

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA A**  
**IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM EMPRESAS PRIVADAS**

**VICTÓRIA ALBUQUERQUE DE FARIAS CARRAMASCHI**

**ORIENTADOR: LEONARDO DA SILVEIRA INOJOSA**

**CO-ORIENTADOR: EVANGELOS DIMITRIOS**  
**CHRISTAKOU**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL**  
**EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO / 2020**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA A  
IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM EMPRESAS PRIVADAS**

**VICTÓRIA ALBUQUERQUE DE FARIAS CARRAMASCHI**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

**APROVADA POR:**

---

**LEONARDO DA SILVEIRA PIRILLO INOJOSA, Dsc. (UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**EVANGELOS DIMITRIOS CHRISTAKOU, Dsc. (UnB)  
(CO-ORIENTADOR)**

---

**ELEUDO ESTEVES DE A. SILVA JUNIOR, Dsc. (UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**ALEXANDER JUSTI  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 09 de DEZEMBRO de 2020.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

CARRAMASCHI, VICTÓRIA ALBUQUERQUE DE FARIAS  
Fatores Críticos de Sucesso para a Implementação do BIM em Empresas Privadas  
[Distrito Federal] 2020.  
ix, 68 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2020)  
Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.  
1. BIM  
2. Adoção do BIM  
3. Indústria da Arquitetura, Engenharia e construção  
4. Fatores Críticos de Sucesso  
5. Transformação Digital da Construção Civil  
I. ENC/FT/UnB

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARRAMASCHI, V.A. F. (2020). Fatores Críticos de Sucesso para a Implementação do BIM em Empresas Privadas. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 68 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Victória Albuquerque de Farias Carramaschi

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Fatores Críticos de Sucesso para a Implementação do BIM em Empresas Privadas

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2020

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

**Victória Albuquerque de Farias Carramaschi**

SHIS QI 21 Conjunto 11

CEP: 71655-310 – Brasília/DF – Brasil

## RESUMO

O setor de Arquitetura, Engenharia, Construção (AEC) vivencia uma transformação de processos e mudança de paradigma, migrando para o *Building Information Modelling* (BIM). O BIM é caracterizado como um conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, promovendo benefícios como a interoperabilidade, análise de custos, riscos e tempo. Pesquisas anteriores indicam que o setor privado pode ser um grande beneficiário do BIM, pois além de reduzir o retrabalho e custos para a empresa, possui potencial de proporcionar maior valor nas entregas ao cliente, em cada etapa do ciclo de vida de uma edificação. Ainda assim, muitas organizações do setor privado ainda não possuem estrutura ou conhecimento sobre quais fatores influenciam no sucesso do processo de implantação, dado que a implantação do BIM envolve uma mudança de processos, *mindset*, cultura e políticas de uma empresa. Os resultados desse estudo têm como objetivo prover um melhor entendimento dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS), essenciais para implementação do BIM, bem como guiar os praticantes da indústria AEC a desenvolver estratégias adequadas para administrar efetivamente o processo de implementação.

**Palavras-chave:** Modelagem da Informação da Construção. Implantação do BIM. Fatores Críticos de Sucesso. Setor da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil. Transformação Digital na Construção Civil.

## ABSTRACT

The sector of Architecture, Engineering, Construction (AEC) is experiencing a transformation of processes and a paradigm shift, migrating to Building Information Modeling (BIM). BIM is characterized as a set of technologies and integrated processes that allows the creation, use and updating of digital models of a building, in a collaborative way, promoting benefits such as interoperability, analysis of cost, risk and time. Previous research indicates that private sector owners can be major beneficiaries of BIM, in addition to reduced rework and costs for the company, it has the potential to provide greater value in deliveries for the customers at each stage of the life cycle of a building. Although, many private sector organizations still unknow the structure or has the knowledge of what factors influence the success of the deployment process. The results of this study aim to provide a better understanding of Critical Success Factors (FCS), essential for the implementation of BIM, as well as guide practitioners in the

AEC industry to develop appropriate strategies to effectively manage the implementation process.

**Keywords:** Building Information Modelling. BIM Implementation. Critical Success Factors. Architecture, Engineering and Construction sector.

## RESUMEN

El sector de Arquitectura, Ingeniería, Construcción (AEC) está experimentando una transformación de procesos y un cambio de paradigma, migrando al *Building Information Modeling* (BIM). BIM se caracteriza por ser un conjunto de tecnologías y procesos integrados que permiten la creación, uso y actualización de modelos digitales de un edificio de forma colaborativa, promoviendo beneficios como la interoperabilidad, análisis de costos, riesgos y tiempo. Investigaciones anteriores indican que los propietarios del sector privado pueden ser los principales beneficiarios de BIM, pues además de reducir el retrabajo y los costos para la empresa, tiene el potencial de proporcionar un mayor valor en las entregas al cliente, en cada etapa del ciclo de vida de una edificación. Sin embargo, muchas organizaciones del sector privado aún carecen de la estructura o el conocimiento de los factores que influyen en el éxito del proceso de implementación. Los resultados de este estudio tienen como objetivo proporcionar una mejor comprensión de los Factores Críticos de Éxito (FCS), esenciales para la implementación de BIM, así como guiar a los profesionales de la industria AEC para desarrollar estrategias adecuadas para gestionar eficazmente el proceso de implementación.

**Palabras-clave:** Modelado de información de construcción. Implementación de BIM. Factores críticos del éxito. Sector de Arquitectura, Ingeniería y Construcción Civil.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	11
1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA .....	15
1.2.1. Objetivo Geral .....	15
1.2.2. Objetivos Específicos .....	15
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	16
2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) .....	17
2.1. DEFINIÇÃO DE BIM .....	17
2.2. PRINCIPAIS FUNCIONALIDADES DO BIM.....	17
2.2.1. Modelos Paramétricos .....	17
2.2.2. Interoperabilidade.....	17
2.3. CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO .....	18
2.4. BENEFÍCIOS DO BIM .....	19
2.5. BIM E AS ÁREAS DE CONHECIMENTO DO PMBOK.....	21
2.6. DESAFIOS .....	22
3. BIM COMO SOLUÇÃO .....	23
3.1. PROBLEMAS COMUNS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO .....	23
3.2. BIM: POR QUE IMPLEMENTAR? .....	24
3.3. IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO BRASIL E NO MUNDO .....	25
3.4. BIM E O GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....	28
3.5. OS FUNDAMENTOS DO BIM: TECNOLOGIA, PROCESSOS, PESSOAS .....	29
3.6. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	31
3.7. USOS DO BIM.....	33
4. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM .....	35
4.1. DEFINIÇÃO DE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.....	35

4.2.	IMPORTÂNCIA DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.....	35
4.3.	TIPOS DE FCS .....	36
5.	METODOLOGIA .....	38
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
6.1.	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	39
6.1.1.	Formulação da Questão.....	40
6.1.2.	Localização e Seleção dos Estudos .....	40
6.1.3.	Síntese e Análise dos estudos.....	41
6.1.4.	Resultados Obtidos.....	42
6.2.	QUESTIONÁRIO.....	44
6.3.	COLETA DE DADOS.....	44
6.4.	FILTRAGEM DE DADOS .....	45
6.5.	ANÁLISE DE DADOS .....	45
6.5.1.	Priorização dos Fatores Críticos de Sucesso .....	48
6.5.2.	Priorização dos Benefícios Percebidos com o Uso do BIM.....	52
6.5.3.	Análise das Perguntas Abertas .....	55
7.	CONCLUSÕES.....	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
	APÊNDICE A1 – QUESTIONÁRIO.....	63

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil .....	19
Figura 2.2 - Áreas de Conhecimento do PMBOK em comparação com os papéis do BIM na gestão de projetos da construção civil .....	22
Figura 3.1 - Curva de McLeamy .....	24
Figura 3.2 - Porcentagem de Contratantes que citam o BIM como um dos três maiores benefícios de sua empresa .....	25
Figura 3.3 - Percentual de Empreiteiras em Cada Nível de Maturidade do BIM (por país) ....	26
Figura 3.4 - Adoção do BIM no Reino Unido ao longo dos anos .....	27
Figura 3.5 - Adoção do BIM no mundo - Investimento em processos de BIM .....	27
Figura 3.6 - Retorno sobre o Investimento percebido no BIM.....	28
Figura 3.7 - O “Triângulo de Ferro” do Gerenciamento de Projetos .....	28
Figura 3.8 - Os fundamentos do BIM.....	30
Figura 3.9 - Principais passos para um projeto de implementação BIM.....	32
Figura 3.10 - Exemplo de Sumário do Plano de Execução BIM.....	33
Figura 3.11 - Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento .....	34
Figura 5.1 - Fluxograma do projeto.....	38
Figura 6.1 - Modelo de Revisão Sistemática da Literatura .....	40
Figura 6.2 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos pesquisados.....	41
Figura 6.3 - Perfil da organização .....	45
Figura 6.4 - Área de atuação da organização.....	45
Figura 6.5 - Quantidade de funcionários da organização .....	46
Figura 6.6 - Estados de atuação da organização .....	46
Figura 6.7 - Faturamento médio anual da organização .....	47
Figura 6.8 - Função do respondente na organização .....	47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1- Comparação entre os Decretos nº 9.377 e nº 9.983.....	12
Tabela 4.1 - Esferas e Métricas para Implementação do BIM .....	36
Tabela 6.1 - Palavras-chave de pesquisa utilizadas.....	41
Tabela 6.2 - Nome dos Artigos e Código Relacionada para Apresentação dos Resultados.....	42
Tabela 6.3 - Fatores Críticos de Sucesso para a implementação do BIM. ....	43
Tabela 6.4 - Tempo de trabalho na Indústria AEC x Quantidade de empresas.....	48
Tabela 6.5 - Tempo de trabalho na Indústria AEC x Tempo de trabalho com BIM.....	48
Tabela 6.6 - Avaliação do grau de importância dos FCS da implantação do BIM em organizações privadas.....	50
Tabela 6.7 – Comparativo do grau de importância dos FCS para implantação do BIM em organizações privadas entre a pesquisa feita pela autora e a revisão bibliográfica.....	51
Tabela 6.8 - Avaliação dos FCS em subgrupos amostrais .....	52
Tabela 6.9 - Avaliação do grau de importância dos benefícios percebidos com o uso do BIM em organizações privadas.....	53
Tabela 6.10 - Avaliação dos Benefícios em subgrupos amostrais .....	54
Tabela 6.11 – Como as organizações avaliadas lidam/lidaram com os desafios encontrados na adoção do BIM .....	55
Tabela 6.12 - Impacto dos benefícios citados na adoção do BIM pelas organizações avaliadas .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

Em 10 anos, espera-se que a disseminação de processos e tecnologias relacionadas ao *Building Information Modelling* (BIM) aumente o Produto Interno Bruto (PIB) do setor da construção civil em 28,9%, (Ministério da Indústria, Comércio, Serviços e Inovação do Ministério da Economia, 2019). Após um período de déficit de 20 trimestres, a construção civil voltou a crescer em abril de 2019. De acordo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor de construção civil emprega quase 2 milhões de trabalhadores formais, e representa 4,8% do Valor Adicionado Bruto Nacional e 22,4% do Valor Adicionado Bruto da Indústria.

Pensando na melhoria das práticas de construção civil e um impacto ainda maior no PIB nacional, algumas ferramentas vêm sendo estudadas ao redor do mundo. Dentre elas, a introdução da Modelagem da Informação da Construção ou *Building Information Modelling* (BIM) tem se consolidado como um novo *framework* para o desenvolvimento de empreendimentos de arquitetura e de engenharia.

Definido como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção (EASTMAN, 2008). De acordo com a Autodesk (s.d.), o BIM é a "chave para o sucesso de todos os empreendimentos, é o entendimento preciso e claro entre arquitetos, engenheiros, profissionais de construção [...]", sendo um processo integrado que amplia a compreensão do empreendimento e viabiliza a visibilidade dos resultados.

Entre os benefícios trazidos pelo BIM estão a melhora na eficiência e na sustentabilidade de projetos e da construção civil em geral, o aprimoramento da previsibilidade de resultados de projeto e retorno de investimentos e o aumento das exportações, que conseqüentemente estimulam o crescimento econômico (KASSEM, 2015).

Desse modo, pode-se dizer que, atualmente, a indústria da construção está passando por uma mudança de paradigma com a introdução dos conceitos e tecnologias do BIM. A indústria da construção no Brasil está entre as maiores do mundo, sendo responsável por 2% da indústria global. A adoção dos conceitos e ferramentas BIM em uma indústria tão grande pode levar a um impacto significativo nos três objetivos mencionados acima. Nesse contexto, os agentes que elaboram e executam políticas no Brasil procuram desenvolver iniciativas para aumentar a difusão do BIM no setor de construção. (KASSEM, 2015).

Muitos foram os diálogos da legislação brasileira e o incentivo ao uso do BIM no Brasil. Um grande marco foi o lançamento da Estratégia BIM BR em maio de 2018, pelo governo federal. A iniciativa, coordenada pela pelo Ministério da Economia e que contou com a participação de outras cortes do governo, busca promover a modernização e a transformação digital do setor da construção. Com a estratégia, o governo federal pretende que, até 2028, os custos da construção sejam reduzidos em 9,7% e a produtividade cresça 10% (Estratégia BIM BR; Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2018).

O impacto do BIM não se limita às edificações, mas alcança desde a indústria de produtos e materiais, passa pelos projetos e obras de edifícios, estradas e outros tipos de infraestrutura e se prolonga pela manutenção e desmonte ou reuso destas obras. Entretanto, o setor da construção de edifícios pode ser visto como elemento central deste processo de difusão, pois cria demanda para os demais setores e assim sendo, neles orienta a difusão do BIM.

Sua implantação ocorre por meio de um conjunto de aplicativos que se articulam em “plataformas tecnológicas”, compostas por aplicativos interoperáveis de um mesmo ou de diferentes fornecedores. Como resultado dessa implementação, os projetistas conseguem maior produtividade, eficácia e efetividade, gerando informação mais aprofundada e consistente (KASSEM, 2015).

Alguns dos benefícios mais reportados em relação ao uso do BIM, conforme citado anteriormente, são os de redução do custo e do tempo gastos, além do aumento controle do ciclo de vida do projeto. Para esta implantação ocorrer, o projetista ou gestor necessita de um novo conjunto de conhecimentos e habilidades, bem como a empresa necessita de uma estrutura organizacional preparada para a recepção desse novo molde de operação e elaboração de projetos. Dessa forma, muitos são os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) que podem ser adereçados para o sucesso de sua implantação (BRYDE *et al.*, 2013).

Sendo a adoção do BIM é um processo complexo que exige o desenvolvimento de uma estratégia que compreenda a maturidade da organização (SACKS, 2016), o objetivo principal deste trabalho é identificar os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para implantação do BIM por organizações privadas, contribuindo para uma maior compreensão das variantes do processo para implementações bem-sucedidas no setor privado da AEC.

## 1.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

No ano de 2018, o Presidente Michel Temer assinou o primeiro decreto relacionado ao BIM, de nº 9.377, que instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil para estimular a propagação e utilização da tecnologia, bem como sua adoção no setor público a nível nacional.

No ano seguinte, 2019, após a mudança de governo do país, foi anunciada a revogação de 250 decretos com o objetivo de "simplificar a pesquisa de legislação". Logo após esta revogação, foi votado um novo Decreto, de nº 9.983, que dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e institui o Comitê Gestor da Estratégia do BIM (CG BIM), similarmente ao Decreto nº 9.377. Na Tabela 1.1- Comparação entre os Decretos nº 9.377 e nº 9.983, dispõe-se sobre as principais mudanças entre os Decretos.

Uma das propostas de trabalho do Comitê, da realização de videoconferências para reunir membros fora do Distrito Federal, já remete a uma parte do BIM: Maior redução de custos, evitando deslocamentos, e maior colaboração em prol de um país melhor.

Sendo a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) um grande prestador de serviços do Setor Público, o Governo Federal visa utilizar a Estratégia BIM BR como um instrumento para disseminar o uso do BIM na Indústria AEC.

A utilização e a exigência do BIM, entretanto, devem ser realizadas de modo escalonado, de modo a conferir tempo necessário para o mercado adequar-se às condições e para que o próprio setor público possa se estruturar apropriadamente. Os principais objetivos dessa aderência por parte dos prestadores de serviço são: aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM); reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM); aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM) e elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no status quo, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).

Tabela 1.1- Comparação entre os Decretos nº 9.377 e nº 9.983

Mudanças		Decreto nº 9.377 (17 de maio de 2018)	Decreto nº 9.983 (22 de agosto de 2019)
<b>Objetivo</b>		Aumentar o PIB da Construção Civil que adota o BIM de 5% para 28,9% até 2028.	
<b>Comitê Gestor (CG-BIM)</b>	<b>Número de Ministérios</b>	9	7
	<b>Competências</b>	VII - expedir recomendações necessárias ao exercício de sua competência; IX - opinar sobre temas relacionados às suas competências; e X - elaborar e aprovar seu regimento interno.	Incisos retirados.
	<b>Periodicidade das Reuniões Ordinárias</b>	A cada 4 meses	A cada 3 meses
	<b>Caráter das Reuniões</b>	-	Os membros do Comitê que não residam no Distrito Federal podem participar das reuniões através de videoconferências.
	<b>Composição dos Representantes</b>	I - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, que o presidirá; II - Casa Civil da Presidência da República; III - Ministério da Defesa; IV - Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil; V - Ministério da Saúde; VI - Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; VII - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; VIII - Ministério das Cidades; e IX - Secretaria-Geral da Presidência da República.	I - Ministério da Economia, por meio da Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, que o presidirá; II - Casa Civil da Presidência da República, por meio da Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos; III - Ministério da Defesa; IV - Ministério da Infraestrutura; V - Ministério da Saúde; VI - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; e VII - Ministério do Desenvolvimento Regional.
<b>Grupos de Trabalho</b>	<b>Funções</b>	I - O CG-BIM poderá criar Grupos de Trabalho para prover os subsídios técnicos necessários ao exercício de suas atribuições; II - terão prazo de duração limitado; e III - somente poderão ser integrados por servidores e militares dos órgãos representados no CG-BIM	I - Serão compostos na forma de ato do Comitê Gestor da Estratégia BIM BR; II - não poderão ter mais de sete membros; III - terão caráter temporário e duração não superior a um ano; e IV - estarão limitados a cinco operando simultaneamente.
<b>Regimento Interno</b>	<b>Elaboração e Aprovação</b>	Caberá ao Comitê Gestor da Estratégia BIM BR - CG-BIM.	Caberá à Secretaria-Executiva que será exercida pela Secretaria de Desenvolvimento da Indústria, Comércio, Serviços e Inovação da Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade do Ministério da Economia.

Fonte: Elaboração Própria (2020)

Outrossim, no dia 02 de abril de 2020, foi aprovado o Decreto nº 10.306, que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia. O decreto reforça que o BIM será implementado de forma gradual, com passos mínimos determinados, mas deixa em destaque que outros órgãos do governo podem, se preparar para ampliar o recorte indicado de 2021 até 2028 (CBIC, 2019).

As principais mudanças entre o Decreto de nº 9.983, de 2019, e o publicado em 2020 estão na revogação dos artigos 12 ao 16, sendo esses vinculados às fases e definições dos padrões BIM Nacionais. Ele aborda os agentes que disseminarão a estratégia, ao mesmo tempo que proporciona liberdade aos órgãos para delimitação da agenda. O terceiro artigo, que antes instituíra o comitê BIM, agora define os parâmetros e terminologias da estratégia BIM Nacional, bem como os itens, componentes e projetos aos quais estarão submetidos. O quarto artigo define o calendário do processo, como as fases e marcos legais, como prazos e exigências única para entregas dos novos projetos em BIM. Em suma, a maior mudança está no artigo 6º, em relação às obrigações mínimas aos contratados.

Outro grande detalhe está no inciso 9 do artigo, onde diz que os profissionais contratados devem comprovar experiência ou formação em BIM. Além disso, o 7º artigo fala da transição de antigos projetos para os novos padrões BIM, sendo possível contratar empresas para o serviço. Essa abertura abre novas demandas para licitações e serviços no âmbito da Indústria da AEC.

De modo complementar, no dia 10 de dezembro de 2020, o Senado Federal aprovou o Projeto de Lei 4.253/2020, que cria a nova Lei de Licitações. O texto unifica três leis: a Lei das Licitações (Lei 8.666/1993), a Lei do Pregão (Lei 10.520/2002) e o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC – Lei 12.462/11), além de agregar temas relacionados. A Lei é aplicável às três esferas de governo: União, estados e municípios.

No que tange ao BIM, foi incluído no capítulo II, seção I (Da Instrução do Processo Licitatório) do Projeto de Lei 4.253/2020, o seguinte trecho:

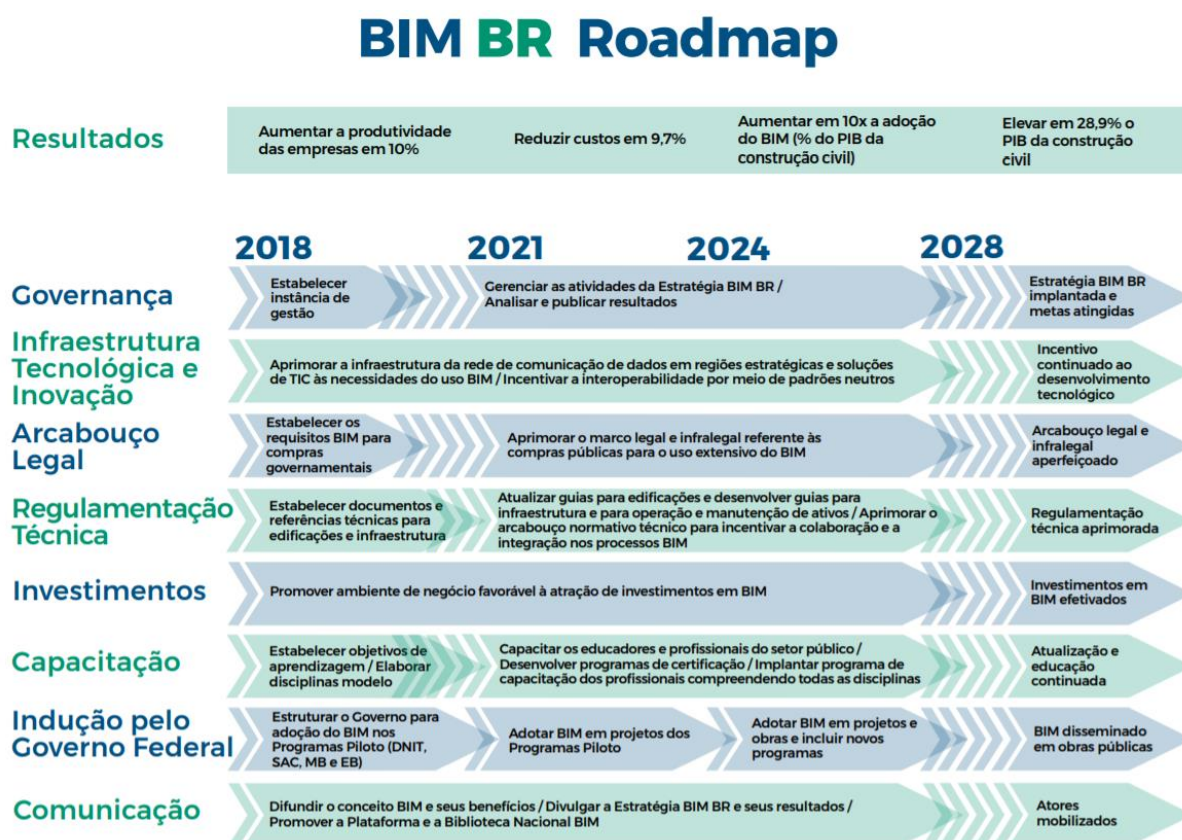
Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modelling* – BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.

O principal objetivo do PL é atualizar e modernizar a legislação, a partir da promoção à adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia.

Desse modo, retornamos à Estratégia BIM BR, e destacamos como ela propõe a utilização e a exigência do BIM no Brasil, em consonância às novas Leis aprovadas em 2020. Essa adoção, na Estratégia, é desdobrada em três fases, conforme a Figura 1.1 - BIM BR Roadmap.

Os agentes que terão como obrigatoriedade o uso do BIM na primeira fase, a iniciar dia 1 de janeiro de 2021, são: Ministério da Defesa e Ministério da Infraestrutura, em relação a serviços de arquitetura e engenharia, bem como as obras executadas; Exército, Marinha e Força Aérea Brasileira, em relação a execução dos serviços e obras nos imóveis que estão sob sua jurisdição; e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), para reforço e reabilitação estrutural de obras de arte especiais.

Figura 1.1 - BIM BR Roadmap



Fonte: Estratégia BIM BR - Governo Federal (2018)

A partir de pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV) de 2018, 9,2% das empresas do setor da construção aderiram ao BIM na sua rotina de trabalho, o que corresponder a 5% do

PIB da Construção Civil. Nota-se que a adesão ainda é baixa, tendo em vista o impacto que isto poderia causar na economia.

Nesse sentido, nota-se a importância de ações governamentais voltadas à modernização da indústria nacional, bem como a capacitação de profissionais para a utilização do BIM, a fim de garantir o mercado de trabalho aos especialistas do próprio país (FERREIRA, 2017). O fato de que as empresas contratadas para licitações do governo são empresas privadas é o grande incentivo a adoção do BIM por empresas do setor da AEC. Essa adoção, como citado, pode ter grande impacto na economia brasileira e ser decisiva para a digitalização e modernização das empresas.

Alguns trabalhos anteriores (WON *et al.*, 2013; CHIEN *et al.*, 2014; JONES; LAQUIDARA-CARR, 2016; ANTWI-AFARI *et al.*, 2018) iniciaram a identificação dos fatores de risco críticos, fatores chaves de sucesso e fatores críticos de sucesso relacionados ao processo de adoção do BIM. Esta pesquisa analisa estudos encontrados que tenham proposto e avaliado FCS relacionados à implantação por organizações privadas, e visa a aplicação de uma pesquisa para identificar quais fatores geram maior impacto positivo na implementação.

## **1.2.OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é identificar os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) que auxiliam na implantação do BIM por organizações privadas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Identificar as principais funcionalidades, benefícios e desafio da implementação do BIM;
- b) Identificar oportunidades para uso do BIM no setor privado da AEC;
- c) Identificar, na literatura, fatores críticos e ações potenciais que influenciam no sucesso da implantação do BIM por organizações privadas;
- d) Avaliar e priorizar por ordem de criticidade os Fatores Críticos de Sucesso para implantação do BIM por organizações privadas.

## **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, que possibilitam revisar conteúdos, entender o contexto, os objetivos e o método do estudo, necessários para o desenvolvimento do trabalho, a apresentação e discussão dos resultados e os resultados esperados.



A parte introdutória apresenta os temas abordados neste trabalho, além de trazer as justificativas, questões, objetivos e a delimitação da pesquisa.

No Capítulo 2 é revisada a literatura sobre o BIM, que traz a sua definição, os principais conceitos, benefícios e funcionalidades, assim como sua relação com o gerenciamento de projetos e o PMBOK.

No Capítulo 3, é revisada a literatura sobre setor privado da indústria AEC, os desafios enfrentados, justificativas para implementar o BIM e a sugestão da elaboração do Plano de Execução BIM. Por fim, citam-se os principais tipos de uso do BIM percebidos nas organizações.

A revisão da literatura sobre Fatores Críticos de Sucesso compõe o Capítulo 4, que traz a sua definição, os principais tipos e sua importância para alcançar uma implementação efetiva e com sucesso do BIM.

No Capítulo 5 é apresentada a descrição da estrutura metodológica adotada neste trabalho, com as quatro etapas necessárias do método da Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

O Capítulo 6 traz os resultados obtidos com a pesquisa, executada ao longo do 1º semestre de 2020, e análises numéricas. O capítulo 7 traz a conclusão do projeto e pontos de aprendizado e de aprofundamento para pesquisas futuras. Em seguida, apresentam-se as referências bibliográficas e o apêndice com o questionário do levantamento realizado.

#### **1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO**

O trabalho tem como foco o estudo da adoção do BIM em empresas privadas, em função do incentivo cada vez maior pela adoção de novas tecnologias por parte do governo brasileiro.

Não foi selecionada uma determinada organização privada ou empreendimentos de construção civil para estudo, uma vez que o principal objetivo do trabalho é identificar os Fatores Críticos de Sucesso que estão presentes na grande maioria das organizações privadas.

Com relação a avaliação dos FCS identificados, a investigação adotada envolve uma amostra de profissionais brasileiros, dentre aqueles que trabalham em organizações e/ou são especialistas no uso do BIM. Dessa forma, os FCS avaliados e priorizados são adequados à realidade e ao contexto brasileiro, assim como de países em desenvolvimento com limitada disseminação do BIM em seus processos governamentais.

Por fim, não serão desdobradas as fases e ações necessárias para adoção do BIM, deixando como sugestão para futuros estudos um aprofundamento na elaboração de planos de implementação e execução do BIM.

## **2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

*“Conseguir antecipar cenários, identificando previamente erros de projeto e interferências construtivas e, ainda, ter maior controle sobre custos e cronograma é uma das buscas incansáveis das empresas da Construção.” (CBIC, 2012)*

### **2.1. DEFINIÇÃO DE BIM**

BIM, ou *Building Information Modeling*, é um conceito que surgiu há mais de trinta anos, apresentado por Chuck Eastman no Jornal AIA (*American Institute of Architects*) (ABDI, 2017). Desde seu conceito inicial, o BIM considera rotinas como a interação entre elementos e suas representações e uma abordagem de componentes virtuais para a representação da construção em um modelo virtual. Segundo Eastman, “BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações” (EASTMAN, 2008).

De acordo com o CBIC (2016), BIM é uma nova plataforma da tecnologia da informação aplicada à construção civil e materializada em novas ferramentas (softwares), que oferecem novas funcionalidades e que, a partir da modelagem dos dados do projeto e da especificação de uma edificação ou instalação, possibilitam que os processos atuais, baseados apenas em documentos, sejam realizados de outras maneiras (baseados em modelos) muito mais eficazes.

### **2.2. PRINCIPAIS FUNCIONALIDADES DO BIM**

#### **2.2.1. Modelos Paramétricos**

Dentre suas funcionalidades, destaca-se o objeto 3D BIM, paramétrico e inteligente, que apresenta informações sobre si próprio, além do seu relacionamento com outros objetos e com o entorno ou ambiente no qual está inserido. As regras paramétricas para os objetos modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção ou quando modificações são feitas em objetos associados. Desse modo, ao realizar uma mudança, o BIM é capaz de reconhecê-la e ajustar o objeto às novas características, mantendo, assim, a consistência técnica e a coerência construtiva do modelo BIM em desenvolvimento.

#### **2.2.2. Interoperabilidade**

O processo de projeto envolve muitas fases e diferentes participantes. Estes necessitam trocar informações ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, da construção e do uso. Porém, dificuldades na troca da informação, devido à baixa interoperabilidade, aparecem como fatores limitantes do uso do BIM no processo de projeto. A interoperabilidade é entendida como a

capacidade de identificar os dados necessários para serem passados entre aplicativos (EASTMAN *et al.*, 2008).

Para que se tenha uma boa interoperabilidade é de fundamental importância a implementação de um padrão de protocolo internacional de trocas de dados nos aplicativos e nos processos do projeto. O principal protocolo usado hoje é o *Industry Foundation Classes* (IFC), que é um modelo de dados do edifício baseado em objetos, não proprietário. Essas estruturas organizacionais garantem a interoperabilidade entre os diferentes aplicativos das diferentes fases ou etapas do projeto e entre diferentes idiomas eventualmente em uso pela equipe.

Segundo Howell e Batcheler (2004 *apud* MANZIONE, 2013):

A interoperabilidade é crítica para o sucesso do BIM. O desenvolvimento de padrões de dados abertos e o acesso “não proprietário” para os dados do BIM é uma prioridade urgente para a indústria se quisermos evitar as ineficiências e os problemas recorrentes de reentrada de dados. A interoperabilidade permitirá o reuso de dados de projeto já desenvolvidos e assim garantindo consistência entre cada um dos modelos para as diferentes representações do mesmo edifício. Dados consistentes, acurados e acessíveis por toda a equipe de projeto irão contribuir significativamente para mitigar os atrasos e os custos adicionais.

### **2.3. CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO**

Outro aspecto importante do BIM é sua aplicabilidade ao longo de todo o ciclo de vida das edificações, desde a concepção até o descomissionamento, com reuso ou demolição, como mostra a Figura 2.1 - Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil. Isto acontece porque a estrutura descritiva e de classificação a ser aplicada ao longo dos processos deve considerar todas as atividades, produtos, elementos e processos que podem ocorrer ao longo de todo o ciclo. Portanto, a adoção do processo BIM implica o reconhecimento dos processos operacionais da empresa para viabilizar a estruturação do processo de implantação (ABDI-MDIC, 2017).

A partir desse referencial, serão apresentados os elementos pelos quais o BIM interage (Tecnologia, Processos e Pessoas), o ciclo de vida de uma edificação e os aspectos técnicos do BIM, fundamentais para compreensão de sua importância e impacto na Indústria da Arquitetura, Engenharia e construção Civil (AEC).

Figura 2.1 - Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil



Fonte: CBIC (2016)

## 2.4. BENEFÍCIOS DO BIM

O BIM possui alguns recursos específicos que podem ser efetivamente usados no gerenciamento de projetos. Esses recursos, que são cada vez mais desenvolvidos, podem ser resumidos da seguinte forma (LAHDOU & ZETTERMAN, 2011 e ROKOOEI, 2015):

- a) **Detecção de Confrontos:** Um dos problemas comuns dos planos de diferentes disciplinas para um projeto de construção é a inconsistência de design geométrico. Esse problema ocorre quando há uma sobreposição entre planos de diferentes disciplinas. Usando o BIM, seria possível reunir os planos e detectar os confrontos. Modificando os problemas de estética é outra possibilidade de realizar essa verificação visual.
- b) **Construtibilidade:** Usando o BIM, seria possível para colegas de equipe em um projeto revisar e lidar com problemas de construtibilidade, caso necessário, e minimizar o uso de RFIs (do inglês, *Request for Information*, que pode ser traduzido como pedido de informação). Empresas contratadas para uma obra podem requerer mais detalhes e explicações sobre o projeto, e para obtê-los, o fazem através de RFIs. Dependendo da demanda, essas solicitações causam impacto considerável no planejamento e no orçamento da obra, pois normalmente exigem adequações do projeto. Além disso, com a construtibilidade, informações visuais podem ser fornecidas a partir de uma perspectiva vantajosa para mostrar os problemas. Essas informações visuais que acompanham a marcação permitem investigações adicionais para encontrar soluções e, assim, mitigar os riscos.
- c) **Análise:** Ajudar os gerentes de projeto, designers e engenheiros a fazer mais análises e permitir uma melhor tomada de decisão é outro aspecto do BIM. Ao vincular as informações do modelo de construção às ferramentas apropriadas, seria possível analisar o consumo de energia de uma edificação e, em seguida, encontrar melhores soluções como mudança de materiais, orientação destes, dentre outros.

- d) Estimativa de Tempo e Custo (4D e 5D): Segundo Andersson *et al.* (2016), os modelos BIM são geralmente mais precisos do que métodos convencionais e podem ser ligados diretamente aos dados de custos, auxiliando o planejamento financeiro da obra. As estimativas de tempo e custo, denominadas como 4D e 5D, podem ser utilizadas adequadamente nas primeiras etapas de um projeto e facilita o processo de tomada de decisão com custo e tempo mínimos necessários. Além disso, o BIM tem a capacidade de simular as várias alternativas para um projeto de construção e, portanto, ajuda os gerentes de projeto e executivos a prever com segurança os impactos de suas decisões.
- e) Integração: A equipe do projeto pode lidar e interagir com um modelo unificado quando um modelo composto é construído a partir de um amálgama de várias disciplinas modelos. Tendo essa capacidade e, através das diferentes fases de um projeto de construção, o BIM pode coordenar as atividades de design, análise e construção de um projeto, resultando na integridade dos projetos.
- f) Quantidade de decolagem: As decolagens de quantidade em um modelo BIM podem ser muito úteis para as equipes e gerentes de projeto analisarem suas decisões e ter uma visão clara e confiável de várias alternativas na fase de projeto ou mesmo durante o ciclo de vida do projeto, conforme mostrado na Figura 2. Como existe a possibilidade de integração entre o modelo BIM e um banco de dados contendo estimativa de custo, uma estimativa precisa pode ser obtida mais rapidamente.
- g) Modelos baseados em Elementos: Como os modelos BIM geralmente são compostos de objetos - e não geometrias, como linha, superfície, etc. - todo o modelo pode ser dividido em um número específico de objetos menores. Esta repartição torna possível ter um escopo definido e claro de projetos. A distinção entre os elementos resultará em um melhor desenho da gestão, estimativa e construção.
- h) Colaboração e Construção de Time: A colaboração e a formação de time são outro fator-chave para o sucesso do BIM em projetos de construção. Todos os esforços feitos por várias especialidades em um projeto são unificados e aplicados a um modelo. Isso resulta em uma correspondência direta e formação de time. Todas as disciplinas precisam trabalhar em um modelo unificado como time e ter uma colaboração eficaz durante um projeto usando o conceito BIM.
- i) Comunicação: A natureza de um modelo unificado para inserir, modificar e analisar os dados nos modelos BIM melhorará comunicação e colaboração entre todas as partes envolvidas na construção do projeto, incluindo os gerentes de projeto,

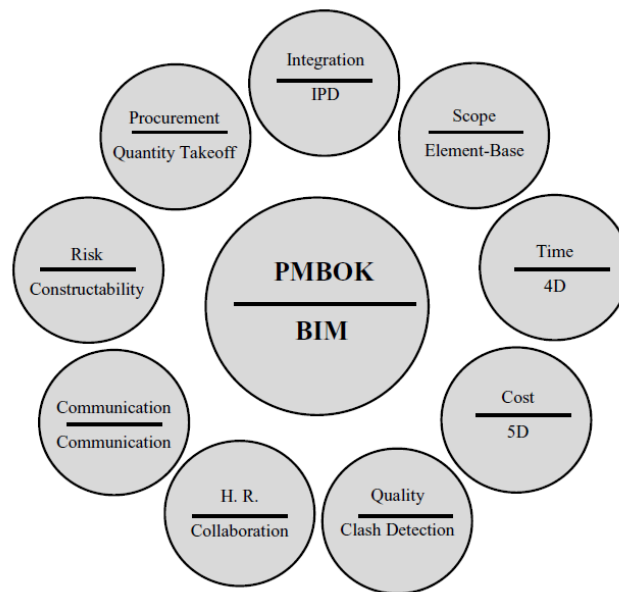
arquitetos, engenheiros e contratados. Esses modelos exclusivos da edificação facilitam a comunicação durante todo o projeto e diminuem as disputas entre diferentes partes.

## **2.5. BIM E AS ÁREAS DE CONHECIMENTO DO PMBOK**

O gerenciamento integrado é a primeira área do PMBOK (*Project Management Body of Knowledge* ou Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos), e apresenta a mesma função que o BIM. O BIM integra os documentos, planos e esforços de todas as partes envolvidas em um projeto. Ele é também é um ambiente baseado em objetos que podem categorizar diferentes elementos de um edifício e dividi-los em diferentes grupos, como o que ocorre no escopo do gerenciamento de um projeto (ROKOOEI, 2015).

Conforme citado anteriormente, uma das funcionalidades do BIM é sua capacidade de gerenciar tempo e custo ou o que é chamado de 4D e 5D. Isso é semelhante às áreas de gerenciamento de custos e tempo do projeto no padrão PMBOK. A detecção de confrontos/sobreposições no BIM atua como um processo de qualidade que reconhece, modifica visualmente e analisa os confrontos suaves e difíceis. Colaboração e formação de equipes no BIM é o que o gerenciamento de recursos humanos considera como uma área do gerenciamento de projetos. A comunicação é uma também é uma característica principal que facilita o profissional relacionamento entre todas as partes, incluindo gerentes de projeto, arquitetos e engenheiros, criando canais de comunicação eficazes e diretos. Finalmente, o gerenciamento de compras seria possível decolagens em quantidade produzidas pelo BIM. Além disso, as alterações em qualquer item podem ser facilmente refletidas no custo e no tempo (FAZLI *et al.*, 2014).

Figura 2.2 - Áreas de Conhecimento do PMBOK em comparação com os papéis do BIM na gestão de projetos da construção civil



Fonte: Rokoei (2015)

## 2.6. DESAFIOS

Apesar do BIM apresentar diversas características que influenciem na qualidade de um projeto, muitos são os desafios para sua implementação. Gajendran *et al* (2012), analisa que os desafios da adoção do BIM perpassam por questões técnicas, habilidades e treinamentos da equipe, procedimentos legais e custo dos softwares, conforme cita “melhorar a interoperabilidade, a funcionalidade do software, habilidades, treinamento, instalações e estabelecer protocolos de implementação claros são os principais desafios de adoção do BIM”.

No capítulo seguinte, partindo das áreas de conhecimento do PMBOK, serão definidas áreas, fatores e suas respectivas descrições para definir quais fatores podem influenciar no sucesso da implementação do BIM em uma empresa privada.

### 3. BIM COMO SOLUÇÃO

#### 3.1. PROBLEMAS COMUNS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Uma característica fundamental do setor da AEC, que leva a resultados insatisfatórios, é a falta de uma visão "holística" de toda a equipe do projeto do ciclo de vida do ativo que estão construindo. Isso significa que, normalmente, a equipe de design trabalha normalmente separada dos demais *stakeholders*, principalmente aquelas responsáveis por o ativo após a construção e entrega.

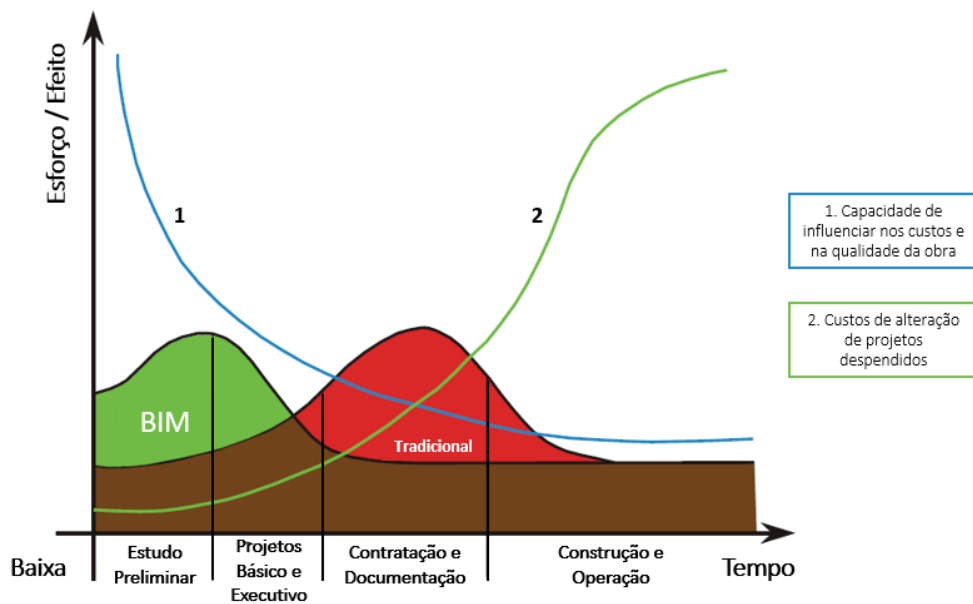
Isso frequentemente leva a várias questões que os designers nem sequer consideram, enquanto algumas destas questões podem ser simples e diretas para se resolverem caso os gerentes estivessem envolvidos na fase de design. Existem vários problemas de construtividade que poderiam ser pequenos caso os contratantes estivessem envolvidos no processo em uma fase anterior ou no início do ciclo de vida.

Uma das principais mudanças no processo de projeto de arquitetura, engenharia e construção é apresentada na curva de *McLeamy*, onde é comparado o processo BIM com outros processos, como o de tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD). A Figura 3.1 - Curva de *McLeamy* ilustra o processo.

No desenvolvimento BIM, a concentração das decisões de projeto acontece em uma etapa anterior à do tradicional, quando o seu impacto é maior e o custo das alterações de projeto é menor. Esse maior esforço inicial resulta, conseqüentemente, em menor esforço nas fases posteriores, e um menor retrabalho durante a etapa de obras. Quanto menos alterações nas fases posteriores, menos desperdício de mão de obra, materiais e tempo, resultando em reduções de custos e prazos e mais qualidade final para os empreendimentos (MDIC, 2015).



Figura 3.1 - Curva de *McLeamy*



Fonte: Adaptado de Kumar (2015)

### 3.2. BIM: POR QUE IMPLEMENTAR?

De acordo com Gajendran *et al* (2012), “O uso do BIM pode aumentar o valor comercial de empresas individuais, por meio de marketing aprimorado, produtividade e escala dos negócios”. É possível identificar várias áreas chave onde as empresas que adotam BIM geraram valor adicional, principalmente a partir de três pontos: aumento do entendimento do objetivo do projeto, redução de conflitos durante a construção e melhor controle de custos, características operacionais do BIM, citadas no Capítulo 2.

Na tabela abaixo, ilustra-se os resultados da pesquisa de *McGraw Hill* (2014), a respeito dos benefícios de implementação do BIM. De acordo com a pesquisa, os principais benefícios percebidos foram redução de erros e omissões, redução no tempo dos trabalhos e do retrabalho.

Figura 3.2 - Porcentagem de Contratantes que citam o BIM como um dos três maiores benefícios de sua empresa

Valor internacional do BIM	América do Norte (2009)				Europa (2010)			
	Não responderam	Poucos/Nenhum	Moderado	Alto/Muito alto	Não responderam	Poucos/Nenhum	Moderado	Alto/Muito alto
Menos reclamações	14%	40%	26%	20%	13%	38%	26%	23%
Aumento nos lucros	2%	46%	31%	21%	4%	26%	33%	37%
Manter negócios com antigos clientes	5%	31%	28%	36%	3%	28%	32%	37%
Marketing do novo negócio para novos clientes	2%	22%	27%	49%	3%	26%	25%	46%
Oferecer novos serviços	2%	24%	27%	47%	4%	18%	31%	47%
Melhores saídas dos projetos construídos	2%	25%	25%	48%	0%	36%	37%	27%
Recrutamento e retenção de funcionários	6%	43%	30%	21%	10%	34%	36%	20%
Redução no custo de construção	6%	37%	32%	25%	4%	36%	30%	30%
Redução nos erros e nas omissões de documentos da construção	4%	21%	28%	47%	2%	13%	24%	61%
Redução do ciclo de tempo de trabalhos/atividades	3%	41%	29%	27%	4%	16%	28%	52%
Redução do tempo de duração do projeto	3%	41%	29%	27%	2%	24%	33%	41%
Redução do retrabalho	3%	25%	27%	45%	7%	18%	25%	50%
Funcionários mais novos aprendendo como construções comunicadas se implementam	6%	33%	30%	31%	7%	26%	32%	25%

Fonte: Adaptado de McGraw Hill (2014)

Outro motivo latente para a implementação do BIM são os retratos da pesquisa “Transformação Digital: O Futuro da Construção Conectada” do IDC (*International Data Corporation*), que mostra que 73% das empresas de construção do mundo acreditam que a transformação digital é prioridade para promover mudanças necessárias em processos, modelos de negócios e ecossistemas. A pesquisa mostra também que a digitalização traz benefícios como aumento da produtividade e performance, construções interligadas (interoperabilidade), gestão de riscos e da segurança e custo otimizado das construções. Ademais, aponta que a digitalização tem sido exigida pelos clientes, bem como necessárias para competir com outras empresas (IDC, 2020).

### 3.3. IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO BRASIL E NO MUNDO

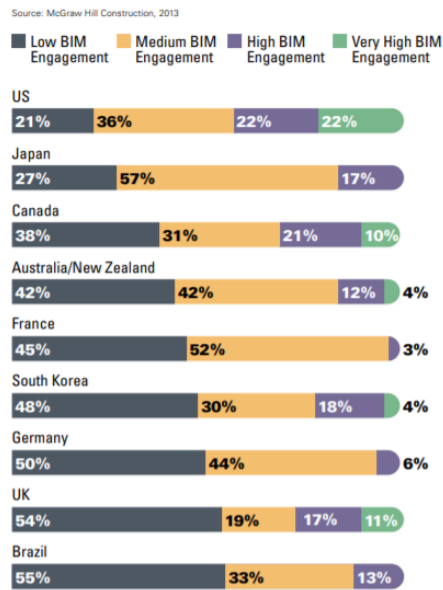
No Brasil, de acordo com a pesquisa do IDC, o crescimento da indústria da construção é liderado por parcerias público-privadas. Houve uma diminuição do financiamento para projetos de infraestrutura pública, mas mudanças regulatórias foram introduzidas para atrair investimentos do setor privado (IDC, 2020).

Quando se trata de adoção de tecnologias, a indústria de construção brasileira fica para trás frente aos estrangeiros, muito relacionado ao baixo uso de tecnologias mais recentes, como *Big*

*Data, Analytics*, inteligência artificial e Modelagem 3D. Contudo, como citado na introdução desta pesquisa, há um movimento em direção aos padrões internacionais de construção, com a obrigatoriedade de adoção do BIM até 2021. Isso reflete a importância do uso do BIM.

O BIM no Brasil, quando comparado com outros países, ainda possui um nível de maturidade de médio, conforme relato da *McGraw Hill* de 2014 “O valor do negócio do BIM para construção nos principais mercados globais”.

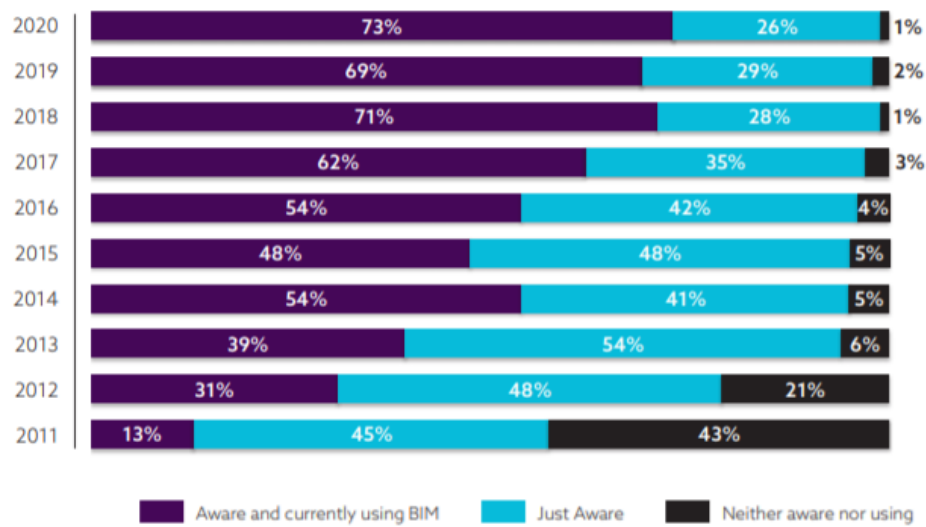
Figura 3.3 - Percentual de Empreiteiras em Cada Nível de Maturidade do BIM (por país)



Fonte: McGraw Hill (2014)

Pesquisas recentes apontam que o BIM tem sido cada vez mais conhecido nos países. O 10º Reporte Anual do BIM, de 2020 da NBS, mostra que a adoção do BIM cresceu substancialmente entre 2011, onde 43% dos entrevistados não tinham ouvido falar do BIM, para 1% em 2020, mostrando que a conscientização é quase homogênea. Além disso, em 2011 13% das pessoas utilizam o BIM, enquanto em 2020 o número foi de 73%. A Figura 3.4 - Adoção do BIM no Reino Unido ao longo dos anos retrata a adoção do BIM no Reino Unido ao longo dos anos.

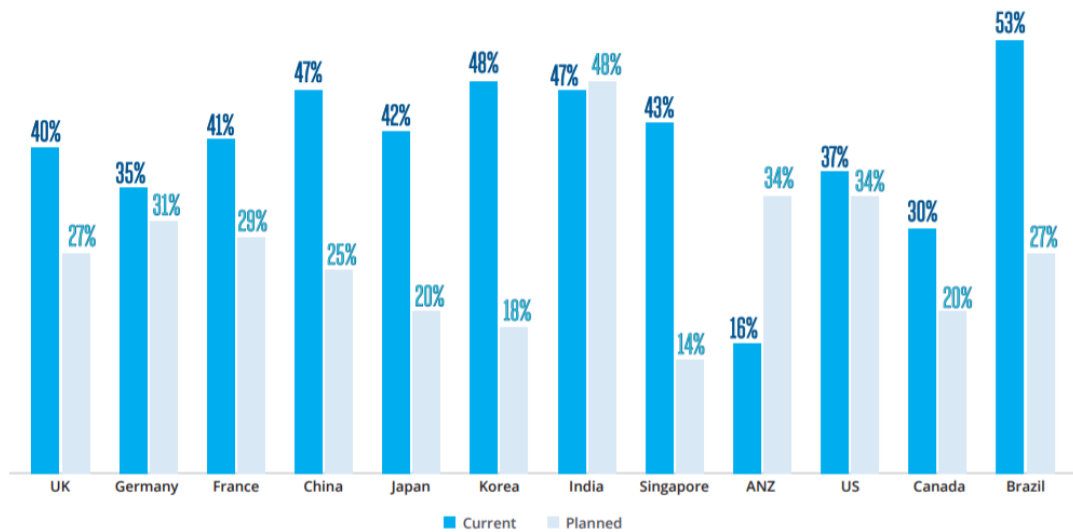
Figura 3.4 - Adoção do BIM no Reino Unido ao longo dos anos



Fonte: NBS (2019)

Em relação à adoção do BIM ao longo do mundo, a figura abaixo apresenta o cenário de 2020 (IDC, 2020).

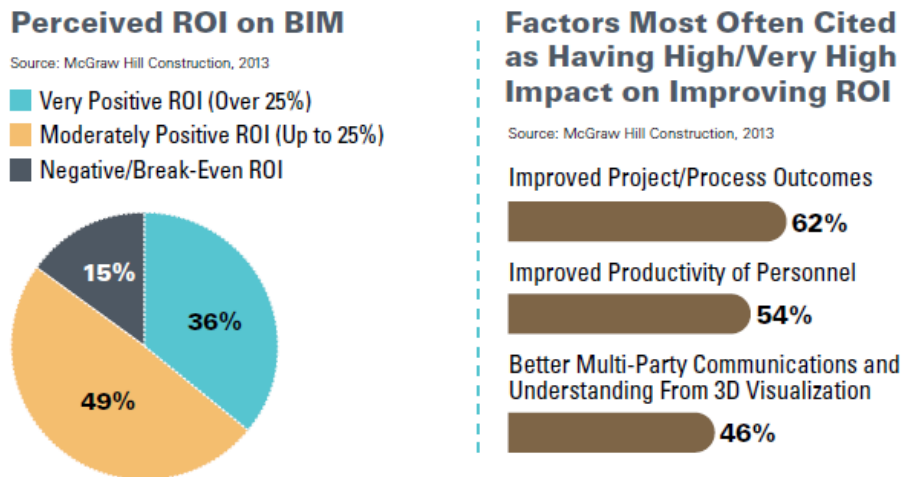
Figura 3.5 - Adoção do BIM no mundo - Investimento em processos de BIM



Fonte: IDC (2020)

No Brasil, 85% das empreiteiras analisadas na pesquisa reportaram um retorno sobre o investimento (ROI) positivo com a adoção do BIM, citando um dos principais benefícios como o aumento da produtividade das equipes (McGraw Hill, 2014). Ao mesmo tempo, o engajamento, como mostrado na figura abaixo, é um fator que compromete um retorno ainda maior sobre o uso do BIM.

Figura 3.6 - Retorno sobre o Investimento percebido no BIM



Fonte: McGraw Hill (2014)

Para que esse retorno aconteça de modo cada vez mais significativo, é necessário que as empresas privadas ultrapassem as barreiras encontradas em seus ecossistemas, fato esse que pode ser facilitado a partir da identificação de fatores críticos de sucesso.

### 3.4. BIM E O GERENCIAMENTO DE PROJETOS

A partir da visualização dos benefícios do BIM, realiza-se uma comparação dos ganhos com sua implementação e os objetivos do gerenciamento de projetos, definido pelo PMI (Project Management Institute) como “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas adequadas às atividades do projeto, para atender aos seus requisitos” (PMI, 2012). A partir dos resultados apresentados na Tabela 2, visualiza-se que o BIM pode reduzir o tempo de trabalho e os custos, além de oferecer novos serviços (escopo), atuando nos três pilares do chamado “triângulo de ferro” do PMI.

Figura 3.7 - O “Triângulo de Ferro” do Gerenciamento de Projetos



Fonte: Adaptado de Atkinson (1999)

O Triângulo de Ferro surgiu em 1999, com Atkinson (1999). Segundo ele, o gerenciamento de projetos não desenvolveu novos critérios que aferissem o sucesso nos últimos cinquenta

anos, conforme cita “Enquanto foram feitas algumas sugestões diferentes sobre o que é gerenciamento de projetos, os critérios de sucesso, ou seja, tempo, custo e qualidade permaneceram e ainda são incluídos na sua descrição”.

O Triângulo de Ferro é uma representação do relacionamento entre as principais variáveis de um projeto: recursos, tempo e escopo. Existe ainda um quarto elemento, ou quarta dimensão, a qualidade. Esta seria resultante das decisões tomadas em relação às demais variáveis. A partir dessa análise, ressalta-se o impacto do uso do BIM na melhoria das vertentes do gerenciamento de um projeto.

### **3.5. OS FUNDAMENTOS DO BIM: TECNOLOGIA, PROCESSOS, PESSOAS**

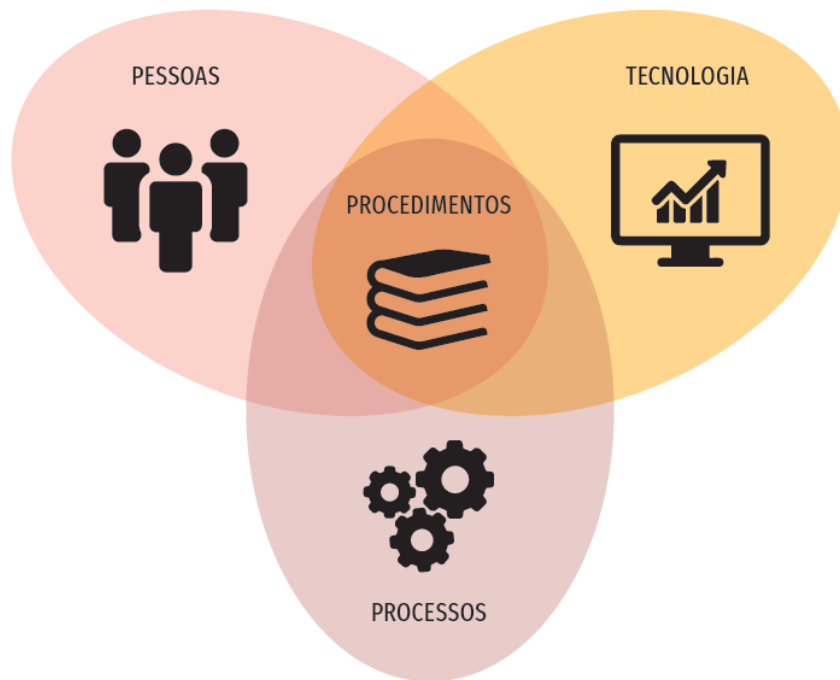
O processo de projeto BIM tem sido classificado como uma inovação disruptiva, pois altera as soluções técnicas profundamente, levando a novas soluções e abordagens do mercado. À medida que isto evolui, novos mercados podem ser criados, o que o transforma em uma inovação radical. Em maior ou menor grau, no mínimo trata-se de uma mudança de cultura da organização e de todos os participantes. (KASSEM, 2015)

Ao falar sobre BIM, é comum a discussão a respeito de software e computadores, mas quando se fala em mudança de cultura, isto inclui pessoas e processos e a maneira da organização resolver os problemas e desenvolver seus produtos. De acordo com Hardin e McCool (2015), a implantação bem-sucedida do BIM requer a consideração de três fatores chave, relacionados à processos, tecnologias e comportamentos.

De acordo com o CBIC (2016), BIM envolve um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida.

Assim, Succar (2009) também afirma que a efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, políticas e processos, concatenadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas. O guia BIM da ABDI (2017), adaptou a estruturação de Succar conforme apresentado na figura abaixo.

Figura 3.8 - Os fundamentos do BIM



Fonte: Adaptado de SUCCAR (2009). Disponível em: [www.bimframework.info](http://www.bimframework.info). Acesso em 03/04/2020.

A tecnologia envolve a infraestrutura necessária para a operação, os programas e equipamentos ou computadores, a conexão com a internet e a rede interna, a segurança e o armazenamento de arquivos e o treinamento e aculturação adequado de seus usuários no processo BIM.

O foco pessoas é fundamental na estratégia de implantação. Um dos pontos principais do processo BIM é a otimização do projeto nas fases de concepção e de desenvolvimento, para reduzir ou eliminar imprevistos na obra ou na manutenção da edificação. Para que isso ocorra, as pessoas envolvidas no processo devem ser capacitadas a identificar erros ou melhorias possíveis e a comunicá-los no momento correto à pessoa correta, a partir de uma comunicação eficiente e trabalho em equipe. Pessoas, por Succar (2009) definido como a área de Políticas, descreve como “O campo de interações que gera pesquisa, talentos, padrões e melhores práticas com a finalidade de guardar os benefícios e minimizar contestações entre a AEC e os acionistas”.

O foco processo abrange não apenas os novos processos internos a serem adotados, como também os processos interempresariais. Compreende o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos entregáveis, o método de comunicação, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação, dentre outros.

Estas três dimensões fundamentais são vinculadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas, o conjunto de documentos que regula e consolida os processos e as políticas de pessoal, práticas comerciais e uso e operação da infraestrutura tecnológica.

Para alcançar as metas definidas, é necessária a implementação de novos processos, otimizando suas etapas em cada entidade envolvida e incluindo, além dos projetistas, a incorporadora, a construtora, a gerenciadora do projeto e da obra e a administradora da manutenção do edifício. Ou seja, é uma reestruturação estratégica da empresa e não apenas a contratação de novos profissionais sem que seja alterada a maneira de trabalhar. (ABDI-MDIC, 2017)

### **3.6. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM**

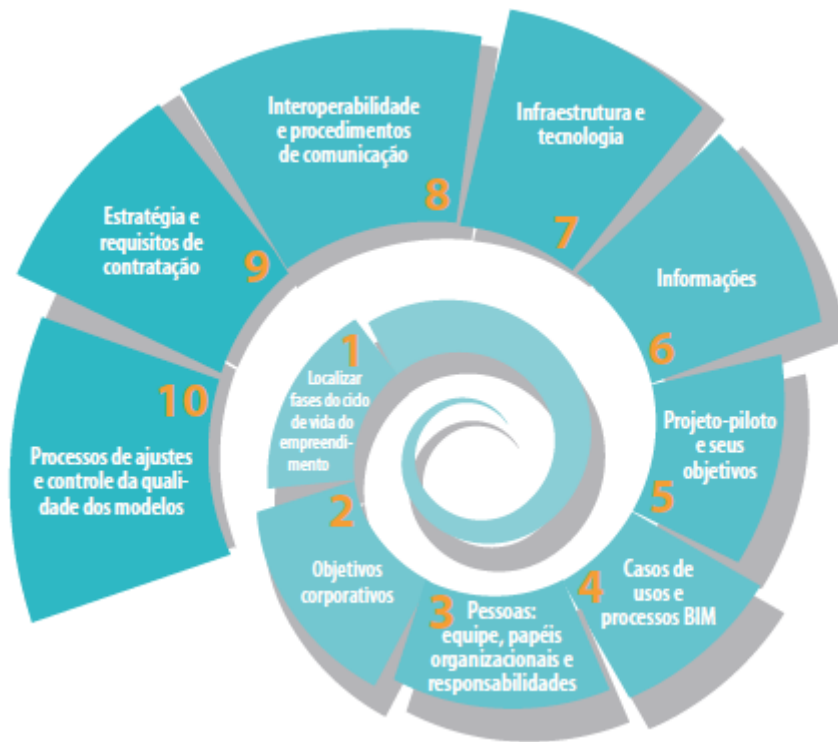
No Brasil, um dos guias de maior destaque sobre o BIM foi o elaborado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em 2016, visando elevar desempenho, modernidade e competitividade entre empresas do setor. A coletânea de publicações apresenta 5 volumes e, no volume 2, dedica-se espaço para tratar da implementação BIM. Neste manual, destaca-se que as boas práticas evidenciam que um projeto de implementação BIM deve ser formalmente estabelecido, documentado e controlado, com a aplicação de técnicas de gestão de projetos.

Para facilitar o entendimento das etapas do projeto de implementação do BIM, foi considerado um processo de dez passos, conforme ilustra a Figura 3.9 - Principais passos para um projeto de implementação BIM.

O objetivo do *template* da CIBIC é auxiliar no planejamento da implementação BIM, com maior comunicação das etapas e compreensão da complexidade do processo de adoção, a partir de passos estruturado, procedimentos formalmente estabelecidos e devidamente documentos e controlados. A definição de objetivos, equipe, informações, infraestrutura, interoperabilidade, comunicação e contrato são frequentemente abordados na literatura em processos de implementação.



Figura 3.9 - Principais passos para um projeto de implementação BIM



Fonte: CBIC (2016)

Além disso, após realizar o planejamento da implementação, sugere-se a elaboração de um documento, chamado de Plano de Execução BIM, com o objetivo de ajudar os times a colaborarem entre si, discutir os objetivos do projeto, definir os usos do BIM a serem aplicados e criar um plano de ataque para implementá-los. (HARDIN e MCCOOL, 2015)

Isso ocorre pois, de acordo com a *Pennsylvania State University* (2013), a implementação do BIM deve se dar considerando seis aspectos: estratégia, usos do BIM, processos, informação, infraestrutura e pessoas, os chamados “Elementos do Planejamento do BIM”. Portanto, não é obstáculo somente o planejamento da adoção, mas também da execução.

A *Pennsylvania State University* (2010) sugere que, primeiro, deve ser feito um Planejamento Estratégico, que trace os objetivos do uso, além de alinhar e documentar o que deve ser feito para alcançar esses objetivos. Após isso, o planejamento da implementação pode seguir, a partir das definições de processos (mapear com clareza como o BIM será integrado com as práticas da empresa), informação (quais serão necessárias para apoiar o uso), infraestrutura e tecnologia (o que será necessário) e educação e treinamento (para as pessoas que irão interagir com o uso do BIM).

Abaixo, mostra-se um exemplo de exemplo de sumário do Plano de Execução BIM, desenvolvido pela universidade.

Figura 3.10 - Exemplo de Sumário do Plano de Execução BIM

<b>Sumário Executivo:</b>	
<b>1 Estratégia</b>	6.3.2 Resumo do programa de treinamento BIM
1.1 Missão organizacional e visão BIM	<b>7 Uso BIM</b>
1.2 Metas Organizacionais e Objetivos BIM	7.1 Meta Organizacional e Objetivo BIM
1.3 Membros da equipe de planejamento	7.1.1 Partes responsáveis
<b>2 Usos do BIM</b>	7.2 Processo
<b>3 Processo</b>	7.2.1 Processo atual
3.1 Processos organizacionais atuais	7.2.2 Processo BIM
3.2 Processos alvo	7.2.3 Processo de avanço do uso de BIM
3.3 Processo Avançado	7.3 BIM precisa de informações de uso
<b>4 Informações</b>	7.4 Infraestrutura
<b>5 Infraestrutura</b>	7.4.1 Necessidades de software de uso de BIM
5.1 Software	7.4.2 Hardware
5.2 Hardware	7.4.3 Espaços físicos
5.3 Espaços físicos	7.5 Pessoal
<b>6 Pessoal</b>	7.5.1 Papéis e responsabilidades do BIM
6.1 Estrutura organizacional	7.5.2 Programa de educação e treinamento
6.2 Funções e responsabilidades do BIM	7.5.3 Gerenciamento de mudanças
6.3 Programa de Educação e Treinamento	<b>8 Anexos</b>
6.3.1 Resumo do programa educacional BIM	

Fonte: Adaptado de Pennsylvania State University (2010)

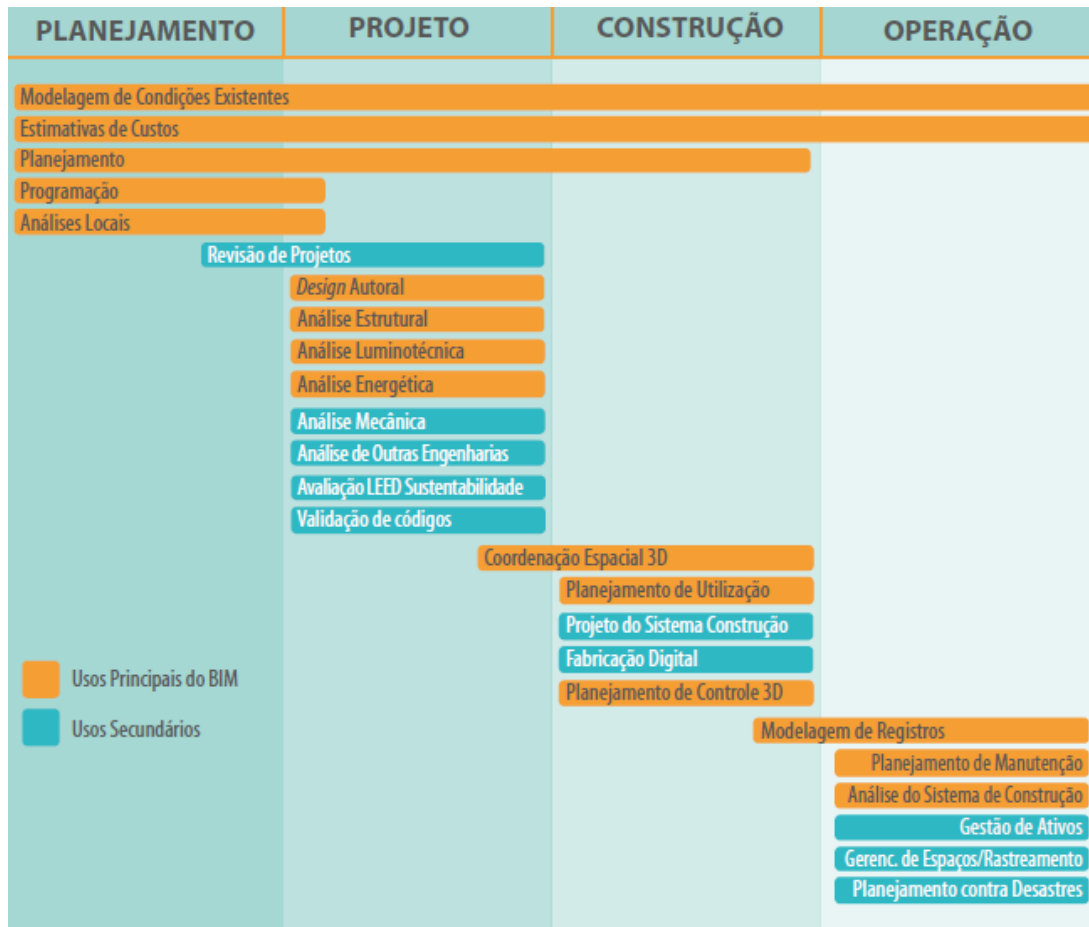
### 3.7. USOS DO BIM

O primeiro passo, quando uma empresa apresenta interesse em fazer uso do BIM, é de definir os objetivos a serem alcançados com essa implementação, conforme apresentado anteriormente, de modo que as equipes envolvidas tirem o maior proveito possível com a utilização do BIM e saibam quais serão os ganhos efetivos que cada uma terá nesse processo.

O conhecimento dos usos dos modelos BIM, por sua vez, permitirá a definição do que deve ou não ser modelado, de que forma e em que momento de amadurecimento do projeto essas informações serão extraídas. O guia da *Pennsylvania State University (BIM – Project Execution Planning Guide, 2010)* relaciona um conjunto de 21 possíveis usos BIM, ao longo das fases de projeto, construção e operação do empreendimento, conforme mostra a figura abaixo.

Normalmente, a decisão pela implementação da plataforma BIM em empresa de projeto pressupõe que sua direção tenha a consciência de que esse passo envolverá mudança de cultura, investimentos em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos de trabalho (AsBEA, 2015).

Figura 3.11 - Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento



Fonte: CBIC (2016) – Adaptado da PennState University (2009)

Para dar início ao processo, deve-se identificar em seus projetos atuais ou futuros quais benefícios eles teriam se desenvolvidos em BIM, pois a implementação no escritório deve ter como primeiro objetivo os ganhos internos e a manutenção do escritório em patamar competitivo dentro da nova realidade da construção civil no Brasil e no mundo.

A interação com os clientes deve também ser considerada, a fim de divulgar as vantagens e a confiabilidade que a nova plataforma proporciona. É importante destacar que os benefícios do BIM também se estendem aos clientes — e que estes podem ter interesse e considerar vantajoso contratar projetos desenvolvidos nessa plataforma. Para isso, é essencial entender quais os produtos que o cliente espera receber para direcionar o processo de implementação (AsBEA, 2015).

Após a definição do objetivo do uso do BIM na empresa, analisa-se, em um segundo momento, as dimensões que a implementação irá afetar na empresa e os Fatores Críticos de Sucesso para que ela ocorra de modo ideal e alcance os objetivos e benefícios anteriormente mencionados.

## **4. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM**

### **4.1. DEFINIÇÃO DE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO**

A primeira discussão a respeito de Fatores Críticos de Sucesso (FCS) se deu em 1961, com Daniel Ronald. Esse termo voltou a ser falado uma década depois, por Anthony *et al* (1972), ao relacionar o conceito ao desenho de um sistema de gerenciamento. Eles utilizaram esse conceito como “variáveis chave que impactam significativamente na lucratividade de uma organização”, que podem prover importantes informações a respeito da performance de uma empresa.

Para Rockart (1979), fatores críticos de sucesso são definidos como “são o número limitado de áreas nos quais os resultados, para qualquer negócio, caso satisfatórios, garantirão uma performance competitiva vitoriosa para a organização”. Já para Hofer e Schendel (1978), fatores de sucesso são variáveis que a administração pode influenciar por meio de suas decisões, que podem afetar significativamente as posições competitivas das mais variadas empresas de um setor. São fatores que variam de indústria para indústria, derivados da interação de dois conjuntos, as questões econômicas e tecnológicas.

### **4.2. IMPORTÂNCIA DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO**

A implementação de qualquer nova tecnologia é acompanhada de desafios, e o BIM não é exceção. Além do mais, ao implementar o BIM, frequentemente espera-se alcançar benefícios significativos e ganhos de produtividade, ao mesmo tempo em que os usuários são inexperientes. Uma implementação bem-sucedida desses sistemas requer uma apreciação de como os recursos de BIM (incluindo hardware, software e os recursos técnicos e habilidades de gerenciamento de pessoas) precisam evoluir em harmonia um com o outro (SUCCAR, 2012).

Conforme apresentado no capítulo 2, o BIM refere-se a uma série de interações entre políticas, processos e tecnologias, que geram uma metodologia capaz de gerenciar o design de uma construção (SUCCAR, 2012), além de projetar dados no formato digital através do ciclo de vida das edificações (PENTTILA, 2006).

Succar, em 2010, desenhou uma série de métricas vinculadas às três grandes áreas de impacto na implantação do BIM, com o objetivo de medir especificamente cada aspecto da performance do BIM (SUCCAR, 2010b).

Tabela 4.1 - Esferas e Métricas para Implementação do BIM

Esferas	Métricas	Descrição
<b>Tecnologia</b>	Software	Aplicações, entregáveis e dados relacionados aos softwares
	Hardware	Equipamentos, localidade e mobilidade
	Rede	Soluções de rede, segurança e controle de acessos
<b>Processos</b>	Infraestrutura	Estrutura física
	Recursos Humanos	Conhecimento, habilidades, papéis e dinâmicas
	Produtos e Serviços	Diferenciação de produtos e serviços, especificações dos produtos e serviços, pesquisa e desenvolvimento
	Liderança	Inovação e renovação, estratégia, atributos organizacionais, comunicação, planejamento
<b>Políticas</b>	Regulação	Regras e diretrizes, padrões e normas, linhas de base e <i>benchmarks</i> , códigos e regulações
	Contratos	Responsabilidades contratuais, riscos
	Preparação	Esforços de pesquisa, programas educacionais e programas de treinamento de novas pessoas, softwares, etc.

Fonte: Adaptado de Succar (2010b)

As métricas citadas acima, relacionadas às dimensões da implementação do BIM, são exemplos citados por Succar (2010) como uma série de competências necessárias para sua adoção. Além destes, serão apresentados outros fatores que podem elencar uma implantação bem-sucedida do BIM em uma empresa privada.

### 4.3. TIPOS DE FCS

Após analisar as áreas nas quais o BIM interfere em uma empresa, conforme apresentado na Tabela 3, foi analisado na literatura como os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) podem ser agrupados e quais são eles para cada caso.

De acordo com DING *et al* (2015), os FCS geralmente podem ser agrupados em cinco categorias, são elas: conhecimento da estrutura, capacidade do BIM, suporte gerencial, motivação e defeitos técnicos do BIM.

Já na pesquisa de Ozorhon e Karahan (2016), foram definidos 17 FCS com base em pesquisas e os dividiram em cinco categorias, conforme fatores em comum: fator humano, indústria, projeto, política e recursos. Os resultados da pesquisa mostraram que a os fatores

humanos e recursos são os mais necessários para a criação de uma base para implementação do BIM, e sugere que a tecnologia, pessoas, técnica e recursos financeiros são os primeiros fatores que auxiliam no sucesso de sua adoção.

Para DING *et al* (2015), a motivação da equipe, também dentro da esfera do fator humano, é fator que mais afeta na adoção do BIM por arquitetos. Esse resultado corrobora com a pesquisa da *McGraw Hill* (2014), que cita o engajamento como o fator chave para os benefícios do BIM aparecerem em uma empresa.

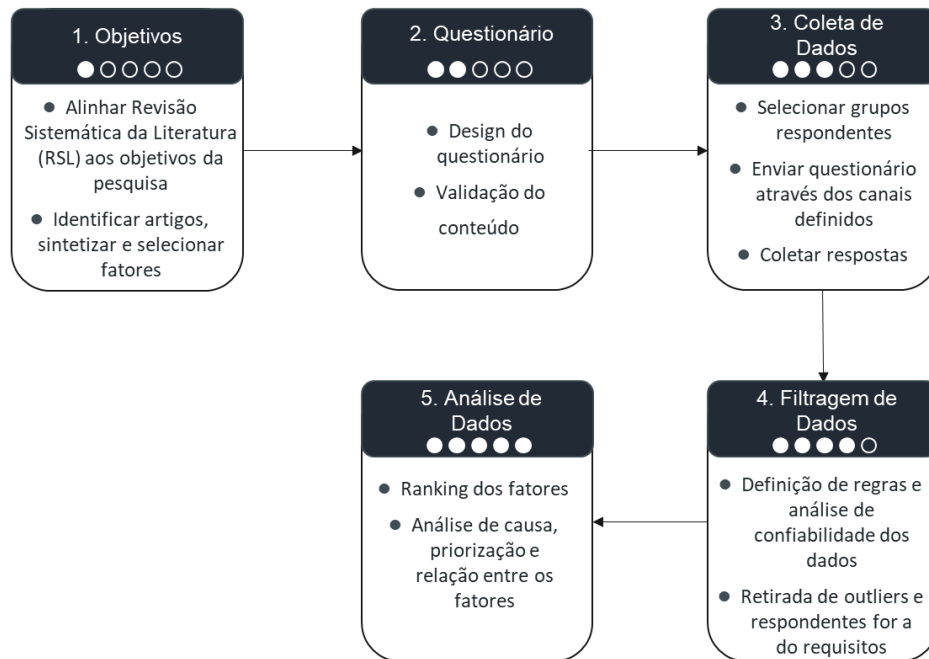
Chan *et al* (2019) separou doze FCS, sendo os mais relevantes a aceitabilidade de projetos em BIM pelos clientes, estrutura organizacional na empresa para sua adoção e suporte financeiro do governo. A partir desse ponto, nota-se que o governo pode também auxiliar no incentivo da adoção do BIM, como aconteceu com a publicação da estratégia BIM BR, de modo similar ao que acontece no Reino Unido com a Estratégia de Construção do Governo, publicada em 2011.

Outro fator estatisticamente significativo para a adoção do BIM são os defeitos técnicos associados a ele. Como uma tecnologia avançada da informação no setor, o BIM ainda tem alguns problemas técnicos a serem resolvidos. Por exemplo, os problemas de interoperabilidade entre o BIM e outros softwares do setor foram destacados por Grilo e Jardim-Gonçalves (2010). Portanto, os desenvolvedores de tecnologia BIM devem melhorar a compatibilidade e integração entre o BIM e outros softwares amplamente divulgados na indústria. O compartilhamento de dados com base em padrões abertos fornece outra solução potencial para esse problema.

## 5. METODOLOGIA

Para serem alcançados os objetivos aqui estabelecidos, é determinada uma metodologia de pesquisa que permita levantar, identificar e quantificar os fatores que influenciam na implementação do BIM em empresas privadas. A metodologia seguida é demonstrada na figura abaixo.

Figura 5.1 - Fluxograma do projeto



Fonte: Elaboração Própria (2020)

Conforme apresentado, este estudo propõe cinco etapas procedimento para obtenção do ranking dos FCS: (1) Objetivos, (2) Questionário, (3) Coleta de dados, (4) Filtragem de dados, e (5) Análise de dados, que será mais bem explanada no tópico a seguir.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Em um primeiro momento, será elaborada uma revisão bibliográfica, que discorre a respeito dos tópicos mais relevantes à pesquisa com base na bibliografia. A revisão bibliográfica visa introduzir o tema da pesquisa e definir alguns conceitos fundamentais para o estudo em questão.

Conforme exposto por Ravindran e Shankar (2015), revisões sistemáticas são caracterizadas por uma questão explícita, definida claramente, uma pesquisa abrangente e sistemática de estudos, uma estratégia reprodutível explícita para o rastreamento e inclusão de estudos, uma extração de dados (codificação) reprodutível explícita, análise apropriada e apresentação dos resultados, interpretações apoiadas por dados, e implicações para futuras pesquisas e se for o caso, para a política ou prática.

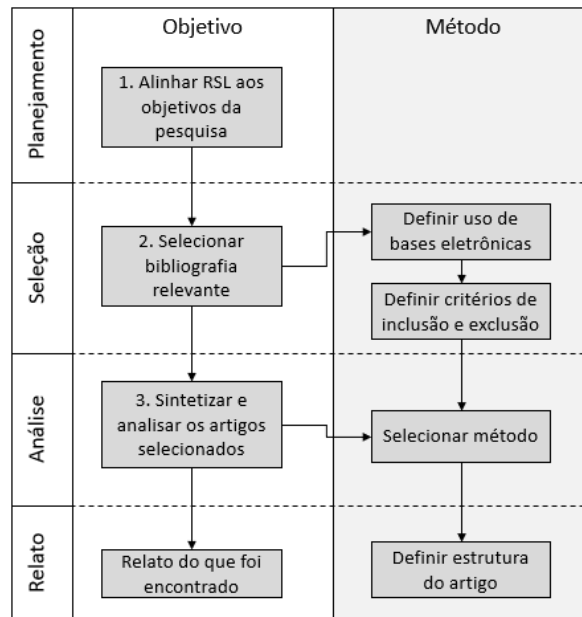
De acordo com pesquisas na área de gestão (Kitchenham e Charters, 2007; Garza-Reyes, 2015), a revisão sistemática da literatura (RSL) consiste em quatro fases consecutivas: (1) formulação da questão, (2) localização e seleção dos estudos, (3) análise e síntese, e (4) relatar e usar os resultados.

A etapa de formulação da questão consiste em entender o que será tratado na pesquisa; a de localização dos estudos, em definir os meios eletrônicos que serão utilizados, critérios para exclusão e inclusão de artigos e chaves de pesquisa; a terceira etapa, de análise e síntese, selecionar um método de síntese e análise dos artigos; e a quarta e última etapa, de relatar os resultados, definir a estrutura do artigo.

Dessa forma, pode-se desenvolver a seguinte metodologia de RSL na Figura 6.1 - Modelo de Revisão Sistemática da Literatura.



Figura 6.1 - Modelo de Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Adaptado de Garza-Reyes (2015)

### 6.1.1. Formulação da Questão

O objetivo da pesquisa foi definido no capítulo 1, sendo ele: a identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para implantação de BIM por organizações privadas.

### 6.1.2. Localização e Seleção dos Estudos

A fase de seleção de estudos consistiu na realização de uma revisão da literatura sobre os fatores críticos envolvidos na adoção do BIM na indústria AEC, com base nos critérios listados a seguir.

#### 6.1.2.1. Bases de dados

As buscas foram realizadas em cinco bases de dados bibliográficas — *Research Gate*, *Web of Science*, *Science Direct*, *Semantic Scholar* e Periódicos CAPES.

#### 6.1.2.2. Limite de tempo

Foram selecionados artigos publicados entre 2008 e 2019.

#### 6.1.2.3. Idiomas

Foram selecionados artigos escritos em inglês e português.

#### 6.1.2.4. Palavras-Chave

Os termos utilizados para a localização de artigos para a revisão sistemática da literatura, através da combinação dos termos da primeira coluna com os da segunda e/ou terceira.

Tabela 6.1 - Palavras-chave de pesquisa utilizadas.

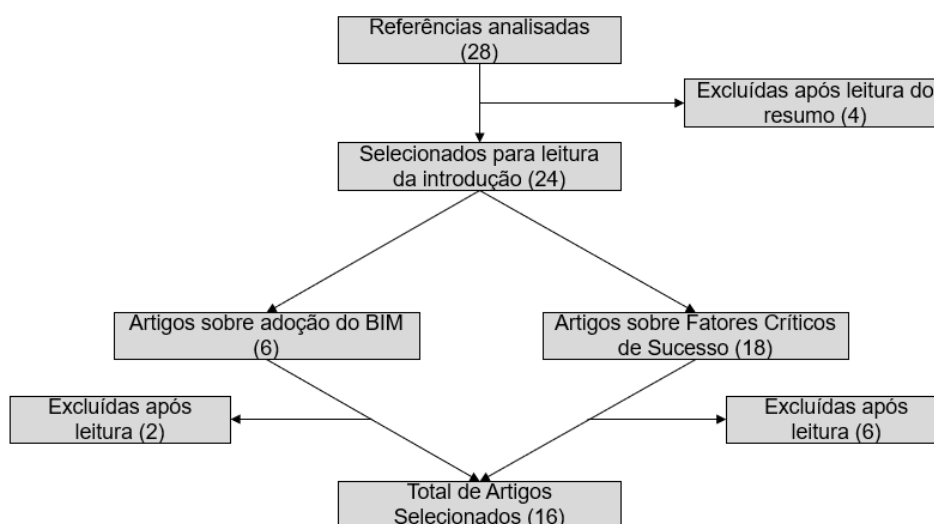
Palavra-Chave 1	Palavra-Chave 2	Palavra-Chave 3	Identificados
“BIM”	“adoption”		4
“Critical Success Factors”	“Building Information Modelling”		10
“BIM”	“advantages”		2
“BIM”	“project”	“benefits”	3
“Factors”	“BIM”	“adoption”	5
“BIM”	“maturity”	“stages”	4
Total:			28

Fonte: Elaboração Própria (2020)

#### 6.1.3. Síntese e Análise dos estudos

A partir do encontro de 28 (vinte e oito) artigos com base nos critérios definidos, foram selecionados 16 (dezesseis) com base na aderência ao objetivo definido pela pesquisa.

Figura 6.2 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos pesquisados



Fonte: Elaboração Própria (2020)

Desse modo, segue a Tabela 6.2 - Nome dos Artigos e Código Relacionada para Apresentação dos Resultados, com o nome dos artigos finais selecionados.

Tabela 6.2 - Nome dos Artigos e Código Relacionada para Apresentação dos Resultados

Código	Nome do Artigo
A	Critical Success Factors (CSFs) of BIM Implementation for Collaboration based on System Analysis (Shang e Shen, 2014)
B	Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation (Ozorhon, Karahan, 2016)
C	The project benefits of Building Information Modelling (BIM) (Bryde, 2012)
D	Factors influencing BIM adoption in emerging markets – the case of India (Ahuja, 2018)
E	Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study (Chien <i>et al</i> , 2014)
F	BIM Acceptance Model in Construction Organizations (Lee <i>et al</i> , 2013)
G	Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC - A Implantação de Processos BIM, Volume VI (MDIC, 2017)
H	Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras – Implementação BIM, Volume II (CBIC, 2016)
I	Fatores críticos de sucesso para implantação de Building Information Modelling (BIM) por organizações públicas (Brito, 2019)
J	Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong (Chan <i>et al</i> , 2018)
K	SmartMarket report: Measuring the impact of BIM on Complex Buildings. (Dodge Data & Analytics, 2015)
L	Where to Focus for Successful Adoption of Building Information Modeling within Organization (Won <i>et al</i> , 2013)
M	Key factors for the BIM adoption by architects: a China study (Ding <i>et al</i> 2015)
N	Impact From The Use Of BIM in Architectural Design Offices: Real Estate Market Opportunities (Souza <i>et al</i> , 2009)
O	Appraising effectiveness of Building Information Management (BIM) in project management (Fazli <i>et al</i> , 2014)
P	Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: part I. Methodology and survey (Tsai <i>et al</i> , 2014)

Fonte: Elaboração Própria (2020)

#### 6.1.4. Resultados Obtidos

A partir de revisão literária dos artigos acima elencados, foram identificadas as principais áreas relacionadas e os fatores críticos para a implantação do BIM, conforme a Tabela 6.3 - Fatores Críticos de Sucesso para a implementação do BIM..

A partir da análise, selecionaram-se os fatores críticos mais citados, totalizando 16 dentre os 21 levantados na análise bibliográfica. São eles: Disponibilidade de pessoal qualificado, Apoio da Liderança, Comunicação Efetiva, Coordenação e Trabalho em Equipe, Treinamento de funcionários, Engajamento dos funcionários, Disponibilidade de tecnologia, Compatibilidade com Projetos de Parceiros, Disponibilidade de recursos financeiros, Política BIM da empresa adaptada, Requisito do cliente, Cultura organizacional de suporte, Análise dos benefícios obtidos com o uso, Incentivos Governamentais, Padrões estabelecidos / Plano de

Execução BIM e Conhecimento do Software utilizado. Estes fatores serão avaliados no questionário, definido no próximo item da metodologia.

Tabela 6.3 - Fatores Críticos de Sucesso para a implementação do BIM.

Nº	Fator Crítico para a Implementação do BIM	Artigos																Contagem
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
FCS 01	Disponibilidade de pessoal qualificado	X	X			X	X			X	X	X	X		X	X	X	11
FCS 02	Coordenação e Trabalho em Equipe	X	X	X		X	X			X		X	X	X	X	X		11
FCS 03	Cultura organizacional de suporte (favorável)	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X				X	11
FCS 04	Apoio da Liderança	X	X	X	X	X			X	X			X	X			X	10
FCS 05	Disponibilidade de tecnologia (Software)		X	X		X	X		X	X		X		X	X		X	10
FCS 06	Disponibilidade de recursos financeiros		X	X	X	X		X	X	X	X		X				X	10
FCS 07	Treinamento de funcionários	X	X		X		X	X	X	X	X					X		9
FCS 08	Engajamento dos funcionários	X	X				X	X	X	X	X			X	X			9
FCS 09	Compatibilidade com Projetos de Parceiros	X			X	X	X	X			X		X		X		X	9
FCS 10	Requisito do cliente		X		X		X			X	X	X			X		X	8
FCS 11	Comunicação Efetiva (Encontros frequentes)	X	X	X				X	X			X					X	7
FCS 12	Política BIM da empresa adaptada		X		X	X		X		X					X		X	7
FCS 13	Análise dos benefícios obtidos com o uso				X		X		X	X			X		X	X		7
FCS 14	Incentivos Governamentais	X	X		X				X	X	X						X	7
FCS 15	Padrões estabelecidos / Plano de Execução BIM	X		X		X		X					X		X			6
FCS 16	Conhecimento do Software utilizado		X	X		X	X		X				X					6
FCS 17	Nível de experiência dentro da FCS empresa		X		X		X		X						X			5
FCS 18	Planejamento para gastos com software				X										X	X		3
FCS 19	Disponibilidade de informações		X									X	X					3
FCS 20	Investimento contínuo em tecnologias									X							X	2
FCS 21	Tamanho do Projeto		X															1

Fonte: Elaboração Própria (2020)

## 6.2. QUESTIONÁRIO

Para a etapa de Avaliação, os FCS propostos na etapa de Resultados Obtidos da Revisão Sistemática da Literatura serão priorizados e avaliados por meio de um levantamento, a partir do desenvolvimento e envio de questionários digitais, elaborados em uma plataforma digital, por e-mail, para uma amostra de profissionais brasileiros envolvidos com o uso do BIM em organizações privadas, dentre engenheiros, arquitetos e especialistas em BIM.

Considerando que os dezesseis FCS identificados já haviam sido selecionados, conforme explanado na seção anterior, o método utilizado para priorização dos FCS ocorreu por meio da Escala Likert com cinco níveis (1 – Muito Baixo; 2 – Baixo; 3 – Médio; 4 – Alto; 5 – Muito Alto), conforme adotado em outros estudos (ANTWI-AFARI *et al.*, 2018; CHIEN *et al.*, 2014; JONES; LAQUIDARA-CARR, 2016; OZORHON; KARAHAN, 2016).

O questionário consiste em três seções, sendo elas: (I) Perfil da empresa e dos respondentes (tipo de organização, área de atuação, papel na organização, número de funcionários na empresa, estados de atuação no Brasil, faturamento, tempo de atuação na indústria AEC, tempo de atuação com BIM, % de aderência dos projetos da empresa ao BIM e softwares utilizados); (II) Usos e Fatores de Adoção de Sucesso ao BIM (principais tipos de uso do BIM na organização, benefícios percebidos com a utilização do BIM e avaliação dos FCS para sua implementação), baseado na classificação da *Pennsylvania State University* (2011); (III) Análise Qualitativa e Entregáveis, com desafios e benefícios percebidos com a adoção do BIM e o levantamento de interesse dos entrevistados em receber uma síntese dos resultados da pesquisa. Uma amostra do questionário pode ser encontrada no apêndice A1.

## 6.3. COLETA DE DADOS

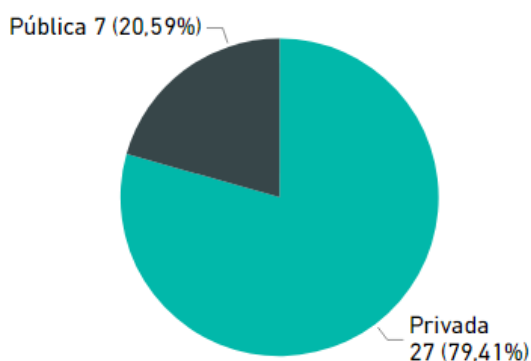
A etapa de coleta de dados ocorreu através do envio dos questionários digitais, por meio de e-mails e mensagens para empresas de Engenharia e Arquitetura, envolvidas com o uso do BIM. Ao total, 75 profissionais foram convidados a participarem da pesquisa, obtendo-se um total de 34 questionários respondidos, o que resulta em uma taxa de resposta de 45%.

Aos profissionais que foram convidados e não responderam à pesquisa nas duas primeiras semanas do envio, o convite foi lembrado através do envio de um segundo e-mail.

## 6.4. FILTRAGEM DE DADOS

Como a presente pesquisa visa analisar empresas do setor particular, este foi o primeiro filtro aplicado. Do total de respondentes (34), 74% (27) das respostas se enquadraram no critério de ser uma organização privada.

Figura 6.3 - Perfil da organização



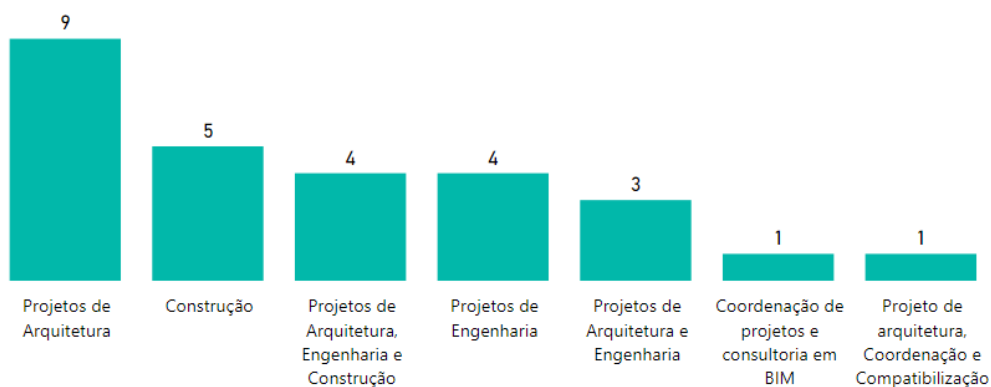
Fonte: Elaboração Própria (2020)

## 6.5. ANÁLISE DE DADOS

A caracterização da amostra de empresas envolveu a identificação de aspectos como: tipo de organização, área de atuação, papel na organização, número de funcionários na empresa, estados de atuação no Brasil, faturamento, tempo de atuação na indústria AEC, tempo de atuação com BIM, % de aderência dos projetos da empresa ao BIM e softwares utilizados, conforme mencionado anteriormente.

A caracterização da área de atuação das organizações foi de 33% (9) em projetos de arquitetura e 60% (16) na área de projetos de arquitetura, engenharia e/ou construção, conforme mostra a Figura 6.4 - Área de atuação da organização.

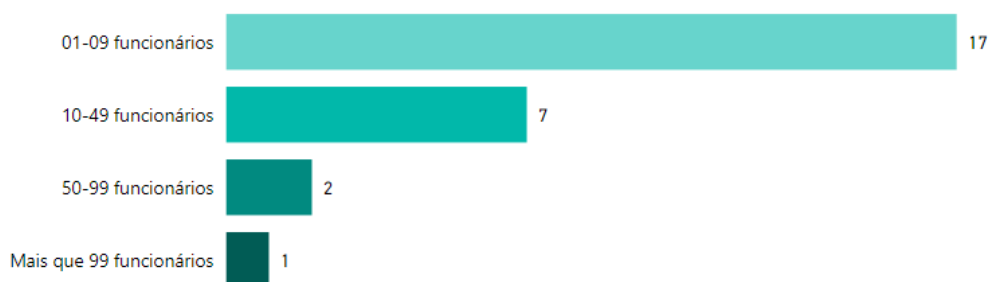
Figura 6.4 - Área de atuação da organização



Fonte: Elaboração Própria (2020)

A Figura 6.5 - Quantidade de funcionários da organização revela que a quantidade de funcionários das organizações é de 01 a 09 funcionários em 63% (17) dos casos, de 10 a 99 funcionários 33% e mais que 99 funcionários, apenas 4% dos casos.

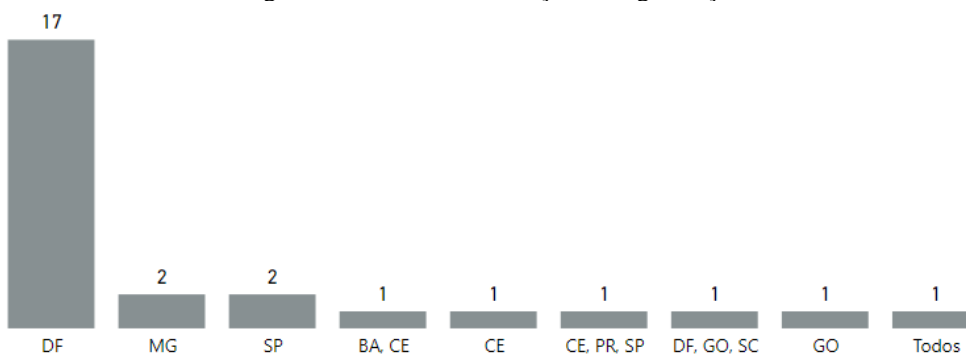
Figura 6.5 - Quantidade de funcionários da organização



Fonte: Elaboração Própria (2020)

A amostra de profissionais que participaram abrange os estados de das sete regiões brasileiras (Figura 6.6 - Estados de atuação da organização), sendo os com maior representatividade: Distrito Federal (67%); Ceará (11%); Minas Gerais, São Paulo e Goiás (7% cada).

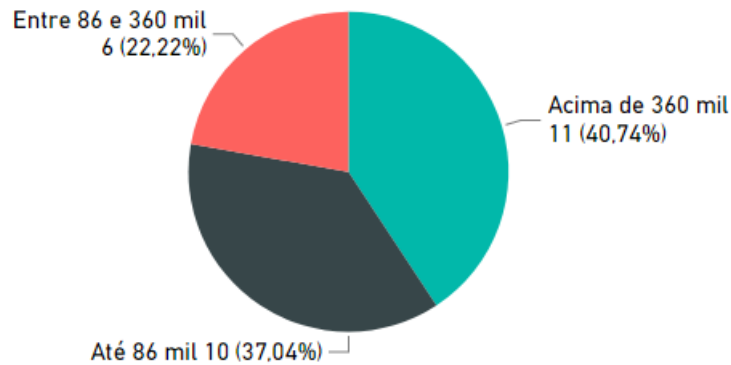
Figura 6.6 - Estados de atuação da organização



Fonte: Elaboração Própria (2020)

Com relação ao faturamento médio de cada empresa, a Figura 20 mostra que mais de 41% das empresas entrevistadas faturam mais de 360 mil por ano, consideradas então empresas de Pequeno Porte, conforme os critérios do Sebrae e da Lei Complementar 123/2006, também chamada de Lei Geral das Micro e Pequenas Empresas.

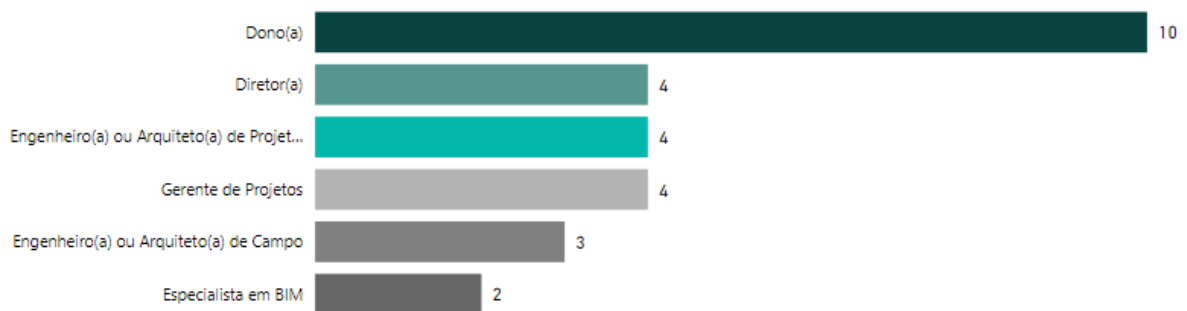
Figura 6.7 - Faturamento médio anual da organização



Fonte: Elaboração Própria (2020)

A maior parte dos respondentes eram do os (37%) ou Diretores, Engenheiros, Arquitetos ou Gerente de Projetos (60%), como mostrado na Figura 6.8 - Função do respondente na organização.

Figura 6.8 - Função do respondente na organização



Fonte: Elaboração Própria (2020)

As empresas trabalham com o BIM há 3,41 anos em média e o percentual de projetos realizados em BIM é cerca de 57% atualmente. Além disso, 84% das empresas trabalham com BIM há até 3 anos.

Dentre as empresas respondentes, 48% estão na Indústria da AEC até 10 anos, vide Tabela 6.4 - Tempo de trabalho na Indústria AEC x Quantidade de empresas.



Tabela 6.4 - Tempo de trabalho na Indústria AEC x Quantidade de empresas

Tempo de trabalho na indústria da Arquitetura, Engenharia e/ou Construção (em anos)	Quantidade de empresas
1-5 anos	10
6-10 anos	3
11-15 anos	3
16-20 anos	5
Mais de 20 anos	6
<b>Total Geral</b>	<b>27</b>

Fonte: Elaboração Própria (2020)

Além disso, as empresas que estão entre 1 e 10 anos e mais de 20 anos na Indústria da AEC são as que tem maior tempo de trabalho com o BIM (3,00 anos), em comparação com as que tem entre 10 e 20 anos de experiência, conforme mostra a Tabela 6.5 - Tempo de trabalho na Indústria AEC x Tempo de trabalho com BIM.

Tabela 6.5 - Tempo de trabalho na Indústria AEC x Tempo de trabalho com BIM

Tempo de trabalho na indústria da Arquitetura, Engenharia e/ou Construção (em anos)	Média de tempo de trabalho com BIM (em anos)
1-5 anos	3.00
6-10 anos	3.00
11-15 anos	2.00
16-20 anos	1.00
Mais de 20 anos	7.00
<b>Média geral</b>	<b>3.41</b>

Fonte: Elaboração Própria (2020)

### 6.5.1. Priorização dos Fatores Críticos de Sucesso

A priorização dos FCS se deu a partir da avaliação do seu grau de importância para o sucesso da implantação do BIM em uma organização privada, atribuído a cada um dos fatores, utilizando-se uma Escala Likert com cinco níveis (1 – Muito Baixo a 5 – Muito Alto), conforme citado anteriormente. A análise dos dados para Priorização dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) foi feita por uma metodologia chamada *Relative Importance Index* (RII) (RAJGOR M, PARESH C., 2016).

Antes de aplicar o RII, foi feita uma análise da amostra para análise de outliers. Foram identificados dois casos (respondentes nº 6 e nº 14), nos quais as respostas se encontram fora dos Limites Inferior e Superior e estes foram retirados da análise final, resultando então em 25 respostas a serem analisadas.

*Relative Importance Index* (RII) é usada para determinar a importância relativa das causas e efeitos de atrasos. O mesmo método será adotado neste estudo, de modo a priorizar os fatores elencados como críticos para o sucesso da implementação do BIM. A escala utilizada contém cinco níveis, baseada na Escala Likert, conforme citado anteriormente, e varia de 1 (relevância muito baixa para o sucesso) a 5 (relevância muito alta para o sucesso). Ela será utilizada para a adaptação nos RII, com base na seguinte equação:

$$RII = \Sigma W / (A * N) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde, W é a ponderação dada a cada fator pelos respondentes (variando de 1 a 5), A é o peso mais alto (5 na presente pesquisa) e N é o número total de respondentes (25 na pesquisa). Quanto maior o valor de RII, mais importante é o fator para o sucesso da implementação do BIM.

Na etapa de análise, o método do Índice de Importância (*Importance Index Technique - IMPI*) foi também aplicado, contudo como não foram feitas análises da frequência e gravidade dos fatores na implementação do BIM, apenas da gravidade, não foi possível incluir esta análise.

Dentre os 16 fatores analisados, foi definido um limite mínimo a partir do grau de importância do RII de todos os FCS, estabelecendo como prioritários aqueles avaliados com média igual ou superior de todos os RII, no valor de 0,68. Os cinco considerados mais importantes obtiveram as seguintes médias: Apoio da Liderança (FCS 04) – 0,81; Conhecimento do Software utilizado (FCS 16) – 0,79; Treinamento de funcionários (FCS 07) – 0,77; Disponibilidade de tecnologia/software (FCS 05) – 0,76; Coordenação e Trabalho em Equipe (FCS 02) – 0,76.

Acima do limite mínimo para priorização, outros cinco FCS foram avaliados com altos graus de importância de acordo com as médias e o intervalo de confiança calculados: Engajamento dos funcionários (F40) – 0,76; Disponibilidade de pessoal qualificado (F40) – 0,75; Padrões estabelecidos / Plano de Execução BIM (F40) – 0,71; Disponibilidade de recursos financeiros (F40) – 0,69; Cultura organizacional de suporte (favorável) (F40) – 0,68.

Conforme apresentado abaixo, observa-se que todos os FCS priorizados (rank de 1 a 10) tiveram mais de 52% dos participantes avaliando-os com impacto elevado ou muito elevado de importância no sucesso para implantação do BIM.

Tabela 6.6 - Avaliação do grau de importância dos FCS da implantação do BIM em organizações privadas

Nº	Fator Crítico para a Implementação do BIM	% Sem Impacto (1)	% Impacto baixo (2)	% Impacto moderado (3)	% Impacto elevado (4)	% Impacto muito elevado (5)	Total (N)	Peso Total ( $\Sigma W$ )	RII	Rank
FCS 04	Apoio da Liderança	8%	8%	0%	40%	44%	25	101	0.81	<b>1</b>
FCS 16	Conhecimento do Software utilizado	4%	12%	12%	28%	44%	25	99	0.79	<b>2</b>
FCS 07	Treinamento de funcionários	4%	8%	16%	44%	28%	25	96	0.77	<b>3</b>
FCS 05	Disponibilidade de tecnologia (Software)	4%	8%	24%	32%	32%	25	95	0.76	<b>4</b>
FCS 02	Coordenação e Trabalho em Equipe	0%	16%	16%	40%	28%	25	95	0.76	<b>5</b>
FCS 08	Engajamento dos funcionários	0%	16%	20%	32%	32%	25	95	0.76	<b>6</b>
FCS 01	Disponibilidade de pessoal qualificado	4%	8%	28%	28%	32%	25	94	0.75	<b>7</b>
FCS 15	Padrões estabelecidos / Plano de Execução BIM	8%	16%	20%	24%	32%	25	89	0.71	<b>8</b>
FCS 06	Disponibilidade de recursos financeiros	12%	12%	16%	40%	20%	25	86	0.69	<b>9</b>
FCS 03	Cultura organizacional de suporte (favorável)	12%	12%	24%	28%	24%	25	85	0.68	<b>10</b>
FCS 11	Comunicação Efetiva (Encontros frequentes)	8%	20%	20%	32%	20%	25	84	0.67	11
FCS 13	Análise dos benefícios obtidos com o uso	8%	16%	28%	32%	16%	25	83	0.66	12
FCS 12	Política BIM da empresa adaptada	16%	8%	32%	32%	12%	25	79	0.63	13
FCS 09	Compatibilidade com Projetos de Parceiros	24%	8%	28%	16%	24%	25	77	0.62	14
FCS 10	Requisito do cliente	32%	20%	36%	12%	0%	25	57	0.46	15
FCS 14	Incentivos Governamentais	60%	20%	20%	0%	0%	25	40	0.32	16

Fonte: Elaboração Própria (2020)

Foram realizadas uma comparação dos resultados obtidos com a pesquisa, mostrados na Tabela 9, e o resultado da revisão bibliográfica (Revisão Sistemática da Literatura), mostrado na Tabela 6. Nota-se que não existe uma correlação objetiva e clara entre a quantidade de vezes que um dos fatores é identificado em um estudo ou referência bibliográfica e real impacto na

implementação do BIM medido na pesquisa, isto é, na realidade. Abaixo, mostra-se a posição do ranking dos fatores priorizados em ambas as pesquisas.

Tabela 6.7 – Comparativo do grau de importância dos FCS para implantação do BIM em organizações privadas entre a pesquisa feita pela autora e a revisão bibliográfica

Nº	Fator	Rank Pesquisa (Tabela 9)	Rank RSL (Tabela 6)
FCS 04	Apoio da Liderança	1	4
FCS 16	Conhecimento do Software utilizado	2	16
FCS 07	Treinamento de funcionários	3	7
FCS 05	Disponibilidade de tecnologia (Software)	4	5
FCS 02	Coordenação e Trabalho em Equipe	5	2
FCS 08	Engajamento dos funcionários	6	8
FCS 01	Disponibilidade de pessoal qualificado	7	1
FCS 15	Padrões estabelecidos / Plano de Execução BIM	8	15
FCS 06	Disponibilidade de recursos financeiros	9	6

Fonte: Elaboração Própria (2020)

Na tabela, pode-se perceber que o 2º fator dado como mais relevante para o sucesso da implementação do BIM na pesquisa de mercado (Conhecimento do Software utilizado – FCS 16) foi o último dado como importante na Revisão Sistemática da Literatura. O 1º e o 3º fatores mais relevantes, Apoio da Liderança (FCS 04) e Treinamento de funcionários (FCS 07), foram apontados na escala de importância na pesquisa bibliográfica em 4º e 7º lugar, respectivamente, mostrando também a falta de uma relação entre as duas pesquisas.

Com relação ao faturamento das empresas, as maiores diferenças na relevância dos fatores entre empresas que faturam mais de 360 mil por ano e as que faturam menos de 360 mil, é em relação ao FCS 13 – Análise dos benefícios obtidos com o uso, que é dado como 12º no rank de empresas que faturam mais de 360 mil, e como 1º no rank de empresas que faturam menos, mostrando a relevância de um aprofundamento nos ganhos e benefícios com o uso para uma implementação de sucesso na empresa.

Já em empresa com mais de 5 anos de experiência na Indústria da AEC e empresas com um tempo menor de experiência, as principais variações foram em relação ao FCS 07 - Treinamento de funcionários, que foi dado como 1º no rank de empresa com mais de 5 anos de experiência, e como 6º no de empresas com menos de 5 anos. Infere-se, a partir de tal dado, que empresas

mais novas não costumam ver este fator como decisivo, tendo em vista que, por serem novas, possuem funcionários mais alinhados e com conhecimento em BIM.

Em empresas com mais de 10 funcionários, ao contrastar com empresas com menos de 10 funcionários, o FCS mais relevante é o de Apoio à liderança (FCS 04), similar ao de empresas menores, onde este FCS se encontra em 2º lugar. Isso reflete que, independentemente do número de funcionários, o treinamento é decisivo para o sucesso da implementação.

A última comparação foi em relação ao tempo de uso de BIM. Em empresas com menos de 3 anos de trabalho com BIM, o FCS dado como mais importante foi o FCS 13 – Análise dos benefícios obtidos com o uso, enquanto empresas com mais de 3 anos de trabalho, este fator se encontra em 13º lugar. Isso reflete que, empresas que estão em fase de implementação do BIM precisam ter claro os benefícios obtidos com o uso, ponto esse que será mais bem retratado no tópico a seguir.

Tabela 6.8 - Avaliação dos FCS em subgrupos amostrais

Nº	Fator Crítico para a Implementação do BIM	Maiores graus de importância			Menores graus de importância		
		RII	Rank	Amostra (n)	RII	Rank	Amostra (n)
FCS 13	Análise dos benefícios obtidos com o uso	0.75	1	Empresas que faturam menos de 360 mil	0.67	12	Empresas que faturam mais de 360 mil
		0.75	1	Empresas com menos de 3 anos de trabalho com BIM	0.75	13	Empresas com mais de 3 anos de trabalho com BIM
FCS 07	Treinamento de funcionários	0.79	1	Empresas com mais de 5 anos de experiência na Indústria da AEC	0.75	6	Empresas com menos de 5 anos de experiência na Indústria da AEC
FCS 04	Apoio da Liderança	0.90	1	Empresas com mais de 10 funcionários	0.79	2	Empresas com menos de 10 funcionários

Fonte: Elaboração Própria (2020)

No item a seguir, serão analisadas as respostas dos participantes sobre os benefícios percebidos com a utilização do BIM.

### 6.5.2. Priorização dos Benefícios Percebidos com o Uso do BIM

Na pesquisa, foram analisados também os benefícios percebidos com o uso do BIM. Foi aplicada a mesma metodologia apresentada no item anterior para a priorização dos benefícios, isto é, a partir da metodologia *Relative Importance Index* (RII) (RAJGOR M, PARESH C., 2016). Abaixo, são apresentados os resultados da pesquisa.

Tabela 6.9 - Avaliação do grau de importância dos benefícios percebidos com o uso do BIM em organizações privadas

Nº	Benefícios Percebidos com o Uso do BIM	% Sem Benefício (1)	% Benefício baixo (2)	% Benefício moderado (3)	% Benefício elevado (4)	% Benefício muito elevado (5)	Total (N)	Peso Total ( $\Sigma W$ )	RII	Rank
BEN 01	Detecção de Confrontos (Compatibilização de Projetos)	8%	0%	8%	20%	64%	25	108	0.86	1
BEN 02	Acurácia da documentação do projeto	8%	4%	0%	44%	44%	25	103	0.82	2
BEN 03	Satisfação do Cliente	8%	0%	24%	36%	32%	25	96	0.77	3
BEN 04	Facilidade em renovar projetos com o Cliente	8%	8%	20%	44%	20%	25	90	0.72	4
BEN 05	Comunicação da Equipe	8%	12%	16%	44%	20%	25	89	0.71	5
BEN 06	Construtibilidade (Menor número de RFIs)	16%	4%	8%	60%	12%	25	87	0.70	6
BEN 07	Produtividade da Equipe	16%	12%	8%	36%	28%	25	87	0.70	7
BEN 08	Colaboração da Equipe	8%	16%	28%	24%	24%	25	85	0.68	8
BEN 09	Estimativa de Tempo e Custo (4D e 5D)	12%	12%	20%	40%	16%	25	84	0.67	9
BEN 10	Segurança no processo da construção	8%	16%	32%	24%	20%	25	83	0.66	10
BEN 11	Menor tempo de elaboração dos projetos	16%	12%	8%	56%	8%	25	82	0.66	11
BEN 12	Menores custos de construção	4%	24%	28%	40%	4%	25	79	0.63	12
BEN 13	Maior rentabilidade dos projetos	16%	16%	36%	24%	8%	25	73	0.58	13

Fonte: Elaboração Própria (2020)

A partir da Tabela 6.9 - Avaliação do grau de importância dos benefícios percebidos com o uso do BIM em organizações privadas, observa-se que os benefícios mais percebidos com o uso do BIM são, substancialmente: Detecção de Confrontos (Compatibilização de Projetos) – BEN 01; Acurácia da documentação do projeto – BEN 02; Satisfação do Cliente – BEN 03; Facilidade em renovar projetos com o Cliente – BEN 04; Comunicação da Equipe – BEN 05.

Do lado dos benefícios, para empresas que faturam mais de 360 mil por ano, o benefício mais percebido com a utilização do BIM na organização foi o BEN 01 – Detecção de Confrontos (Compatibilização de Projetos), assim como nas empresas que faturam menos de 360 mil. Por outro lado, o 12º benefício foi o BEN 11 – Menor tempo de elaboração dos

projetos, enquanto as empresas que faturam menos o colocaram em 6º lugar. Isso mostra que empresas com menor faturamento têm produzido em menos tempo os projetos em BIM.

Nas empresas com mais de 5 anos de experiência na Indústria da AEC, a principal divergência foi em relação ao BEN 06 – Construtibilidade (Menor número de RFIs), que se encontrou em 4º lugar no rank, em contrapartida ao 8º lugar em empresas com menos de 5 anos de experiência. Isso reflete que, para empresas mais antigas, a construtibilidade, isto é, o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção no planejamento, projeto, contratação e trabalho no canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento (RODRIGUEZ, M. A.; HEINECK, L. M., 2014), é altamente relevante e visto de forma mais madura que empresas com menos tempo de experiência.

Em empresas com mais de 10 funcionários, os benefícios foram parecidos, o que reflete que o número de funcionários não impacta de modo decisivo na percepção dos benefícios do BIM. Os principais benefícios foram: Detecção de Confrontos (Compatibilização de Projetos) – BEN 01; Acurácia da documentação do projeto – BEN 02; Satisfação do Cliente – BEN 03, em 1º, 2º e 3º lugar no rank, respectivamente. A única variação, nesta análise, foi do RI.

Também na última comparação, em relação ao tempo de uso de BIM, empresas com mais de 3 anos de trabalho com BIM deram o benefício BEN 10 – Segurança no processo da construção como o 5º em importância, enquanto empresas com menos de 3 anos de trabalho o deram como 10º. A partir disso, pode-se perceber que empresas que trabalham há mais tempo com BIM perceberam a necessidade de se preocupar com a segurança do processo, provavelmente por terem encontrado problemas na elaboração ou execução dos projetos.

Tabela 6.10 - Avaliação dos Benefícios em subgrupos amostrais

Nº	Fator Crítico para a Implementação do BIM	Maiores graus de importância			Menores graus de importância		
		RII	Rank	Amostra (n)	RII	Rank	Amostra (n)
BEN 11	Menor tempo de elaboração dos projetos	0,71	1	Empresas que faturam menos de 360 mil	0,56	12	Empresas que faturam mais de 360 mil
BEN 06	Construtibilidade (Menor número de RFIs)	0,75	4	Empresas com mais de 5 anos de experiência na Indústria da AEC	0,70	8	Empresas com menos de 5 anos de experiência na Indústria da AEC
BEN 10	Segurança no processo da construção	0,74	5	Empresas com mais de 3 anos de trabalho com BIM	0,66	10	Empresas com menos de 3 anos de trabalho com BIM

Fonte: Elaboração Própria (2020)

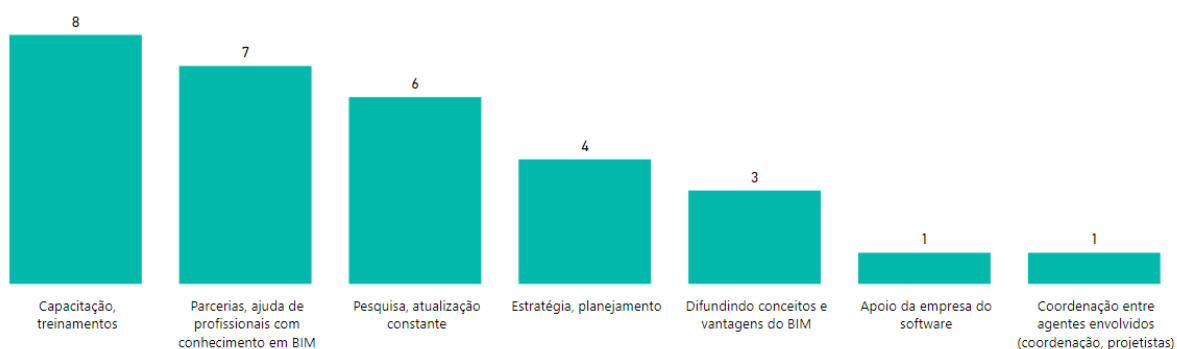
É relevante destacar que o BEN 01 – Detecção de Confrontos (Compatibilização de Projetos), foi dado como principal benefício em todas as análises citadas anteriormente.

### 6.5.3. Análise das Perguntas Abertas

No último bloco do questionário aplicado, foram analisados dois aspectos qualitativos do entrevistado: de que forma a organização lidou ou lida com os desafios encontrados na implementação do BIM; e de que forma os benefícios citados (apresentados no tópico anterior) influenciaram na adoção do BIM pela sua organização.

A partir das respostas, estas foram classificadas e agrupadas em macro temas, conforme apresentado abaixo.

Tabela 6.11 – Como as organizações avaliadas lidam/lidaram com os desafios encontrados na adoção do BIM



Fonte: Elaboração Própria (2020)

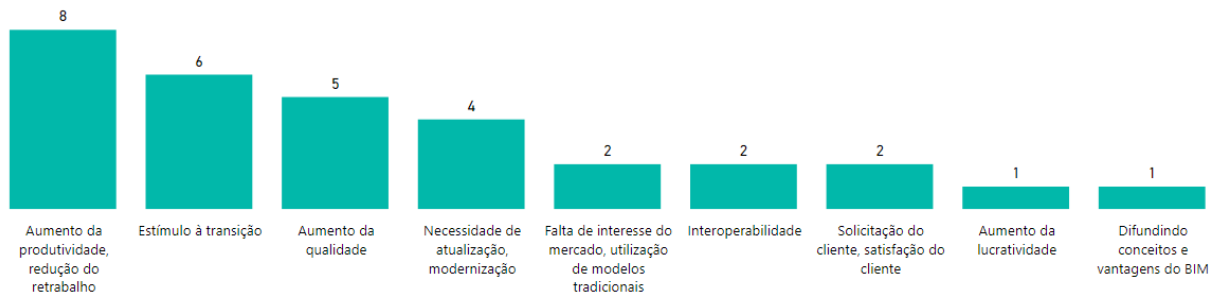
Frente à análise dos desafios, muitas respostas comentaram sobre a busca por capacitações e treinamentos (32% dos respondentes), e contatos com profissionais com experiência em BIM (28%) para lidar com esses desafios.

Algumas das frases citadas foram: “Principalmente através de contatos/troca de experiências com outros profissionais ou com a aquisição de consultorias específicas” e “Buscando se atualizar sempre e fazer parcerias com clientes antenados e profissionais competentes”, o que reitera o resultado apresentado na Figura 22.

Na pergunta de análise de quais benefícios influenciaram na adoção do BIM pela organização, muitas foram as motivações das empresas. Em grande parte, 32% citaram o aumento da produtividade e redução do retrabalho, seguido pelo estímulo à transição (24%), após terem ciência dos benefícios.



Tabela 6.12 - Impacto dos benefícios citados na adoção do BIM pelas organizações avaliadas



Fonte: Elaboração Própria (2020)

As frases que representam essa análise, são: “Para mim, desde o início algo que eu tinha muita convicção dos benefícios, era só uma questão de tempo para nos adaptarmos e criamos nossos padrões e processos”; “A qualidade dos projetos aumentou, diminuindo tempo de revisão, retrabalhos e erros. Dessa forma, os clientes ficaram mais satisfeitos com as entregas”; e “A qualidade dos projetos aumentaram, diminuindo tempo de revisão, retrabalhos e erros. Dessa forma, os clientes ficaram mais satisfeitos com as entregas”, o que perpassa pelos pontos citados e vai além, apresentando a satisfação do cliente também como motivador.

## 7. CONCLUSÕES

O BIM é visto, hoje, como uma etapa necessária do processo de transformação digital para a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O impacto esperado na economia brasileira com sua adoção, os incentivos governamentais com o Decreto nº 10.306, de 2020, e os benefícios que por ele gerados, refletem o anseio do mercado por essa transformação.

Os *outputs* dessa pesquisa permitem inferir o crescimento do BIM na Indústria AEC e identifica os principais Fatores Críticos de Sucesso (FCS) envolvidos no processo de implementação do BIM em uma organização privada, o que poderá contribuir para uma maior compreensão dos fatores que influenciam no sucesso dessas implementações pelo setor e no desenho de estratégias para tanto.

Perpassando os objetivos da pesquisa, o primeiro objetivo específico foi atingido com a apresentação das funcionalidades do BIM, a partir das análises das bibliográficas apresentadas, nos capítulos 2 a 5. A identificação de Fatores Críticos que influenciam no sucesso da implantação do BIM por organizações privadas foi apresentado no capítulo 6. Ao final, foi aplicado à pesquisa, que obteve mais de 30 respondentes, o método *Relative Importance Index* (RII) para priorização dos fatores elencados.

Os resultados, com a priorização, mostram que não existe uma relação entre o número de citações dos FCS na literatura com o apontado na realidade pelas empresas, ressaltando a importância do estudo para auxiliar a transformação digital no Brasil. Por outro lado, foi verificado que cada organização, conforme grau de maturidade, tempo de experiência com BIM e o mercado, além da quantidade de funcionários e faturamento apresentam realidades distintas: os fatores necessários para o sucesso variam de situação a situação.

Os cinco principais fatores apontados como importantes para o sucesso da adoção do BIM são, em grau de importância: Apoio da Liderança, Conhecimento do Software utilizado, Treinamento dos funcionários, Disponibilidade de tecnologia (Software) e Coordenação e Trabalho em Equipe. Além disso, foram citados fatores como Engajamento, Elaboração de Padrões, Disponibilidade de Recursos Financeiros e Cultura Organizacional favorável.

A partir do conhecimento gerado, espera-se que as conclusões deste estudo forneçam uma melhor compreensão dos elementos essenciais da implementação do BIM e auxiliem na orientação dos profissionais da AEC no desenvolvimento de estratégias apropriadas para o gerenciamento eficaz do processo de implementação em empresas privadas.

Como sugestões futuras, nota-se que a proposição de um *roadmap* com o detalhamento de ações e estratégias para gerenciamento dos FCS, a serem conduzidas pelos profissionais das organizações, pode em muito colaborar com as empresas com intuito de adotar o BIM. Para isso, sugere-se a adoção dos planos de Implementação e de Execução do BIM como amparo, a serem adaptados conforme o grau de maturidade de cada organização, para que possibilite e maximize, dessa forma, o sucesso de sua adoção nas organizações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; JAIN, M.; ARIF, M.; RAKSHIT, S. **Factors influencing BIM adoption in emerging markets – the case of India**. International Journal of Construction Management, 2018. DOI: 10.1080/15623599.2018.1462445

ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. **Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC**. Gestão & Tecnologia De Projetos, 4(2), p.76-111, 2009. DOI: 10.4237/gtp.v4i2.102

ATKINSON, R. **Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria**. International Journal of Project Management, [S.l]: v. 17, n. 6, p. 337-342, 1999.

BRITO, Douglas Malheiro de. **Fatores críticos de sucesso para implantação de Building Information Modelling (BIM) por organizações públicas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

BRYDE, D., *et al.*, **The project benefits of Building Information Modelling (BIM)**. International Journal of Project Management, 2013.

D. Ronald Daniel. **Management information crisis**. Harvard Business Review, pp. 11 O-1 19, 1961.

CHAN, D., OLAWUMI, T.; HO, A. **Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong**. Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 26 No. 9, pp. 1838-1854, 2019. DOI: 10.1108/ECAM-05-2018-0204

CHIEN, K.-F.; WU, Z.-H.; HUANG, S.-C. **Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study**. Automation in Construction, 45, 1–15, 2014. DOI: 10.1016/j.autcon.2014.04.012

DING, Z.; ZUO, J.; WU, J.; WANG, J. **Key factors for the BIM adoption by architects: a China study**. Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 22 Issue: 6, pp.732-748, 2015. DOI: 10.1108/ECAM-04-2015-0053

DODGE DATA & ANALYTICS. **SmartMarket report: Measuring the impact of BIM on Complex Buildings**. Dodge Data & Analytics, New York, 2015.

DUARTE, C. C. M.; BIANCOLINO, C. A.; STOROPOLI, J. E.; RICCIO, E. L. **Análise do conceito de sucesso aplicado ao gerenciamento de projetos de tecnologia da informação**. Revista de Administração da UFMS, Santa Maria, v. 5, n. 3, p. 459-478, 2012. DOI: 10.5902/198346596609.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

FAZLI, A.; FATHI, S.; ENFERADI, M. H.; FAZLI, M.; FATHI, B. **Appraising Effectiveness of Building Information Management (BIM) in Project Management**. Procedia Technology, Volume 16, 2014, p.1116-1125. DOI: 10.1016/j.protcy.2014.10.126.

GAJENDRAN, T.; BREWER, G.; GOFF, R. **Building Information Modelling (BIM): an Introduction and International Perspectives**. 2012. DOI: 10.13140/RG.2.2.13634.58565.

HARDIN, B.; MCCOOL, D. 2015. **BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows**. 2. ed. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2011.

HOFER, C. W. Hofer and Dan E. Schendel. **Strategy Formulation. Analytical Concepts**. West Publishing Company, St. Paul, Minn, 1978.

IDC, AUTODESK. **Digital Transformation: The Future of Connected Construction**. 2020. Disponível em: [http://constructioncloud.autodesk.com/rs/572-JSV-775/images/Autodesk-IDC-Digital%20Transformation\\_The-Future-of-Connected-Construction.pdf](http://constructioncloud.autodesk.com/rs/572-JSV-775/images/Autodesk-IDC-Digital%20Transformation_The-Future-of-Connected-Construction.pdf). Acesso em 30/10/2020.

KITCHENHAM, B.A; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering version 2.3**. EBSE Technical Report, Keele University and University of Durham, 2007.

KREIDER, R. G.; MESSNER, J. I. **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. Version 0.9**. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, 2013. Disponível em: <http://bim.psu.edu>.

KUMAR, Bimal. **A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects**. 2015.

LAHDOU, R., ZETTERMAN, D. **BIM for Project Managers How project managers can utilize BIM in construction projects**. Master of Science Thesis in the Master's Programme Design and Construction

LEE, S-K.; YU, J.; JEONG, H. **BIM Acceptance Model in Construction Organizations**. Journal of Management in Engineering, 31, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000252.

MACLURE, K., PAUDYAL, V., STEWART, D. **Reviewing the literature, how systematic is systematic?** Int J Clin Pharm. March 2016. DOI 10.1007/s11096-016-0288-3

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 389f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo

MADHAN, A., GUNARANI, I. **Factors Affecting Construction Labour Productivity using Questionnaire Survey**. International Journal of Engineering & Technology, 2018. 7. 309. 10.14419/ijet.v7i3.12.16048.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **SmartMarket report: The business value of BIM for construction in major global markets: How contractors around the world are driving innovation with building information modelling**. McGraw Hill, New York, 2014

MENEZES, G. L. B. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 21º sem. 2011.

TSAI, M., MOM, M., HSIEH, S. **Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: part I. Methodology and survey**. Journal of the Chinese Institute of Engineers, 2014. DOI: 10.1080/02533839.2014.888811

MOM, M., TSAI, M.-H., & HSIEH, S.-H. **Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: part I - Methodology and survey.** Journal of the Chinese Institute of Engineers, 37:7, 845-858, 2014. DOI: 10.1080/02533839.2014.888811.

MOM, M., TSAI, M.-H., & HSIEH, S.-H. **Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: Part II - Analysis and results.** Journal of the Chinese Institute of Engineers, 37(7), 859–868, 2014. DOI: 10.1080/02533839.2014.888798

MOUZUGHI, Yusra. **Critical Success Factors for Knowledge Management.** 2012.

OZORHON, B.; KARAHAN, U. **Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation.** Journal of Management in Engineering, Vol. 33, Issue 3, 2017. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000505

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. **BIM Planning Guide for Facility Owners”.** **Version 2.0,** [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <http://bim.psu.edu>.

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. **The Computer Integrated Construction Research Program. BIM – Project Execution Planning Guide, version 2.0,** [S.l.: s.n.], 2010. Disponível em: <http://bim.psu.edu>.

RAJGOR, M., PARESH, C., DHARUV, P., CHIRAG, P., DHARMESH, B. **II & IMPI: Effective techniques for finding delay in construction project.** International Research Journal of Engineering and Technology, Volume 3 Issue 1, Jan-2016.

RAVINDRAN, V., SHANKAR, S. **Systematic reviews and meta-analysis demystified.** Indian J. Rheumatol. 10, 89–94. 2015.

ROBERT N.; DEARDEN, A.; DEARDEN, J. **Management Control Systems Text and Cases.** Irwin, Homewood, Illinois, 1980.

ROBERT N.; DEARDEN, A.; DEARDEN, J.; VANCIL, R. F. **Key economic variables, in Management Control Systems,** pp. 138-143, Irwin, Homewood, Illinois, 1972.

ROCKART, John F. **Chief executives define their own data needs.** Harvard Business Review, pp. 81-92, 1979.

HOSSEINI, M. R.; NAMZADI, M.O.; RAMEEZDEEN, R.; BANIHASHEMI, S.; CHILESHE, N. **Barriers to BIM Adoption: Perceptions from Australian Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs).** 2016.

RODGERS, C.; HOSSEINI, M. R.; CHILESHE, N.; RAMEEZDEEN, R. **Building information modelling (BIM) within the Australian construction related small and medium sized enterprises: Awareness, practices and drivers.** In: Raiden, A and Aboagye-Nimo, E (Eds.), Proceedings 31st Annual ARCOM Conference, Lincoln, UK. Association of Researchers in Construction Management, 691–700, 2015.

RODRIGUEZ, M. A.; HEINECK, L. M.. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações.** Engenharia de Produção da UFSC. Postado em 06 de Abril de 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigo/a-construtibilidade-no-processo-de-projeto-de-edificacoes/>.

ROKOOEI, Saeed. **Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes.** Procedia - Social and Behavioral Sciences. 210. 87-95. 10.1016/j.sbspro.2015.11.332, 2015.

SAWHNEY, A. **Status of BIM adoption and outlook in India, Research report.** RICS School of Built Environment, Amity University, 2014. Disponível em: [http://ricsbe.org/RICSINDIA/media/rics/News/RICS-SBERresearch\\_State-of-BIM-Adoption.pdf](http://ricsbe.org/RICSINDIA/media/rics/News/RICS-SBERresearch_State-of-BIM-Adoption.pdf)

SHANG, Z; SHEN, Z. **Critical Success Factors (CSFs) of BIM Implementation for Collaboration based on System Analysis.** Conference Paper, p.1441-1448, 2014. DOI: 10.1061/9780784413616.179.

SOUZA, L.; AMORIM, S.; LYRIO, A. F. **IMPACT FROM THE USE OF BIM IN ARCHITECTURAL DESIGN OFFICES: REAL ESTATE MARKET OPORTUNITIES.** Gestão & Tecnologia de Projetos. 2009. DOI: 10.4237/gtp.v4i2.100.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction, 18(3), 357–375, 2009.

SUCCAR, B. **Building information modelling maturity matrix.** In J. Underwood, & U. Isikdag (Eds.), Handbook of research on building information modelling and construction informatics: concepts and technologies (pp. 65–103). Information Science Reference, IGI, 2010a.

SUCCAR, B. **The five components of BIM performance measurement.** Paper presented at the CIB World Congress, 2010b. DOI: 10.4018/978-1-60566-928-1.ch004

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. **Measuring BIM performance: Five metrics.** Architectural Engineering and Design Management, 8:2, 120-142, 2012.

WON, J.; LEE, G.; DOSSICK, C.; MESSNER, J. **Where to Focus for Successful Adoption of Building Information Modeling within Organization.** Journal of Construction Engineering and Management. 139, 2013. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000731.

# APÊNDICE A1 – QUESTIONÁRIO

## Implementação do BIM: Fatores Críticos de Sucesso

Essa é uma pesquisa de graduação da Universidade de Brasília (UnB), com o objetivo analisar o nível de adoção ao BIM (Building Information Modelling) nas organizações da Indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção).

Sua resposta será de grande valia para a quantificação e análise dos fatores que auxiliam no sucesso da adoção do BIM nos mais diversos tipos de organização (MEI, Microempresa, Empresas de Pequeno Porte).

**\*Obrigatório**

Parte I: Perfil da  
Empresa e  
Aderência ao  
BIM

Em 2018, foi publicado o primeiro decreto relacionado ao BIM, de nº 9.377, que instituiu a Estratégia de Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, para estimular a propagação e utilização da tecnologia, bem como sua adoção no setor público a nível nacional.

Em 2020, por meio do Decreto nº 10.306, o governo estabeleceu a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados por órgãos públicos, com um marco de dez anos para que o país se adapte.

Tendo em vista os incentivos governamentais e os benefícios apontados com o uso do BIM, essa pesquisa visa identificar os principais Fatores para uma implementação de sucesso da tecnologia, bem como as dificuldades encontradas pelas organizações para sua adoção.

1. Qual o tipo da organização em que você trabalha? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Privada  
 Pública  
 Outro: \_\_\_\_\_

2. Qual dos termos a seguir melhor descreve a área de atuação da sua organização? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Projetos de Engenharia  
 Projetos de Arquitetura  
 Projetos de Arquitetura e Engenharia  
 Projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção  
 Construção  
 Outro: \_\_\_\_\_

3. Por favor, selecione a quantidade de funcionários da sua empresa. \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Até 9 funcionários  
 10-49 funcionários  
 50-99 funcionários  
 Mais que 99 funcionários



4. Qual a(s) sigla(s) do(s) estado(s) de atuação da sua organização? \*

*Marque todas que se aplicam.*

- AC
- AL
- AP
- AM
- BA
- CE
- DF
- ES
- GO
- MA
- MT
- MS
- MG
- PA
- PB
- PR
- PE
- PI
- RJ
- RN
- RS
- RO
- RR
- SC
- SP
- SE
- TO

5. Qual o faturamento médio anual da sua organização? (Valores conforme orientação do Sebrae) \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Até 86 mil
- Entre 86 e 360 mil
- Acima de 360 mil

6. Há quanto tempo sua organização trabalha com BIM? (em anos) \*

\_\_\_\_\_

7. Qual o % de aderência ao BIM dos projetos em andamento na sua organização? (% de projetos que utilizam o BIM) \*

\_\_\_\_\_

8. Qual das funções abaixo melhor descreve seu papel na organização? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Dono(a)
- Diretor(a)
- Coordenador(a)
- Gerente de Projetos
- Engenheiro(a) ou Arquiteto(a) de Projetos
- Especialista em BIM
- Engenheiro(a) ou Arquiteto(a) de Campo

9. Há quanto tempo você trabalha na indústria da Arquitetura, Engenharia e/ou Construção? (em anos) \*

---

10. Há quanto tempo você trabalha com BIM? (em anos) \*

Ex: 0, 3.

---

11. Qual software sua organização utiliza para elaborar projetos em BIM? \*

Marque todas que se aplicam.

- REVIT
- ArchiCAD
- Allplan Architecture
- AECOSim Building Designer
- QIBuilder

Outro:  \_\_\_\_\_

**Parte II: Usos e Fatores de Adoção do BIM**

A implementação de qualquer nova tecnologia é acompanhada de desafios, e o BIM não é exceção. Ao tomar a decisão de implementar o BIM, frequentemente espera-se alcançar benefícios significativos e ganhos de produtividade, ao mesmo tempo em que os usuários são inexperientes e as ferramentas são novas.

De acordo com Succar (2009), a efetiva implementação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, políticas e processos, concatenadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas.

Com base nesses três pilares, abaixo identificaremos os tipos de uso do BIM na sua organização (PennState University, 2009), e os Fatores Críticos de Sucesso para sua implementação.

12. Quais os principais tipos de uso do BIM na sua organização? \*

Marque todas que se aplicam.

- Estimativa de Custos
- Modelagem de Condições Existentes
- Planejamento
- Programação
- Análises Locais
- Revisão de Projetos
- Análise Estrutural
- Análise Luminotécnica e/ou Energética
- Coordenação Espacial 3D
- Planejamento de Utilização
- Planejamento de Controle 3D
- Modelagem de Registros
- Planejamento de Manutenção
- Análise do Sistema de construção

Outro:  \_\_\_\_\_

13. Avalie os benefícios percebidos com a utilização do BIM na sua organização. \*

Selecione uma resposta por linha.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 (Sem benefício)	2 (Benefício baixo)	3 (Benefício moderado)	4 (Benefício elevado)	5 (Benefício muito elevado)
Detecção de Confrontos (Compatibilização de Projetos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construtibilidade (Menor número de RFIs)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estimativa de Tempo e Custo (4D e 5D)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Menores custos de construção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Segurança no processo da construção	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acurácia da documentação do projeto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Menor tempo de elaboração dos projetos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maior rentabilidade dos projetos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Colaboração da Equipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicação da Equipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produtividade da Equipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Satisfação do Cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facilidade em renovar projetos com o Cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Avalie o quanto os fatores abaixo auxiliaram na implementação do BIM na sua organização. \*

Selecione uma resposta por linha.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1 (Sem Impacto)	2 (Impacto baixo)	3 (Impacto moderado)	4 (Impacto elevado)	5 (Impacto muito elevado)
Disponibilidade de pessoal qualificado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apoio da Liderança	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicação Efetiva (Encontros frequentes)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coordenação e Trabalho em Equipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Treinamento de funcionários	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Engajamento dos funcionários	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Padrões estabelecidos / Plano de Execução BIM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conhecimento do Software utilizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disponibilidade de tecnologia (Software)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compatibilidade com Projetos de Parceiros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disponibilidade de recursos financeiros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Política BIM da empresa adaptada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Requisito do cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cultura organizacional de suporte (favorável)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise dos benefícios obtidos com o uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incentivos Governamentais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Parte III:  
Análise  
Qualitativa e  
Entregáveis

Na etapa final do questionário, listam-se algumas perguntas qualitativas quanto a planos de ação da organização para lidar com os desafios da adoção ao BIM e a percepção de benefícios com seu uso.

Ao final do Projeto, será disponibilizado um material com o compilado de respostas por tipo de organização (MEI, Microempresa, Empresas de Pequeno Porte) e os Fatores Críticos de Sucesso para implementação do BIM em cada uma. Caso tenha interesse em recebê-lo, basta incluir seu e-mail abaixo.

15. De que forma sua organização lidou/lida com os desafios encontrados? \*

---

---

---

---

---

16. De que forma os benefícios citados influenciaram na adoção do BIM pela sua organização? \*

---

---

---

---

---

17. Deseja receber os resultados por e-mail? Caso sim, por favor deixe seu e-mail para contato.

---