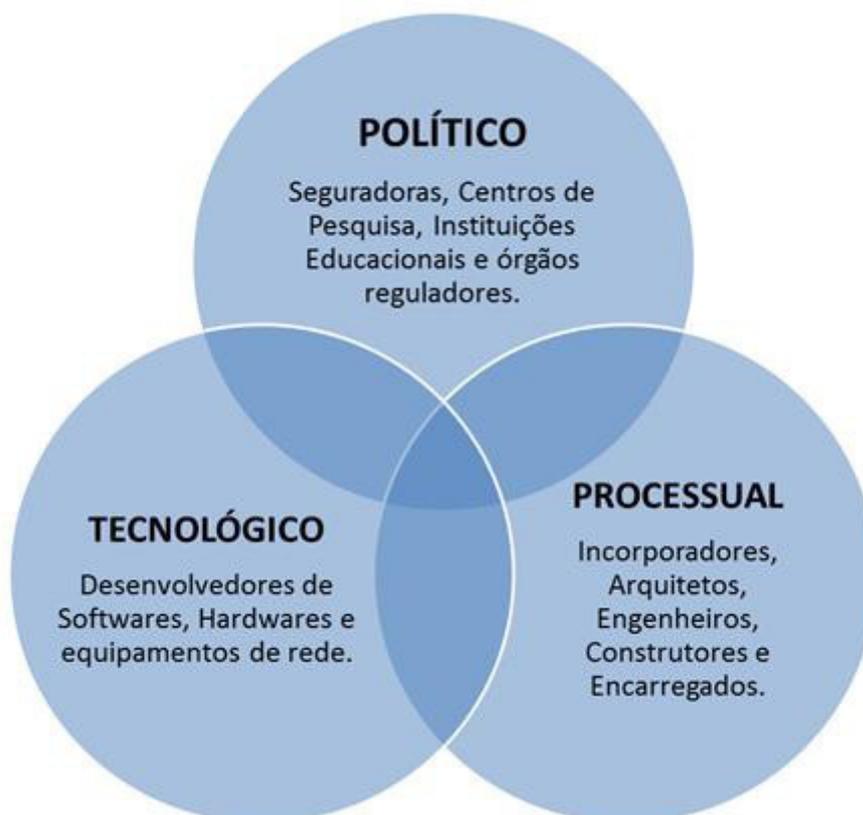
Esses parâmetros desenvolvidos por Succar permitem avaliar mais que o status da organização, mas também mostrar para as organizações atitudes possíveis que possam ser tomadas para melhorar seus desempenhos e alcançarem níveis maior de maturidade, o que leva a estágios superiores de capacidade. (SANTOS, 2016). Conforme Succar (2009) o domínio BIM é proposto por um eixo tri dimensional: *BIM Fiels* (Campos BIM), *BIM Lenses* (Lentes BIM) e *BIM Stages* (Estágios BIM).

- *BIM Fiels* representa um conjunto de três campos abrangidos de acordo com a definição BIM, envolvendo: Tecnologia, Processos e Política.
- *BIM Lenses* essa parte identifica a profundidade e a amplitude para qualificar e quantificar o desempenho BIM.
- *BIM Stages* que representam os estágios de capacidade BIM que uma organização pode apresentar são eles: pré-BIM, baseado na modelagem, baseado na colaboração, baseado na integração e o IPD (Integrated Project Delivery).

#### 2.3.2.1. Campos BIM

Os Campos BIM são baseados em três objetos de estudo, são eles: tecnologia, processos e política. Ele identifica os atores dentro do processo que participam de cada grupo, o que o mesmo chama de “Players BIM”. A figura 8 identifica esses elementos de cada grupo.

Figura 8: Atores participantes de cada Campo BIM



Fonte: Adaptado Succar (2009)

O campo tecnológico é o responsável por aumentar a eficiência, a produtividade e a rentabilidade ao longo do processo com soluções de equipamentos mais potentes, softwares mais robustos e soluções em rede mais rápidas e fáceis. O campo dos processos envolvem os responsáveis por projetar, construir, fabricar, gerenciar e administrar o empreendimento. São eles os reais personagens que farão uso dos benefícios do BIM e ao mesmo tempo terão que passar por mudanças nos fluxos de trabalho advindo dessa nova forma de se projetar, construir e operar uma obra civil. O campo da política envolvem os responsáveis por preparação pessoal, realização de pesquisas para melhoramento, alocação dos benefícios e riscos e por minimizarem possíveis conflitos. São exemplos, ABNT, Universidades Federais e Sindicatos de Construtores (SUCCAR,2009).

Ainda segundo Succar (2009) esses atores não estão estáveis e podem um influenciar no campo dos demais, para isso o autor denomina esse processo de Interações BIM. Funcionam quando um membro de um campo transfere esses conhecimentos para um membro de outro campo para solucionar algum problema ao longo do processo, por exemplo,

quando um engenheiro participa do processo de identificar possíveis melhoras na atualização de um software ou quando um grupo de engenheiros e arquitetos discute como alocar riscos e benefícios de um contrato.

### 2.3.2.2. Lentes BIM

Segundo Succar (2009), um dos primeiros passos a ser dado para a de avaliação dos estágios e das maturidades BIM é a definição da escala que se está analisando. Segundo ele existem três escalas estudadas, são elas: Macro, Meso e Micro. Vale ressaltar que dentro dessas existem sub-escalas com a mesma divisão.

A escala Macro compreende os mercados e as indústrias, os mercados podem ser avaliados tanto no aspecto mundial (Macro) ou continental (Meso) ou regional (Micro), de acordo com a varredura da avaliação. Ressalta-se que essa escala apesar de ser extra organizacional, mas apresenta impactos diretos em outras escalas menores, pois se uma organização está inserida em um mercado mais maduro para enfrentar as mudanças mais ela terá facilidades. Já as indústrias são quem ofertam serviços e produtos é dividido em uma escala mundial (macro), um setor que é um subconjunto da indústria (meso) e uma especializada em um determinado serviço e produto (micro). A indústria que mais recebe os impactos do BIM é a AEC, a qual é responsável por entregar projetos e a executar os mesmos. A escala Meso é representada por projetistas e suas equipes de trabalho, Succar (2009) caracteriza essa escala como agrupamentos temporários na organização para cumprir um determinado objetivo. Essa avaliação mede as relações interorganizacionais de uma empresa que presta serviços em BIM. A escala Micro compreende as unidades organizacionais, seus grupos e membros, sub-divididos em a própria organização como um todo (macro), unidades organizacionais espalhadas na mesma cidade ou cidades diferentes (meso) e grupos de pessoas que podem participar de uma ou mais equipes (micro) (SANTOS, 2016).

Succar (2009) apontou em seu *framework* a existência de quatro níveis de granularidade, esse aspecto de sua metodologia define a riqueza de detalhes que a avaliação terá. Ele aponta que as progressões crescentes de níveis de granularidade apontam em níveis maiores de amplitude, de pontuação, de formalidade e de especialidade do avaliador. O uso de granularidades mais altas (níveis 3 e 4) impactam em mais informações que contenham mais ferramentas para medição de desempenho BIM. A seguir se mostra e comenta os níveis de granularidade:

i) **Descoberta:** avaliação de detalhe mais baixo usada para descoberta inicial de capacidade e maturidade BIM, podendo ser aplicada em todas as escalas e pelos próprios membros da organização.

ii) **Avaliação:** avaliação mais detalhada que o primeiro nível de granularidade, podendo ser feitos em todas as escalas e conduzidos por membros da própria organização.

iii) **Certificação:** avaliação altamente detalhada de áreas de competência aplicada em mercados e setores, produzindo um nível formal de maturidade, ela é avaliada por consultores externos.

iv) **Auditoria:** avaliação mais detalhada de todas que analisa áreas específicas de uma disciplina, mercado ou setor, podem ser feitas pela própria organização ou consultores externos.

### 2.3.2.3. Estágios BIM

Define-se como sendo a capacidade mínima de executar ou entregar um produto/serviço em BIM. São definidos requisitos mínimos que devem ser alcançados pelas organizações nos campos da tecnologia, dos processos e das políticas para haver um pleno melhoramento da qualidade e, assim, o máximo aproveitamento da tecnologia (SUCCAR, 2010).

Conforme Succar (2009) existem cinco estágios de capacidade BIM. Primeiramente, um ponto de partida fixa caracterizado por uma fase pré-BIM, três fases definidas de capacidade crescentes e um ponto final variável. A figura 9 ilustra essa escala gradativa. Segundo o mesmo, os estágios de capacidade são os seguintes listados:

Figura 9: Escala gradativa dos estágios de capacidade BIM



Fonte: Succar (2008).

- Estágio 0 (Pré-BIM) : baseado ainda em modelos caracterizados em apresentar informações em plataformas 2D.
- Estágio 1 : baseado na modelagem de objetos feitos em plataformas 3D, como isso, há a inserção de uma ferramenta de modelagem mais próxima da realidade.

- Estágio 2 : baseado na colaboração de modelos, com isso, passa-se a existir projetos colaborativos entres disciplinas.
- Estágio 3 : baseada na integração em rede, com isso, passa-se a existir soluções em rede para compartilhamento de informações nos projetos colaborativos de duas ou mais disciplinas.
- Estágio 4 : IPD (Integrated Project Delivery) sigla criada para representar um estágio futuro da tecnologia, traduzindo significa Entrega Integrada de Projetos.

Para Succar (2009), existe uma mudança radical quando uma organização muda de capacidade BIM. Para a mesma conseguir êxito é preciso que passem por etapas incrementais, chamados de *Steps BIM*, até chegarem em uma mudança revolucionária de estágio. Nesse contexto, Succar (2008) define a fase chamada por ele mesmo de pré-BIM como a caracterizada por elementos 2D para retratar a realidade 3D. Ele caracteriza essa fase por um fluxo de trabalho linear e não colaborativo, em que o investimento em tecnologia é relativamente baixo e há falta de interoperabilidade, com modelos dependentes de documentos 2D para documentação e detalhamento.

O estágio 1 que é baseado na modelagem de objetos é caracterizado pela geração de modelos unidisciplinares de visualização 3D para a geração de documentos 2D. Essa etapa é iniciada com a implantação de um software paramétrica 3D baseado em objetos, como o ArchiCAD®, Revit®, Digital Project® e Tekla®. Nesse estágio ainda apresenta baixa interoperabilidade entre as disciplinas do projeto com trocas de dados unidirecionais com comunicação desarticulada. Somente quando os atores reconhecem os benefícios potenciais de se envolverem haverá uma mudança revolucionária para o estágio 2 ( SUCCAR, 2008).

O estágio 2 que é baseado na colaboração de modelos é caracterizado pelo complementariedade de dois ou mais atores do processo, o que faz com que haja a substituição de modelos mais genéricos por projetos mais detalhados de construção e fabricação. Nessa fase de trabalho em BIM, há um intercâmbio de informações entre duas disciplinas de projeto, por exemplo, Revit® Architecture e Revit® Structure, mesmo sendo dois programas computacionais para objetivos diferentes, podem trocar informações no formato de arquivo. RVT e, assim, realizar a detecção de problemas existentes entre o projeto de arquitetura e o projeto estrutural. Nesse contexto, esse processo pode ser feito também entre estrutura e sistemas prediais ou até mesmo envolvendo mais de duas disciplinas como é caso de colaboração entre estrutura, arquitetura e sistemas prediais. Vale ressaltar que nesse estágio já se começa a ter intercâmbios de informações que são suficientes para realizar

simulações de cronograma de obra, fazer quantitativos e orçamentos e executar análises mais robustas, como sonoras, térmicas e luminotécnicas nos ambientes. Outra característica mais marcante dessa capacidade é que as fases de execução de uma obra civil, as quais são projeto, construção e operação, começam a se tornar mais flexíveis, devido essas colaborações começarem a ocorrer entre uma ou mais fases (SUCCAR, 2008)

O estágio 3 que é baseado na integração em rede é caracterizado por soluções mais robustas de interoperabilidade, nessa fase são buscadas formas melhor de se trocar informações entre projetos colaborativos, até mesmo, soluções de rede em tempo real são implantadas, como por exemplo, o uso de softwares *Bentley* (2003) e *Liaserin* (2003) que apresentam propostas de dados confederados e integrados para partilha de dados. Nesse estágio os modelos são criados, compartilhados e mantidos de forma colaborativa em todas as fases do projeto, o que faz com que as linhas das fases de execução da obra civil (projeto, construção e operação) comecem a desaparecer, com isso, todas as atividades passam a ser integrado, o que maximiza a capacidade de construção, operação e segurança. Logo, permita-se que análises complexas sejam feitas desde os estágios iniciais da obra civil, como estudos de construção enxuta e de políticas verdes. Vale ressaltar que nesse estágio exige uma reconsideração importante das relações contratuais, modelos de alocação dos riscos e dos fluxos de procedimento para assegurar o bom funcionamento desse estágio. (SUCCAR, 2008)

O último estágio denominado IPD sigla inglês para *Integrated Project Delivery*, que traduzido significa Entrega Integrada de Projetos foi criada pelo *Institute of Architects California Council* (AIA, 2007) e representa um ponto variável e futurista sobre o BIM, ele seria um pós-estágio 3 mais aperfeiçoados dos campos da tecnologia, processos e políticas.

#### 2.3.2.4. Níveis de Maturidade em BIM.

O nível de maturidade de uma organização é BIM é medido dentro de sua capacidade, em uma escala gradativa, quando mais se avança no nível de maturidade mais se estar perto de mudar de estágio, os quais são estabelecidos e definidos no item anterior. Esse avanço de maturidade está relacionado com as competências BIM que serão mais bem discutidas no próximo tópico, de antemão, as competências são baseadas nos campos BIM, os quais são tecnologias, processos e políticas. Esse conceito avalia a qualidade da entrega de um produto ou serviço, ou seja, a maturidade avalia o desempenho qualitativo de uma organização dentro do estágio de capacidade que ela detém, quanto mais madura, mais previsível e mais qualitativo é o trabalho BIM (SUCCAR, 2010).

Segundo Rodrigues (2018) cada projeto apresenta peculiaridades únicas que dependem de alguns fatores. Primeiramente, as mudanças de equipe, apesar de a organização tender a apresentar uma metodologia em seus trabalhos BIM, as pessoas pensam de maneira diferente e executam atividades diferentes. Segundo, cada projeto apresenta as singularidades dos construtores executantes, como técnicas construtivas e ordens de atividades. Por último, as próprias características da obra, como forma do terreno, daí Succar ressalta a dificuldade de previsibilidade de trabalhos BIM, para ele a organização deve estar madura o suficiente para alcançar isso.

Para alcançar essa previsibilidade, apesar de todas as singularidades de um projeto, Succar (2010) ressalta a importância de se ter processos de produção semelhantes com metodologias ativas e bem estruturadas dentro da organização e com políticas de riscos bem conceituadas. Para isso, a avaliação da Maturidade BIM deve seguir os seguintes preceitos:

- **Flexibilidade:** as avaliações de capacidade e maturidade do BIM podem ser aplicadas independentemente do tamanho da organização, do tipo de projeto ou de como uma equipe de projeto é configurada.
- **Uniformidade:** as avaliações de capacidade e maturidade BIM podem ser baseadas em um conjunto de subdivisões organizacionais padronizadas. Os resultados da avaliação relativos a uma unidade organizacional, uma organização ou uma equipe de projeto podem ser comparados de maneira uniforme e respectivamente a outra unidade, organização ou equipe de projeto da mesma escala.

Nesse sentido, Succar (2009) definiu o BIM Maturity Index (BIMMI), que significa os Níveis de Maturidade existentes a serem alcançados. A figura 10 mostra esses níveis debatidos por o estúdio, os quais são definidos, gerenciado, integrado e otimizado.

Figura 10: Níveis de Maturidade propostos por Succar



Fonte: BIM – BIM Exellency Initiative - Matriz de Maturidade BIM.

### 2.3.2.5. Competências BIM

O termo “Competência BIM” assim definido por Succar (2010) representa a capacidade de um agente BIM de proporcionar e satisfazer um requisito BIM e gerar a entrega de um produto ou serviço. Segundo ele, as competências não refletem diretamente as qualidades humanas, mas sim um conjunto de requisitos genéricos desenvolvidos para implantar, melhorar e avaliar as Capacidades e as Maturidades BIM.

Conforme Santos (2016), *hardware, softwares*, soluções de rede, gestão de contrato, educação, processo de trabalho, que são alguns exemplos de Competências BIM, são instrumentos, itens e procedimentos que são usados para avaliar a Capacidade (o que se é apto a executar) e a Maturidade (com qual qualidade se é apto a fazer).

Segundo Succar (2010), existe uma série de conjunto de competências, que são agrupadas de acordo com os Campos BIM: tecnologia, processo e política. Cada campo apresenta suas competências, que são dispostas para avaliar casa critério. Vale ressaltar que de acordo com a Granularidade da avaliação essas competências são subdivididas em novos subcampos, fazendo com que a avaliação tenha níveis mais profundos de resultados. As competências inseridas dentro de cada campo são:

- Tecnologias: avaliam os *softwares, hardwares* e rede da organização. Essas competências medem a adequação dos programas e máquinas usadas para se fazer uso do BIM, assim como, soluções integradas de bancos de dados que avaliam a interoperabilidade da organização.
- Processos: avaliam a infraestrutura, os recursos humanos, os produtos e serviços e a liderança da organização. Essas competências julgam os processos, a metodologia, as relações intraorganizacionais, isso interfere diretamente na qualidade dos projetos desenvolvidos. Com isso se avalia a qualidade do local de trabalho, as relações e fluxos de trabalho, a produtividade e qualidade das entregas e serviços e questões de implantação e liderança na organização.
- Políticas: avaliam requisitos regulatórios, contratuais e preparatórios na organização. Essas competências julgam a alocação de riscos e os contratos, bem como os moldes de preparação pessoal.

O quadro 4 resume as competências avaliadas dentro de cada Campo BIM.

Quadro 4: Conjunto de Competências do BIM

Competências BIM	Tecnologia	Software
		Hardware
		Rede
	Processo	Infraestrutura
		Recursos Humanos
		Produtos e Serviços
		Liderança
	Política	Preparatória
		Regulatória
Contratual		

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

#### 2.3.2.6. Matriz de Maturidade em BIM (BIM<sup>3</sup>)

Como em qualquer atividade industrial é preciso medir a performance da entrega ou do serviço de algum produto, esses critérios servem tanto para quem vai usufruir dos serviços, pois é usado como um medidor de capacidade e de qualidade da organização contratada, como serve para quem vai oferecer os serviços, pois ajuda no processo de melhoria contínua e no posicionamento do mercado. Nesse contexto, para entender o desempenho é preciso criar um elemento avaliativo que possa executar essa análise, é necessário que esse instrumento seja com métricas que auxiliem a medir o sucesso e o fracasso do trabalho, por isso, criou-se a Matriz de Maturidade BIM (BIM<sup>3</sup>), o qual serve como critério avaliativo do BIM na AECO. A melhoria do BIM leva a aumentos significativos de produtividade (SUCCAR, 2012).

Conforme relata Succar (2009) os estágios de maturidade estão ligados de uma maneira gradativa e podem ser alcançados com a implantação de processos que auxiliem o processo de produção em BIM. Essa progressão crescente de atividades, ideias, processos e fluxos faz com que a organização suba de nível no quesito maturidade, podendo ser utilizada por diferentes agentes do processo e por organizações nas mais diferentes escalas para alcançarem níveis melhor de qualidade e, assim, gozarem da plena implantação do BIM. A figura 11 mostra a Matrix proposta por Succar.

Figura 11: Matriz de Maturidade em BIM

		a		b		c		d		e	
		INICIAL (pts. 0)		DEFINIDO (max pts. 10)		GERENCIADO (max pts. 20)		INTEGRADO (max pts. 30)		OPTIMIZADO (max pts. 40)	
Áreas-chave de maturidade - Granularity, level, Software, aplicações, entregáveis e dados		O uso de softwares não é monitorado e regulamentado. Os modelos 3D são utilizados principalmente para gerar representações precisas em 2D. O uso de dados, armazenamento e trocas não são definidas dentro das organizações ou das equipes de projeto. As trocas sofrem de uma grande falta de interoperabilidade		O uso e a introdução de software é unificada dentro da organização ou das equipes de projeto. Os modelos 3D são produzidos para gerar entregáveis em 2D bem como em 3D. O uso de dados, armazenamento e trocas são bem definidos dentro da organização e das equipes de projeto. A interoperabilidade é definida e priorizada.		A seleção e o uso de softwares é gerenciada e controlada de acordo com o tipo de entregáveis definidos. Os modelos BIM são bases para as vistas 3D, representações 2D, quantificações, especificações e estudos analíticos. O uso de dados, armazenamento e as trocas são monitorados e controlados. O fluxo de dados é documentado e bem gerenciado. A interoperabilidade é obrigatória e monitorada de perto.		A seleção e a implantação de softwares seguem os objetivos estratégicos da empresa e não somente os requisitos operacionais. O processo de modelagem e seus entregáveis são bem sincronizados através dos projetos e firmemente integrados com os processos do negócio. O uso de dados interoperáveis, o armazenamento e as trocas são regulamentados e executados como parte global da organização ou como estratégia de uma equipe de projetos.		A seleção e o uso de ferramentas de software são continuamente revisados para aumentar a produtividade e alinhar com os objetivos estratégicos. Os entregáveis do processo de modelagem BIM são otimizados e revisados cíclicamente para se beneficiarem de novas funcionalidades dos softwares e suas extensões disponíveis. Todos os assuntos relacionados ao armazenamento, uso e troca de dados interoperáveis são documentados, controlados, refeitidos e proativamente reforçados.	
	TECNOLOGIA baseada no conjunto de capacidades VS 0	pontos		pontos		pontos		pontos		pontos	
Hardware: equipamento, entregáveis, localização, mobilidade		Os equipamentos para uso do BIM são inadequados; as especificações técnicas existentes são muito baixas para a organização. A troca ou atualização dos equipamentos são tratados como itens de custo e realizados apenas quando são inevitáveis.		As especificações dos equipamentos - apropriadas para a entrega de produtos e serviços em BIM - são definidas, orçadas e normalizadas em toda a organização. As atualizações e substituições de hardware são itens de custo bem definidos.		Existe uma estratégia estabelecida para documentar, gerenciar e manter o equipamento para uso do BIM. O investimento em hardware é bem orientado para melhorar a mobilidade do pessoal, quando necessário e aumentar a produtividade do BIM.		As implantações de equipamentos são tratadas como viabilizadoras do BIM. O investimento em equipamentos é integrado firmemente com os planos financeiros, as estratégias de negócios e com os objetivos de desempenho.		Os equipamentos existentes e as soluções inovadoras são continuamente testadas, atualizadas e implantadas. O hardware torna-se parte da vantagem competitiva da organização ou da equipe do projeto.	
Rede: soluções, entregáveis e segurança e controle de acesso		As soluções de rede são inexistentes ou provisórias. Indivíduos, organizações (único local / dispersos) e equipes de projeto usam qualquer que seja a ferramenta para se encontrar, comunicar e compartilhar dados. As partes interessadas não têm a infraestrutura de rede necessária para coletar, armazenar e compartilhar conhecimento.		As soluções para compartilhamento de informações e controle de acesso são identificadas dentro e entre organizações. No projeto, as partes identificam as suas necessidades de compartilhamento de dados/informações. As organizações e as equipes de são conectadas por meio de conexões de banda relativamente baixas.		As soluções de rede para a coleta, armazenamento e compartilhamento do conhecimento dentro e entre as organizações são geridas através de plataformas comuns. As ferramentas de gerenciamento de conteúdo e de ativos são implantadas para regular os dados através de conexões de banda larga.		As soluções de rede permitem múltiplas facetas do processo BIM para ser integrado através do compartilhamento em tempo real de dados, informações e conhecimento. As soluções incluem redes/portais de projeto específicos que permitem o intercâmbio de dados intensivos (troca interoperável) entre as partes interessadas.		As soluções de rede são continuamente avaliadas e substituídas pelas últimas inovações testadas. As redes facilitam a aquisição de conhecimento, armazenamento e compartilhamento entre todas as partes interessadas. A otimização dos canais de dados, processos e comunicações integradas é rigida.	
		pontos		pontos		pontos		pontos		pontos	

Fonte: BIM – BIM Excellency Initiative - Matriz de Maturidade BIM.

Continuação

	a	b	c	d	e
	INICIAL (pts. 0)	DEFINIDO (max pts. 10)	GERENCIADO (max pts. 20)	INTEGRADO (max pts. 30)	OPTIMIZADO (max pts. 40)
<b>Áreas-chave de maturidade - Granularity levels</b>					
<b>Recursos</b> Infraestrutura Física e de Conhecimento	O ambiente de trabalho não é reconhecido como fator de satisfação pessoal ou pode não ser favorável à produtividade. O conhecimento não é reconhecido como um ativo. O conhecimento em BIM é compartilhado informalmente entre pessoal. (através de dicas, técnicas e lições aprendidas).	As ferramentas de trabalho, o ambiente e o local de trabalho são identificadas como fatores que afetam a motivação e a produtividade. O conhecimento é reconhecido como um ativo compartilhado, recolhido, documentado e assim transferido de tácito para explícito.	O ambiente de trabalho é controlado, modificado e seus critérios são gerenciados para aumentar a produtividade; a satisfação e a motivação do pessoal. O conhecimento é documentado e adequadamente armazenado.	Os fatores ambientais internos e externos são integrados em estratégias de desempenho. O conhecimento é integrado em sistemas organizacionais é acessível e facilmente recuperável.	Os fatores físicos no local de trabalho são revisados para garantir a satisfação pessoal e um ambiente propício à produtividade. As estruturas de conhecimento responsáveis pela aquisição, representação e divulgação são revistas e reforçadas sistematicamente
<b>Atividades &amp; Fluxo de trabalho</b> Conhecimento, habilidades, experiência, papéis e dinâmicas relevantes	Ausência de processos definidos; as funções são ambíguas, as estruturas/dinâmicas das equipes são inconsistentes. O desempenho é imprevisível e a produtividade depende do herói individual. Uma mentalidade de dar voltas ocorre na organização.	As funções são informalmente definidas. Cada projeto BIM é planejado independentemente. A competência é identificada e o herói se dilui conforme aumenta a competência, mas a produtividade é ainda imprevisível.	Aumenta a cooperação interna dentro da organização e são disponibilizadas ferramentas de comunicação para projetos transversais. O fluxo de informação é estabilizado; as funções em BIM são visíveis e os objetivos são atingidos de forma mais consistente.	As funções e os objetivos de competência fazem parte dos valores da organização. As equipes tradicionais são trocadas por equipes orientadas ao BIM na medida que os novos processos se tornam parte da cultura. A produtividade é consistente e previsível.	Os objetivos de competência são continuamente atualizados para corresponder com os avanços tecnológicos e alinhar organizacionais. As práticas em relação ao RH são revisadas proativamente para garantir que o capital intelectual corresponda com as necessidades dos processos.
<b>Produtos &amp; Serviços</b> Especificação, diferenciação e P&D	As entregas de modelos 3D (um produto BIM) sofrem de muitos altos ou muito baixos e níveis inconsistentes de detalhe e desenvolvimento.	Existem diretrizes para a quebra dos modelos e nível de detalhes. Passa a existir preocupação em se manter a coerência comercial com a técnica.	Adoção de produtos e serviços de forma similar ao Modelo de progresso de especificações (AIA 2012) ou similares. A inovação passa a ser um valor a ser perseguido como diferencial.	Os produtos e serviços são especificados e diferenciados de acordo com o Modelo de progresso de especificações. A inovação é incorporada nas ações estratégicas e de marketing da organização.	Os produtos em BIM são constantemente avaliados e ciclos de retroalimentação promovem melhorias contínuas. A empresa passa a ser reconhecida como padrão de referência de mercado.
<b>Liderança &amp; Gerenciamento Organizacional</b> estratégico, gerencial e atributos de comunicação; inovação e renovação	Líderes sêniores e gerentes tem visões variadas a respeito do BIM. A implementação do BIM é conduzida sem uma estratégia e através de tentativa e erro. O BIM é tratado como uma tecnologia; a inovação não é reconhecida como um valor.	Líderes sêniores e gerentes adotam uma visão comum sobre BIM. A implementação do BIM sofre por falta de detalhes. O BIM é tratado como uma mudança de processos baseada em tecnologia.	A visão para a implementação do BIM é comunicada e entendida pela maioria dos colaboradores. A implementação do BIM é casada com planos de ações detalhados e com um regime de monitoramento.	A visão é compartilhada através de toda a equipe da organização e pelos parceiros externos de projetos. A implementação do BIM, seus requisitos, processos e inovações de produtos e serviços são integrados na estratégia.	Os agentes externos internalizaram a visão do BIM. A estratégia de implementação do BIM é continuamente revista e realinhada com outras estratégias.

PROCESSOS baseadas no conjunto de capacidades V5.0

Fonte: BIM – BIM Exellency Initiative - Matriz de Maturidade BIM.

Continuação

	<b>a</b> INICIAL (pts. 0)	<b>b</b> DEFINIDO (max pts. 10)	<b>c</b> GERENCIADO (max pts. 20)	<b>d</b> INTEGRADO (max pts. 30)	<b>e</b> OPTIMIZADO (max pts. 40)
<b>Áreas-chave de maturidade -</b> Granularity level1					
<b>Preparatória:</b> pesquisa, programas de treinamento educacional.	Muito pouco ou nenhum treinamento disponível ao pessoal do BIM. Os meios para a educação e formação não são adequados para alcançar os resultados buscados.	Os requisitos de treinamento são definidos e fornecidos quando necessários. Os treinamentos são variados, permitindo flexibilidade na entrega do conteúdo.	Os requisitos de treinamento são gerenciados para aderirem aos amplos objetivos de competência e desempenho pré-definidos. Os treinamentos são adaptados para atingir os objetivos de aprendizagem de uma maneira rentável.	O treinamento é integrado nas estratégias organizacionais e metas de desempenho. O treinamento é tipicamente baseado nas funções e seus respectivos objetivos de competência. Os meios de treinamento são incorporados ao conhecimento e aos canais de comunicação.	O treinamento é continuamente avaliado e melhorado. A disponibilidade de treinamento e seus métodos de entrega são adaptados para permitir o aprendizado contínuo e multimodal.
<b>Regulatória:</b> códigos, regulamentações, padrões, classificações, linhas-guia e valores de referência ( <i>benchmarks</i> )	Não existem diretrizes para o BIM: documentação de protocolos ou padrões de modelagem. Há uma ausência de documentação e padrões de modelagem. O controle de qualidade não existe ou é informal; nem para modelos 3D nem para a documentação. Não há nenhum valor de referência de desempenho dos processos, produtos ou serviços.	As diretrizes básicas do BIM estão disponíveis (ex.: manual de treinamento e padrões de entrega do BIM). Os padrões de modelagem e documentação estão bem definidos de acordo com os padrões aceitos no mercado. As metas de qualidade e as avaliações de desempenho estão definidas.	As linhas-guia detalhadas do BIM estão disponíveis (treinamento, padrões, fluxo de trabalho). A modelagem, representação, quantificação, especificações e propriedades analíticas dos modelos 3D são gerenciadas através de planos de qualidade e padrões de modelagem detalhados. O desempenho em relação aos valores de referência é rigidamente monitorado e controlado.	As diretrizes do BIM são integradas nas políticas e estratégias de negócios. Os padrões em BIM e critérios de desempenho são incorporados em sistemas de melhoria de gestão da qualidade.	As linhas-guia do BIM são contínuas e proativamente refinadas para refletir as lições aprendidas e as práticas recomendadas do setor. A melhoria da qualidade e a adesão aos regulamentos e códigos são continuamente alinhados e refinados. Os valores de referência são revisados repetidamente para garantir a melhor qualidade possível em processos, produtos e serviços.
<b>Contratual:</b> responsabilidades, recompensas e alocação de riscos	Os contratos seguem os modelos convencionais pré-BIM. Os riscos relacionados com base em modelos de colaboração não são reconhecidos ou são ignorados.	Os requisitos do BIM são reconhecidos. Declarações de cada interessado em relação à gestão de informação estão agora disponíveis.	Há um mecanismo para gerenciar a propriedade intelectual compartilhada do BIM e existe um sistema de resolução de conflitos do BIM.	A organização está alinhada através de confiança e dependência mútua, indo além das barreiras contratuais.	As responsabilidades os riscos e as recompensas são continuamente revisados e realinhados. Os modelos contratuais são modificados para conseguirem as melhores práticas e o maior valor à todas as partes interessadas.
<b>Modelagem baseada em objetos:</b> simples disciplina utilizada em uma fase do ciclo de vida	Implementação de uma ferramenta de modelagem baseada em objetos. Nenhuma alteração de processo ou política identificada para acompanhar essa implementação.	Os projetos-piloto são concluídos. São identificados os requisitos de processo e política do BIM. São preparados planos detalhados e sua estratégia de implementação.	Os processos e políticas em BIM são estimulados, padronizados e controlados.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são integrados na estratégia organizacional e nos objetivos do negócio.	As tecnologias, processos e políticas do BIM são revistas continuamente para se beneficiarem da inovação e adquirir alvos de alto desempenho.

**POLÍTICAS** baseadas no conjunto de capacidades V5.0

Fonte: BIM – BIM Exellency Initiative - Matriz de Maturidade BIM.

Continuação

	<b>a</b> INICIAL <i>(pts: 0)</i>	<b>b</b> DEFINIDO <i>(max.pts: 10)</i>	<b>c</b> GERENCIADO <i>(max.pts: 20)</i>	<b>d</b> INTEGRADO <i>(max.pts: 30)</i>	<b>e</b> OPTIMIZADO <i>(max.pts: 40)</i>
<b>Áreas-chave de maturidade - Granularity level1</b>					
<b>Colaboração baseada na modelagem: multidisciplinar, intercâmbio acelerado de modelos</b>	A colaboração em BIM acontece para um fim específico, as capacidades de colaboração internas à empresa são incompatíveis com os parceiros de projeto. Pode haver falta de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração em BIM está bem definida, mas ainda é reativa. Existem sinais identificáveis de confiança e respeito entre os participantes do projeto.	A colaboração é proativa e multidisciplinar, os protocolos são bem documentados e gerenciados. Há confiança mútua, respeito e partilha de riscos e recompensas entre os participantes do projeto.	A colaboração de vários segmentos inclui agentes a jusante do processo. Caracteriza-se pelo envolvimento dos principais participantes durante as primeiras fases do ciclo de vida dos projetos.	A equipe multidisciplinar inclui todos os agentes-chave em um ambiente caracterizado pela boa vontade, confiança e respeito.
<b>Integração baseada em rede: intercâmbio simultâneo e modelos nD através das fases do ciclo de vida da edificação</b>	Os modelos integrados são gerados por um conjunto limitado de agentes interessados do projeto - possivelmente por trás dos firewalls corporativos. A integração ocorre com pouco ou nenhum processo pré-definido, normas ou protocolos de intercâmbio. Não há nenhuma resolução formal dos papéis e responsabilidades dos agentes envolvidos.	Modelos integrados são gerados por um grande subconjunto dos agentes envolvidos no projeto. A integração segue guias de processo predefinidas, padrões e protocolos de intercâmbio. As responsabilidades são distribuídas e o risco são atenuados através de mecanismos contratuais.	Os modelos integrados (ou partes) são gerados e gerenciados pela maioria dos agentes envolvidos no projeto. As responsabilidades são claras dentro de alianças temporárias do projeto ou parcerias de longo prazo. Os riscos e as recompensas são ativamente gerenciados e distribuídos.	Os modelos integrados são gerados e gerenciados por todos os agentes envolvidos no projeto. A integração baseada em rede é a norma e o foco não é mais sobre como integrar modelos e fluxos de trabalho, mas proativamente detectando e resolvendo a tecnologia, os processos e os desalinhamentos das políticas.	A integração dos modelos e dos fluxos de trabalho é continuamente revista e otimizada. As novas eficiências, alinhamentos, e os resultados são ativamente perseguidos por uma equipe de projeto interdisciplinar firmemente unida. Os modelos integrados contribuem para muitos agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva.
<b>Organizações: Dinâmicas e entregáveis em BIM</b>	A liderança no processo BIM não existe e a implementação depende de "campeões" da tecnologia.	A liderança no processo BIM é formalizada, os diferentes papéis são definidos dentro da implementação.	As funções pré-definidas no processo BIM se complementam na gestão do processo de implementação.	As funções no processo BIM são integradas em estruturas de liderança da organização.	A liderança no processo BIM se alterna continuamente para permitir novas tecnologias, processos e resultados.
<b>Equipes de projeto: (múltiplas organizações); dinâmicas inter organizacionais e entregáveis em BIM</b>	Cada projeto é executado de forma independente. Não existe acordo entre as partes interessadas para colaborar além do seu projeto atual, em comum.	As partes interessadas pensam além de um único projeto. Os protocolos de colaboração entre os participantes do projeto são definidos e documentados.	A colaboração entre várias organizações ao longo de vários projetos é gerenciada através de alianças temporárias entre as partes interessadas.	Os projetos colaborativos são realizados por organizações interdisciplinares ou equipes de projeto multidisciplinar, uma aliança de muitos agentes-chave.	Os projetos colaborativos são realizados pela auto otimização das equipes de projeto interdisciplinar e inclui a maioria das partes interessadas.
<b>Markets: dinâmicas e entregáveis em BIM (Aplique esse tópico apenas assessorado por um consultor)</b>	Muito poucos fornecedores de componentes gerados pelo BIM (bibliotecas virtuais de componentes e materiais). A maioria dos componentes são preparadas pelos usuários finais e os desenvolvedores de software.	Os componentes BIM gerados por fornecedores estão cada vez mais disponíveis bem como os fabricantes e fornecedores identificam os benefícios do negócio.	Os componentes BIM estão disponíveis através de repositórios centrais altamente acessíveis e pesquisáveis. Os componentes não são interativamente ligados aos bancos de dados de origem (por preço, disponibilidade, etc...).	Os acessos aos repositórios de componentes são integrados aos softwares de modelagem BIM. Os componentes são interativamente ligados aos bancos de dados de origem (por preço, disponibilidade, etc...).	O intercâmbio de componentes BIM é dinâmico, de vários caminhos entre todos os agentes envolvidos através de repositórios centrais ou mesclados.
<b>ESTÁGIO 2</b>					
<b>ESTÁGIO 3</b>					
<b>MICRO</b>					
<b>MESO</b>					
<b>MACRO</b>					
<b>ESCALA</b>					

Fonte: BIM – BIM Exellency Initiative - Matriz de Maturidade BIM.

### 2.3.2.7. Índice de Maturidade – BIM Maturity Index (BIMMI)

A BIM<sup>3</sup> é um instrumento que é capaz de avaliar o desempenho de uma organização. Analisando os campos BIM, tecnologia, processos e políticas, propostos por Succar, estabelecendo critérios para a classificação das competências estudadas, o que pode ser usado para autoconhecimento ou para comparação entre organizações de mesma escala (SANTOS, 2016).

Com isso, Succar (2009) cria o Índice de Maturidade, o qual usa cada etapa com uma pontuação definida para ser usada de acordo com a maturidade existente na organização, isso auxilia o processo de implantação de passos a serem dados que levem a níveis mais altos e, conseqüentemente, pontuações mais elevadas.

Com a escolha do estágio de capacidade e a escala organizacional, parte-se para a mensuração da maturidade das competências de cada Campo BIM. Nesse contexto, o próximo passo dado é a análise de cada nível de maturidade proposta por Succar, em que os níveis: inicial, definido, gerenciado, integrado e otimizado, valem de 10, 20, 30, 40 e 50 pontos, respectivamente. Santos (2016) ressalta que essa pontuação é cumulativa, fazendo com que a organização só garanta os pontos daquele nível se os critérios de desempenho do nível anterior tenham sido todos atendidos. Logo, com o estabelecimento das pontuações pode-se obter o grau de maturidade e o índice de maturidade.

O grau de maturidade é calculado através de uma média aritmética simples entre as 12 áreas das competências estudadas, basta somar as pontuações individuais de cada área e dividir pela quantidade. Já o índice de maturidade é uma proporção que é calculada tendo como base o número obtido pelo grau de maturidade, em que a pontuação 50 vale o máximo e a pontuação obtida pelo grau é uma proporção desse valor (SANTOS, 2016).

O quadro 5 ilustra o que foi comentado anteriormente, mostrando como Succar (2009) calcula o grau de maturidade e o índice de maturidade.

Quadro 5: Exemplo de cálculo do Índice de Maturidade do BIM conforme metodologia de Succar

MATRIZ DE MATURIDADE BIM						
Avaliação da Granularidade (nível 1)		INICIAL	DEFINIDO	GERENCIADO	INTEGRADO	OTIMIZADO
		10	20	30	40	50
Tecnologia	Software	x				
	Hardware			x		
	Rede				x	
Processos	Liderança		x			
	Recursos Humanos			x		
	Infraestrutura				x	
	Produtos e Serviços			x		
Política	Contratual		x			
	Regulatória	x				
	Preparatória			x		
Estágio	Colaboração		x			
Escala	Micro			x		
Subtotal		20	60	150	80	0
Total de pontos						310
Grau de Maturidade						25,8
Índice de Maturidade						52%

Fonte: Adaptado de Santos (2016).

Com o Índice de Maturidade calculado, pode-se concluir a classificação da maturidade da organização em um nível geral. O quadro 6 mostra essa definição. Classificando o exemplo acima, percebe-se que a organização é Gerenciada ou apresenta Média Maturidade (SUCCAR, 2016).

Quadro 6 : Classificação do Índice de Maturidade

Nível de Maturidade	Classificação	Índice de Maturidade
Inicial	Baixa Maturidade	0-19%
Definido	Baixa-Média Maturidade	20-39%
Gerenciado	Média Maturidade	40-59%
Integrado	Média-Alta Maturidade	60-79%
Otimizado	Alta Maturidade	80-100%

Fonte: Rodrigues (2018).

### 2.3.3 Modelo Matrix de Maturidade PennState University

O modelo desenvolvido pela *PennState University* visa conduzir a implantação do BIM através do estabelecimento de esforços para garantir a adoção em passos gradativos e futuros. Percebe-se que atividades de planejamento auxiliam as organizações em definir metas e objetivos, juntamente com os meios e os métodos usados para alcançá-los. O planejamento estratégico BIM deve ser separado em três fases: (i) Avaliação; (ii) Alinhamento; (iii) Avanço.

A avaliação é o processo de determinação de áreas que passarão por mudanças para a implementação BIM. A etapa de alinhamento servirá para definir em que nível de maturidade a organização desejará estar durante algum tempo e a etapa de avanço define o processo de transmissão das práticas organizacionais com a integração do BIM. O planejamento estratégico ajuda a garantir que uma organização esteja apta para a implementação de um novo processo ou tecnologia com recursos planejados, isto pode minimizar bastante as chances de fracasso.

Essa etapa de Planejamento BIM deve conter seis elementos principais que devem ser avaliados quanto a sua maturidade, são eles:

- **Estratégia:** Define as metas e objetivos do BIM, avaliando a prontidão para as mudanças gerenciando seus recursos e suportes.
- **Usos:** Identifica com qual finalidade será implementado o BIM na organização.
- **Processos:** Descrição dos métodos usados para se realizar os Usos BIM na organização.
- **Informação:** Define as necessidades informacionais da organização, incluindo dados do modelo, nível de desenvolvimento e decomposição de elementos.
- **Infraestrutura:** Determina as infraestruturas necessárias para a adoção do BIM, incluindo espaço físico, *hardwares*, *softwares* e rede.
- **Pessoal:** Estabelece papéis, responsabilidades, educação e treinamento para os participantes ativos do BIM na organização.

A etapa avaliativa é que corresponde ao primeiro passo serve para determinar o status de maturidade existente das seis áreas, identificando possíveis áreas de adoção e implementação de novos processos e tecnologia. Para isso, foi criada uma matriz de Avaliação Organizacional do BIM com a finalidade de avaliar a maturidade da organização

nos seis elementos de planejamento estratégico. A matriz descreve as informações relacionadas com cada nível de maturidade dos elementos. Começa-se no nível zero que representa a não existência ou não utilização indo até o nível cinco, no qual se estabelece o nível de maturidade otimizado. Os níveis intermediários são os seguintes: (1) Inicial; (2) Gerenciado; (3) Definido; (4) Qualitativamente Gerenciado. O quadro 7 mostra parte dessa matriz para melhor entendimento.

Quadro 7: Recorte Matrix de Maturidade *PennState University*

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

Fonte: BIM Planning Guide for Facility Owners (2013).

### 2.3.4 Modelo Indiana University (IU) - BIM Proficiency Matrix

A Matriz fornecida pela IU tem como o objetivo se ter uma visão da experiência e do conhecimento da organização com o BIM. Nesse sentido, a Matriz deve conter casos reais de aplicação do BIM e é usada como critério de contratação na IU. Nesse sentido, ressalta-se a ferramenta avaliativa da Matriz (IU, 2009).

A Matriz inclui oito categorias a serem avaliadas, sendo que em cada categoria pode ser avaliada de zero a quatro pontos. Isso é computado é a pontuação total de maturidade BIM é calculada. Nesse sentido, ela identifica cinco padrões que pode ser alcançados ou que já foram por cada organização, estes são gradativos, do menor nível para o maior nível tem-se: (i) passível de execução de trabalhar em BIM; (ii) certificado BIM; (iii) prata; (iv) ouro e (v) ideal. O quadro 8 ilustra a tal matriz desenvolvida pela *Indiana University*.

Quadro 8: Matriz de Proficiência BIM IU

IU BIM Proficiency Matrix										
Category	A - Physical Accuracy of Model	B - IPD Methodology	C - FM Data Release	D - Construction Data	E - As-Built Modeling	F - Content Creation	G - Location Awareness	H - Calculation Mobility		
1	Basic Model Geometry	Creation of A BIM Execution Plan	Space Management Data	Quantity Takeoffs	Post Bid Model Documentation	Geometrically Correct Content	Site Orientation	Basic Model Information Export (Differential)		
2	Design Requirements	Introduction of Structural and MEP Model	Asset Management	Object Scheduling	Coordination Modeling	Manufacturer's Specific	Existing Environment Awareness	IPD Integration		
3	Design Side Collision Detection	Model Managers Role Defined	Manufacturer Specific Information	Material Procurement	Recapturing Design Intent	Design Intent	Global Accuracy	Interdisciplinary Calculations		
4	Model Accuracy Innovation	IPD Methodology Innovation	FM Data Innovation	Construction Innovation	As-Built Innovation	Content Innovation	Location Innovation	Calculations Innovation		

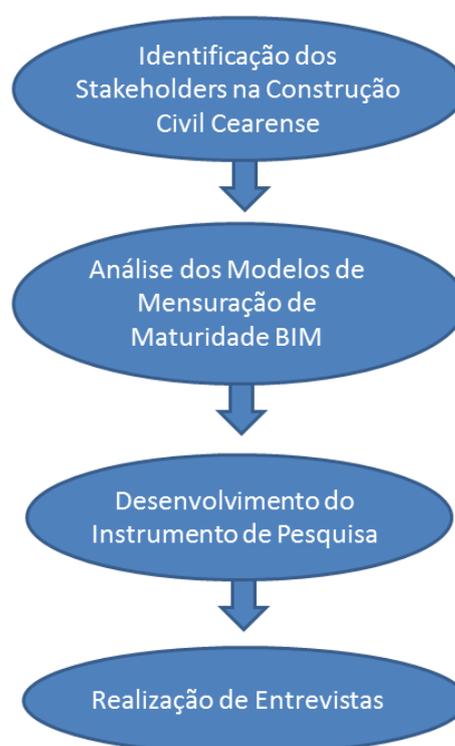
BIM Maturity Category			
Category	Points Achieved	BIM Maturity Score	BIM Maturity
A - Physical Accuracy of Model	0	<b>0</b>	BIM Score Between 3-12 = Working Towards BIM
B - IPD Methodology	0		BIM Score Between 13-18 = Certified BIM
C - FM Data Release	0		BIM Score Between 19-24 = Silver
D - Construction Data	0		BIM Score Between 25-28 = Gold
E - As-Built Modeling	0		BIM Score Between 29-32 = Ideal
F - Content Creation	0		
G - Location Awareness	0		
H - Calculation Mobility	0		

Fonte: IU (2009)

### 3. METODOLOGIA

Esse capítulo abordará as etapas metodológicas necessárias para alcançar cada objetivo específico desse trabalho e, assim, se conseguir êxito no objetivo geral da pesquisa. Ele foi dividido em quatro partes em que cada tópico explicará cada item dos objetivos específicos, sendo eles: Identificação dos *Stakeholders* na Construção Civil Cearense, Análise de Modelos de Mensuração de Maturidade BIM, Desenvolvimento do Instrumento de Pesquisa e Realização de Entrevistas. Foi criado um fluxo de delineamento de pesquisa, a qual é exposta na figura 14.

Figura 12: Delineamento de Pesquisa



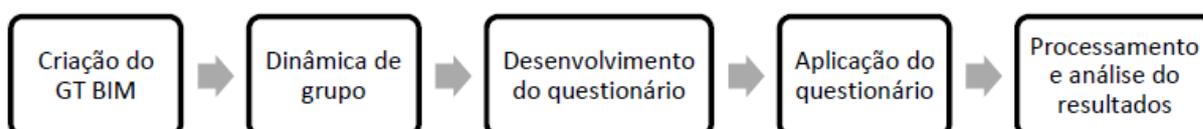
Fonte: Autor (2018)

#### 3.1 Identificação dos *Stakeholders* na Construção Civil Cearense

Esta etapa não foi desenvolvida pelo presente autor, mas apenas há a exposição das metodologias adotadas e o uso dos seus resultados para auxiliar no desenvolvimento dessa pesquisa.

A etapa de Identificação dos Stakeholders foi realizada em cinco etapas, as quais foram: (i) Criação do GTBIM; (ii) Dinâmica de grupo multifocal; (iii) Desenvolvimento de questionário; (iv) Aplicação do questionário; (v) Processamento e Análise dos resultados (BÖES, 2018). A figura 15 expõe a metodologia dessa etapa.

Figura 13: Delineamento da Etapa de Identificação dos Stakeholders



Fonte: Böes, 2018.

A criação do GTBIM foi realizada a partir da composição de membros advindos das construtoras que eram filiadas ao INOVAÇON. As construtoras indicavam participantes, os quais faziam parte do gerenciamento dos projetos e das obras em suas respectivas construtoras. Faziam parte membros que não tinham experiência em BIM, tinham experiência positiva em BIM, tinham experiência negativa em BIM e, para complementar, consultores externos e membros da academia (BÖES, LIMA, BARROS NETO, 2018).

Com a formação do grupo de pesquisa foi então proposto uma dinâmica de grupo multifocal, em que os membros identificaram os agentes intervenientes envolvidos no desenvolvimento dos empreendimentos, após isso, estes foram agrupados em semelhantes. Com isso, foi realizado um questionário *on-line* com os mesmos membros, em que eles identificaram os *Stakeholders* envolvidos em cada agente interveniente. Logo, podem-se identificar os *Stakeholders* envolvidos na Indústria da Construção Civil que trabalhavam diretamente nos empreendimentos das principais construtoras do Ceará (BÖES, LIMA, BARROS NETO, 2018).

### 3.2 Análise de Modelos de Mensuração de Maturidade BIM

Foram escolhidos alguns Modelos de Mensuração de Maturidade BIM propostos na literatura. Entre eles essa pesquisa contemplou os modelos desenvolvidos pelas (os) seguintes instituições/estudiosos:

- Matriz de Maturidade BIM publicada por Bilal Sucar;
- Matriz de Maturidade BIM proposta pela *PennState University*;

- *Indiana University (IU) - BIM Proficiency Matrix*

Partiu-se então para um estudo das especificidades e regras de cada modelo encontrado, para se encontrar um que seria o guiador dessa pesquisa. Dentre os modelos estudados adotou-se o modelo desenvolvido por Succar para nortear essa pesquisa, pois se percebeu que era o modelo que mais seria propício para esse tipo de trabalho. O modelo desenvolvido pela *PennState University* apresenta uma visão mais de implantação do BIM nas organizações, apresentando que estágios concluídos no momento e quais devem ser alcançados em um determinado intervalo de tempo. O modelo desenvolvido pela *IU University* tem um objetivo de captar a experiência em BIM de uma organização em processos de contratação. O modelo desenvolvido por Succar apresenta uma visão de autoconhecimento das capacidades BIM na organização, o que acaba por se aderir melhor aos objetivos dessa pesquisa realizada, pois esta não apresenta o objetivo de servir de moldes para implantação e para contratação, fazendo com que um modelo mais exploratório, como o de Succar, se adapte melhor aos propósitos da pesquisa.

### **3.3 Desenvolvimento do Instrumento de Pesquisa**

Com a escolha feita acerca de qual Matriz de Maturidade adotada nesta pesquisa, partiu-se para a análise de um instrumento que pudesse avaliar e classificar a maturidade BIM de cada *Stakeholder* identificado no item 3.1. Fora então desenvolvido um questionário em forma de entrevista estruturada aberta que auxiliasse a identificar a capacidade e a maturidade BIM. Decidiu-se que seria um questionário misto, com parte das perguntas objetivas e outra discursiva acerca do tema.

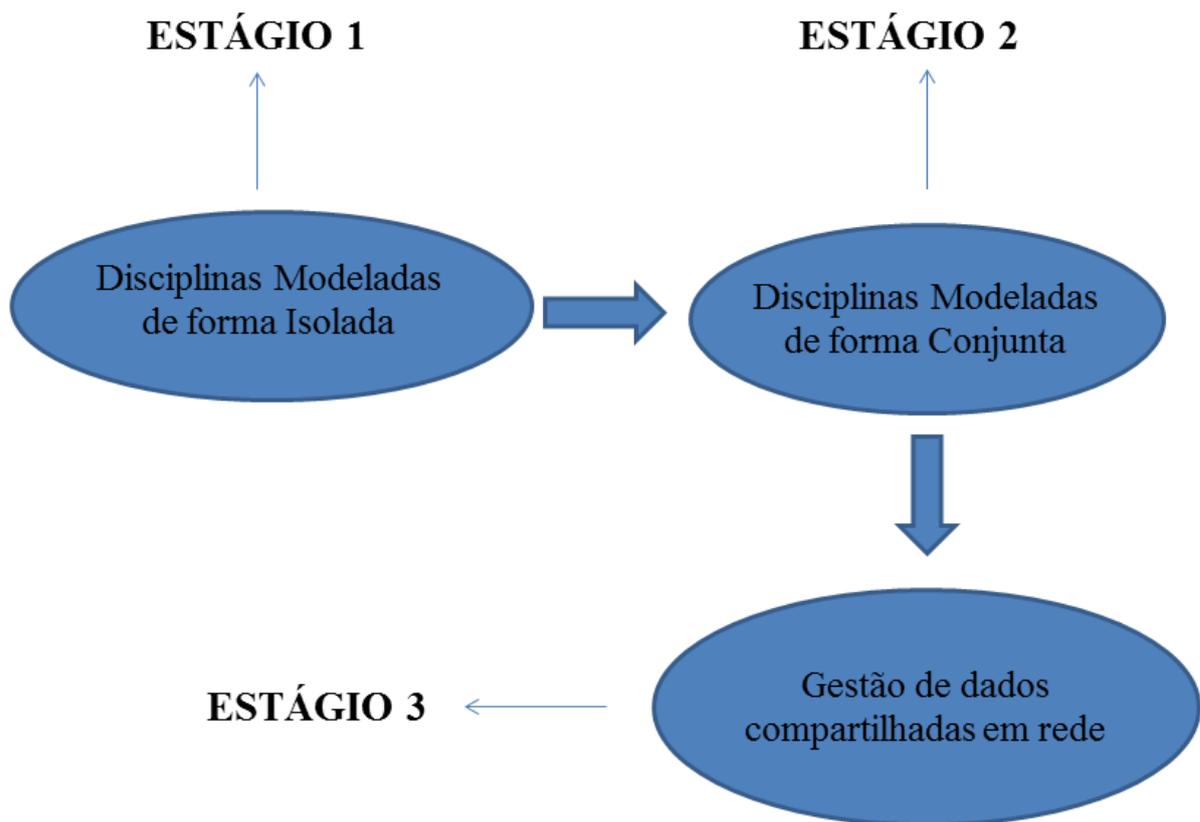
Com isso, ressalta-se que foram escolhidos representantes chave de cada organização, os quais eram diretores, coordenadores ou analistas para responderem ao questionário, em que se propôs serem mais uniformes e objetivos para evitar falhas e ambiguidades.

Foi desenvolvido entrevista que foi respondido pelas construtoras selecionadas para o estudo, em que as perguntas apresentavam propósitos específicos para definir a maturidade e o estágio BIM de cada organização e, assim, ter uma visão geral no estado do Ceará. Para se chegar ao resultado em relação aos estágios BIM da organização, foram feitas as seguintes perguntas estratégicas, as quais se encontravam na etapa de Caracterização do BIM,

Caracterização da Organização e Desenvolvimento de Modelos BIM, as perguntas selecionadas para essa parte foram as seguintes:

- Quais as disciplinas modeladas em BIM? De forma isolada ou conjunta?
- Quais os usos BIM realizados na organização?
- Quem desenvolvia a modelagem?
- Como ocorria a apresentação de Não Conformidades detectadas no modelo? Como dava essa gestão e solução?

Com as respostas obtidas, apresentaram-se o seguinte raciocínio para identificar o estágio, vale ressaltar que para estar tal estágio o anterior deveria já estar totalmente realizado.



Fonte: Succar (2009)

Com a identificação do estágio, objetivou-se analisar em que maturidade estaria cada estágio, para isso foi desenvolvido as seguintes questões que serviriam para responder e identificar cada maturidade, essas questões faziam partes das mais diversas etapas do questionário.

Para identificação da Maturidade desenvolvida no Estágio 1, o qual se baseia na modelagem de objetos, foram desenvolvidas as seguintes perguntas:

- Inicial: Avaliação das perguntas de processos, políticas e tecnologias como um todo.
- Definido: Houve a execução de algum projeto piloto? Qual foi o resultado?
- Gerenciado: Avaliação das perguntas de processos, políticas e tecnologias como um todo.
- Integrado: Avaliação das perguntas de processos, políticas e tecnologias como um todo.
- Otimizado: Avaliação das perguntas de processos, políticas e tecnologias como um todo.

Para identificação da Maturidade desenvolvida no Estágio 2, o qual se baseia na modelagem de objetos de forma colaborativa, foram desenvolvidas as seguintes perguntas:

- Inicial: Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM? / Quais os softwares que a organização possui para atender aos usos BIM mencionados anteriormente?
- Definido: Caso a organização execute um trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, existe uma alocação de riscos e responsabilidades de cada *Stakeholder*? Como se dá essa relação?
- Gerenciado: Caso a organização execute um trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, existe uma alocação de riscos e responsabilidades de cada *Stakeholder*? Como se dá essa relação?
- Integrado: Em qual etapa do processo de desenvolvimento de projetos o BIM entra?
- Otimizado: Caso a organização execute um trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, existe uma alocação de riscos e responsabilidades de cada *Stakeholder*? Como se dá essa relação? / O ambiente de trabalho da empresa é reconhecido com um lugar de satisfação pessoal, motivador e produtivo?

Para identificação da Maturidade desenvolvida no Estágio 3, o qual se baseia na integração baseada em rede, foram desenvolvidas as seguintes perguntas:

- Inicial: A existência de uma solução de rede para compartilhamento e armazenamento de informações, pergunta-se essa plataforma é comum a todos os membros? Como se dá esse processo? / Quando existem conflitos entre as partes de um projeto de duas ou mais disciplinas, existe algum sistema de resolução desses conflitos?
- Definido: Houve alteração na forma de contratação dos projetistas autorais com a adoção do BIM?
- Gerenciado: Quando existem conflitos entre as partes de um projeto de duas ou mais disciplinas, existe algum sistema de resolução desses conflitos?
- Integrado: Quando existem conflitos entre as partes de um projeto de duas ou mais disciplinas, existe algum sistema de resolução desses conflitos?
- Otimizado: Quando existem conflitos entre as partes de um projeto de duas ou mais disciplinas, existe algum sistema de resolução desses conflitos?

Foram desenvolvidas perguntas para analisar a Maturidade das Capacidades BIM propostas por Succar, as quais são Tecnologias, Processos e Políticas. As mesmas apresentam os mesmo níveis das capacidades: (i) Inicial; (ii) Definido; (iii) Gerenciado; (iv) Integrado; (v) Otimizado. Os quadros 7, 8 e 9 definem as perguntas feitas para responder a cada nível de maturidade das Competências BIM, tecnologia, processos e políticas, respectivamente. Vale ressaltar que o questionário completo encontra-se no apêndice para maiores consultas.

Quadro 9: Relação Pergunta X Maturidade para as capacidades Tecnológicas

<b>Tecnologia</b>	<b>Inicial</b>	<b>Definido</b>	<b>Gerenciado</b>	<b>Integrado</b>	<b>Otimizado</b>
<b>Software</b>	Quais são os usos BIM? As trocas e os armazenamentos das informações trocadas entre projetistas, PSBIM e construtoras estão definidos em algum padrão estabelecido? Caso positivo, isto é monitorado e controlado pela construtora para garantir a confiabilidade das informações nos projetos atualizados? Caso positivo, esse processo é documentado? Comente sobre isso, por favor.	Quais são os usos BIM? As trocas e os armazenamentos das informações trocadas entre projetistas, PSBIM e construtoras estão definidos em algum padrão estabelecido? Caso positivo, isto é monitorado e controlado pela construtora para garantir a confiabilidade das informações nos projetos atualizados? Caso positivo, esse processo é documentado? Comente sobre isso, por favor.	Quais são os usos BIM? As trocas e os armazenamentos das informações trocadas entre projetistas, PSBIM e construtoras estão definidos em algum padrão estabelecido? Caso positivo, isto é monitorado e controlado pela construtora para garantir a confiabilidade das informações nos projetos atualizados? Caso positivo, esse processo é documentado? Comente sobre isso, por favor.	Como foi a definição dos softwares?	Como foi a definição dos softwares? Esse processo de escolha passa por revisões?
<b>Hardware</b>	Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM? Houve alguma orientação sobre as configurações necessárias? As trocas de computadores e atualizações de máquinas são tratadas de que modo nos itens de custos da organização?	Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM? Houve alguma orientação sobre as configurações necessárias? As trocas de computadores e atualizações de máquinas são tratadas de que modo nos itens de custos da organização?	Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM? Houve alguma orientação sobre as configurações necessárias? As trocas de computadores e atualizações de máquinas são tratadas de que modo nos itens de custos da organização? Existe alguma estratégia adotada na organização para registrar, manusear e manter um equipamento que foi adquirido para serviços BIM? Caso exista, ela é bem definida?	Houve a necessidade de aquisição de novos hardwares para atender aos softwares BIM? Houve alguma orientação sobre as configurações necessárias? As trocas de computadores e atualizações de máquinas são tratadas de que modo nos itens de custos da organização?	As inovações, atualizações e soluções inovadoras no campo dos softwares são testadas e implantadas continuamente? Caso positivo, isso é reconhecido como uma vantagem competitiva para a empresa frente as suas concorrentes?
<b>Rede</b>	Existe alguma solução de rede para compartilhamento e armazenamento de informações?	Existe alguma solução de rede para compartilhamento e armazenamento de informações? Caso positivo, descreva a rede.	Existe alguma solução de rede para compartilhamento e armazenamento de informações? Caso positivo, descreva a rede.	A existência de uma solução de rede para gerenciamento das informações em tempo real?	Existe alguma política para a busca de soluções de rede inovadoras para contínua melhora?

Quadro 10: Relação Pergunta X Maturidade para as capacidades Processuais

<b>Processos</b>	<b>Inicial</b>	<b>Definido</b>	<b>Gerenciado</b>	<b>Integrado</b>	<b>Otimizado</b>
<b>Recursos</b>	O ambiente de trabalho da empresa é reconhecido com um lugar de satisfação pessoal, motivador e produtivo? Os conhecimentos que a organização detém, seja dos seus membros ou com a experiência adquirida, são compartilhados entre os membros?	Os conhecimentos que a organização detém, seja dos seus membros ou com a experiência adquirida, são compartilhados entre os membros? Caso positivo, esse processo é documentado?	Existe alguma política de critério de avaliação para mudança do ambiente de trabalho no intuito de aumentar a produtividade e a satisfação? Comente.	Os conhecimentos que a organização detém, seja dos seus membros ou com a experiência adquirida, são compartilhados entre os membros é de fácil acesso?	Os critérios de avaliação do ambiente são revisados para estarem em melhoria contínua?
<b>Produtos e Serviços</b>	Não houve pergunta específica para esse item. No entanto, na entrevista foi consultado sobre a modelagem BIM na etapa 3 do questionário e isso foi respondido de forma geral.	Existe alguma cartilha/orientação que orienta o usuário à usufruir do modelo BIM?	Existe algum documento/diretrizes que orientem a contratação do PSBIM? / Ou um documento que especifique o modo como a modelagem deve ser feita? Comente.	Existe algum documento/diretrizes que orientem a contratação do PSBIM? / Ou um documento que especifique o modo como a modelagem deve ser feita? Comente.	Já ocorreu a retroalimentação dos produtos e serviços no processo em função da aprendizagem contínua?
<b>Liderança e Gerenciamento</b>	Os líderes da organização apresentam uma visão única do BIM?  Existe algum plano estratégico de implantação do BIM na organização?	Os líderes da organização apresentam uma visão única do BIM?  Existe algum plano estratégico de implantação do BIM na organização?	A visão de implantação presente na organização é compartilhada com todos os membros?  Existe algum plano estratégico de implantação do BIM na organização? Caso positivo, essa estratégia é monitorada?	A visão de implantação presente na organização é compartilhada com os <i>Stakeholders</i> ?	A estratégia de implantação é reavaliada e realinhada para garantir seu sucesso?

Quadro 11: Relação Pergunta X Maturidade para as capacidades Políticas

<b>Políticas</b>	<b>Inicial</b>	<b>Definido</b>	<b>Gerenciado</b>	<b>Integrado</b>	<b>Otimizado</b>
<b>Preparatória</b>	A organização oferece treinamentos sobre BIM para seus membros? Caso positivo, quais as atividades oferecidas?	Caso existam políticas de treinamentos, como a organização programa essas atividades? Comente.	Quando a organização passa por um treinamento, caso exista, estes são pré-definidos de acordo com as competências das funções de cada membro? Comente.	Quando a organização passa por um treinamento, caso exista, estes são pré-definidos em relação às estratégias organizacionais? Comente.	A política de treinamento da organização, caso exista, passa por revisões contínuas para melhoramento do processo educativo?
<b>Regulatória</b>	Quando a organização contrata um PSBIM ou faz uma modelagem interna, há diretrizes sobre a forma como gostaria de receber ou produzir o modelo?  Quando a organização recebe ou produz um modelo BIM, ele passa por algum processo de controle de qualidade?	Quando a organização contrata um PSBIM ou faz uma modelagem interna, há diretrizes sobre a forma como gostaria de receber ou produzir o modelo?  Quando a organização recebe ou produz um modelo BIM, ele passa por algum processo de controle de qualidade?	Quando a organização recebe ou produz um modelo BIM, o controle de qualidade é bem documentado? É detalhado? Caso positivo, pode explicar o processo,	Os critérios de desempenho estabelecidos em cada modelo são incorporados em sistemas de melhoria de gestão qualidade? Comente sobre isso, por favor.	Não houve pergunta específica para esse item. No entanto, na entrevista com os comentários feitos nas perguntas anteriores dessa capacidade BIM foi respondido ao item.
<b>Contratual</b>	Houve alteração na forma de contratação dos projetistas autorais com a adoção do BIM?  Caso a organização execute um trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, existe uma alocação de riscos e responsabilidades de cada Stakeholder?	Caso a organização execute um trabalho colaborativo entre duas ou mais disciplinas, existe uma alocação de riscos e responsabilidades de cada Stakeholder? Comente	Não houve pergunta específica para esse item. No entanto, na entrevista com os comentários feitos nas perguntas anteriores dessa capacidade BIM foi respondido ao item.	Não houve pergunta específica para esse item. No entanto, na entrevista com os comentários feitos nas perguntas anteriores dessa capacidade BIM foi respondido ao item.	A política de alocação de riscos e responsabilidade entre as partes, caso exista, passa por revisões contínuas para conseguirem as melhores práticas?

### **3.4 Realização de Entrevistas**

Realizou-se uma primeira entrevista com o objetivo de verificar de que as perguntas feitas seriam respondidas de acordo com a finalidade da pesquisa e, assim, se chegar aos resultados desejados. Essa etapa foi fundamental para corrigir possíveis erros do questionário piloto e podê-lo usar com os demais *Stakeholders* identificados na etapa 3.1 desse capítulo.

Então, foi executadas nove entrevistas para se chegarem aos resultados. Vale ressaltar que as estas eram orais e gravadas com o auxílio de um aparelho celular para se poupar tempo do entrevistado e conseguir obter mais informações no tempo programado para a realização das mesmas.

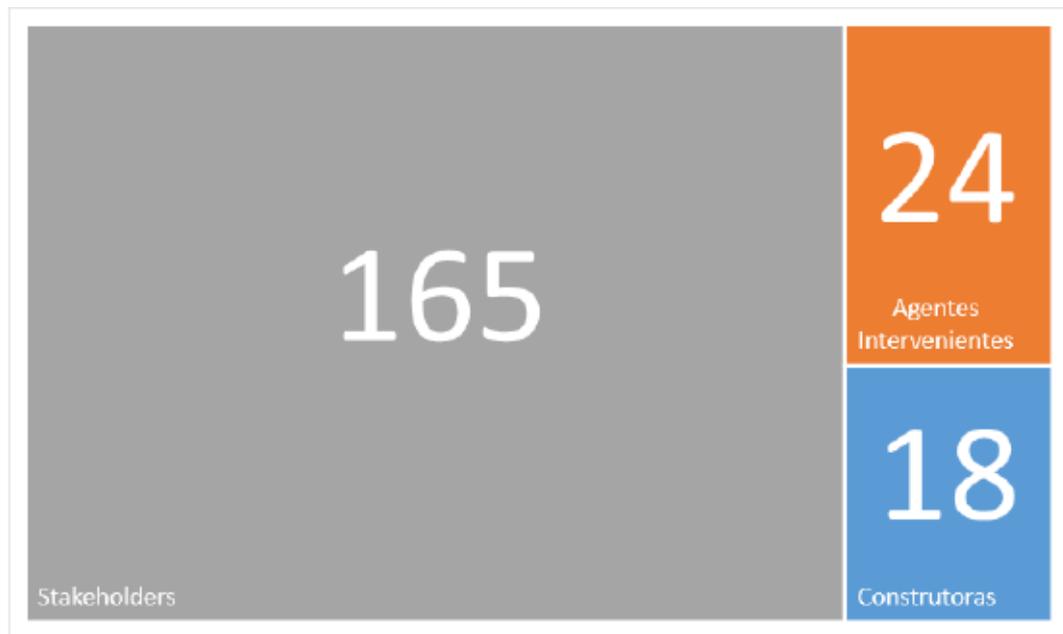
Nesse contexto, com as entrevistas catalogadas em arquivos de áudio, foram extraídas as informações necessárias para se conseguir realizar a mensuração de cada *Stakeholder* e, assim, escrever conclusões do que foi obtido.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Identificação dos Stakeholders envolvidos na Construção Civil Cearense**

A dinâmica grupal estabeleceu 24 agentes intervenientes que influenciavam diretamente ou indiretamente os empreendimentos realizados pelas construtoras selecionadas, ao total foram consultadas 18 construtoras do estado. Com o estudo, foi possível estabelecer os Stakeholders que estariam envolvidos em cada agente interveniente mapeado, chegando-se ao número de 165 parceiros identificados (BÖES, LIMA, BARROS NETO, 2018). A figura 16 resume a quantificação dos dados obtidos, percebe-se que conseguiu êxito em criar uma teia de relações ampla e robusta da cadeia da construção civil no estado do Ceará.

Figura 14: Quantificação da teia das relações da cadeia da Construção Civil cearense



Fonte: Böes, Lima, Barros Neto (2018)

Dentre os agentes intervenientes mapeados pela pesquisa, fora selecionado a agente Construtora para pautar essa pesquisa, pois estas apresentam grande poder de impacto sobre as demais, selecionaram-se então as 10, do grupo do INOVACON, que diziam fazer uso do BIM em seus empreendimentos para mensurar seu estágio e maturidade BIM. O quadro 10 mostra os agentes identificados na cadeia. Percebe-se um predomínio dos projetistas advindos da pluralidade de disciplinas dos projetos executivos de uma obra, os quais influenciam diretamente no processo, conclui-se também que os fornecedores também atuam de forma direta. Porém, órgãos públicos, bancos e instituições de ensino influenciam de forma indireta.

Quadro 12: Identificação dos agentes intervenientes entre diretos e indiretos

<i>STAKEHOLDERS</i>	
<b>Diretos</b>	<b>Indiretos</b>
Projeto de Arquitetura	Bancos
Projeto Estrutural	Instituições de ensino
Projeto Hidrossanitário	Poder Público
Projeto Elétrico	
Projeto de Combate a incêndio	
Projeto de Climatização	
Projeto de Impermeabilização	
Projeto de Ambientação	
Projeto de Drenagem	

## Continuação

<i>STAKEHOLDERS</i>	
<b>Diretos</b>	<b>Indiretos</b>
Projeto de Drenagem	
Projeto Luminotécnico	
Projeto de Automação Predial	
Projeto de Paisagismo	
Projeto de Irrigação	
Projeto de Estruturas Metálicas	
Fornedecor de Esquadria	
Fornedecor de Cerâmica	
Fornedecor de Concreto	
Fornedecor de Elevador	
PSBIM	

Fonte: Böes (2018), adaptado pelo autor.

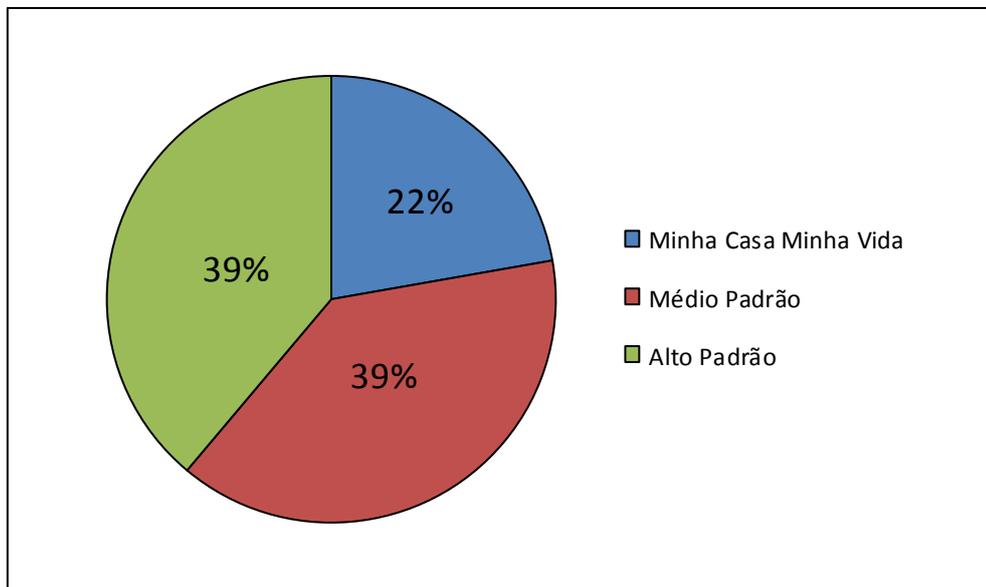
## 4.2 Mensuração da Maturidade BIM na cadeia da Construção Civil cearense

Este subcapítulo irá contemplar os resultados obtidos nas dez construtoras entrevistadas, para melhor compreensão ele será dividido nos seguintes tópicos: (i) Caracterização das Organizações; (ii) Caracterização do BIM; (iii) Caracterização do desenvolvimento dos modelos BIM e (iv) Visão geral da Maturidade do estado do Ceará.

### 4.2.1 Caracterização das Organizações

As construtoras entrevistadas são caracterizadas por atuarem nos três principais nichos de mercado da Construção Civil, os quais são Minha Casa Minha Vida, padrão médio e padrão alto. Foi pautado que o padrão Minha Casa Minha Vida se caracterizava por empreendimentos com valor máximo de 200.000 reais, o padrão médio se caracterizava por empreendimentos entre 200.000 e 600.000 reais e os de alto padrão com valores maiores de 600.000 reais. Percebe-se no gráfico 2 apresentado há uma equiparação entre os padrões com as construtoras entrevistadas com predominância do alto e médio padrão. Estão em média a 29,3 anos no mercado com mais antiga com 42 anos de experiência e a mais nova a 5 anos no mercado, o que retrata a representatividade do grupo pesquisado. Em média contam com 266 funcionários por construtora entre sala técnica e operacional.

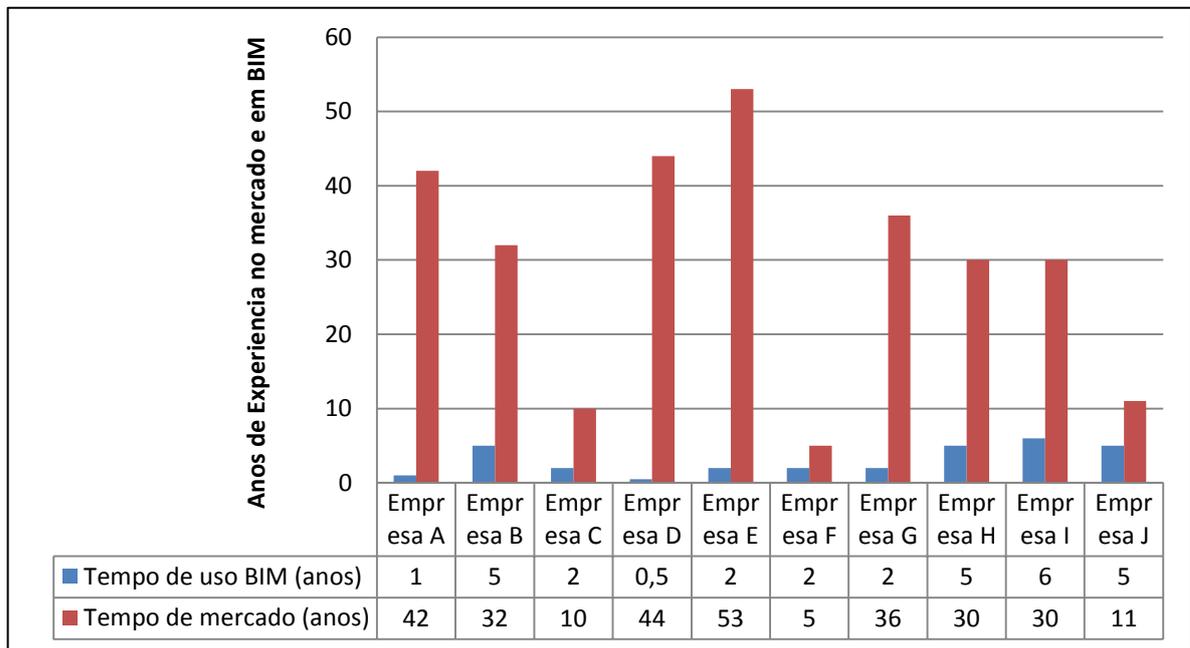
Gráfico 2: Público-Alvo das Construtoras entrevistadas



Quando se traçou um comparativo entre o tempo de atuação no mercado dessas construtoras com o tempo de uso de BIM, percebeu-se o quanto a adoção do BIM ainda é incipiente no estado do Ceará, o gráfico 3 traça um paralelo de anos de atuação com anos de experiência em BIM. Dentre a construtora que tinha mais tempo de experiência verificou-se uso a 6 anos e a com menos com tempo de uso de 6 meses, verificando-se na etapa de mensuração do estágio e da maturidade, que a construtora com mais anos de experiência obteve os melhores resultados dentre as demais, o que ressalta o processo de aprendizagem contínua e implantação ao longo dos anos do BIM.

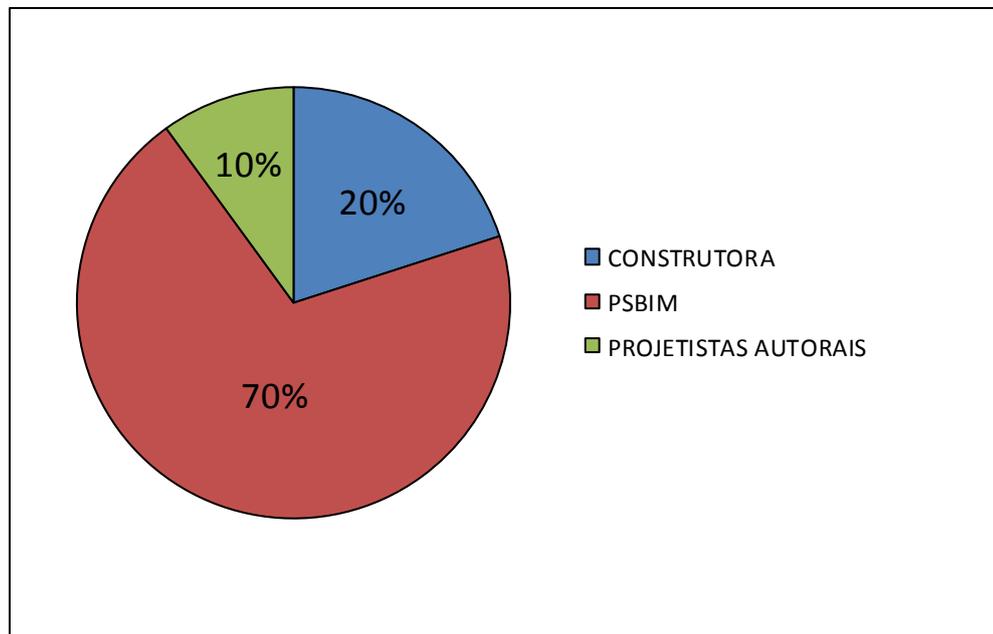
Percebe-se também que a construtora com mais anos no mercado não é que pioneira em BIM, mas construtoras relativamente novas já apresentam mais experiência no processo, o que demonstra o caráter inovador das organizações mais novas e a característica de dificuldades de mudanças de processos das mais experientes.

Gráfico 3: Comparação entre o tempo de atuação no mercado e de experiência em BIM



Dentre os motivos avaliados que levaram as organizações a adotar o BIM, todas destacaram o melhoramento do processo de Compatibilização de Projetos, em segunda mão ficaram o desenvolvimento de Quantitativos e Orçamentos. Fora citado também o Controle de Custos como motivo para a implantação. Foi consultado junto às construtoras quem eram os responsáveis por modelarem seus projetos, em grande maioria, foi respondido que era contratado um profissional especializado em modelagem, os quais se chamou de PSBIM, o gráfico 4 mostra a divisão de respostas, verifica-se os projetistas autorias foram os que tiveram menos representatividade.

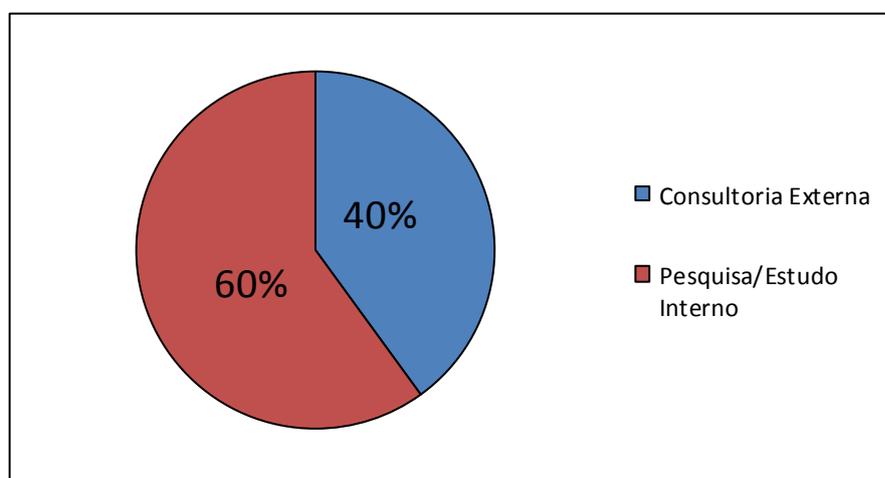
Gráfico 4: Representação dos responsáveis por realizar a modelagem



#### 4.2.2 Caracterização do BIM

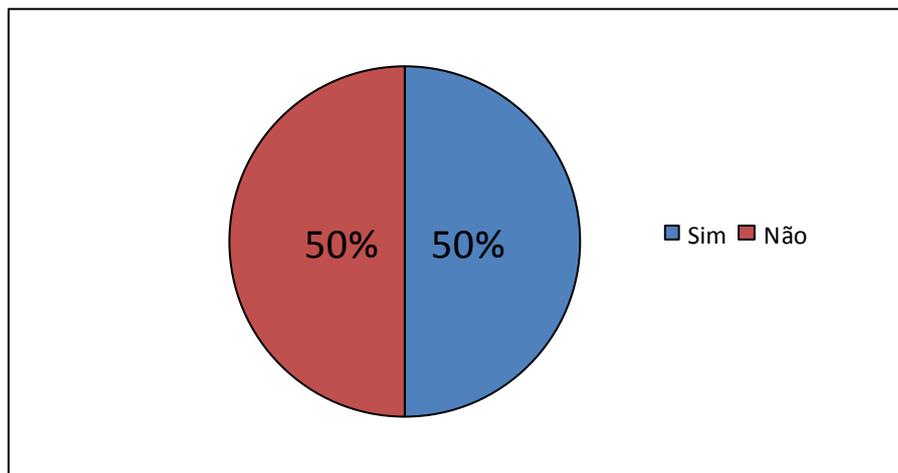
Foi consultado como ocorreu a implantação do BIM nas construtoras, em que foi proposto duas respostas aos entrevistados, se foi realizado por um consultor externo ou foi um movimento que surgiu internamente, verificou-se um predomínio de um processo interno advindo das mudanças mercadológicas do setor e a difusão do BIM. O gráfico 5 o retrata os resultados obtidos.

Gráfico 5: Forma de ocorrência da implantação BIM



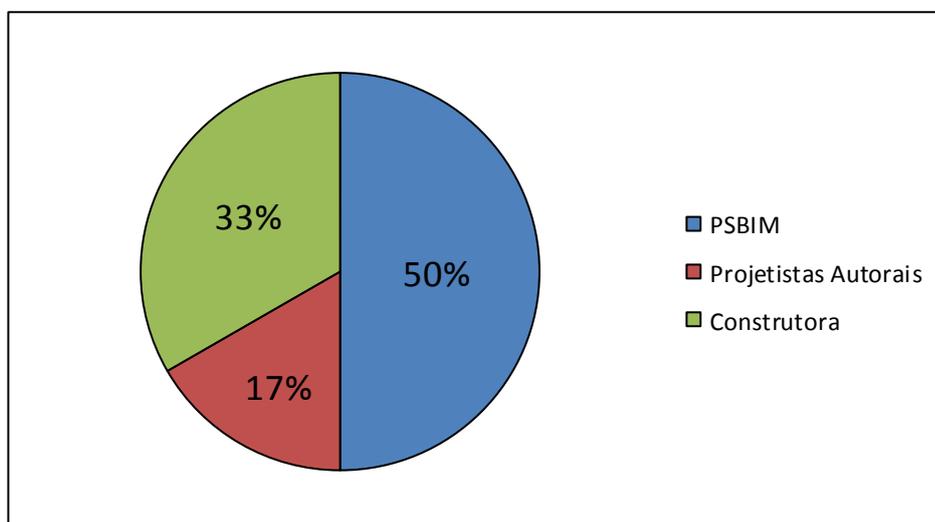
No entanto, apesar de 60% ter sido por um movimento interno, percebeu-se que apenas metade dos profissionais responsáveis pelo BIM em suas organizações, os quais eram em sua maioria coordenadores de projeto, receberam algum treinamento específico, como mostra o gráfico 6.

Gráfico 6: Realização de treinamento BIM para os responsáveis dentre as construtoras que tiveram implantação interna



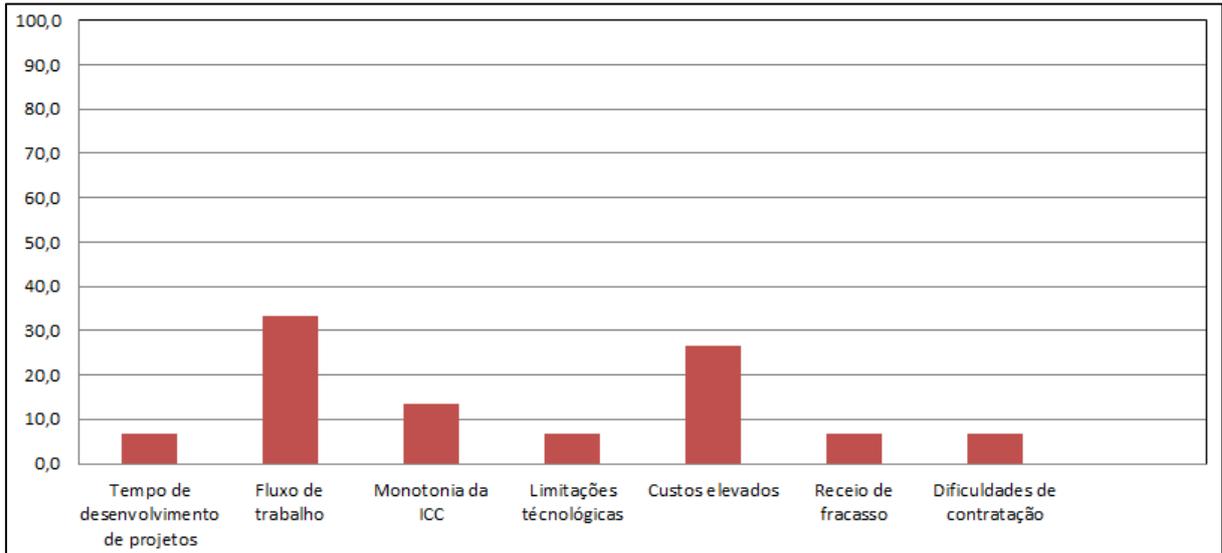
As construtoras que responderam houver consultoria para a implantação fazem a modelagem com um PSBIM, já quem foi realizado em um movimento interno apresenta-se uma maior heterogeneidade de respostas, mas em sua maior parte precisaram também de um auxílio do PSBIM para executarem suas modelagens, o que é mostrado no gráfico 7, demonstrando uma tendência de externalizar o serviço de modelagem.

Gráfico 7: Responsáveis pela modelagem em Construtoras que tiveram implantações internas



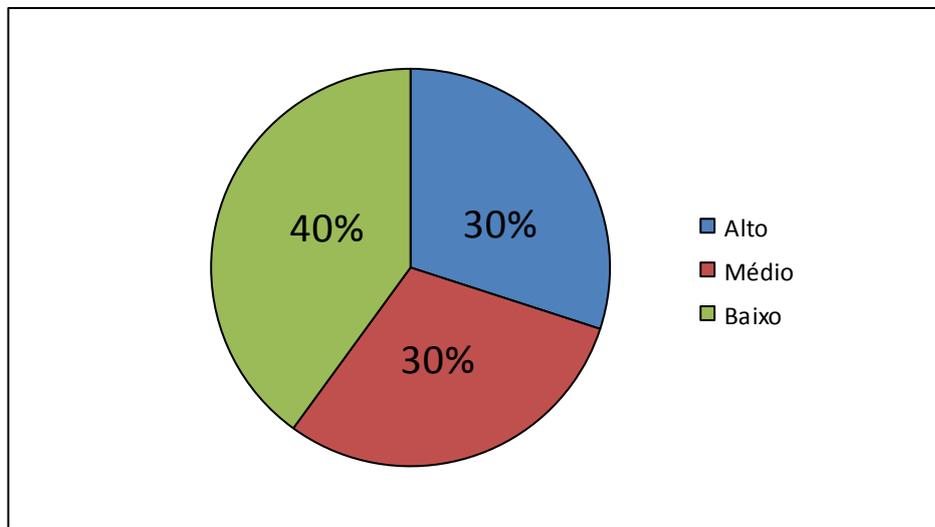
Foram pautadas as principais barreiras e dificuldades encontradas para implantar o BIM, encontrou-se uma pluralidade de respostas, no entanto, os custos com a adoção e as diferenças nos fluxos de trabalho apresentaram as maiores representatividades, o gráfico 8 demonstra isso.

Gráfico 8: Dificuldades e Barreiras para a implantação BIM



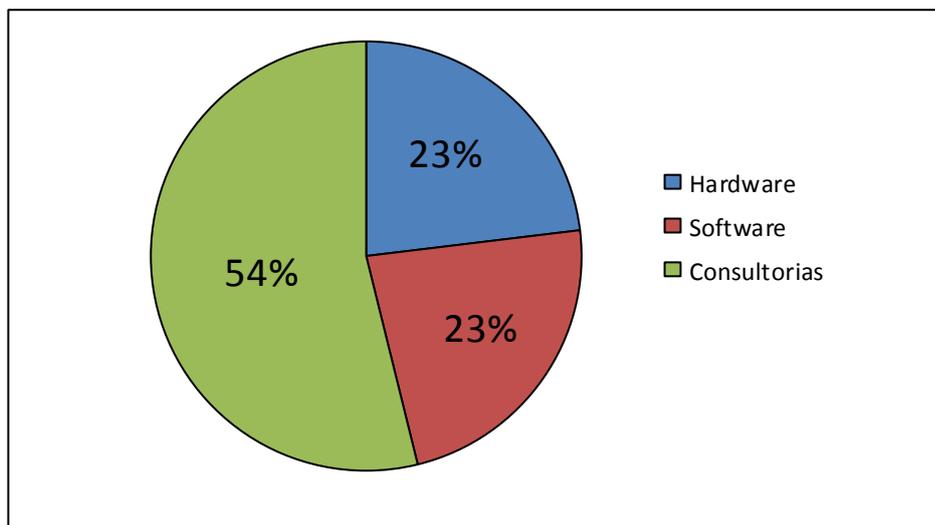
Partiu-se então para analisar de forma mais clara como as empresas consideravam os investimentos para a implantação, as respostas estão estabelecidas no gráfico 9. Verificou-se que a resposta baixo obteve maior incidência, o que demonstra que apesar da implantação ter um custo alto, no decorrer do uso e com a percepção dos benefícios, começou-se a ter uma visão que a relação Custo X Benefício foi boa e , portanto, o investimento foi considerado baixo.

Gráfico 9: Considerações acerca dos investimentos de Implantação BIM



Dentre os investimentos de implantação foram perguntados aonde foram alocados os maiores custos, as respostas estão destacadas no gráfico 10, destaca-se o custos com as consultorias do PSBIM para realização da modelagem, o qual é tipo como um gasto alto pelas construtoras.

Gráfico 10: Alocação dos custos com a implantação BIM

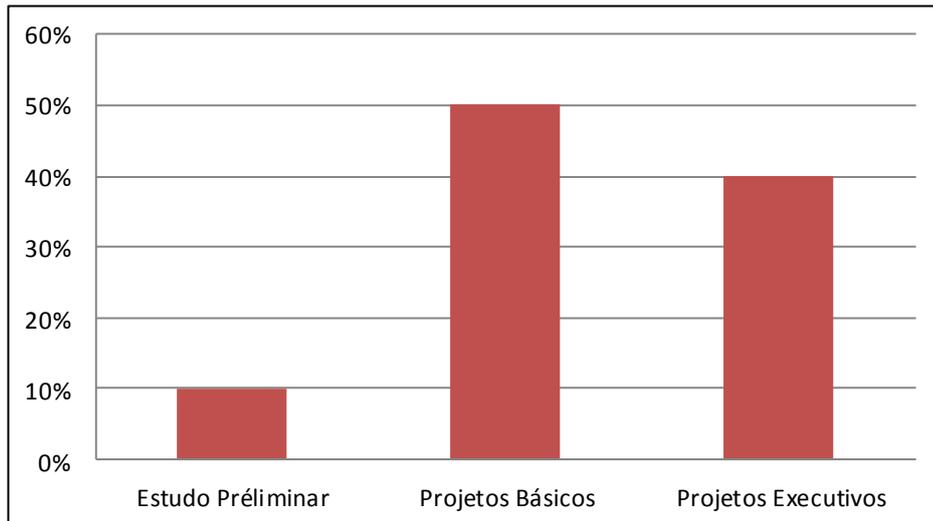


#### 4.2.3 Caracterização do desenvolvimento dos modelos BIM

Consultou-se em que momento do processo de desenvolvimento dos projetos o modelo BIM começava a ser modelado, teve-se uma tendência de ser nos projetos básicos e executivos, pois diminuiria os custos com a modelagem, no entanto, algumas construtoras já avaliam de se começar a modelagem em fases mais remotas para usufruírem mais dos

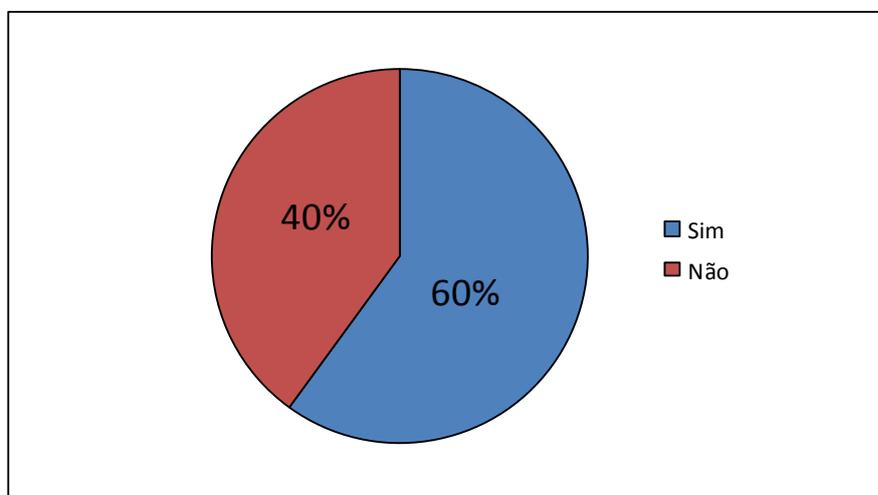
benefícios. Vale ressaltar que a construtora é esta mais avançada no estágio e maturidade BIM do estado do Ceará faz uso do BIM desde os estudos preliminares, o gráfico 11 retrata esses dados levantados.

Gráfico 11: Fase dos projetos que o BIM começava a ser modelado



Todas as entrevistadas responderam ainda fazer uso do CAD em algum processo de desenvolvimento dos projetos. As construtoras usam PSBIM para fazer sua modelagem recebem a maioria das suas disciplinas em CAD e estas são passadas ao modelador que faz o protótipo e entrega a contratante os usos BIM solicitados. Fora consultado se com o BIM o tempo destinado para realização dos projetos aumentava ou diminuía, em sua maioria foi constatado que aumentava, no entanto, percebe-se que as construtoras que respondiam que diminua estão com mais anos de experiência, verificando-se a tendência de diminuir ou manter constante no percorrer dos anos e com o aperfeiçoamento do fluxo de trabalho. As respostas estão dispostas em forma de gráfico 12.

Gráfico 12: Abordagem do aumento de tempo no desenvolvimento de projetos com o uso do BIM



#### 4.2.3 Mensuração do Estágio e Maturidade BIM

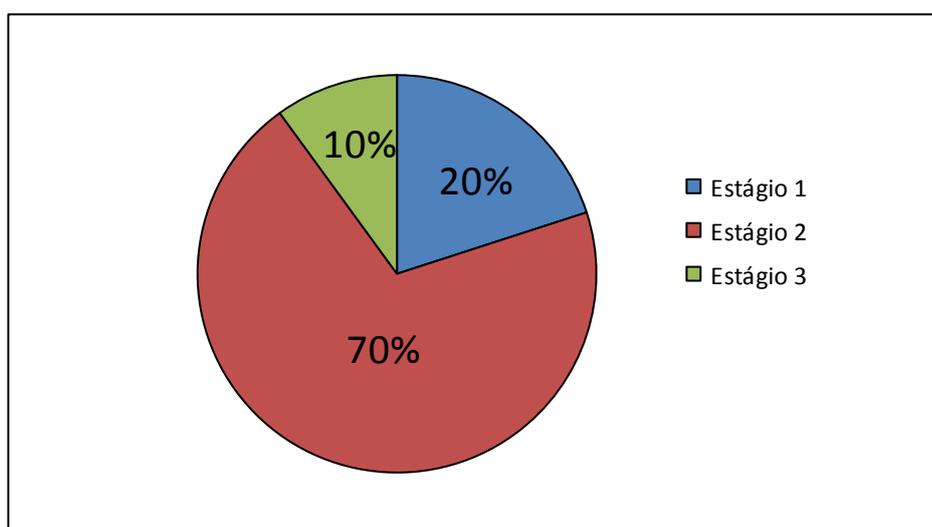
Este tópico representa o maior objetivo desse trabalho, para uma melhor organização e entendimento dos dados ele será dividido em 5 partes, as quais serão: (i) Mensuração do Estágio BIM; (ii) Mensuração da Maturidade da Capacidade Tecnologia; (iii) Mensuração da Maturidade da Capacidade Processos; (iv) Mensuração da Maturidade da Capacidade Política; (v) Visão geral da Maturidade e Estágio do estado do Ceará.

##### 4.2.3.1 Mensuração do Estágio BIM

O gráfico 13 representa as porcentagens de cada Estágio BIM nas construtoras cearenses, verifica-se que 70% estão no Estágio 2, ou seja, desenvolvem projetos em BIM usando várias disciplinas de projeto, em que a modelagem é feita por um terceiro ou por algum projetista autoral. Logo, percebe-se a importância do PSBIM para a adoção do BIM na Construção Civil cearense, pois este é capaz de receber vários projetos de forma tradicional (CAD) e modelar eles em plataformas BIM, entregando as construtoras os mais variados usos que elas desejam, seja uma compatibilização de projetos ou uma extração de quantitativos ou um planejamento 4D. Existe ainda uma fatia considerável que está em um Estágio menor, baseado na modelagem de uma disciplina, no estudo realizado, percebeu-se que as instalações como um todo foram às escolhidas para se começar o processo de implantação. Percebeu-se que existe no estado do Ceará uma construtora que já alcançou o Estágio 3, em que seus projetistas trabalham em plataformas 3D e a própria construtora faz sua compatibilização de

projetos e extração de quantitativos, verificou-se a existência de um instrumento em rede de tempo real que gerencia e armazena as informações entre os responsáveis por desenvolvimento do modelo BIM, o que garante a organização maiores níveis de interoperabilidade, esses ganhos foram tão significativos, que a construtora diminuiu seu tempo de desenvolvimento de projetos e precisou de poucas reuniões presenciais com seus projetistas, aproveitando os benefícios das tecnologias da informação para otimizar seus processos.

Gráfico 13: Estágios BIM nas construtoras da Construção Civil cearense



Na avaliação da maturidade dos Estágio BIM das organizações chegou-se aos seguintes resultados:

- As construtoras que estão no Estágio 1 que é baseado somente na modelagem de objetos encontram-se em um nível de maturidade inicial, pois suas implementações se baseiam em uma ferramenta de modelagem, no entanto, não há nenhum plano detalhado e estratégia de adoção, fazendo com que elas não possam ser classificadas como definidas. Vale ressaltar que uma delas apresenta mudanças nas tecnologias, processos e políticas e realizaram seus projetos-pilotos, mas por a falta desse plano detalhado também foi considerada como inicial.
- As construtoras que estão no Estágio 2 baseado na colaboração da modelagem apresentam projetos multidisciplinares mais robustos com uma série de usos BIM integrados, mas 71% é considerada inicial, pois precisa de um PSBIM para realizar o serviço, fazendo com que a colaboração interna seja incompatível com seu PSBIM ou

seu projetistas autoral que já trabalha na plataforma BIM. Os outros 29% encontram-se na maturidade definida, pois apresentam protocolos bem definidos, existem relações de parcerias e partilha de riscos entre os envolvidos com colaborações proativas e multidisciplinares, mas ainda apresentam a mentalidade de começar a desenvolver seus trabalhos nos projetos básicos e executivos, fazendo com que os participantes não estejam envolvidos nas primeiras fases do ciclo de vida dos projetos e ,assim, não pode receber por enquanto níveis maiores de maturidade.

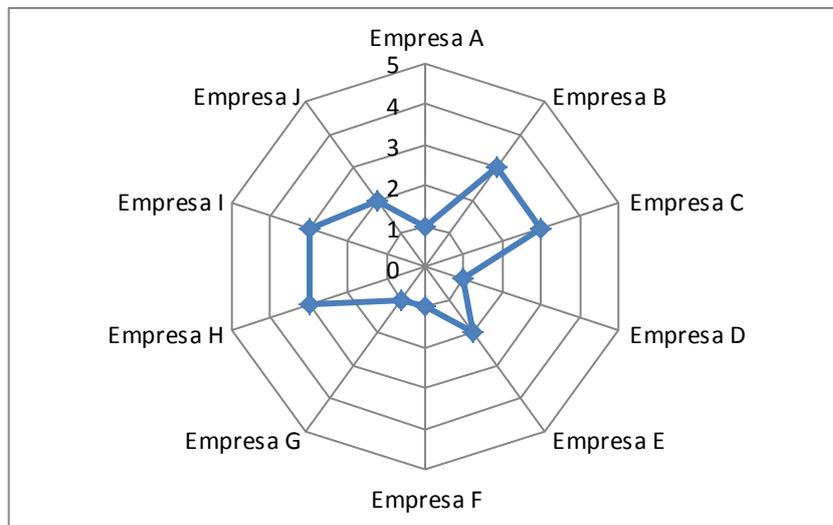
- A construtora identificada no Estágio 3 baseada na integração em rede está no nível inicial de maturidade, pois ,apesar das normas e protocolos de intercambio de informações está definida, os riscos e responsabilidades ainda não foram atenuados em formas de contrato, fazendo com que a organização esteja nesse nível.

#### 4.2.3.2 Mensuração da Maturidade da Capacidade Tecnologia

Na mensuração da maturidade da competência da Tecnologia foram analisados os tópicos: Software, Hardware e Redes. Estas estão expostas nos gráficos abaixo em forma de teia para facilitar a compreensão. O gráfico 14 representa os Softwares, o gráfico 15 os Hardwares e o gráfico 16 a Rede, vejamos as análises a seguir.

Com o gráfico de teia dos Softwares pode-se verificar que existem algumas construtoras que estão no nível inicial, pois resolveram ainda não adquirir nenhum programa para seus usos BIM deixando tudo sob responsabilidade do PSBIM. No entanto, percebe-se que tem exemplos de construtoras que estão em níveis mais altos, no caso, o gerenciado, pois já apresentam softwares em suas salas técnicas que são capazes que analisar os modelos vindos do PSBIM e realizar suas atividades, entre elas estão a de visualizar o modelo por conta própria e fazer suas análises, exporta seus quantitativos e realizar seus orçamentos e realizar um controle de qualidade do modelo, todas as construtoras analisadas trocam e armazenam suas informações através de relatórios físicos ou digitais que documentam todo esse processo de interoperabilidade entre os *Stakeholders* em formatos bem definidos e em aprimoramento constante.

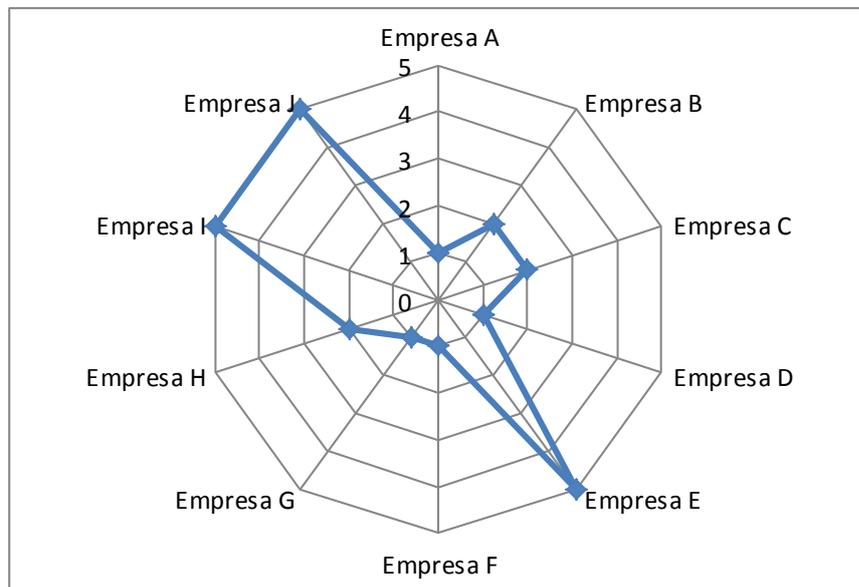
Gráfico 14: Teia de Maturidade dos Softwares



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

Partindo para a análise da maturidade dos Hardwares, percebe-se existe uma parte das construtoras que estão no nível inicial, pois adotaram a estratégia de não comprar novas máquinas para fazer uso do BIM e deixar isso sob responsabilidade total do PSBIM, o que algumas delas apresentam é apenas um visualizador, mas que é incapaz de conseguir realizar alguma análise interna do modelo. No entanto, a grande maioria possui equipamentos bons que conseguem suportar os Softwares capazes de realizar seus usos, o que difere quem está no nível definido para o otimizado são algumas atitudes que organizações mais maduras nesse quesito tiveram, como estratégia para manter e manusear esses Hardwares adquiridos para realizar BIM e acreditam apresentam a política de estar atualizando as máquinas em tempos definidos e estarem em buscas de sistemas computacionais melhores, entendendo que isso é um item viabilizador do BIM e uma vantagem competitiva.

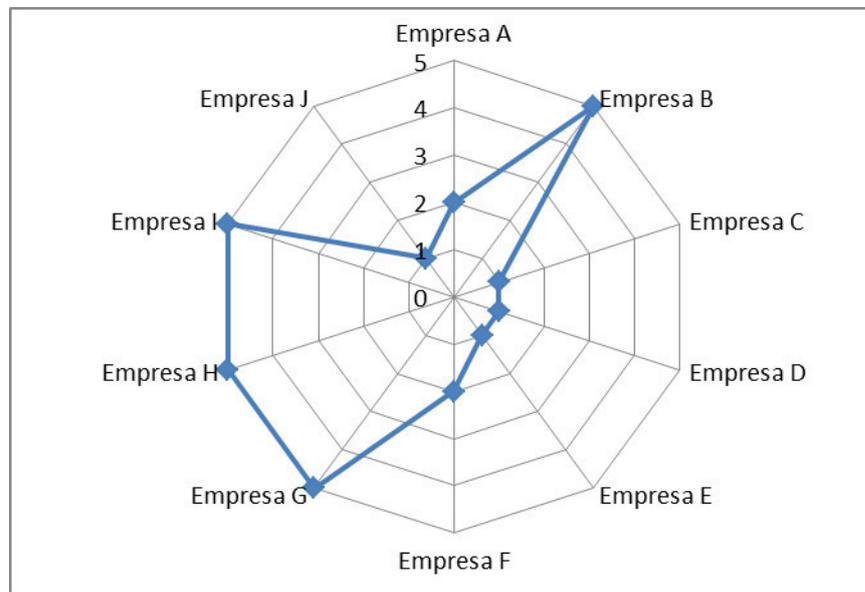
Gráfico 15: Teia de Maturidade dos Hardwares



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

Com relação a maturidade do usos da Redes percebe-se que há uma parte da organizações analisadas que não usam soluções em rede no desenvolvimento dos modelos BIM, pois estas ainda geram seus relatórios através de documentos físicos e fazem suas revisões através de reuniões presenciais entre o PSBIM e os projetistas, por isso, estão em um nível inicial. Há dois exemplos que estão no nível definido, pois usa uma solução em rede, mas com conexões de nível baixo. Constatou-se a existência de organizações com nível otimizado que usam programas especializados para essa função com ativação em tempo real de notificações e apresentavam políticas de manutenção dessa ferramenta com atualizações definidas, o que faz com estas obtenham nível otimizado.

Gráfico 16: Teia de Maturidade das Redes



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

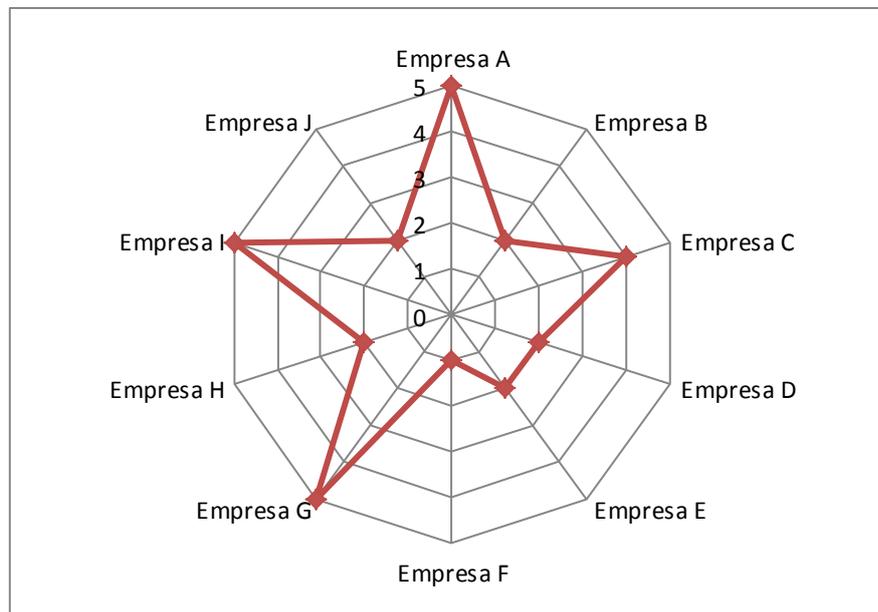
#### 4.2.3.3 Mensuração da Maturidade da Capacidade Processos

Para a mensuração da Maturidade dos Processos foram analisados as seguintes competências: Recursos, Produtos e Serviços e Liderança e Gerenciamento. A competência Atividades e Fluxo de Trabalho não foram estudados, pois não se adaptava a maioria das construtoras, visto que o uso do PSBIM é muito constante, então não se aplicava propriamente as construtoras. Para haver equidade entre todas e garantir a parcialidade da pesquisa resolveu-se retirar.

Os gráficos em formato de teia a seguir retratam as maturidades definidas para cada competência. O gráfico 17 expõem sobre os Recursos, o 18 sobre os Produtos e Serviços e o 19 sobre a Liderança e Gerenciamento. Vejamos os resultados a seguir:

A teia de Maturidade de Recursos mostra que temos um cenário favorável com 3 construtoras atingindo o nível otimizado, em que seus ambiente de trabalho são monitoradas, controlados e avaliados para atenderem seus colaboradores e instigarem a produtividade deles. Verifica-se também o compromisso em compartilhar seus conhecimentos em BIM e de maneira geral em instrumentos documentados, arquivados e de fácil acesso aos membros interessados. As organizações que ficaram no nível definido não apresentaram essa preocupação em perpetuar seus conhecimentos com os colaboradores.

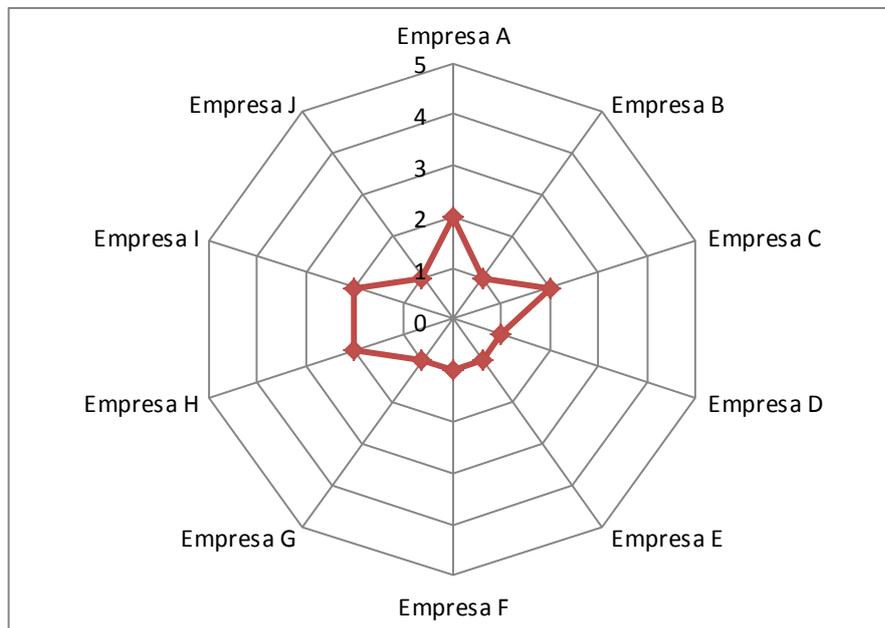
Gráfico 17: Teia de Maturidade dos Recursos



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

A teia de Maturidade dos Produtos e Serviços mostra um cenário um tanto quanto mais inicial, pois o setor ainda sofre com incoerências de detalhes de desenvolvimento dos modelos, isto se deve ao fato de haver pouco conhecimento em como fornecer informações e detalhes para o PSBIM que façam com que a entrega seja dentro dos padrões estabelecidos pelas construtoras, existe também a falta de documentos que auxiliem as construtoras em contratar esse profissional e exigirem os detalhes técnicos que devem estar presente no modelo.

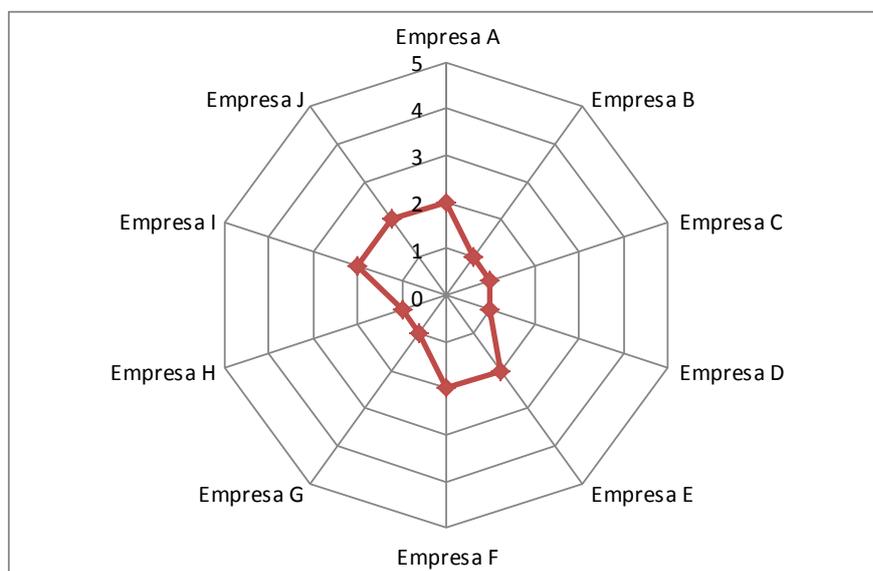
Gráfico 18: Teia de Maturidade Produtos e Serviços



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

A teia das Lideranças e Gerenciamento apresentam uma maturidade mais avançada que a dos Produtos e Serviços, mas menos em relação aos recursos, verifica-se existem planos de implantação sem riqueza de detalhes, o que prejudica a maturidade dessa competência, além da externalização desse processo com todos os colaboradores e com os *Stakeholders*.

Gráfico 19: Teia de Maturidade Liderança e Gerenciamento



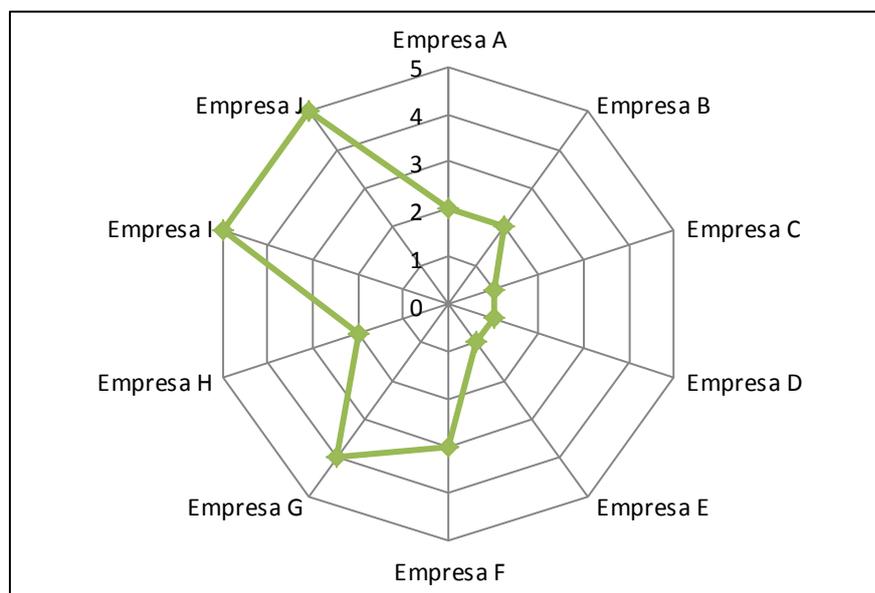
Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

#### 4.2.3.4 Mensuração da Maturidade da Capacidade Política

Na Capacidade das Políticas, foram analisadas as competências Preparatória, Regulatória e Contratual, para melhor compreensão do cenário, resolveu-se adotar o gráfico de teias para fazer as análises. O gráfico 20 representa a competência Preparatória, o gráfico 21 a Regulatória e o 22 a Contratual. Vejamos os resultados e os comentários a seguir.

A teia que avalia a Maturidade Preparatória aponta para alguns resultados positivos com processos otimizados, mostrando que existe uma preocupação em estar se melhorando o desenvolvimento do BIM e para isto vem sendo oferecido treinamentos, no entanto, ainda se tem treinamentos generalistas e não voltados para a função de cada colaborador no fluxo de trabalho, o que representa a maturidade definida. Vale ressaltar que a teia mostra também que existem organizações que não oferecem treinamentos BIM para seus membros, o que dificulta seu processo de implantação e uso pleno.

Gráfico 20: Teia de Maturidade Preparatória

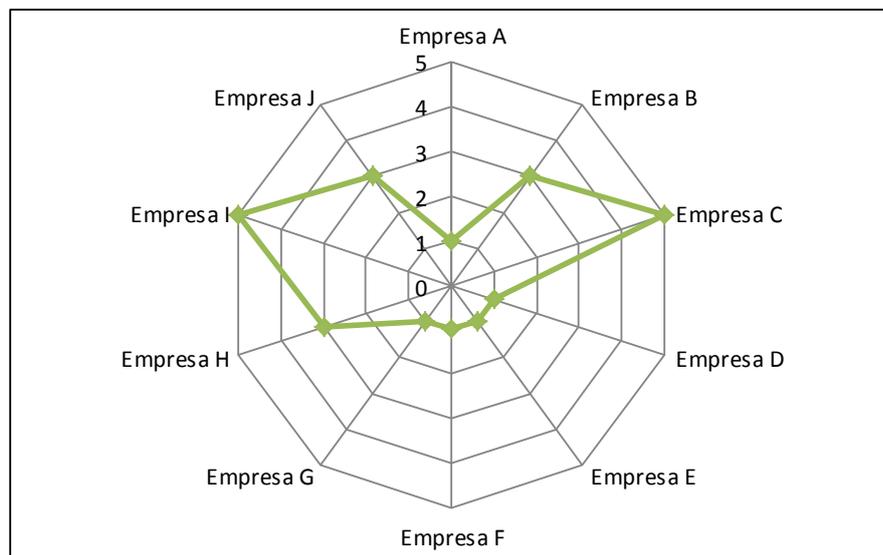


Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

A teia que avalia a maturidade da competência Regulatória revela uma heterogeneidade, pois há uma boa parte das organizações que estão no nível inicial, pois ainda não apresentam diretrizes e documentações que auxiliem a ter padrões de modelagem padronizados e nem apresentam qualquer processo de conferência de qualidade do modelo.

No entanto, existem algumas que já estão mais avançadas no nível gerenciado e otimizado, pois esta já apresentam padrões de modelagem estabelecidos e processos referenciados de controle de qualidade. As que estão no nível otimizado já apresentam critérios de desempenho dos modelos que estão sendo controlados e monitorados e estão incorporados em sistemas de melhoria de qualidade. Vale ressaltar que as construtoras que já estão nesse nível são as próprias responsáveis por realizarem a modelagem ou terem o auxílio de parceiros que já projetam em BIM, o que facilita e otimiza esse processo comentado acima.

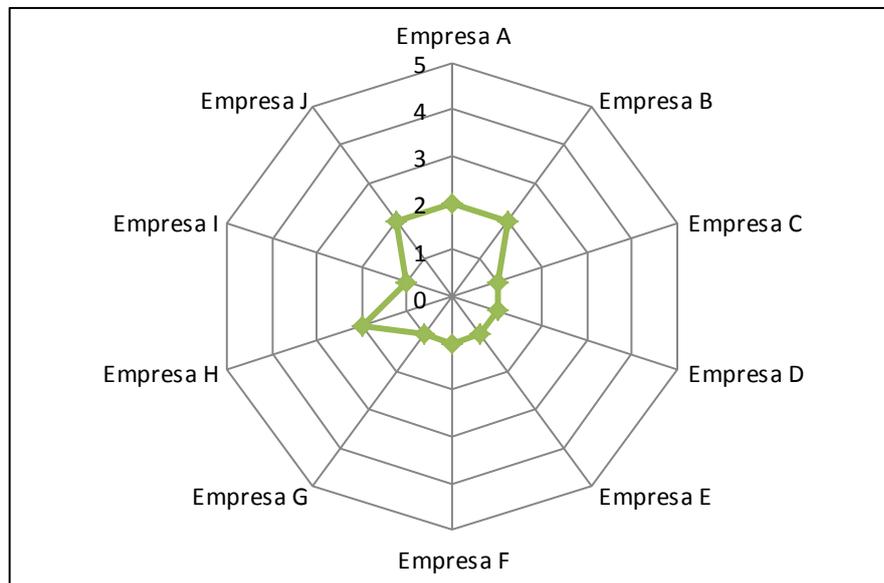
Gráfico 21: Teia de Maturidade Regulatória



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

Na teia que avalia a maturidade da competência Contratual, percebe-se um cenário ainda de baixa maturidade, com níveis de definido, o que é fruto da ausência de mudanças contratuais após o uso do BIM, o que pode ser explicado pela monotonia dos projetistas autorais em migrar do CAD para o BIM. Ainda pode-se destacar a falta de manuais e informações que auxiliem as construtoras no momento de confeccionar seus contratos, o que faz com essa maturidade ainda tenha o que desenvolver.

Gráfico 22: Teia de Maturidade Contratual



Legenda: (1 – Inicial); (2- definido); (3 – gerencial); (4 – integrado); (5 – otimizado)

#### 4.2.3.5 Visão geral da Maturidade do estado do Ceará

Para que se conseguisse ter uma visão geral da maturidade BIM no estado do Ceará, resolveu-se adotar e calcular o Índice de Maturidade e o Grau de Maturidade de todas as Construtoras e então compará-las. A forma como se faz esses cálculos se encontra no item 2.3.2.7 na Revisão Bibliográfica, cabe destacar que no exemplo dado nesse tópico a escala organizacional tinha sido avaliada, mas nesse presente trabalho ela não entrou no cálculo da média, portanto foi feito o somatório de pontos da maturidade das Competências e dos Estágios e dividido por 10, pois o tópico Atividades e Fluxo de Trabalho da capacidade dos Processos não foi analisada e o motivo já foi mencionado acima. Vale ressaltar que os demais passos seguiram o que é estabelecido na Revisão Bibliográfica.

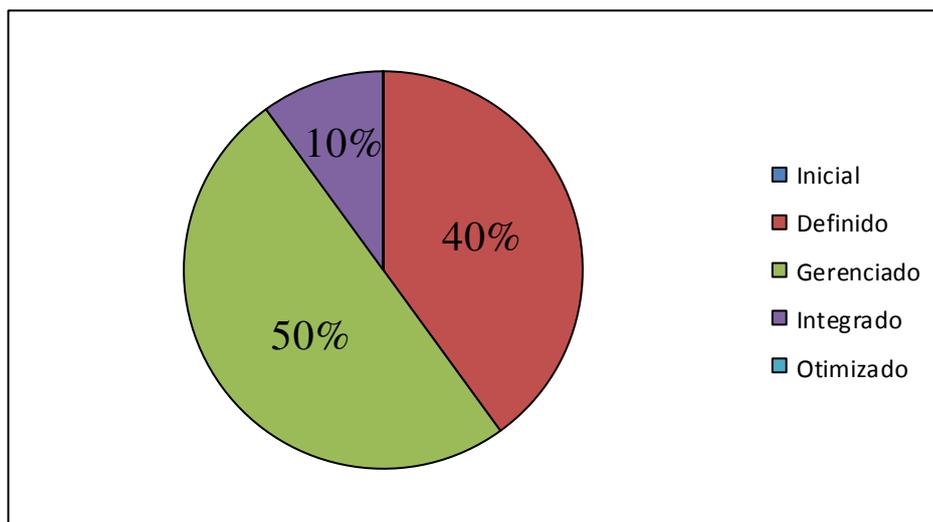
Com isso, montou-se a tabela 1 que mostra os resultados obtidos no Índice de Maturidade e no Grau de Maturidade bem como a visão qualitativa dos números obtidos, vale ressaltar que é um meio formalizado na literatura e apoiado por Succar para se fazer as comparações, em que o critério de pontuação é que o Inicial ganha 10 pontos, o Definido ganha 20 pontos, o Gerenciado ganha 30 pontos, o Integrado 40 pontos e o Otimizado 50 pontos. Vejamos os resultados a seguir:

Tabela 1: Grau de Maturidade e Índice de Maturidade na cadeia da Construção Civil cearense

Construtora	Grau de Maturidade	Índice de Maturidade	Nível de Maturidade
Empresa A	19	38%	Definido
Empresa B	22	44%	Gerenciado
Empresa C	21	42%	Gerenciado
Empresa D	11	22%	Definido
Empresa E	17	34%	Definido
Empresa F	14	28%	Definido
Empresa G	21	42%	Gerenciado
Empresa H	24	48%	Gerenciado
Empresa I	34	68%	Integrado
Empresa J	25	50%	Gerenciado

Com isso, para uma análise geral do cenário, o gráfico 23 mostra as porcentagens calculadas para cada nível de Maturidade na Construção Civil cearense. Percebe-se que 50% estão em um nível médio de maturidade e 40% está em um nível médio-baixo de maturidade, o que retrata um diagnóstico do estado. Cabe ressaltar que não existiu nenhum resultado tido como Inicial, o que gera um tanto de surpresa nos resultados, outro dado que gera esse sentimento é a presença de uma parte de 10% do estado estar trabalhando com um nível médio-alto em BIM.

Gráfico 23: Porcentagem dos níveis de Maturidade na cadeia da Construção Civil cearense



## 5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos percebe-se a importância que as novas tecnologias trazem para o setor da Construção Civil, no caso dessa pesquisa, as Tecnologias da Informação (TI) para o processo de industrialização da cadeia. Entre elas, destacam-se a importância do BIM e suas revoluções para o setor, benefícios esses múltiplos que puderam ser abordados nessa pesquisa. Podem-se salientar também as dificuldades e adaptações que o setor tem que adaptar para adotar o BIM, transformações essas baseadas em Tecnologia, Processos e Políticas.

Como produto desse estudo, conclui-se a existência de uma teia de relações bem sólida entre os agentes intervenientes no estado do Ceará e a representatividade das construtoras escolhidas para o estudo com organizações com mais anos de experiência de mercado e outras com menos tempo de uso, escolheu-se organizações com mais e menos experiência em BIM e que atuavam nos mais diversos nichos de mercado, justamente para garantir a representatividade dessa pesquisa.

Pode-se concluir também que a Matriz de Maturidade proposta por Succar foi a melhor comparada aos outras estudadas, justamente pelo seu caráter exploratório e sua divisão de forma mais organizada e de maior entendimento, em que se analisa não apenas a área tecnológica, mas também, os processos e as políticas que devem acompanhar essa mudança no setor da Construção Civil.

Conclui-se também com essa pesquisa um modelo de questionário que avalia os Estágios da organização e as Maturidades dos Estágios e das Capacidades BIM, com isso, tem-se um produto que pode ser usado para auto avaliação e conhecimentos internos das empresas acerca dos seus estágios, além de servir para pesquisas em outros estados e regiões, claro, com as devidas adaptações.

Com os resultados obtidos do questionário pode-se chegar a uma visão do cenário acerca da Maturidade BIM no estado do Ceará. Conclui-se que 70% das construtoras do estado estão em um Estágio 2 com o desenvolvimento de modelos colaborativos com usos mais robustos do BIM, percebeu-se também a existência de um expoente BIM no estado com o Estágio 3 e uma parcela de 20% um pouco mais atrasada em relação a esse quesito. Conclui-se também que de maneira geral a maturidade BIM no estado do Ceará está em um nível baixo-médio e médio com representação de 90% do setor, percebeu-se a existência de uma construtora com um nível médio-alto e não há ocorrência de maturidade inicial, o que serve de dados que provam o crescimento e a adoção do BIM no estado, no entanto, percebe-

se que ainda existem vários campos que precisam receber mais atenção para que se consiga chegar a níveis ainda melhores, mudanças essas baseadas em planos estratégicos de adoção que envolva planejamento de gastos e informatização das salas técnicas, mudanças contratuais que auxiliem as construtoras nesse processo de adoção, o estímulo ao estudo das ferramentas e processos BIM com políticas de treinamentos adequadas e a criação de metodologias e padronizações de fluxo de trabalho.

Apesar de todos esses dados apontados e analisados, existem limitações desse estudo, entre quais se podem destacar:

- Não participação dos *Stakeholders* dos outros agentes intervenientes;
- Não mensuração da Maturidade no nível de Escala Organizacional;
- Não mensuração da Maturidade do item Atividades e Fluxos de Trabalho da Capacidade de Processos.

Dentre as proposições para novos estudos envolvendo esse tema, sugere-se:

- Envolvimento de todos os *Stakeholders* da Construção Civil cearense;
- Mensuração da maturidade dos tópicos de Escalas Organizacionais e Atividades e Fluxo de Trabalho;
- Melhoramento do questionário, tornando-o ainda mais exploratório, de modo que se pode aumentar o nível de granularidade da pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, M.W. Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para Modelagem da Informação da Construção. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014, 225p.

BÖES, J. S.; LIMA, M. M. X.; BARROS NETO, J.P. Identificação dos Stakeholders Envolvidos no Processo de Desenvolvimento de Projetos na Cadeia da Construção Civil do estado do Ceará: O Primeiro Passo para a Adoção BIM. XVII Encontro Nacional de Tecnologia e Ambiente Construído. Foz do Iguaçu, 2018.

BÖES, J. S. Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) Aplicada ao Sistema de Qualidade de Obras – Estudo de Caso. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2015.

BRASIL, Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria e da Construção – Brasília: CBIC, 2016.

CARDOSO, F. H. Incentivo do Estado e Desenvolvimento: uma Análise sobre o Crescimento da Área da Construção Civil. Semana da Ciência Social, 24., 2013, Londrina. Anais eletrônicos...Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/semanacsoc/pages/arquivos/GT%208/Cardoso%20Fernando%20Henrique%20-%20Artigo.pdf>> Acesso em 19 out. 2018.

EASTMAN, C. et al. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, John Wiley & Sons, v. 1, p. 12-23, 2008.

FREEMAN, R. E. Divergent stakeholder theory. Strategic management: A stakeholder approach. Boston: Pitman, 1984.

KASSEM, M; AMORIM, S.R.L. Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia – Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil.

MANZIONE, L. Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

MORAES, R. M. M.; GUERRINI, F. M.; SERRA, S. M. B. Aplicação de Tecnologias de Informação no Setor da Construção Civil. XII SIMPEP – Bauru, São Paulo, 2006.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS E. T. A Indústria da Construção na Era da Informação. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003.

NATIVIDADE, V. G. Fraturas Metodológicas nas Arquiteturas Digitais. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, p. 61-108, 2010.

OLIVEIRA, V. F.; OLIVEIRA, E. A. de A.Q. O papel da indústria da construção na organização do espaço e do desenvolvimento regional. In: International Congress on University – Industry Cooperation, 4., 2012, Taubaté. Anais eletrônicos...Taubaté: Universidade de Taubaté, 2012. Disponível em: <<http://www.unitau.br/unindu/index.html>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

PONTES, J. M. P. C. J. Modelo de Maturidade BIM para a Indústria Nacional – Avaliação, Planejamento e Ação. 2016. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Técnico Lisboa, Lisboa, 2016.

PICCHI, F. A. Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção, 1993. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

RODRIGUES, A. R. S. Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em Empresas Projetistas de Arquitetura na Cidade de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2018.

ROSSETTO, C. R.; CUNHA C. J. C.C. A. A Importância dos Stakeholders no Processo de Adaptação Estratégica: Um Estudo de Caso na Indústria da Construção Civil. Minas Gerais: Universidade de Passo Fundo - NIPEM - Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Estratégia e Mudança Organizacional - Faculdade de Economia e Administração.

SANTOS, William Rodrigues Estudos de Caso de Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Microescritórios de Arquitetura. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2016.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM S. R. L.; LYRIO, A.M. Impactos do uso do BIM em escritórios de Arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. Gestão e Tecnologia de Projetos, v.4, n.2, p. 26-53, 2009.

SILVA, D. R. Inovação na Construção Civil – O Desafio do Uso de TIC como Vantagem Competitiva. São Paulo: Universidade de Taubaté, 2014.

SOLBERG, N.; Gerenciamento eficaz das partes interessadas usando as equipes principais. Project Management Institute (PMI), 2011. Disponível em :<[https://brasil.pmi.org/sitecore/content/brazil/KnowledgeCenter/Articles/~/\\_media/9022ADD02E6542CDB08F8D23F733EBA8.ashx](https://brasil.pmi.org/sitecore/content/brazil/KnowledgeCenter/Articles/~/_media/9022ADD02E6542CDB08F8D23F733EBA8.ashx)> Acesso em : 19 abril 2018.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, 2008.

SUCCAR, B.(2009): Building Information Modelling Maturity Matrix. In: Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies p.65-103. Austrália: IGI Publishing, nov. 2010.

SUCCAR, B. BIM Maturity Index. July 2016, the BIM Framework blog. Disponível em: <<http://www.bimframework.info/2013/12/bim-maturity-index.html>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

SANTOS, L. A. dos. Diretrizes para elaboração de planos da qualidade em empreendimentos da construção civil. 2003, 317 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica Universidade de São Paulo, 2003.

SIMÃO, P. S. Apresentação: desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013, Fortaleza: [S.n.], p. 6-7, 2013.

