



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

CARLOS LAMOUR BEZERRA SOBRINHO

CLAUBER BEZERRA PIRES

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PANORAMA ATUAL DE
ADOÇÃO BIM NO BRASIL E NO REINO UNIDO.**

RECIFE, 2022

CARLOS LAMOUR BEZERRA SOBRINHO

CLAUBER BEZERRA PIRES

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PANORAMA ATUAL DE ADOÇÃO BIM NO
BRASIL E NO REINO UNIDO.**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2.

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Profa. Dra. Rachel Perez Palha

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Bezerra Sobrinho, Carlos Lamour.

Análise comparativa do panorama atual de adoção BIM no Brasil e no Reino Unido / Carlos Lamour Bezerra Sobrinho, Clauber Bezerra Pires. - Recife, 2022.

125 p. : il.

Orientador(a): Rachel Perez Palha

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2022.

Inclui referências, apêndices.

1. BIM. 2. Building Information Modeling. 3. Indústria da construção civil.
4. Implementação BIM. 5. Estratégia BIM BR. I. Pires, Clauber Bezerra. II. Palha, Rachel Perez. (Orientação). III. Título.

620 CDD (22.ed.)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**PARECER DA COMISSÃO DE
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

CARLOS LAMOUR BEZERRA SOBRINHO

CLAUBER BEZERRA PIRES

**ANÁLISE COMPARATIVA DO PANORAMA ATUAL DE ADOÇÃO
BIM NO BRASIL E NO REINO UNIDO**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Civil

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera os candidatos CARLOS LAMOUR BEZERRA SOBRINHO E CLAUBER BEZERRA PIRES **APROVADOS** **COM NOTA** _____.

Recife, 04 de novembro de 2022.

Profa. Dra. Rachel Perez Palha (Orientadora)

Claudia Rafaela Saraiva de Melo Simoes Nascimento

Bruna Brito Liberal

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus que sempre agiu sobre nós, nos iluminando em toda nossa trajetória acadêmica

A toda nossa família por todo o apoio e incentivo, nos proporcionando conforto e tranquilidade, sempre torcendo por nós.

À nossa orientadora, Profa. Dra. Rachel Palha por estar sempre disponível e nos acompanhando durante boa parte do curso, nos proporcionando a oportunidade de conhecer e se aprofundar no tema.

A todos os professores da UFPE que agregaram conhecimento as nossas vidas.

Aos nossos amigos Débora, Edinaldo, Tibérius, Yasmim e Wagner que foram responsáveis por tornar toda a nossa jornada acadêmica mais enriquecedoras, com conversas e debates e tornaram, além disso, uma trajetória mais leve e mais descontraída, com diversos momentos memoráveis que carregaremos por toda vida.

Eu, Carlos Lamour Bezerra Sobrinho, agradeço, especialmente, aos meus pais, Lourivande Francisca e Fernando Lamour, que sempre me incentivaram e me proporcionaram todas as condições possíveis para a realização da minha jornada acadêmica. Sou grato à minha namorada Laura Rocha por me apoiar em todos os momentos de dificuldades e ser tão atenciosa, tendo papel fundamental para a elaboração deste trabalho. Agradeço, também, às minhas irmãs e aos meus sobrinhos por entenderem minha ausência em diferentes momentos.

Eu, Cláuber Bezerra Pires, quero agradecer especialmente aos meus pais, Claudio Silvino e Mery Angela, que estiveram juntos comigo em toda essa caminhada e se chegou até aqui, foi graças a eles. Aos meus avós, Pedro Bezerra e Josefa Soares, que sempre me incentivaram e me apoiaram na realização desse sonho e a toda minha família e amigos que torceram por mim durante toda essa jornada.

RESUMO

Tendo em vista que a indústria da construção civil é uma das atividades econômicas com maiores potenciais em termos de impactos tanto econômicos como socioambientais, pesquisase sobre a aplicação do *Building Information Modeling* no Brasil após o advento inicial do decreto nº 10.306, a fim de identificar se o país está usufruindo dos benefícios do uso dessa tecnologia. Para tanto, é necessário a inspeção da atual situação em que a nação brasileira se encontra e, em seguida, a comparação com um país modelo, sendo escolhido o Reino Unido por ser líder mundial na aplicação do BIM, o qual serve, também, como provisor de ações e soluções para barreiras encontradas no Brasil que já se encontram sanadas em solo britânico. Realiza-se uma pesquisa por meio de questionários, aplicados a empresas e instituições de ensino, e de revisão bibliográfica de sites e conteúdos científicos especializados, efetua-se, logo após, a análise comparativa com os dados obtidos. Diante disso, verifica-se que no Brasil, o nível de adesão e principalmente de maturidade da metodologia BIM se encontra abaixo do esperado, tanto para academia quanto para a indústria da construção civil, para um país que tem a construção civil como um dos principais pilares de seu desenvolvimento. O que impõe a constatação de que o Brasil tem um potencial enorme para o desenvolvimento da tecnologia, tendo em vista a sua posição de país emergente no cenário mundial e a sua necessidade de investimentos na infraestrutura nacional, mas que se encontra em passos lentos por conta de dificuldades enraizadas no âmbito da construção civil como um todo. Todavia, podem ter como ajuda as estratégias e as conjunturas encontradas em países líderes na metodologia, como por exemplo o Reino Unido. Ademais, pontua-se que a estratégia adotada no Brasil se encontra bem estruturada, porém, há, ainda, uma ausência da aplicação de seus objetivos previstos, como por exemplo a disseminação de informações.

Palavras-chave: BIM; Building Information Modeling; indústria da construção civil; Implementação BIM; estratégia BIM BR.

ABSTRACT

Considering that the construction industry is one of the economic activities with the greatest potential in terms of both economic and socio-environmental impacts, research is carried out on the application of Building Information Modeling in Brazil after the initial advent of Decree No 10306 in order to identify whether the country is enjoying the benefits of using this technology. Therefore, it is necessary to inspect the current situation in which the Brazilian nation finds itself and, then, compare it with a model country, with the United Kingdom being chosen for being the world leader in the application of BIM, which also serves as a provider of actions and solutions for barriers found in Brazil that are already resolved on British soil. A survey is carried out through questionnaires, applied to companies and educational institutions, and a bibliographic review of websites and specialized scientific content, followed by a comparative analysis with the data obtained. In view of this, it appears that in Brazil, the level of adherence and especially maturity of the BIM methodology is lower than expected for a country of its greatness, both for academia and the civil construction industry, which imposes the finding of that Brazil has an enormous potential for the development of technology, given its position as an emerging country on the world stage and its need for investments in national infrastructure, but which is in slow steps due to difficulties rooted in the scope of construction as a whole, however, can be helped by the strategies and circumstances found in leading countries in the methodology, such as the United Kingdom. In addition, it is pointed out that a strategy adopted in Brazil is in good shape, however, there is still structure, an absence of the application of its foreseen objectives, as for the dissemination of its foreseen objectives.

Key words: BIM; Building Information Modeling; civil construction industry; BIM Implementation; BIM BR strategy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 – Objetivos específicos da estratégia BIM BR	20
Figura 2 – Distribuição dos trabalhadores nos setores da construção civil	23
Figura 3 – Nível de maturidade BIM mais comum	25
Figura 4 – Formação acadêmica dos profissionais entrevistados referentes à indústria	56
Figura 5 – Entrevistados referentes à indústria que conhecem o BIM	56
Figura 6 – Entrevistados referentes à indústria que utilizam o BIM	57
Figura 7 – Forma pelo qual os profissionais da indústria adquiriram conhecimento sobre o BIM.....	58
Figura 8 – Porcentagem de projetos da indústria em que se usa o BIM.....	59
Figura 9 – Tipos de projetos da indústria em que se usa o BIM	60
Figura 10 – Ferramentas/softwares utilizados pela indústria dentro da metodologia BIM.....	60
Figura 11 – Ano de fundação das instituições referentes às indústrias pesquisadas	61
Figura 12 – Uso do BIM pelas instituições referentes à indústria.....	62
Figura 13 – Tempo em que as instituições referentes à indústria trabalham com BIM	63
Figura 14 – Porcentagem de projetos que utilizam BIM nas instituições referentes à indústria	63
Figura 15 – Tipos de projetos que as instituições referentes à indústria utilizam o BIM	64
Figura 16 – Ferramentas/softwares que as instituições referentes à indústria usam dentro da metodologia BIM.....	64
Figura 17 – Processos utilizando o BIM nas instituições referentes à indústria	65
Figura 18 – Benefícios obtidos pelas instituições referentes à indústria com a implementação do BIM.....	66
Figura 19 – Dificuldades encontradas nas instituições referentes à indústria para a implementação e aperfeiçoamento do BIM.....	68
Figura 20 – Nível de maturidade BIM das instituições referentes à indústria	69
Figura 21 – Conhecimento acerca da existência da Estratégia BIM BR pelos profissionais das instituições referentes à indústria	69
Figura 22 – Conhecimento acerca da existência do Decreto n° 10.306/2020 pelos profissionais das instituições referentes à indústria	70
Figura 23 – Localização das instituições de ensino pesquisadas.....	71

Figura 24 – Formação acadêmica dos entrevistados referentes às instituições de ensino	72
Figura 25 – Trabalho com o BIM dentro das instituições de ensino	73
Figura 26 – Formas de obtenção de conhecimento em BIM pelos profissionais das instituições de ensino	74
Figura 27 – Tempo de trabalho com a metodologia BIM pelos profissionais de ensino	75
Figura 28 – Fundação das instituições de ensino pesquisadas	76
Figura 29 – Tempo em que as instituições de ensino trabalham com o BIM	76
Figura 30 – Uso do BIM como ferramenta de ensino nas instituições de ensino	77
Figura 31 – Tempo em que as instituições de ensino trabalham com a metodologia BIM para fins didáticos.....	78
Figura 32 – Motivação da aplicação do BIM nas instituições de ensino	78
Figura 33 – Meio de difusão da metodologia BIM dentro das instituições de ensino	79
Figura 34 – Tipos de projetos em que as instituições de ensino abordam o BIM	80
Figura 35 – Ferramentas/Softwares que são utilizadas de forma didática dentro das instituições de ensino.....	80
Figura 36 – Finalidades e objetivos do BIM trabalhados de forma didática dentro das instituições de ensino.....	81
Figura 37 – Problemas responsáveis pelas dificuldades encontradas na instituição para a implementação e aperfeiçoamento do BIM.....	82
Figura 38 – Nível de maturidade BIM nas instituições de ensino	83
Figura 39 – Conhecimento acerca da existência da estratégia BIM BR pelos profissionais das instituições de ensino.....	84
Figura 40 – Conhecimento acerca da existência do Decreto nº 10.306/2022 pelos profissionais das instituições de ensino	85
Figura 41– Ciência e implementação do BIM pelas instituições do Reino Unido.....	87
Figura 42 – Opinião britânica acerca do BIM como “ <i>business as usual</i> ”	88
Figura 43 – Relevância do BIM para os profissionais britânicos em relação às suas funções.	89
Figura 44 – Adoção do BIM pelas organizações cujas localizações são, em especial, no Reino Unido	89
Figura 45 – Adoção do BIM ao longo do tempo pelas organizações cujas localizações são, em especial, no Reino Unido.....	90
Figura 46 – Opinião dos pesquisados do NBS Digital Construction Report 2021 sobre estar de acordo com a liderança do governo em termos de construção digital.....	91

QUADROS

Quadro 1 – Levantamento dos contatos de interesse para o estudo (continua)	45
Quadro 1– Continuação	46
Quadro 1– Continuação	47
Quadro 1– Continuação	48

FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Fluxo dos tópicos referente ao questionário aplicado às universidades.....	38
Fluxograma 2 – Fluxo dos tópicos referente ao questionário aplicado às empresas	39

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BIM BR	Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i>
BSI	<i>British Standards Institution</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCBI	Coordenação de Cadastro de Bens Imóveis
CDBB	<i>Centre for Digital Built Britain</i>
CG-BIM	Comitê Gestor da Estratégia BIM BR
CIAT	<i>Chartered Institute of Architectural Technologists</i>
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DPP	Diretoria de Planos e Projetos
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GCB	<i>Government Construction Board</i>
HM	<i>His Majesty's</i>
IPA	<i>Infrastructure and Projects Authority</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
NBS	<i>National BIM Specification</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
TIP	<i>Transforming Infrastructure Performance</i>
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UK	<i>United Kingdom</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa e motivação	13
1.2 Objetivos gerais e específicos	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Building Information Modeling	15
2.1.1 Benefícios do BIM	17
2.2 BIM no Brasil.....	18
2.2.1 Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling	19
2.2.2 Decreto nº 10.306.....	20
2.2.2.1 <i>Implantação do decreto nº 10.306/2020</i>	21
2.3 BIM no Reino Unido	22
2.3.1 Government Construction Strategy 2011	23
2.3.2 Government Construction Strategy 2016	24
2.3.3 Roadmap to 2030	25
3 METODOLOGIA	27
3.1 Criação do formulário.....	29
3.1.1 Planejamento do tema	30
3.1.2 Formulação das perguntas	32
3.1.3 Aspecto do questionário	35
3.1.4 Teste de questionário	40
3.1.4.1 <i>Sinfra-UFPE / UFPE.....</i>	41
3.1.4.2 <i>Empresas Juniores Prisma e Arco Consultoria</i>	42
3.1.5 Feedbacks e ajustes	43
3.2 Aplicação do formulário.....	44
3.3 Coleta de dados por meio de revisão bibliográfica	50
3.4 Análise comparativa	51
4 RESULTADOS.....	53
4.1 Comparação	53
4.1.1 Situação atual do BIM no Brasil.....	54
4.1.1.1 <i>Instituições da indústria da construção civil</i>	54
4.1.1.2 <i>Instituições da academia da construção civil</i>	71
4.1.2 Situação atual do BIM no Reino Unido	86

<i>4.1.2.1 De acordo com a UK BIM Alliance</i>	86
<i>4.1.2.2 De acordo com a National BIM Specification</i>	89
4.2 Discussão.....	91
4.3 Otimização	95
5 CONCLUSÃO	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
APÊNDICE A – Modelo de questionário direcionado às empresas.....	106
APÊNDICE B – Modelo de questionário direcionado às universidades	116

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil está sendo transformada pela intensificação tecnológica oriunda, principalmente, da revolução digital e da atual indústria 4.0 (SIMÃO *et al.*, 2019). Contudo, essa mudança se depara com barreiras que fazem com que as inovações tecnológicas não sejam amplamente utilizadas, como exemplo dessas dificuldades, foi citado por Simão *et al.* (2019) a qualificação dos profissionais do setor.

Todavia, o processo tecnológico que está mudando a aparência, o funcionamento e o modo como construir as edificações é o *Building Information Modeling* (BIM) (EASTMAN *et al.* 2021). Apesar de já haver discussão sobre a ideia na década de 70 (MENEZES, 2011), o termo BIM foi cunhado em 1992, com a publicação do artigo intitulado: “*Modelling multiple views on buildings*”, escrito por G. A. van Nederveen e F. Tolman (VAN NEDERVEEN e TOLMAN, 1992). Eastman *et al.* (2021) definiram o BIM como uma tecnologia que permite criar digitalmente modelos de construção com elevada precisão oferecendo grandes capacidades de análise e controle.

Indo muito além do 2D e do 3D, a metodologia BIM é capaz de armazenar uma grande carga de informação, gerando assim novas possibilidades, como por exemplo, custo, planejamento, sustentabilidade e gestão (EASTMAN *et al.* 2021), sendo todos de forma semiautomática. Isso é possível, pois, o modelo contém dados, os quais são preenchidos da forma que o profissional responsável preferir.

Esta tecnologia soluciona os principais problemas presentes nos métodos mais antigos, como nos sistemas baseados no *Computer Aided Design* (CAD), pode-se citar como exemplo: a compatibilização de projetos; a possibilidade do trabalho simultâneo e preciso em um modelo federado; a capacidade de agregar informação aos sólidos gerando assim relatórios e soluções de conflitos de forma prática, dentre outros (EASTMAN *et al.* 2021).

A partir disso, diversos países já perceberam a importância de desenvolver essa metodologia para poder aproveitar desses fatores já citados, como diminuição de custos e de tempo em processos, que são cruciais para a economia de um país, principalmente se tratando da construção civil que é um dos pilares de qualquer economia global. Sendo assim, estão buscando evoluir sua maturidade em relação à essa tecnologia a partir de políticas públicas e ações da indústria privada para que possam melhorar o seu desempenho em âmbito nacional e até internacional. Esse envolvimento de alguns governos foi um fator impulsionador na determinação dos requisitos de produtividade para realizar o fluxo de trabalho, e, com a globalização, tendem a afetar a construção civil em proporção mundial.

Países que tomaram a frente dessa tecnologia como Reino Unido, Singapura, Estados Unidos, França, hoje criam e difundem novas ferramentas e metodologias com o resto do mundo, auxiliando na padronização e colaboração em escala global. É evidente, contudo, a liderança do Reino Unido na corrida em busca dos benefícios possíveis de serem alcançados com a implementação completa do método (SANTANA, 2020), servindo como modelo para as demais federações.

No Brasil, o uso do BIM ainda não é predominante, como foi mostrado no estudo liderado por Sienge e Grant Thorton (2020). Que constatou que apenas 38,4% das empresas participantes utilizavam a tecnologia em suas atividades. Em 2018, a fim de impulsionar o uso da tecnologia no país, foi criada a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM BR), sendo responsável por promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e a difusão do método (BRASIL, 2018). Dois anos após, foi publicado no Diário Oficial da União, o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 (BRASIL, 2020), que estabelece a obrigatoriedade do BIM em obras públicas, sendo, conforme observado no art. 4º do referido decreto acima, implementado gradualmente em três fases, com a última delas, segundo o art. 4º, III, efetivada em janeiro de 2028.

É inegável o destaque do BIM como uma ferramenta essencial para todos os países que visam o desenvolvimento da indústria da construção, como todo, de modo otimizado, ou seja, com uma maior qualidade, com uma maior velocidade e com menos desperdícios, por isso, diversos países, inclusive o Brasil, começam a tratar o BIM como uma estratégia central da evolução tecnológica no âmbito da construção civil.

1.1 Justificativa e motivação

A partir da criação do decreto nº 10.306, implementado desde janeiro de 2021, o Brasil entrou em uma fase que será um divisor de águas em relação ao desenvolvimento e utilização do BIM, onde todos os seus próximos passos podem alavancar esse processo, como também torná-lo ainda mais complexo.

Enquanto diversos países desenvolvem novas estratégias e tecnologias para aumentar e melhorar o uso do BIM, uma vez que já sabem dos seus benefícios e importância, o Brasil se encontra em passos iniciais de sua caminhada rumo ao desenvolvimento efetivo do BIM, tendo o Decreto nº 10.306 como um grande avanço rumo a este desenvolvimento.

É evidente a importância da abordagem do assunto e uma análise dos parâmetros atuais em que o país se encontra, para, então, criar um planejamento de longo e médio prazo, tomando

como guia ações e caminhos que deram certo em um país de referência na implementação do BIM, sendo, para o presente trabalho de conclusão de curso, escolhido o Reino Unido, devido à sua implantação precoce de uma ação governamental cujo objetivo seja a obrigatoriedade da tecnologia BIM, tornando-a líder em relação aos demais países.

Esse planejamento visa auxiliar o Brasil a se tornar uma das grandes potências dessa tecnologia no mundo. Um caminho muito difícil e atualmente distante, mas que ainda se é possível, e quanto mais rápido forem identificados meios que facilitem esse progresso, assim como identificar dificuldades que atrapalhem o método, é de valor inestimável para o tema.

Tema este que atualmente pode ser tido como um dos mais promissores e importantes para a Engenharia Civil mundial. Com isso, a justificativa do presente trabalho se baseia em estudar a evolução da implementação do BIM no Brasil em relação ao mundo, com informações que podem auxiliar a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM BR), instituída pelo Decreto nº 10.306. Assim como salientar as medidas e processos do Reino Unido que podem ajudar na caminhada do Brasil em tornar o BIM uma ferramenta difundida e explorada de forma otimizada tanto na academia como na indústria trazendo diversos benefícios para o desenvolvimento do país ao todo, se tornando assim um dia, exemplo para demais países que buscam essa evolução.

1.2 Objetivos gerais e específicos

O presente trabalho tem como objetivo analisar em que condição o BIM no Brasil se encontra, em relação ao Reino Unido, após a implementação do Decreto nº 10.306, e como o desenvolvimento e planejamento ministrados pelo governo britânico nesse tema pode servir como modelo para o Brasil alcançar resultados satisfatórios.

Como objetivos específicos se pode listar:

- Analisar o desempenho atual do Brasil, tanto na academia quanto nas empresas;
- Analisar o impacto que o decreto causa atualmente na evolução da implementação;
- Analisar o desempenho e evolução britânica em relação ao BIM;
- Comparar o cenário atual de BIM no Brasil com o Reino Unido;
- Elencar e dissertar dificuldades encontradas no Brasil;
- Analisar ideias implementadas no Reino Unido, que podem ser úteis para o avanço do Brasil no tema;

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No capítulo referente ao referencial teórico, é abordada a base conceitual dos temas relacionados à presente pesquisa, com o intuito de apresentá-los e descrevê-los de forma clara e sucinta, auxiliando em todo o desenvolvimento do estudo.

2.1 Building Information Modeling

BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção (EASTMAN *et al.*, 2021). Outra definição muito utilizada de BIM, é a definição da *Building Smart*, organização mundial de desenvolvedoras de tecnologia para o setor da construção, que define BIM como:

“Representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que permite integrar de forma sistêmica e transversal às várias fases do ciclo de vida de uma obra com o gerenciamento de todas as informações disponíveis em projeto, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, definido como existente desde a primeira concepção até à demolição” (BUILDING SMART, 2022).

A definição de BIM é muito abrangente, variando de acordo com autores, mas sempre engloba a otimização do fluxo de trabalho, tanto em questão de processos do projeto, como a interação humana dos participantes, trazendo diversos benefícios para todos os envolvidos na construção. O BIM rompe com os antigos paradigmas da indústria da construção civil e mostra-se como a principal alternativa para solucionar os problemas de baixo desempenho que sempre afetaram essa indústria (SACKS *et al.*, 2018).

Sendo considerado uma revolução tecnológica dentro da construção civil, o BIM é visto como uma saída para o atraso da indústria da construção civil em relação às demais. Atualmente essas evoluções tecnológicas, ligadas a processos da indústria da construção civil, estão em constante desenvolvimento, passando desde os desenhos feitos em lápis e papel, até as modelagens virtuais tridimensionais com a inclusão de sistemas complexos de produção e desenvolvimento dos projetos. Inicialmente, os projetos em lápis e papel sofreram uma transformação na sua transferência para meios digitais por meio de softwares CAD, inovando e evoluindo a metodologia no que diz respeito ao desenho e edição de projetos, otimizando o

tempo e diminuindo erros. Porém, não afetando diretamente o paradigma da modelagem de projetos, levando em consideração que os desenhos apenas foram transferidos de meio, mas mantendo seu resultado (SACKS et al., 2018).

O BIM não se trata de um software específico, e sim de um conceito de método de trabalho, informações, modelagem e gerenciamento das atividades referentes ao projeto/construção de obras de engenharia. Portanto, o projeto neste novo nível, se torna muito mais próximo da obra real como um todo, facilitando a observação de possíveis inconformidades e incompatibilidades antes mesmo da construção, proporcionando soluções de projetos mais integradas e otimizadas (EASTMAN et al., 2021).

O BIM pode ser entendido de várias formas de acordo com a visão de diferentes pessoas, seja baseado em experiências prévias ou percepção pessoal. Alguns vêm a tecnologia BIM como modelagem orientada a objetos, outros como a possibilidade de criar modelos IFC. Desta forma, surge a necessidade de estabelecer uma definição comum em termos de nível de maturidade BIM (KHOSROSHAHI; ARAYICI, 2012).

Os níveis, ou estágios de maturidade BIM são definidos por Khosrowshahi e Arayici (2012) da seguinte forma:

- Pré-BIM (Nível 0):

Se refere as práticas tradicionais 2D (AutoCAD), ainda com ineficiência e barreiras significativas. A maioria da informação é armazenada em documentos escritos, pranchas e detalhes 2D. Existe grande possibilidade de existirem erros humanos e problemas entre diferentes versões de projeto.

- BIM Nível 1:

Se refere à transição de 2D para o 3D, onde o modelo passa a ser construído com elementos arquitetônicos reais. Nessa fase, as disciplinas ainda são tratadas separadamente e a documentação final ainda é composta, majoritariamente, por desenhos 2D.

- BIM Nível 2:

Existe um progresso da modelagem 3d para a colaboração e interoperabilidade. Tal nível requer um compartilhamento integrado de dados entre as partes envolvidas com a finalidade de suprir a abordagem colaborativa.

- BIM Nível 3:

O estágio 3 já passa da colaboração para a integração, refletindo a filosofia real BIM.

Nesse nível de maturidade os envolvidos no projeto interagem em tempo real permitindo análises complexas nas fases iniciais de projeto. O produto final inclui, além da documentação 2D, propriedades semânticas de objetos, princípios de construção enxuta, políticas sustentáveis, etc.

Revolucionando a modelagem de projetos dentro da construção civil, o BIM traz consigo uma série de benefícios desde a concepção inicial, passando pelo detalhamento, construção, uso, até sua demolição. Trazendo uma otimização em todo o processo da cadeia de construção de uma obra, facilitando seu desenvolvimento, diminuindo drasticamente os possíveis erros e consequentemente trazendo ganhos em relação a tempo e dinheiro (EASTMAN *et al.*, 2021).

2.1.1 Benefícios do BIM

O BIM é usado para criar, planejar, gerenciar e modelar dados durante o processo de projeto, construção e operação, atuando em toda a cadeia de processos de uma obra. Sendo assim, sua implementação afeta diretamente o fluxo operacional da obra desde a concepção do projeto até em futuras manutenções e *as builts*.

Os benefícios do BIM aparecem na conexão dos envolvidos no projeto, fluxos de trabalho e dados utilizados em todo o ciclo de vida do mesmo, auxiliando diretamente na melhor tomada de decisões, soluções com opções mais sustentáveis e economia de custos em toda a vida útil do projeto. Assim, as equipes de projeto e construção podem trabalhar com mais eficiência e fluidez, melhorando a interoperabilidade do projeto para proporcionar melhores formas de trabalho e melhores resultados (AUTODESK INC., 2021).

Tendo em vista essa capacidade de otimização do processo construtivo com o BIM, Eastman *et al.* (2021) citam uma série de vantagens e melhorias que o BIM pode trazer para as etapas de projeto, construção e pós-construção da obra e a todos os envolvidos nelas:

- Visualização antecipada e mais precisa de um projeto;
- Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto;
- Geração desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto;
- Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto;

- Verificação facilitada das intenções de projeto;
- Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto;
- Incremento da eficiência energética e a sustentabilidade;
- Sincronização de projeto e planejamento da construção;
- Reação rápida a problemas de projeto ou do canteiro;
- Uso do modelo de projeto como base para componentes fabricados;
- Melhor implementação e técnicas de construção enxuta;
- Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção;
- Melhor gerenciamento e operação das edificações;
- Integração com sistemas de operação e gerenciamento de facilidades.

Essas melhorias trazem benefícios não só para a construtora, mas também para seus clientes com o aumento da qualidade e desempenho da construção. Além da otimização de tempo e dinheiro investidos na obra, por conta da melhor utilização de recursos e menor quantidade de erros e conflitos. Tendo em vista isto, o Estado como o maior cliente da construção civil, pode ser um dos maiores beneficiados pela implementação dessa tecnologia. (EASTMAN *et al.*, 2021).

2.2 BIM no Brasil

O presente tópico aborda de maneira breve e sucinta o BIM no Brasil anteriormente à implementação da Estratégia BIM BR, de forma que evidencie a necessidade da abordagem e discussão sobre o tema. Além do atraso em relação aos demais países, evidenciado posteriormente no estudo, mostra a importância da criação e manutenção de políticas públicas e medidas para o seu melhor desenvolvimento em território nacional.

A relação do Brasil com o BIM começou próximo dos anos 2000, a partir de exemplos internacionais que começaram a desenvolver novas ferramentas e possibilidades com o conceito BIM, tornando- se pioneiros na tecnologia, mas o Brasil ainda apresentava um desenvolvimento singelo, sem regras ou padronizações para o setor. Movido pela necessidade de melhoria na indústria da construção civil, o Brasil buscou a melhoria no processo BIM a partir do desenvolvimento de novas metodologias de trabalho e a incorporação de tecnologias BIM advindas de outros países, porém sem muito apoio do Estado ou grandes empresas, gerando assim, uma morosidade no processo de implementação do BIM em relação a outros países.

Rocha (2011) lembra que, há anos, o BIM é visto como uma ferramenta que proporcionará uma mudança radical no processo de produção da construção civil. Entretanto, sempre houve o receio da indústria e da academia por ser tão revolucionário e tecnológico. Com isso, o conceito de modelagem de informações para construção enfrentou grandes dificuldades para ser adotado no Brasil. O que já era esperado, levando em consideração a dificuldade encontrada para a adoção de ferramentas CAD, que mesmo sendo anteriores ao BIM, nunca se tornaram unanimidade em território nacional.

Mesmo com dificuldades de implantação, a tecnologia BIM foi gradativamente adotada no país por vários profissionais das áreas de orçamentos, arquitetura, estruturas, instalações prediais e de vedação. Tendo em vista seus benefícios, o Brasil aos poucos foi percebendo que o investimento no processo BIM era crucial para o desenvolvimento da construção civil no país, isso causou a maior adesão de empresas, criação de políticas públicas e difusão desse processo nas instituições de ensino brasileiras.

2.2.1 Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling

No Brasil, pode-se verificar que o setor da construção civil ainda não reproduziu a intensa inovação tecnológica observada em outros setores, isso se justifica devido às barreiras observadas na conjuntura brasileira, como por exemplo: alto custo de implantação, a falta do incentivo do governo e a qualificação dos profissionais (SIMÃO, 2019). Esse fato se mostra preocupante pois, a construção civil é responsável por ser um dos maiores geradores de emprego, de renda (CBIC, 2020) e de resíduos sólidos (CARDOSO, 2022), ficando, assim, visível a necessidade de buscar pelos possíveis aperfeiçoamentos e eficiências a fim de intensificar seus pontos positivos mitigando os possíveis impactos negativos.

Buscando isso, em maio de 2018, por meio do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (BRASIL, 2018), instituiu-se a Estratégia BIM BR, tendo como objetivo principal renovar a indústria, a fim de alcançar os diversos pontos positivos gerados pela intensificação do uso do BIM.

Conforme é observado no documento oficial do BIM BR (BRASIL, 2018), a estratégia é estruturada em ações, objetivos, finalidade, indicadores e metas, e apresenta como gerenciador o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CG-BIM), o qual é formado pela Casa Civil da Presidência da República, pela Secretaria-geral da Presidência da República, e por nove ministérios, sendo eles: das Cidades, da Defesa, dos Transportes, Portos e Aviação Civil, dentre outros.

Buscando nortear as medidas a serem adotadas, o BIM BR enumera nove objetivos específicos (Figura 01) para se alcançar os resultados desejados pela estratégia, sendo elas: elevar em 10% a produtividade das empresas; reduzir em 9,7% os custos de produção; elevar a adoção do BIM em dez vezes; e, por fim, aumentar o Produto Interno Bruto PIB da Construção civil em 28,9% (Brasil, 2018).

Figura 1 – Objetivos específicos da estratégia BIM BR

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Difundir o BIM e seus benefícios; • Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM; • Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM; • Estimular capacitação em BIM; • Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com uso do BIM; 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM; • Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM; • Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; • Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Fonte: Brasil, 2018.

2.2.2 Decreto nº 10.306

Os esforços empregados na estratégia BIM BR (2018) culminaram na publicação do Decreto nº 10.306 em três de abril de 2020 no diário oficial da união, com a seguinte ementa:

Estabelece a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*- Estratégia BIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. (BRASIL, 2020)

Com a vigência iniciada na data de sua publicação, o decreto acima, conforme previu em seu art. 4º, I, passou a implementar as determinações constantes na primeira fase a partir de 1º de janeiro de 2021 (BRASIL, 2020). O mandato deve intensificar as forças direcionadas à busca pela renovação da indústria da construção civil, democratizando o uso do BIM e conferindo a obrigatoriedade da tecnologia nas obras públicas do âmbito federal. Segundo Igor Calvet, presidente da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a situação brasileira, com a elaboração e inclusão do mandato, se adequa ao movimento mundial de modernização do setor (FETTERMANN, 2020).

De acordo com o art. 2º do Decreto nº 10.306/2020 o Ministério da Defesa por intermédio do exército brasileiro, da marinha do Brasil e da força aérea brasileira e o Ministério da infraestrutura por intermédio da secretaria nacional de aviação civil e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) serão os órgãos pilotos, tendo como responsabilidade a adoção e a disseminação inicial do uso do BIM (BRASIL, 2020).

Os impactos observados com o decreto vão além da esfera pública (LÜKE, 2021). Com a obrigatoriedade do BIM no setor público, as empresas que almejam as diversas licitações que são realizadas periodicamente precisam se adaptar a essa nova exigência o mais breve possível, caso planejem continuar aptos a concorrerem pelos objetos licitantes. Com a iminente ampliação do uso do BIM, gerada pela implementação do Decreto nº 10.316/2020, e com as diversas vantagens frente às tecnologias mais antigas, tal qual a baseada em CAD, não só os órgãos solicitantes, mas também as pessoas físicas e jurídicas tendem a notar, com o tempo, os prós observados com esses novos instrumentos implementados.

Com base no exposto, o Decreto nº 10.306/2020 proporciona um ambiente no cenário brasileiro em que as empresas precisam se integrar o quanto antes ao BIM caso não queiram perder espaço ou mesmo se desejam crescer no mercado da construção civil. Essa demanda imediata se deve ao fato da implementação seguir etapas que demandam tempo e aperfeiçoamento para alcançar a maturidade no método (ANVERSA, 2020).

2.2.2.1 Implantação do decreto nº 10.306/2020

Como proposto pela Estratégia BIM BR, a implementação da obrigatoriedade do BIM através do Decreto nº 10.306/2020 será escalonado em três fases, tendo como objetivo fornecer o tempo necessário para a adequação do mercado (BRASIL, 2018). É previsto no art. 4º do referido decreto acima a especificação das fases de implementação que serão gradualmente instituídas ao longo de sete anos.

O art. 4, I do Decreto 10.306/2020 estabelece que a primeira fase deveria ser iniciada no dia 1º de janeiro de 2021. Esta etapa abrange os projetos de arquitetura e engenharia de grande relevância, tanto para novas construções quanto para ampliações e reabilitações. Minimamente, impõe que projetos relacionados a: estrutura; instalações hidráulicas; instalações elétricas; e instalações de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (AVAC) sejam em BIM. Adicionalmente, detecção de interferências, revisão, compatibilização, extração de quantitativos e geração de documentos gráficos também serão utilizadas a tecnologia (BRASIL, 2020).

A segunda fase, presente no art. 4º, II do Decreto 10.306/2020, está prevista para ser implantada no dia primeiro de janeiro de 2024, três anos após a primeira etapa, prevendo, além dos projetos de arquitetura e engenharia já implementados, o uso na gestão das obras relacionadas com as construções novas, ampliações, reabilitações e, também, de reforma. De forma adicional aos usos da fase anterior, será necessário, também, o uso do BIM em orçamentos, planejamento e controle da execução de obras e na documentação do *as built* (BRASIL, 2020).

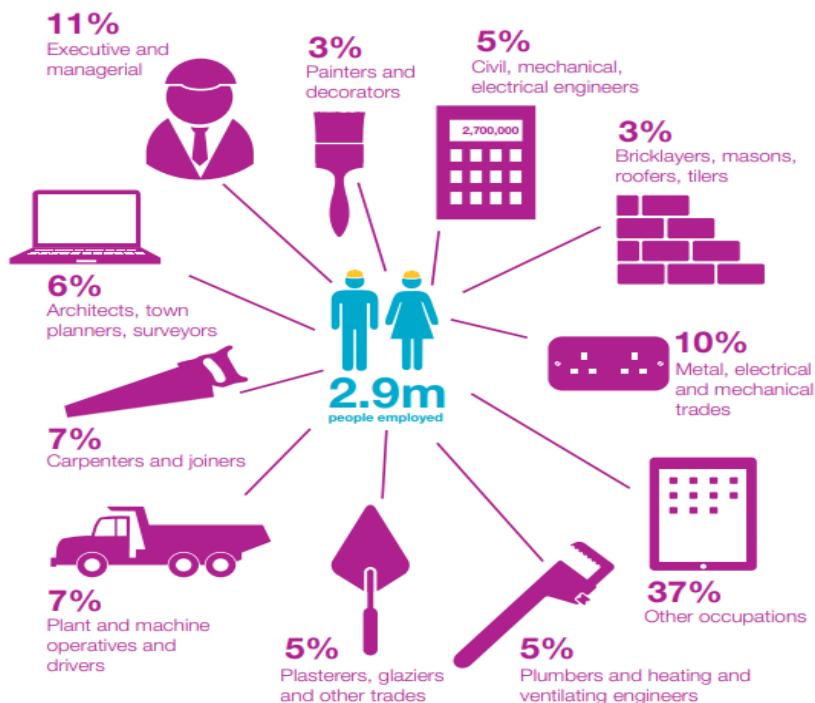
Em primeiro de janeiro de 2028, será introduzida a terceira e última fase prevista, compreendido no art. 4º, III do Decreto 10.306/2020, que impõe, além dos usos previstos nas etapas anteriores, o uso da tecnologia também para obras de média relevância. Essa fase completa o ciclo do BIM ao determinar a manutenção e gerenciamento após a construção do empreendimento (BRASIL, 2020).

Encerrado o ciclo previsto, espera-se que as metas traçadas na estratégia BIM BR sejam alcançadas. Com isso, o Brasil dará um importante passo, se aproximando de países mais familiarizados com a metodologia.

2.3 BIM no Reino Unido

A indústria da construção civil no Reino Unido sempre teve uma forte vantagem competitiva, com grandes experiências em design, arquitetura e engenharia, atraindo milhões de turistas de todo o globo (CRUZ, 2018). Segundo o *His Majesty's Government* (HM Government), no ano de 2013, havia 2,9 milhões de pessoas empregadas no setor (Figura 2), cerca de 10% de todo o trabalho britânico, além disso, contribuía com cerca de 90 bilhões de libras esterlinas, representando 6,7% da economia do Reino (UNITED KINGDOM, 2013). Tendo esses fatos em mente, e com previsão de crescimento do setor em 4,3% ao ano, o governo britânico, em *Construction 2025* (2013), estabeleceu metas cujos objetivos almejam a maior eficiência e desempenho do setor, com foco nas pessoas, no avanço tecnológico, na sustentabilidade, no crescimento e na liderança (UNITED KINGDOM, 2013).

Figura 2 – Distribuição dos trabalhadores nos setores da construção civil



Fonte: *United Kingdom, 2013.*

2.3.1 Government Construction Strategy 2011

Tendo sua publicação em maio de 2011, e seu lançamento em julho do mesmo ano pelo Ministro Francis Maude, o *Government Construction Strategy*, documento cujo objetivo é traçar fluxos de trabalho visando reduzir os custos do governo com os projetos da construção na ordem de 15 a 20% (*CABINET OFFICE*, 2011), incluiu como uma de suas metas o BIM totalmente colaborativo, ou seja, o envolvimento do BIM em todos os dados, documentações e informações para os projetos governamentais até 2016 (*UNITED KINGDOM*, 2011).

Para o alcance dos objetivos dessa estratégia, contou como ações: a criação de um plano de implementação da tecnologia; a definição de quais serão as exigências e o padrão esperado para os projetos do governo; a realização de projetos testes, usando o BIM, em vários departamentos; e, por fim, a avaliação destes projetos testes (*UNITED KINGDOM*, 2011).

Um ano após o lançamento do *Government Construction Strategy*, em 2 de julho de 2012, foi publicado o *One Year On*. Trata-se de um relatório cujo objetivo é traçar um balanço do progresso observado após a implementação da estratégia. Foram percebidos no relatório acima referido, segundo o governo britânico, reduções dos custos em cerca de 72 milhões de libras esterlinas e reduções de custos previstos em novos contratos em torno de 279 milhões

(UNITED KINGDOM, 2012). O investimento incentivado pela estratégia na adoção do BIM, foi um excelente progresso, segundo o relatório.

Em paralelo à publicação do *One Year One*, foi realizada uma atualização do plano de ação estabelecido no *Government Construction Strategy*. Dentre as atualizações, podemos destacar o desenvolvimento de: planos de trabalhos para o BIM; uma norma disponível ao público que versa sobre a entrega de informações de projeto e construção; um padrão nacional para a interoperabilidade; rede de *hubs* regionais e site, nomeado de *bimtaskgroup*, para incentivar o compartilhamento de conhecimentos e melhores práticas BIM (UNITED KINGOM, 2012).

2.3.2 Government Construction Strategy 2016

Em 2016, dando prosseguimento à estratégia implementada em 2011, o governo britânico estabeleceu um novo plano, cujo principal objetivo foi o aumento da produtividade na construção, sendo capaz de fornecer grandes eficiências, gerando economia em torno de 1,7 bilhão de libras esterlinas (CABINET OFFICE, 2016). O *Government Construction Strategy* de 2016 determinou como foco a melhoria das habilidades digitais, compras mais inteligentes, pagamentos mais justos e reduções na emissão de carbono, para isso elegeu o BIM como uma peça fundamental, fornecendo aumentos na produtividade e na colaboração (UNITED KINGOM, 2016).

De forma mais específica, a nova estratégia adotou como um dos seus principais objetivos o aumento do uso da tecnologia digital, como por exemplo o BIM, continuando a estratégia 2011, capitalizando os avanços para ser possível a entrega dos projetos de construção cada vez mais eficientes. Para isso, o BIM *Working Group* dará apoio desenvolvendo medidas cuja finalidade seja permitir o alcance aos benefícios fornecidos pelo uso da tecnologia (UNITED KINGOM, 2016).

Para reforçar o BIM nível 2, foram traçados objetivos e ações visando alcançar uma maior maturidade no uso da tecnologia. Como medidas, podemos citar: um grupo de trabalho BIM cujo objetivo é completar adequadamente os preparativos para cumprir com o mandato; o desenvolvimento de medidas que possam mensurar o efeito do BIM nível 2 na construção civil; e estudos de caso para identificar melhores práticas, extraíndo as lições aprendidas (UNITED KINGOM, 2016).

Com a consolidação do BIM nível 2, o governo britânico planejou o desenvolvimento de uma nova geração de padrões digitais para proporcionar futuramente a admissão do BIM

nível 3, se firmando como líder da metodologia (Figura 3), para isso, a equipe da *Infrastructure and Projects Authority* (IPA) junto ao *Government Construction Board* (GCB) e ao BIM *Working Group* trabalharam em conjunto, colaborando com o avanço de maneira apropriada (*UNITED KINGDOM*, 2016).

Figura 3 – Nível de maturidade BIM mais comum



Fonte: O'MALLEY, 2021.

2.3.3 Roadmap to 2030

Em setembro de 2021 foi publicado pelo governo britânico o *Roadmap To 2030*, um roteiro do *Transforming Infrastructure Performance* (TIP), programa central do IPA, cujo objetivo é liderar a mudança do ambiente da construção, em busca de um maior desempenho, tendo como visão futura uma nova abordagem, reconhecendo a necessidade de um equilíbrio entre o ambiente construído e o ambiente natural (*CABINET OFFICE*, 2021).

O *roadmap* é um instrumento visual que apresenta como finalidade indicar através de um mapa o gerenciamento de um projeto com suas ações e objetivos (FIA, 2022). No *roadmap to 2030*, o BIM é abordado na área de foco 5 com o título “*Optimising the performance of our existing built environment*”, que se traduz a “Otimizando a performance do nosso ambiente construído existente”. Com o objetivo de melhorar o gerenciamento de informações, foi apresentado e aplicado de forma imediata um novo mandato atualizado BIM, tendo como base o mandato de 2016 (*UNITED KINGDOM*, 2021). O foco deste novo mandato é a melhoria da qualidade, da produção, do processamento, do gerenciamento, do armazenamento e da disponibilização da informação, para isso, determina-se uma série de exigências para os clientes governamentais (*UNITED KINGDOM*, 2021).

O novo mandato almeja a aplicação do *United Kingdom (UK) BIM Framework*, que substituiu o BIM Nível 2 em 2018, para isso, conta com o *Centre for Digital Built Britain*

(CDBB), o *British Standards Institution* (BSI), e a UK BIM Alliance para coordenarem a conscientização de seus requisitos (*UNITED KINGDOM*, 2021). O objetivo do UK BIM Framework é definir o procedimento e providenciar as ferramentas e recursos para que se implemente o BIM, usando o *framework* fornecido pela *International Organization for Standardization* (ISO) 19650, padrão internacional que visa o gerenciamento de informações usando BIM (CDBB, S. d.).

As exigências aos clientes governamentais são oriundas da aplicação do UK BIM Framework, de forma resumida, são elas: necessidade dos processos contratuais estarem de acordo com o UK BIM Framework; cumprir com a função de gerenciamento de informações conforme determinado na ISO 19650-1; a definição dos requisitos das informações acerca de seus ativos e projetos como estabelecido na ISO 19650 Parte 2; receber, assegurar e armazenar imutavelmente as informações obtidas através de um sistema de registro; reconhecer que as informações são um ativo de valor, sendo de relevante importância para efetuar e otimizar suas operações, manutenções e alienações; tratar com rigor a manutenção das informações, garantindo benefícios à organização cliente de forma contínua (*UNITED KINGDOM*, 2021).

Por fim, resta demonstrada a intenção do governo britânico em permanecer líder em termos de gerenciamento e uso de informações, para isso, o mandato e o UK BIM Framework serão periodicamente revisados e atualizados, observando os avanços tecnológicos e digitais, com a perspectiva de incluir aspectos de interoperabilidade BIM (*UNITED KINGDOM*, 2021).

3 METODOLOGIA

Segundo Bruyne (1991), a metodologia é a lógica dos procedimentos científicos em sua gênese e em seu desenvolvimento e deve ajudar a explicar não apenas os produtos da investigação científica, mas principalmente seu próprio processo. E para Strauss & Corbin (1998), o método de pesquisa é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para coletar e analisar os dados. O método fornece os meios para se alcançar o objetivo proposto, ou seja, são as “ferramentas” das quais fazemos uso na pesquisa, a fim de responder nossa questão.

O presente trabalho se trata de uma análise comparativa entre o atual cenário brasileiro de BIM após a implementação do Decreto nº 10.306/2020, com o resto do mundo. E para isso, o estudo foi desenvolvido em diferentes etapas, que de forma gradativa, foram relacionadas e seguiram uma linha de raciocínio coesa para a possível solução do problema.

Com base nisso, pode-se afirmar que o presente estudo se trata de uma Pesquisa Descritiva, de acordo com Gil (2010) esse tipo de pesquisa tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis.

E para isso, foram usados os métodos de levantamento por meio de questionários e entrevistas para a coleta de dados do cenário brasileiro e revisão bibliográfica para avaliação e comparação com o cenário mundial. O levantamento é um meio de pesquisa que segundo Gil (2010) caracteriza-se pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Basicamente, procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa ou qualitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados. Enquanto a pesquisa bibliográfica é definida também por Gil (2010) como sendo uma pesquisa desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Para a análise desses dados, foi adotado pelo estudo uma abordagem quali-quantitativa. A modalidade de pesquisa quali-quantitativa “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (KNECHTEL, 2014, p. 106). Essa união de abordagens traz mais embasamento ao estudo, procurando adotar diferentes tipos de análise para o objeto do estudo, de modo que consiga aproximar o pesquisador da questão da pesquisa. Duffy (1987) cita que utilização conjunta de ambos os métodos traz diversos benefícios como: a possibilidade de controlar vieses (pela abordagem

quantitativa) e compreensão dos agentes envolvidos no fenômeno (pela abordagem qualitativa); identificação de variáveis específicas (pela abordagem quantitativa) e visão global do fenômeno (pela abordagem qualitativa); complementação de um conjunto de fatos e causas oriundos da abordagem quantitativa com uma visão da natureza dinâmica da realidade; enriquecimento das constatações obtidas em condições controladas com dados obtidos no contexto natural.

Com isso, para o conhecimento do cenário brasileiro de forma real e prática, foi desenvolvido um questionário estruturado por meio digital com o Google *Forms* e enviado para empresas e universidades de interesse para o estudo. O conjunto de empresas selecionadas para o envio de maneira digital do questionário foi definido com base na sua importância no âmbito da construção civil, estadual e nacional, e na predisposição do uso do BIM. Sendo assim, pode-se dizer que o estudo buscou por empresas já consolidadas no mercado ou empresas conhecidas pelo seu uso e desenvolvimento da tecnologia BIM por parte dessas instituições. E de maneira semelhante, o conjunto de universidades selecionadas também se baseou na sua relevância estadual e nacional, mas sem o critério da predisposição do uso do BIM.

O questionário foi proposto com um conjunto de perguntas sobre o funcionamento das instituições em relação ao BIM e de como seu colabores lidam com essa metodologia dentro delas. Com isso, foi-se necessária a criação de 2 tipos questionários, cada tipo de questionário foi enviado para um âmbito do estudo diferente, sendo eles definidos como a indústria (empresas) e a academia (universidades) da construção civil, para que fosse possível avaliar o desempenho de ambos os cenários de maneira simples e padronizada.

Junto com a pesquisa digital, o presente estudo aplicou de maneira presencial em algumas empresas e institutos educacionais o mesmo questionário, de maneira que garanta um espaço amostral mínimo para a análise comparativa proposta posteriormente. Além do auxílio de revisão bibliográfica para uma análise mais coesa e expandida, de forma que preencha possíveis lacunas da pesquisa.

Dentro dessa pesquisa desenvolvida, foi criado um conjunto de perguntas específicas sobre o decreto com o intuito de avaliar o desenvolvimento dos órgãos em estudo, antes e depois da implementação do mesmo. E como essa implementação pode ter auxiliado na evolução desses órgãos em relação ao BIM. Sendo esse um ponto de extrema importância dentro deste estudo e que merece atenção especial, afinal, o presente trabalho tem como um dos objetivos avaliar o impacto deste decreto dentro do cenário nacional de BIM.

Portanto, com essa pesquisa se tem uma amostra do cenário atual brasileiro em relação aos pontos de interesse do presente estudo. Na medida que foram obtidos os dados por meio das pesquisas, foram analisadas bibliografias referentes ao desenvolvimento do BIM no mundo,

principalmente em países pioneiros e que se destacam na sua implementação e utilização, listando principais pontos positivos e dificuldades que esses países tiveram durante a sua trajetória, assim como nível de maturidade que se encontram atualmente.

A partir dos dados coletados, e da revisão bibliográfica citada anteriormente, se iniciou a etapa de análise comparativa, onde foi discutido o desenvolvimento do BIM no Brasil com os demais países em estudo. Analisando pontos positivos e negativos, maturidade e também possíveis semelhanças em processos que o Brasil se encontra atualmente, com processos que outros países já superaram ou estão superando no seu caminho de implementação e otimização do uso do BIM. Com base nessa análise inicial foram listadas as principais dificuldades encontradas e descritas pelas empresas, universidades e autores que abordaram o tema. E a partir dessa avaliação, foi discutido sobre essas dificuldades, gerando assim a problemática do tema.

Definida a problemática encontrada no estudo, por meio de revisão bibliográfica, foram discutidas as principais alternativas e soluções encontradas em outros países, que podem auxiliar na resolução da problemática brasileira em relação ao tema. E sobre como tais soluções externas podem ser ajustadas para a realidade brasileira, de forma que a partir delas, criar um conjunto de medidas e ações que possam servir de caminho para a otimização da estratégia BIM BR.

3.1 Criação do formulário

A primeira etapa da metodologia adotada no presente estudo, foi a criação de um formulário que colhesse informações necessárias para o desenvolvimento de uma ideia do cenário de BIM no Brasil. A proposta do formulário foi enviada tanto em meio digital como em meio físico com o auxílio de entrevistas, portanto, devia ser de fácil compreensão, objetiva e otimizada, mas com um nível de embasamento suficiente para formar um conjunto de dados consistentes para a sequência do estudo.

Segundo Parasuraman (1991), um questionário é tão somente um conjunto de questões para gerar os dados necessários para se atingir os objetivos do projeto. É sabido que a criação de questionários não é uma tarefa simples, segundo Aaker *et al.* (2001), é considerada uma “arte imperfeita”, não existindo uma metodologia padrão de desenvolvimento destes. Com isso, deve-se utilizar técnicas e recomendações de diversos autores para a criação de um questionário que atinja o seu objetivo de forma clara e coesa. Sendo assim, a etapa em questão se baseará

em metodologias de questionários científicos, e artigos que já trabalharam essa relação entre BIM e pesquisa de opinião.

Inicialmente, Aaker *et al.* (2001) cita uma sequência de etapas lógicas que o pesquisador deve seguir para desenvolver um questionário:

1. Planejar o que vai ser mensurado;
2. Formular as perguntas para obter as informações necessárias;
3. Definir o texto e a ordem das perguntas e o aspecto visual do questionário;
4. Testar o questionário, utilizando uma pequena amostra, em relação a omissões e ambiguidade;
5. Caso necessário, corrigir o problema e fazer novo pré-teste.

Essa sequência foi utilizada como base da metodologia da criação do questionário do presente estudo, como será explicitado a seguir.

3.1.1 Planejamento do tema

Aplicando essa metodologia no estudo em questão, e seguindo as etapas anteriormente propostas por Aaker *et al.* (2001), o primeiro passo de planejar o que vai ser mensurado deve ser realizado tendo em vista a definição do tema e o objetivo da pesquisa. Sendo assim, dentro da proposta do trabalho, a pesquisa deve salientar de forma geral a importância do BIM dentro de qualquer instituição que trabalhe com a construção civil, conforme os benefícios citados anteriormente. O BIM se trata de uma metodologia de trabalho, que conecta toda a cadeia construtiva de um projeto, de forma que otimize o seu processo e beneficie a todos aqueles envolvidos (HARDIN; MCCOOL, 2015). Portanto, no desenvolvimento do questionário em questão, deve-se abordar de forma gradativa a todas as partes dessa cadeia produtiva, colhendo informações sobre o funcionário até a sua instituição como um todo, sendo uma avaliação mais completa possível de todo o desenvolvimento da metodologia na instituição abordada.

A proposta inicialmente desenvolvida no presente estudo é ambiciosa, com a pretensão de coletar dados em escala nacional para sua posterior análise. Com isso, um prévio estudo por revisão bibliográfica indica um desenvolvimento geral da metodologia BIM no Brasil abaixo de demais países pioneiros, tal atraso é previsto em posterior análise do estudo. Portanto, no desenvolvimento do presente questionário, o tema foi abordado de forma abrangente, podendo ser respondido tanto por funcionários/instituições em passos iniciais na metodologia, assim

como funcionários/instituições com nível avançado de desenvolvimento da metodologia. Podendo assim coletar toda a gama de informações possíveis, independentemente do nível de maturidade da instituição analisada, mas valendo salientar que o questionário deve ser aplicado em funcionários que conheçam ou preferencialmente sejam responsáveis pelo processo da concepção e criação de projetos na instituição, independente do seu nível de maturidade.

Além disto, para o presente estudo, é imprescindível uma análise correta e coerente da atual situação do desenvolvimento BIM no país, e para isso, com o intuito de unificar e analisar de maneira macro o cenário brasileiro, o estudo abrangeu não só o âmbito da indústria da construção civil, mas também o âmbito acadêmico, com o intuito de não só analisar o cenário brasileiro em seu ponto final, onde são feitos e executados os projetos em BIM, mas também na sua base, onde deve ser difundido a metodologia. Preparando assim futuros profissionais capacitados para desenvolver e auxiliar no progresso da tecnologia nas empresas e órgãos que são passíveis ao uso do BIM. Com isso se optou pela elaboração de 2 questionários distintos, com mesmo objetivo, porém caminhos e linhas de raciocínios diferentes no tópico de perguntas sobre o tema. Essa escolha foi baseada na diferença entre as abordagens para cada uma dessas instituições, tendo em vista seus objetivos e utilidades para o uso do BIM.

Para as empresas, o BIM é uma ferramenta de criação, produtividade e otimização de custos e tempo. Onde tanto o funcionário que trabalha ou não com a ferramenta, como a empresa como um todo, pode trazer informações importantes para o estudo e posteriormente a avaliação do panorama do cenário de BIM nacional destas instituições, que se dará de forma mais profissional abordando pontos relacionados à produtividade individual, assim como a maturidade institucional no uso do BIM.

Enquanto para as universidades, o BIM pode ser visto como uma ferramenta de ensino, aproveitando do seu potencial tecnológico para abordar de forma didática todas as etapas de um projeto da construção civil. Sendo assim, para universidades, o BIM pode servir como uma ferramenta educacional que capacita futuros profissionais dentro dessa metodologia e que futuramente serão inseridos no mercado de trabalho, mercado esse que também está sendo avaliado no presente estudo, tendo assim uma visão macro dessa análise do cenário BIM brasileiro. A partir disso, nessa análise a abordagem se dará de forma mais pedagógica, com maior interesse nas informações institucionais sobre o seu desenvolvimento da metodologia BIM.

Como pode ser notado, o desenvolvimento de todo o estudo depende da avaliação correta e abrangente do cenário brasileiro atual, conforme citado anteriormente, para uma posterior análise em comparação com países pioneiros e desenvolvidos, portanto a coerência e

coesão das perguntas são cruciais para o desenvolvimento da pesquisa concebida. Com base nisso, o questionário deve ser desenvolvido de forma padronizada, coletando informações de forma que sejam possíveis análises concretas e sem muitas ponderações em relação a posteriores dados levantados de países desenvolvidos nessa tecnologia, e que a partir da interpretação desses dados, seja possível propor um caminho a se seguir por países ainda em passos iniciais, como o Brasil.

Como citado anteriormente, o Brasil é um país que está em um desenvolvimento moroso da metodologia BIM, e é sabido que essa morosidade atrapalha e dificulta o avanço da indústria da construção civil no país. Com isso, tem-se o Decreto N°10.306 como um grande estimulador desse desenvolvimento desde a sua criação e implementação, e a partir dele, possíveis grandes impactos nos âmbitos público e privado. Sendo assim, uma das principais linhas de pesquisa do presente estudo é saber o impacto do Decreto N°10.306 nas instituições ligadas à construção civil. E para isto, é essencial o desenvolvimento de um conjunto de questionamentos direcionados sobre o tema no questionário proposto, de forma que seja possível avaliar de maneira coerente e objetiva esse desenvolvimento e as suas influências no atual cenário da disseminação da metodologia BIM no país.

Por fim, um ponto de cuidado em relação às perguntas, é sobre se o entrevistado poderia fornecer as informações em questão e se ele estaria disposto a dar essa informação, portanto, a formulação de perguntas deve ser cuidadosamente preparada de forma que o respondente se sinta confortável em ceder as informações, ou seja, que as perguntas consigam colher o máximo de dados úteis para o presente estudo, mas que não invada a privacidade do entrevistado ou instituição estudada.

3.1.2 Formulação das perguntas

A partir da definição da primeira etapa da metodologia escolhida, foram formuladas as perguntas para se obter as informações necessárias para as análises posteriores, decidindo sobre o seu texto e conteúdo. É de suma importância que as perguntas em questão sejam padronizadas e devem seguir uma linha de raciocínio clara e coerente, de forma que posteriormente possam ser processadas e analisadas, gerando assim, os resultados e conclusões do estudo (SELLTIZ, 2005).

Tendo em vista esta importância do desenvolvimento dessa etapa, para a avaliação do cenário brasileiro e posterior comparação com cenários estrangeiros, a formulação das perguntas se baseou em conjuntos de questionamentos que atinjam um mesmo propósito, ou

seja, a partir de uma ou mais perguntas, conseguir avaliar e gerar uma conclusão em relação a cada questionamento levantado. Portanto, o questionário foi proposto de modo que pudesse alcançar diversas conclusões sobre o tema, que posteriormente foram analisadas e ponderadas, com o intuito de obter informações reais e completas sobre cada ponto, tendo em vista a complexidade do tema, a grande gama de possíveis respostas e desdobramentos dos questionamentos levantados. Sendo um conjunto, essas perguntas podem ser complementares ou suplementares, de tal modo que seja possível avaliar de maneira concreta e estandardizada a situação em relação ao desenvolvimento da metodologia BIM nas instituições alcançadas por este questionário, cobrindo todas as possíveis opções em que essa metodologia é trabalhada dentro delas (KÖCHE, 2009).

Determinadas tais diretrizes, os questionários foram desenvolvidos cada um com seu objetivo e propósito, variando em alguns conjuntos de perguntas de acordo com o âmbito de cada um, essas variações foram evidenciadas e vistas como necessárias, tendo em vista as diferentes abordagens e finalidades que essas instituições (empresariais e acadêmicas) têm com a tecnologia BIM, conforme explicitado no tópico anterior. Sendo assim, cada questionário foi desenvolvido seguindo uma linha de raciocínio semelhante, que parte dos seguintes eixos:

- Relação do entrevistado com o BIM;
- Relação da instituição com o BIM;
- Relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto Nº10.306 e a estratégia BIM-BR;

A partir da definição desses eixos, foram estruturadas as perguntas ou conjunto de perguntas relacionadas a cada informação de interesse do estudo, diferindo para cada âmbito de aplicação do questionário. No caso do questionário aplicado no âmbito da indústria da construção civil, pode-se destacar as seguintes informações de interesse:

- Relação do entrevistado com o BIM:
 - O entrevistado sabe o que é BIM?
 - O entrevistado utiliza BIM?
 - Como o entrevistado obteve o conhecimento na tecnologia BIM?
 - Há quanto tempo o entrevistado utiliza o BIM?
 - Como o entrevistado utiliza o BIM?

- Relação da instituição com o BIM:
 - A instituição utiliza o BIM?
 - Há quanto tempo a instituição trabalha com a metodologia BIM?
 - Como a instituição utiliza o BIM?
 - Quais as dificuldades encontradas na instituição para o desenvolvimento da metodologia?
 - Qual o nível de maturidade BIM da instituição?

- Relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto N°10.306 e a estratégia BIM-BR:
 - O entrevistado tem conhecimento da estratégia BIM-BR e o Decreto N°10.306?
 - A instituição teve alguma mudança após a implementação do decreto?
 - Qual impacto o decreto teve na instituição abordada?

E de forma semelhante, o questionário aplicado em âmbito acadêmico pode se destacar as seguintes informações de interesse:

- Relação do entrevistado com o BIM:
 - O entrevistado sabe o que é BIM?
 - O entrevistado trabalha com o BIM?
 - Como o entrevistado adquiriu o conhecimento da metodologia BIM?
 - Há quanto tempo trabalha com a metodologia BIM?
 - O entrevistado considera o BIM uma ferramenta importante?

- Relação da instituição com o BIM:
 - A instituição utiliza a ferramenta BIM como ferramenta de ensino?
 - Há quanto tempo ela trabalha com a metodologia BIM?
 - Como é difundida a metodologia BIM na instituição?
 - Qual o nível de importância do BIM dentro da instituição?
 - Quais as dificuldades encontradas na instituição para o desenvolvimento da metodologia?
 - Qual o nível de maturidade BIM da instituição?

- Relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto Nº10.306 e a estratégia BIM-BR:
 - O entrevistado tem conhecimento da estratégia BIM-BR e o Decreto Nº10.306?
 - A instituição teve alguma mudança após a implementação do decreto?
 - Qual impacto o decreto teve na instituição abordada?

Com isso, foram definidas as principais questões de interesse do estudo, que foram criadas de modo que pudessem absorver e avaliar ao máximo informações úteis do cenário brasileiro atual, influenciado pelo Decreto Nº10.306, para uma padronização e comparação com cenários estrangeiros, com as suas devidas ponderações.

As perguntas foram desenvolvidas e criadas de forma que abrangessem todo o leque de possíveis informações vistas como necessárias e úteis para uma avaliação do cenário brasileiro, e para isso usou-se como modelo de referência o “Questionário sobre a implementação do BIM nos projetos padronizados de obras escolares” do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que tinha o objetivo de levantar dados e melhor conhecer seus entes federativos para que o FNDE saiba o quanto conhecem sobre o BIM e como estão aplicando a metodologia, de forma a adotar estratégias para apoiar a disseminação do BIM e estimular o mercado brasileiro (FNDE, 2022). Tal objetivo se assemelha fortemente ao objetivo do presente estudo, por isso o questionário criado pelo FNDE foi utilizado como uma referência para o desenvolvimento do questionário da pesquisa aqui apresentada, que também busca conhecer e avaliar as instituições brasileiras no seu desenvolvimento da metodologia BIM, mas com as suas devidas distinções. Sendo assim, todas as perguntas foram elaboradas seguindo um embasamento teórico prévio e uma ordem lógica no seu desenvolvimento, sendo estas apresentadas em anexo do presente trabalho, no formato do questionário difundido.

3.1.3 Aspecto do questionário

Neste tópico será abordado o formato do questionário, em relação às suas perguntas e respostas, de forma que tragam de forma direta e simples os resultados esperados. Deste modo, esse tópico foi desenvolvido pensando sempre na otimização de tempo do entrevistado, assim como na clareza da linha de raciocínio do estudo e de forma que coletasse o máximo de informações úteis possíveis do entrevistado dentro de qualquer situação que ele se encontrasse em relação a metodologia BIM. Portanto, esta etapa foi cuidadosamente desenvolvida, tendo

em vista a sua direta ligação com os resultados, sendo crucial para o nível de adesão ao questionário e análise das respostas (AAKER *et al.*, 2001).

O questionário foi proposto de forma que pudesse ser aplicado tanto remotamente, quanto presencialmente, portanto deve-se salientar a importância da fácil interpretação das perguntas, para que essas sejam de fácil compreensão e produzam respostas padronizadas para todos os entrevistados, facilitando posteriores análises. Uma pesquisa por meio de formulários, pode ter diferentes formatos de perguntas, dependendo do tipo de informação que pretende se obter. Com isso, sua formulação englobou diferentes formatos em cada ponto da pesquisa, de forma que a cada pergunta ou tópico fosse visto como mais conveniente para se obter as informações desejadas. A seguir, são os formatos selecionados com base em Mattar (1994) para serem utilizados no presente estudo:

- Aberta - onde os entrevistados podem responder a questão com as suas próprias palavras, sem limitações.
- Fechada - onde os entrevistados irão escolher por uma ou mais das opções pré-definidas pelo entrevistador.
- Dicotômicas - onde os entrevistados possuem apenas duas opções de respostas, de caráter bipolar, ou com o adicional de uma terceira opção de caráter neutro ou de desconhecimento do assunto.

Sendo assim, conforme citado anteriormente, a pesquisa escolheu mais de um formato para se desenvolver baseando-se nas vantagens e desvantagens de cada, citados por Mattar (1994), de forma que otimize o tempo e as respostas fornecidas pelos entrevistados, independente do meio, se adequando a cada tópico e pergunta proposto pelo estudo.

A partir da metodologia adotada, foram elaborados os protótipos dos questionários, sendo este, um dos principais objetivos do presente estudo. Sendo um tópico de extrema importância, foram elaborados levando em consideração cada detalhe de forma que o seu resultado fosse o mais relevante e otimizado possível.

De maneira geral, ambos os questionários foram elaborados com o formato de tópicos definidos e descritos pelos autores, sendo apresentados a seguir:

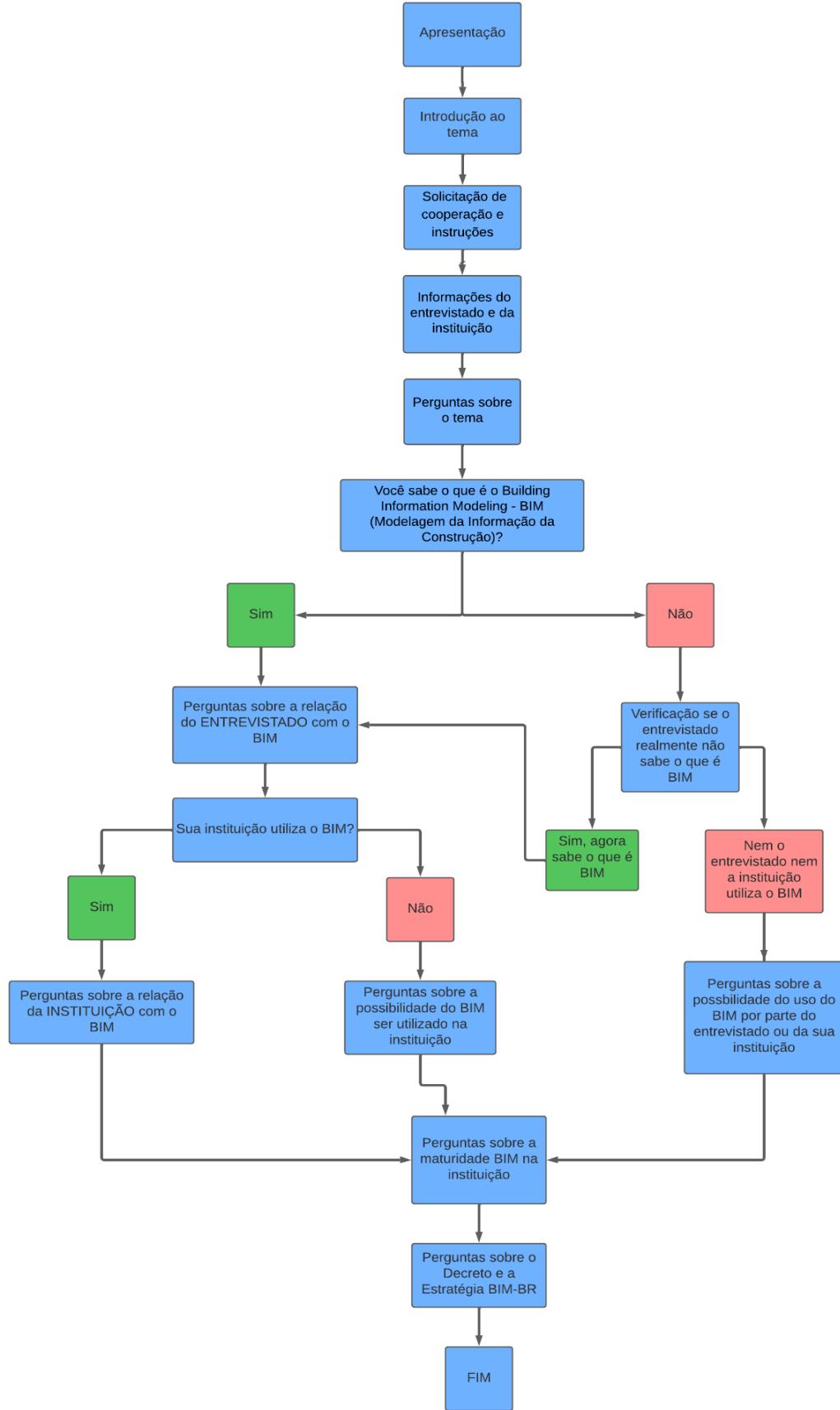
- Apresentação: Este tópico é possivelmente o primeiro contato do entrevistado com a pesquisa, portanto, são apresentadas as informações dos entrevistadores, assim como da

pesquisa realizada, com seus objetivos e metodologias adotadas abordadas de forma sucinta.

- Introdução do tema: Neste tópico é abordado uma pequena introdução do tema, de forma que situe o entrevistado no tema, mesmo que já tenha conhecimento dele. Este tópico pode auxiliar o entrevistado a entender melhor a linha de raciocínio do estudo, auxiliando-o a responder as perguntas de forma mais clara e coerente.
- Solicitação de cooperação e instruções: Neste tópico é solicitado ao entrevistado sua cooperação, de forma que auxilie no desenvolvimento do presente estudo, ressaltando a importância de sua participação e o anonimato do entrevistado e sua instituição. Além disso, são repassadas instruções para o prosseguimento correto do questionário.
- Informações do entrevistado e sua instituição: Nessa etapa do questionário, após concordar com a participação na presente pesquisa, são solicitadas informações pessoais do entrevistado, de forma validar suas respostas e auxiliar na posterior análise de dados. As perguntas desse tópico foram selecionadas e otimizadas de forma que não se tornassem invasivas ao entrevistado, mas atendessem os objetivos da pesquisa.
- Perguntas sobre o tema: Neste tópico são abordadas as perguntas de interesse para a pesquisa, selecionadas de forma esquemática, seguindo a linha de raciocínio proposta no estudo. A elaboração deste tópico se baseou em conhecimentos técnicos do tema, propondo perguntas de forma que o entrevistado oferecesse o máximo de informações úteis possíveis para o estudo e que posteriormente pudessem ser processadas e analisadas de forma clara e objetiva para os objetivos da pesquisa.
- Feedbacks e ajustes: O último tópico do questionário proposto se trata dos possíveis feedbacks oriundos dos entrevistados na fase de testes da aplicação do questionário. Com isso, proporcionando a avaliação do questionário como um todo e finalizando com possíveis mudanças e ajustes para sua aplicação em uma escala maior de entrevistados.

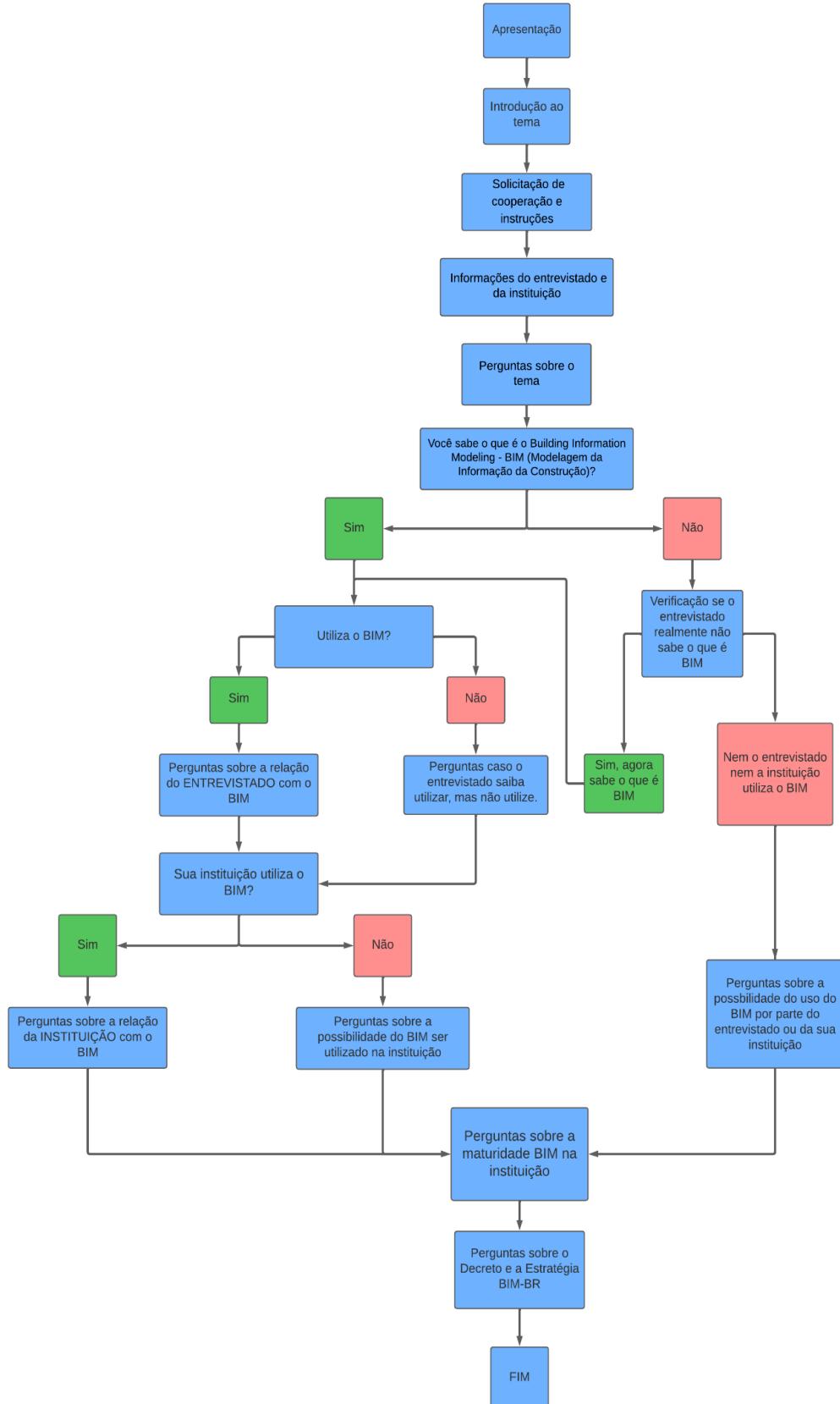
A partir disto, com todas as etapas necessárias para a sua criação e se baseando nas metodologias desenvolvidas, foram criados os modelos de questionários propostos pelo presente estudo, de forma que abrangesse todo o conteúdo visto como necessário para a posterior análise e comparação com o cenário mundial. Mais adiante são apresentados os Fluxogramas 1 e 2 que correspondem a ambos os questionários, visando a melhor compreensão da abordagem utilizada no estudo:

Fluxograma 1 – Fluxo dos tópicos referente ao questionário aplicado às universidades



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Fluxograma 2 – Fluxo dos tópicos referente ao questionário aplicado às empresas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Deve-se salientar que, o questionário foi feito da forma mais otimizada e intuitiva possível, valorizando o tempo do seu respondente e facilitando para que ele ceda o máximo de informações factíveis para o presente estudo. Porém, se viu necessário também a discussão e escolha do meio para transmitir e coletar esses dados das empresas e universidades que não tinham a possibilidade de coleta presencial, e com isso, foi escolhido o *Forms* da Google.

O *Forms* é um serviço de livre acesso lançado em 2018, de uso simples, capaz de criar formulários online, com rápida transmissão aos interessados por meio de e-mail, links, dentre outros (GOMES, S. d.). Com ele é possível a coleta de dados automática e de forma instantânea possibilitando o acompanhamento em tempo real dos resultados. Além das características já pontuadas, o *Forms* apresenta uma elevada gama de *templates* para os pesquisadores customizarem seus formulários atrairindo mais a atenção dos pesquisados (NOS, 2022). Porém, a principal vantagem do uso deste *software* é o uso universal, seja smartphone, seja computador, desde que tenha acesso à internet, podendo responder o questionário sem limitações (NOS, 2022).

A partir disso, o desenvolvimento do questionário da pesquisa em questão, proposta anteriormente de maneira física, foi transferida e automatizada para o meio digital por meio do serviço *Forms* e com isso pôde ser difundida digitalmente para qualquer lugar de interesse da pesquisa.

3.1.4 Teste de questionário

Após a criação do protótipo do questionário, parte-se para a etapa de teste do mesmo. Sendo assim, essa etapa da metodologia consiste em aplicar o questionário criado em um pequeno grupo amostral, sendo esse uma base para o espaço de amostragem completo do estudo.

Segundo Mattar (1994), os pré-testes podem ser realizados inclusive nos primeiros estágios, quando o instrumento ainda está em desenvolvimento, quando o próprio pesquisador pode realizá-lo, através de entrevista pessoal. E essa orientação será utilizada no presente estudo.

O pré-teste deverá ser realizado em entrevistas pessoais em locais de mais fácil acesso logístico e de coleta de informações, mas a frente será detalhado o processo de visitas para a aplicação da pesquisa, mas de forma geral, o pré-teste será aplicado de maneira presencial por meio de entrevistas na Sinfra-UFPE / UFPE, Arco Consultoria e Prisma Consultoria e Serviços em Engenharia. Instituições escolhidas com base na facilidade de acesso dos entrevistadores e

por serem considerados um subconjunto representativo da população alvo, unindo a importância e tradição de uma instituição de renome internacional como a UFPE, com a ascensão e modernidade de empresas juniores de destaque no cenário brasileiro. Podendo assim, gerar distintas respostas, variando em diferentes cenários que serão reflexo do público-alvo como um todo.

Essa facilidade logística e de acesso permite com que o questionário seja corrigido e atualizado, caso seja necessário, de forma que a pesquisa se torne a mais coesa e otimizada possível, gerando os resultados esperados para o estudo. De acordo com Mattar (1994), para instrumentos que foram cuidadosamente desenvolvidos, dois ou três pré-testes costumam ser suficientes.

Com isso, deve-se especificar que a amostragem escolhida será a de amostragem não probabilística, onde apenas pessoas específicas são de interesse ao estudo, pessoas essas, que são consideradas pelos pesquisadores representativas para o estudo em questão. E dentro dos locais citados, o método de amostragem será o de amostragem de conveniência, onde as respostas são obtidas de pessoas que estão disponíveis e dispostas a participar, e teoricamente qualificadas para responder o questionário proposto.

3.1.4.1 Sintra-UFPE / UFPE

Criada pela portaria normativa Nº 06, de 23 de março de 2016, e estruturada pela portaria normativa nº 41 de 20 de novembro de 2020, a Superintendência de Infraestrutura (Sintra) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), tem como missão projetar, coordenar, fiscalizar, sancionar e executar as ações de planejamento dos espaços físicos, construção, manutenção e conservação predial e urbana, visando a preservar a integridade da infraestrutura e melhorar o acesso às instalações da Universidade (UFPE, 2020).

Sua escolha deveu-se ao fato de que o órgão em questão trabalha e é responsável por toda a infraestrutura da Universidade Federal de Pernambuco, ou seja, é responsável pela infraestrutura de uma das maiores universidades do país. E além de toda a vantagem logística por conta da sua localização, também se trata de um órgão público, que é afetado diretamente pelo Decreto Nº 10.306, sendo assim, considerado uma ótima opção de visita pelos pesquisadores. Portanto, a Sintra-UFPE foi selecionada como uma amostra das instituições que possivelmente trabalham com BIM, ou deveriam, mesmo que em fase inicial.

Enquanto na área acadêmica, foi selecionada a própria Universidade Federal de Pernambuco como amostra inicial e local de visita presencial, além dos mesmos motivos

logísticos da escolha da Sinfra, a UFPE é vista como uma das maiores universidades de todo o país, em ensino (graduação e pós-graduação) e pesquisa científica, sendo já considerada a melhor do Norte-Nordeste, segundo avaliações dos Ministérios da Educação (MEC) e de Ciência e Tecnologia (MCT) (UFPE, 2022). Na área de construção civil e arquitetura é vista como referência em todo o país, ou seja, em tese, deveria ser um dos maiores pontos de difusão da tecnologia BIM do Brasil, portanto a instituição será selecionada como amostra e local de visita presencial do estudo.

3.1.4.2 Empresas Juniores Prisma e Arco Consultoria

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) indica que Segundo a Lei nº 13.267/2016, as Empresas Juniores são entidades organizadas como associações civis gerida por estudantes matriculados em cursos de graduação de instituições de ensino superior, com o propósito de realizar projetos e serviços que contribuam para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos associados, capacitando-os para o mercado de trabalho e incentivando o empreendedorismo (UFES, 2013).

As empresas juniores Arco Consultoria e Prisma Consultoria e Serviços em Engenharia são símbolos de um novo movimento que vislumbram a simulação do ambiente empresarial, em um espaço em que o aluno é protagonista dos planos e ações, sendo assim um fomento ao empreendedorismo dentro das universidades, tema considerado de suma importância para o desenvolvimento nacional.

A Arco Consultoria foi fundada em 2014, e no início, a empresa era constituída apenas pelo curso de Arquitetura e Urbanismo, contudo, tendo em vista que essa área está intimamente ligada a Engenharia Civil, em agosto de 2015 foi feita a união dessas duas áreas. Esse fato agregou um grande diferencial multidisciplinar, gerando um contato direto entre alunos dos dois cursos, bem como, o aumento do leque de serviços oferecidos aos clientes (ARCO CONSULTORIA, 2022).

Enquanto a Prisma Consultoria e Serviços em Engenharia, fundada em outubro de 2014, é uma empresa júnior vinculada à UFPE (Universidade Federal de Pernambuco) idealizada, estruturada e gerida por estudantes de graduação do curso de Engenharia Civil e estudantes de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo. Sob a orientação de professores e parceiros técnicos, os estudantes prestam serviços de projetos e consultorias, prezando sempre por nossos valores e trabalho em equipe (PRISMA CSE, 2022).

Situadas dentro do Campus Recife - UFPE, ambas trabalham com projetos de construção civil, buscando sempre novas práticas e metodologias de sucesso nesse ramo para impulsionar o seu desenvolvimento. E dentre essas metodologias está o BIM, devido aos seus inúmeros benefícios e otimizações proporcionadas, que para empresas que buscam evoluir junto com a tecnologia, é uma ferramenta indispensável.

Com isso, ambas as empresas foram tidas como uma ótima opção de aplicação teste do questionário do presente estudo, tendo em vista suas características de inovação e ligação direta entre o mercado de trabalho e a academia, além da facilidade logística e de comunicação para a aplicação do teste e posteriores feedbacks.

3.1.5 Feedbacks e ajustes

Neste tópico, serão apresentados os ajustes necessários e possíveis melhorias do questionário desenvolvido, tendo em vista a anterior aplicação nos locais e instituições citados. Sendo uma etapa de suma importância para a validação e otimização tanto do seu conteúdo, como sua estrutura e meios de aplicação.

A primeira validação ocorreu na Sinfra-UFPE, onde o teste foi aplicado em 2 diferentes setores do desenvolvimento de projetos da universidade, a Coordenação de Cadastro de Bens Imóveis (CCBI) e a Diretoria de Planos e Projetos (DPP), por meio de entrevistas presenciais. O primeiro setor citado, o CCBI, é responsável pelo levantamento e atualização dos projetos da universidade, e apresentou resultados baixos em níveis de maturidade BIM, não sendo possível o teste completo do questionário, como já era de esperado, mas sem demais feedbacks ou alterações necessárias. Enquanto que no segundo setor citado anteriormente, o DPP, que é responsável pela elaboração e desenvolvimento de projetos da universidade, também apresentou níveis baixos de maturidade BIM, porém foram encontradas dificuldades no desenvolvimento do questionário em relação à interpretação de termos em perguntas específicas. Com isso, foi ressaltado o feedback de melhoria de termos e compreensão das perguntas para pessoas com menores conhecimentos da metodologia BIM.

Ainda no questionário para instituições da indústria da construção civil, a aplicação nas empresas juniores Prisma e Arco, resultaram em feedbacks mais amplos, tendo em vista seus maiores desenvolvimentos da metodologia BIM, consequentemente em um maior nível de maturidade, sendo possível a aplicação do questionário de forma mais completa. Desta forma, as aplicações em ambas as empresas de forma remota, por meio da ferramenta *Forms*, resultaram em feedbacks de otimização de perguntas, por meio de menos opções abertas para

reduzir a possibilidade do respondente criar respostas fora do padrão esperado para a pesquisa, e reduzir o seu tempo necessário para ser respondido. E alteração de termos em perguntas específicas para a melhor compreensão do respondente sobre o que está sendo pedido na pergunta, tendo em vista o meio de aplicação, que é remoto e se faz necessário essa maior preocupação com esse ponto. Esses ajustes foram de suma importância para a melhoria do questionário e otimização dos seus resultados e obtenção do objetivo proposto no âmbito industrial.

No âmbito acadêmico, os testes foram realizados apenas na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mas em 2 cursos, Engenharia Civil e Arquitetura, que estão ligados à metodologia BIM e à construção civil. Inicialmente, o teste foi aplicado no curso de Engenharia Civil de forma presencial, sendo desenvolvido de forma tranquila e esperada, não gerando feedbacks que causassem alterações no questionário. Enquanto a aplicação no curso de Arquitetura de forma remota, gerou feedbacks em relação à maior flexibilização das perguntas para abranger de melhor forma o curso, otimizando perguntas que anteriormente eram mais específicas para o curso de engenharia civil, possibilitando a inclusão de uma gama maior de respondentes ligados ao tema de interesse da pesquisa. E além disto, a partir da análise das respostas oferecidas pelo representante do curso de Arquitetura, foi possível perceber uma otimização necessária nas perguntas em relação à maturidade BIM, de forma que seja possível distinguir melhor os seus níveis de maturidade e conceitos.

3.2 Aplicação do formulário

Tendo em vista todo o desenvolvimento da pesquisa até o momento com planejamento, formulação, testes e ajustes do questionário, criou-se um embasamento que permitiu chegar à presente etapa, que tem como objetivo aplicar o questionário desenvolvido, com o intuito de obter os dados necessários para posteriores análises e conclusões da pesquisa. Sendo assim, a aplicação do questionário buscou obter o maior número de dados possíveis, levando sempre em consideração a variação de respostas devido às possíveis diferenças das instituições entrevistadas, ou seja, para uma análise mais ampla, coesa e coerente, buscou-se abranger não só um grande número de instituições participantes, mas também uma gama de resultados diversificada, variando entre nichos de instituições, como região, investimento público ou privado, tempo de fundação etc.

O questionário foi desenvolvido tanto para entrevistas presenciais quanto para preenchimento à distância feito pelo respondente sem interferência do entrevistador, isso

aumentou consideravelmente a gama de possíveis respondentes, assim como as possibilidades de aplicação. Mas conforme citado anteriormente, o estudo trabalha com uma amostra não probabilística, onde o público-alvo é composto por pessoas que estejam ligados com o tema dentro da instituição, isso implica um maior cuidado e atenção durante a aplicação, para que evite que o questionário seja respondido por pessoas que não tem o conhecimento do tema na instituição, gerando respostas imprecisas ou incoerentes e prejudicando o estudo como um todo.

A partir da definição do público-alvo e das possibilidades, restrições e recomendações das aplicações do questionário, o estudo seguiu com seu objetivo de coletar as respostas das instituições tanto da construção civil como do meio acadêmico. Com isso, iniciou a etapa de busca de contatos de instituições que preliminarmente foram vistas como boas opções de aplicação do questionário. O critério inicial utilizado foi a importância da instituição no cenário estadual/nacional na construção civil e possibilidade de contato simplificado, seja ele por qual meio for. E a metodologia do estudo seguiu esse critério de forma gradativa, até atingir um número considerado satisfatório ou não avançar mais na obtenção de dados tendo em vista as dificuldades de contato ou acesso às instituições.

Desse modo, foi criado um quadro para o levantamento dos contatos e tentativas de contatos com as instituições de interesse para o estudo. Esse quadro informa o nome da instituição, o tipo de instituição, o meio de contato e se houve sucesso na obtenção de dados ou não. Em vista disso, o quadro em questão é apresentado a seguir:

Quadro 1 – Levantamento dos contatos de interesse para o estudo (continua)

Instituição	Tipo de instituição	Meio de contato	Obtenção de dados
TPF Engenharia	Indústria	Telefone e visita	Sim
Engecon Engenharia e Construtora	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Tecomat	Indústria	Telefone	Sim
BRK Ambiental	Indústria	E-mail e telefone	Não
Engeconsult Consultores Técnicos Ltda	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Haut Incorporadora Design	Indústria	E-mail	Não
Rio Ave	Indústria	Telefone	Sim
Grupo JCPM	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Moura Dubeux	Indústria	E-mail	Sim

Quadro 2 – Continuação

Instituição	Tipo de instituição	Meio de contato	Obtenção de dados
Universidade de Pernambuco - UPE	Academia	E-mail	Sim
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE	Academia	E-mail, telefone e visita	Sim
Universidade Católica de Pernambuco	Academia	E-mail e telefone	Sim
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE	Academia	E-mail	Não
Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU	Academia	E-mail e telefone	Não
Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA	Academia	E-mail	Não
Autarquia de Ensino Superior de Garanhuns - AESGA	Academia	E-mail, telefone e visita	Sim
Engea Consultores Ltda	Indústria	Telefone	Sim
PluVi - Soluções Ambientais Inteligentes	Indústria	Telefone	Sim
Polícia Rodoviária Federal	Indústria	Telefone	Sim
Pórtis Soluções em Engenharia	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Techna Engenharia	Indústria	Telefone	Sim
Poli Júnior Engenharia	Indústria	Telefone	Sim
Fortran Engenharia Ltda	Indústria	Telefone	Não
Xmak Projetos BIM	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Projete 5D Coordenação de Projetos	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Viana e Moura Construções	Indústria	E-mail e telefone	Sim
PRx Engenharia e Arquitetura Ltda	Indústria	E-mail	Não
HBR Engenharia	Indústria	E-mail	Não
Exata Engenharia	Indústria	E-mail	Não
JME Engenharia	Indústria	E-mail	Não

Quadro 3—Continuação

Instituição	Tipo de instituição	Meio de contato	Obtenção de dados
Faab Engenharia	Indústria	E-mail	Não
Prevcom Engenharia - Projetos e Instalações	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Construtora Queiroz Galvão	Indústria	E-mail e telefone	Não
Ferro Carvalho Engenharia	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Sotil Serviços Ltda	Indústria	Telefone	Sim
VZS Projects - Soluções em BIM	Indústria	E-mail e telefone	Sim
Compass Projetos	Indústria	E-mail e telefone	Não
Ari Engenharia	Indústria	Telefone	Sim
Universidade Federal do Ceará - UFC	Academia	E-mail	Sim
Universidade Federal da Paraíba - UFPB	Academia	E-mail	Não
Universidade Federal de Alagoas - UFAL	Academia	E-mail	Não
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	Academia	E-mail e telefone	Não
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP	Academia	E-mail	Não
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN	Academia	E-mail	Sim
Centro Universitário UniFBV	Academia	Visita e E-mail	Não
Universidade Federal de Goiás - UFG	Academia	E-mail	Não
Universidade Federal do Maranhão - UFMA	Academia	E-mail	‘Não
Universidade Federal da Bahia - UFBA	Academia	E-mail e telefone	Sim
Universidade Federal do Piauí - UFPI	Academia	E-mail	Não
Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS	Academia	E-mail	Não

Quadro 4— Continuação

Instituição	Tipo de instituição	Meio de contato	Obtenção de dados
Universidade de São Paulo - USP	Academia	E-mail	Não
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ	Academia	E-mail	Não
Gusmão Engenheiros Associados	Indústria	Telefone	Sim
Universidade de Brasília - UnB	Academia	E-mail	Não

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Esse quadro será discutido de forma mais profunda posteriormente nas análises do estudo, porém no momento, pode-se avaliar a quantidade de tentativas de obtenção de dados, 54 instituições no total, sendo 32 instituições da indústria da construção civil e 22 instituições acadêmicas. Pode-se também avaliar a heterogeneidade das instituições, sendo esta uma das recomendações buscadas no estudo devido à alta gama de possíveis respostas vindas dessas instituições, a variação de nichos de instituições, sejam elas acadêmicas ou da construção civil, é vista como benéfica para a presente pesquisa, pois posteriormente pode-se avaliar diferentes cenários com diferentes parâmetros. Da mesma forma que também se pode perceber os diferentes meios de contato utilizados, algumas vezes até mais de 1 meio, de modo que fosse possível coletar o máximo de informações possíveis com o máximo de instituições alcançadas.

A metodologia utilizada nos contatos para alcançar as instituições com o questionário variou conforme as condições singulares de cada instituição em questão, instituições com maior facilidade logística e possibilidade de contato direto foram escolhidas como pontos de visitas presenciais, de modo a garantir um espaço amostral mínimo devido a maior chance de resposta por parte da instituição com esse método de abordagem.

Na medida que avançaram as visitas, diminuíram as instituições com acesso direto, implicando abordagens via e-mail e telefone. Para isso, investigou-se os contatos das instituições de interesse para o estudo por meio de *network* com pessoas inseridas no âmbito da construção civil ou por meio de pesquisas na internet, e efetuou-se o contato. Muitos contatos não obtiveram sucesso, implicando uma segunda abordagem, caso o primeiro contato tenha sido por E-mail, o segundo foi por telefone e vice-versa. Mas mesmo com o uso de diferentes

abordagens, às vezes até em mais de uma ocasião, diversas instituições não se disponibilizam para participar da pesquisa, limitando a quantidade de dados para a análise no estudo.

Devido a essa limitação, o tamanho da amostra de respondentes foi de 22 instituições da indústria da construção civil e 8 instituições acadêmicas ligadas ao tema, conforme evidencia no Quadro 1. Mas de maneira geral, o estudo abrangeu 58 instituições no total, sendo 4 delas instituições onde foram testadas o questionário, dessas 58 instituições, foram 36 da indústria da construção civil e 22 do âmbito acadêmico. Esse espaço amostral rendeu um total de 41 respostas para o estudo, vindo de um total de 34 instituições, onde também podem ser divididas em 25 instituições do ramo da indústria da construção civil e 9 instituições acadêmicas. Essa diferença entre número de instituições e respostas se deu por conta da metodologia adotada na análise de resultados, onde o estudo buscou uma análise mais ampla das instituições, variando entre respondentes da mesma instituição. Para empresas do ramo da construção civil, foi utilizado essa metodologia com o intuito de avaliar diferentes perspectivas dentro da mesma empresa, sendo assim, uma avaliação feita por diferentes cargos e formações, mas sempre buscando alinhar com a metodologia principal do estudo, onde foi buscado pessoas que tenham conhecimento da metodologia e de como ela funciona dentro da instituição. Enquanto que para universidades, a avaliação abrangeu um ou mais cursos dentro das instituições, desde que sejam ligados ao tema da construção civil, esse artifício permitiu que fosse possível avaliar instituições como um todo, abrangendo diferentes cursos e vertentes.

Tendo em vista o objetivo do presente estudo, esses valores foram considerados uma amostra válida, obviamente com margem de ampliação para estudos futuros, mas que em consideração das limitações apresentadas, essa base de dados possui inúmeros pontos para análises e interpretações, devido a sua heterogeneidade em diversos pontos e sua complexidade dos seus dados, que desde a criação do questionário, sempre se foi ressaltado a importância da coleta máxima de dados da instituição colaboradora para análises completas e coerentes, facilitando o desenvolvimento do estudo mesmo que com número reduzido de respostas. Com isso foi finalizada a aplicação do questionário e coleta de dados, seguindo para a sua validação e codificação de dados utilizando o tamanho da amostra citado.

Antes de empreender alguma análise detalhada, devem ser verificadas a consistência e a integridade das respostas, portanto, a validação dos dados foi efetuada de forma sistemática com todos os dados coletados, de forma que garantisse a integridade e coerência de todos, assegurando que todos tivessem as mesmas informações e mesma compreensão do tema. Dados considerados errôneos em questão de interpretação ou até mesmo com suspeitas de inveracidade

foram retirados ou solicitados para a instituição respondente um novo preenchimento do questionário para a validação dos dados cedidos.

Devido ao formato e planejamento do questionário, não se teve casos de questionários incompletos. Enquanto na questão da codificação de dados, procedimento feito para garantir a padronização dos dados e facilitação de suas posteriores análises, deve-se destacar que o questionário aqui desenvolvido aborda tanto análises qualitativas, quanto quantitativas caracterizando diferentes possíveis tipos de codificação, variando para cada pergunta. Portanto, devido a essa disparidade, a codificação foi tratada de maneira individual para cada questão abordada, mas sendo dispensada em muitos casos devido à padronização de respostas propostas pelo próprio estudo, como em perguntas múltipla escolha e dicotômicas. E para perguntas abertas, suas respostas foram analisadas e codificadas quando visto como necessário e possível, conforme será apresentado mais adiante no presente estudo, na parte de análise de dados.

3.3 Coleta de dados por meio de revisão bibliográfica

No primeiro momento, foram buscados dados relacionados à situação atual do BIM no Reino Unido, sendo, portanto, dados de uso, de ciência, de implantação, de nível, de expectativa, dentre outros. Foi procurado entender como os britânicos julgavam o BIM na indústria da construção civil, sua relevância, seus benefícios, suas barreiras, suas opiniões a respeito dos mandatos instaurados, etc.

Devido ao fato da escolha pelo questionário como ação de pesquisa do cenário atual brasileiro no uso do BIM, foram recorridos aos documentos que, também, adotaram a mesma metodologia de pesquisa no Reino Unido, a fim de criar materiais de origem semelhante e, com isso, gerando a oportunidade de realizar uma comparação melhor estruturada.

Dado essas características, foram pesquisados documentos conduzidos por empresas, alianças, instituições e plataformas que sejam situadas no Reino Unido ou, ao menos, tenham a região como área de interesse. Para isso, o meio de pesquisa se deu através de fontes de informações consideradas referências quando se trata da metodologia BIM, podendo ser citado, como exemplos, os bancos de dados da: UK BIM Alliance; BSI; UK BIM Framework; buildingSMART; CDBB; National BIM Specification (NBS); dentre outros.

Em seguida, foram sondados conteúdos científicos, tais quais, artigos, teses, dissertações, dentre outros, buscando a obtenção de dados referentes à atualidade do uso do BIM no Reino Unido ligados aos mandatos estabelecidos pelo governo, ou seja, a tradução em

dados dos impactos sentidos na indústria da construção civil com o advento desses mandatos desde 2011, ano do primeiro mandato britânico, até os dias atuais.

Para essa busca de conteúdos científicos, foi realizada uma consulta ao Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através do acesso da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). Mais especificamente, foi buscado extrair da SCOPUS (*Elsevier*), uma das bases de dados que está inclusa no CAPES, detendo elevado acervo de informações técnicas a respeito da área pertinente à tese.

Com o objetivo de otimizar a busca e a revisão das informações na base de dados escolhida, foi seguido o checklist recomendado pela *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (ARAÚJO *et al.*, 2020). Essa metodologia lista quatro fases para a extração de dados, sendo elas: a identificação; a seleção; a elegibilidade; e, por fim, a inclusão (MOHER *et al.*, 2009).

Iniciando pela fase de identificação, foram buscadas as seguintes palavras chaves: “*building information modeling*”, OU “*building information modelling*”, OU “BIM”, E “*Mandate*”, E “UK” retornando 23 documentos. Em sequência, para a seleção, foi utilizado como filtragem a data de publicação do artigo, haja vista o teor referente a atualidade da presente tese, portanto, foram considerados artigos publicados de 2017 a diante. Na terceira fase, foram lidos os *abstracts* objetivando eleger os artigos que se adequam a revisão desejada. Por fim, foram incluídos os artigos condizentes com a proposta para a devida análise completa.

3.4 Análise comparativa

Buscou-se comparar o atual cenário brasileiro com a situação encontrada no Reino Unido em relação ao uso e à implementação do BIM na indústria da construção civil. Para isso, foram elencadas as semelhanças e diferenças observadas entre eles visando analisar sua disparidade, sobretudo, ciente da possível discrepância observada entre ambos.

A referida análise será possível através da junção de informações pertinentes obtidas a partir dos questionários respondidos e do referencial teórico. Primeiramente, foram analisados os dados alcançados através dos questionários respondidos por empresas e universidades, sendo eles públicos ou privados a fim de obter a conjuntura atual do Brasil se tratando de BIM.

Partindo para análise, foi iniciado pelos dados atingidos através das empresas, prosseguindo, enfim, aos dados gerados das universidades, alcançando assim os resultados destrinchados em tópico específico adiante. Em seguida, foi realizado o estudo dos documentos fornecidos pelas referências bibliográficas direcionadas para a identificação da conjuntura atual

do Reino Unido no uso da tecnologia, tendo os resultados igualmente destrinchados adiante.

Após realizado os estudos dos dados, foi elaborada a análise comparativa propriamente dita, ou seja, o confronto entre as circunstâncias observadas no Brasil e no Reino Unido. Em síntese, a comparação entre ambos será concluída através da seguinte forma: (i) estudo dos dados obtidos através dos questionários; (ii) estudo dos dados obtidos do referencial teórico; (iii) identificação de dados comuns entre os estudos, ou seja, dados que forneçam o mesmo panorama para sua respectiva região, como por exemplo: conhecimento acerca do BIM, uso e aplicação dessa tecnologia, dentre outros; (iv) identificação das igualdades e diferenças; (v) indicação dos principais pontos a serem evoluídos no cenário brasileiro; (vi) verificar quais possíveis medidas já implementadas pelo governo britânico que poderá sanar as adversidades identificadas no panorama brasileiro.

4 RESULTADOS

Com base em toda a metodologia desenvolvida, a presente etapa engloba todos os resultados obtidos e apresenta os pontos propostos pelo estudo, se decompondo 3 linhas de abordagem: Comparação, Discussão e Otimização.

Essa sequência lógica de apresentação dos resultados propostos pela presente pesquisa, se baseia inicialmente na exposição dos dados obtidos tanto por meio da pesquisa desenvolvida por questionários em empresas e universidades, quanto pelos dados obtidos por meio de revisão bibliográfica do desenvolvimento da metodologia BIM no Reino Unido.

Seguindo a linha de raciocínio proposta, posteriormente à apresentação dos dados obtidos para comparação de cenários, é levantada a discussão sobre o tema. Onde são discutidos os dados apresentados, o que eles representam e que se pode trazer de conclusões da anterior comparação, evidenciado possíveis paralelos entre os países, assim como pontos onde é possível se notar divergências entre eles.

A partir dessa discussão, é possível propor possíveis melhorias e otimizações no âmbito do desenvolvimento do cenário BIM nacional. Com isso, o último tópico abordado nos resultados, aponta e propõe, com base nos dados e discussões apresentadas neste presente estudo, soluções e caminhos para a otimização da tecnologia BIM no Brasil, tendo em vista estratégias e ideias adotadas por um país pioneiro no desenvolvimento da metodologia BIM no mundo, que é o Reino Unido.

4.1 Comparação

Tendo em vista toda a construção da sequência lógica do presente trabalho, nesta etapa será abordada a apresentação e comparação entre os resultados obtidos por meio dos formulários, que serviram como base para a avaliação do cenário brasileiro de BIM e a revisão bibliográfica, que serviu como base para a determinação de parâmetros de desenvolvimento do cenário internacional. Essa comparação tem o intuito de apresentar os principais pontos de interesse de ambos os cenários, evidenciando diferenças e semelhanças entre estes no desenvolvimento do conceito BIM, servindo como embasamento e referencial para posteriores análises e discussões do estudo.

4.1.1 Situação atual do BIM no Brasil

Como citado anteriormente, a metodologia aplicada consistiu na criação de questionários que abordaram tanto a indústria da construção civil, como a academia relacionada ao tema. Portanto, neste tópico será apresentado os resultados dessa coleta de dados de forma que seja possível evidenciar traços e pontos importantes das características do cenário brasileiro.

Desta forma o estudo abrangeu 58 instituições no total, sendo 36 da indústria da construção civil e 22 do âmbito acadêmico. Destas 58 instituições alcançadas foram obtidas um total de 41 respostas para o estudo, de um total de 34 instituições diferentes, sendo elas 25 da indústria da construção civil e 9 acadêmicas. Com isso, são apresentados a seguir os resultados obtidos pela pesquisa efetuada por questionário com o intuito de avaliar o desenvolvimento da metodologia BIM em escala nacional, sendo a apresentação dos resultados separada nos 2 âmbitos avaliados: indústria da construção civil (empresas e órgãos relacionados ao tema) e o da academia (instituições de ensino com cursos relacionados ao tema).

4.1.1.1 Instituições da indústria da construção civil

Considerando a divisão entre os 2 âmbitos por meio de questionários distintos, inicialmente serão apresentados os resultados encontrados para a indústria. Desta maneira, é destacado que para o questionário em questão, suas 25 instituições respondentes geraram 30 respostas para o estudo, onde deve ser salientado que essa diferença entre número de respostas e número de instituições é explicada pelo fato de que algumas instituições tiveram mais de um respondente, de modo que pudesse ser avaliado a instituição por diferentes perspectivas.

Levando em consideração as informações citadas, inicia-se a apresentação de resultados com base na sequência proposta pelo questionário desenvolvido pelo estudo, apresentada na Fluxograma 02, onde se tem inicialmente a apresentação de algumas informações úteis sobre o respondente e a instituição que ele representa, seguido pela relação do entrevistado com o BIM e a relação da instituição em questão com o BIM, sendo finalizada com a relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto N°10.306 e a estratégia BIM-BR. Com isso, a abordagem inicial colhe informações sobre o entrevistado e sua instituição, mas tendo em vista a já apresentação das instituições participantes no Quadro 1, a apresentação de resultados inicia-se com a localização das instituições participantes da pesquisa, que dentre as 25

instituições participantes 24 se encontravam em Pernambuco (Recife em sua grande maioria) e 1 no Rio de Janeiro.

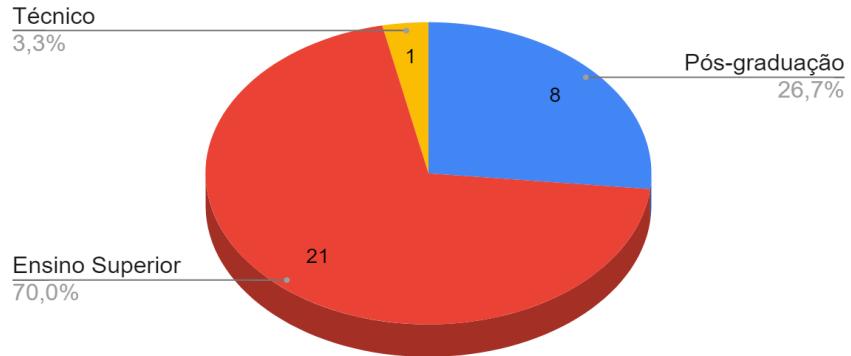
Seguindo a sistemática apresentada e proposta pelo estudo, pode-se listar com base nas respostas obtidas dos respondentes, quais os cargos desses profissionais nas instituições que representam, tendo em vista a sua ligação com a tecnologia BIM dentro delas. Sendo assim, a seguir está uma lista de cargos representados pelos respondentes da presente pesquisa:

- Coordenador de Projetos;
- Arquiteta e Urbanista;
- Engenheiro Civil;
- Técnico em edificações;
- Especialista BIM;
- Presidente;
- Diretor de projetos;
- BIM Manager;
- Estagiário;
- Gerente de projetos.

Portanto, a partir da lista acima, pode-se evidenciar um dos principais objetivos na aplicação do questionário, a heterogeneidade dos respondentes, podendo assim gerar uma análise mais ampla e coesa dos resultados.

A partir disto, o questionário segue para perguntas orientadas para o respondente de maneira individual, da relação do entrevistado com o BIM, sendo possível uma análise mais singular de cada respondente. Desse modo, o primeiro ponto abordado dentro dessa perspectiva individual sobre o tema é sobre a formação acadêmica do respondente, salientando que nessa vertente, foram consideradas todas as respostas, tendo um total de 30 respondentes para essa informação, e com isso, essa informação está evidenciada na Figura 4.

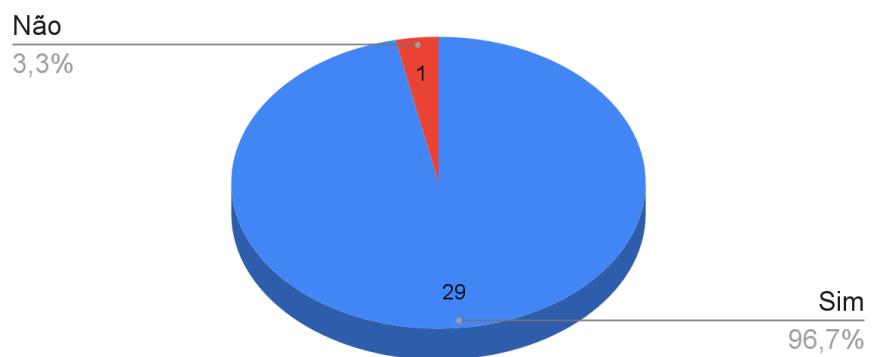
Figura 4 – Formação acadêmica dos profissionais entrevistados referentes à indústria



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O gráfico acima evidencia uma gama maior de profissionais com o ensino superior dentro das instituições levantadas, seguido posteriormente por profissionais pós-graduados e uma pequena parcela de técnicos, um dado interessante, tendo em vista as capacitações necessárias para o desenvolvimento da tecnologia. Mas seguindo a sequência criada dentro do estudo, o questionário aborda agora uma questão crucial para o desenvolvimento do usuário dentro da pesquisa, a questão é se o respondente sabe o que é BIM, e a Figura 5 apresenta os resultados desse questionamento.

Figura 5 – Entrevistados referentes à indústria que conhecem o BIM



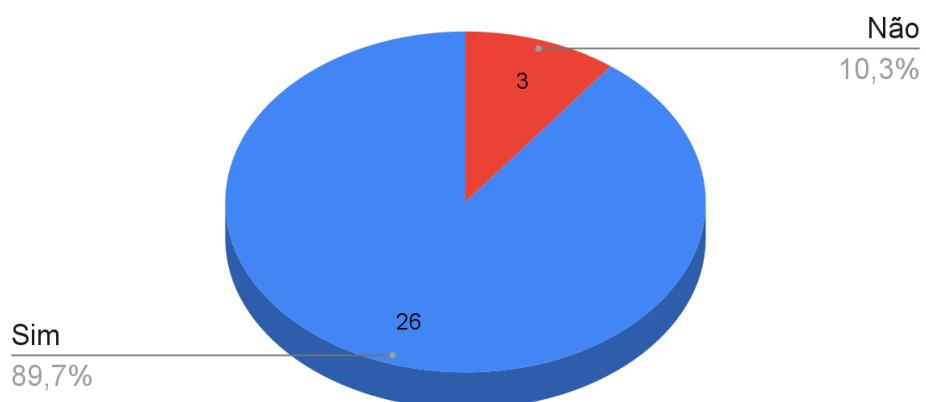
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Com base no resultado apontado, pode-se verificar que a grande maioria dos respondentes (96,7%) sabe o que é BIM, sendo um ponto crucial para o resto do

desenvolvimento do questionário tendo em vista que se trata de um questionário dinâmico, conforme indica o fluxograma ilustrado no Fluxograma 2, onde cada resposta leva a um caminho diferente para o respondente, com o intuito de otimizar o tempo do entrevistado e também as respostas colhidas pelo estudo. Além disso, a informação obtida e ilustrada na Figura 5, indica uma difusão clara do tema no âmbito nacional, sendo este um ponto importante para análises e discussões posteriores.

Em conjunto com a abordagem anterior, se tem a questão de se o respondente utiliza a tecnologia, onde pode-se analisar os resultados na Figura 6.

Figura 6 – Entrevistados referentes à indústria que utilizam o BIM

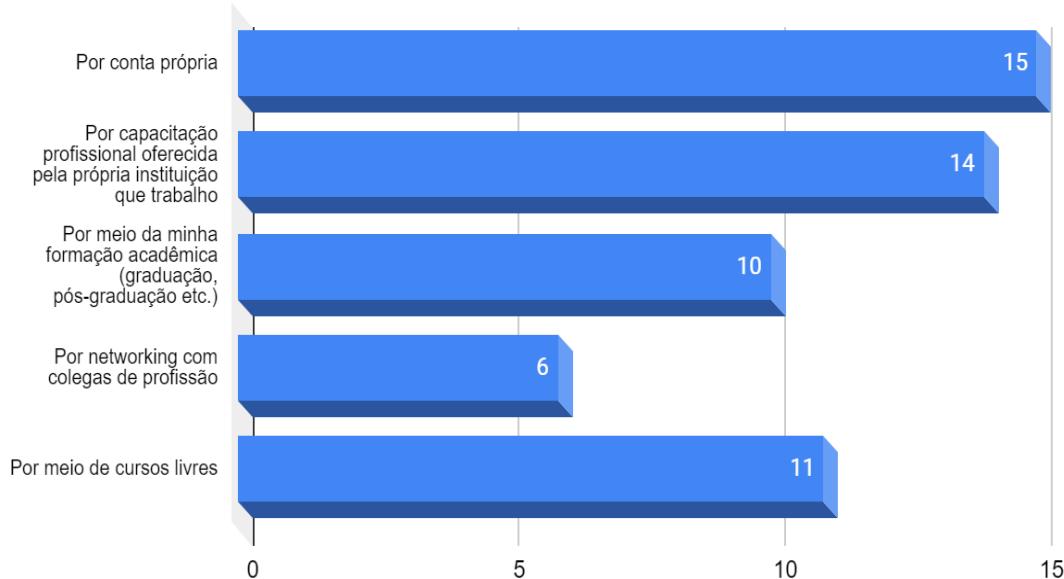


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Com esse resultado, pode-se analisar que nem todos os respondentes que têm o conhecimento do que é BIM, necessariamente utilizam a ferramenta dentro da instituição. Mas em contrapartida, alguns respondentes que responderam que não utilizam, em questionamentos posteriores responderam que sabem utilizar a tecnologia, implicando um problema institucional e não individual, dado que também servirá para posteriores análises.

Dentro dessa gama de respondentes que utilizam BIM, todos foram questionados sobre como adquiriram esse conhecimento da metodologia, sendo possível a opção de seleção de mais de uma maneira, com isso o resultado desse questionamento é apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Forma pelo qual os profissionais da indústria adquiriram conhecimento sobre o BIM



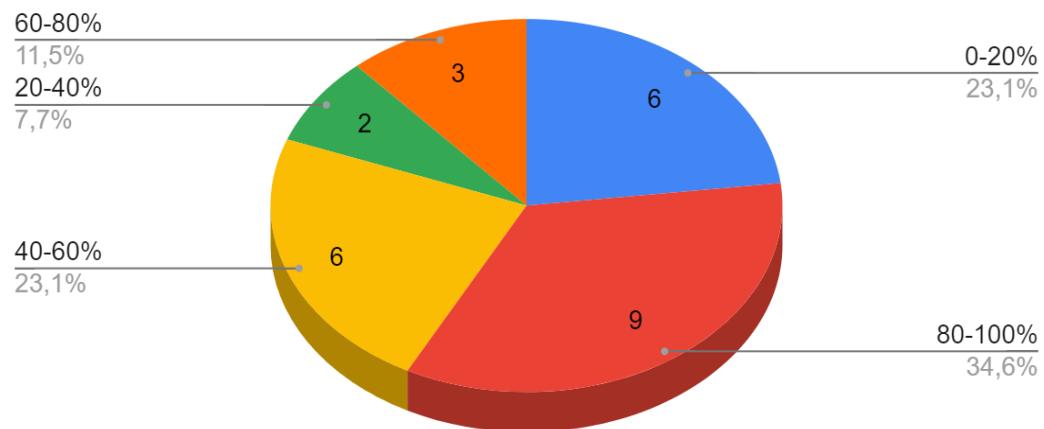
Fontes: Elaborado pelos autores, 2022.

Dentre as opções propostas no questionário, conforme se pode analisar a mais escolhida foi a de aprendizado por conta própria, seguido por capacitação profissional oferecida pela própria instituição. Esse dado é muito interessante, pois mostra a formação acadêmica como apenas a 4º mais escolhida, evidenciando uma problemática em relação ao cenário atual da academia brasileira para o desenvolvimento da metodologia, acarretando uma capacitação autônoma por parte dos interessados.

Dentro dos pontos levantados individualmente, também foi possível avaliar o tempo em que os respondentes trabalhavam com a metodologia BIM, obtendo o resultado que aproximadamente 70% trabalhavam a menos de 3 anos com ela, isso é um dado interessante, podendo gerar análises e conclusões e que podem ser unidas às demais análises para se avaliar o quanto recente se iniciou o avanço e difusão da metodologia BIM no Brasil.

Continuando a linha de pesquisa da ligação do entrevistado com a metodologia BIM, tem-se o questionamento da quantidade de projetos que o respondente utiliza a metodologia dentro da sua instituição, de maneira individual, essa questão obteve os seguintes resultados que são apresentados no gráfico pizza logo abaixo, ilustrado pela Figura 8.

Figura 8 – Porcentagem de projetos da indústria em que se usa o BIM

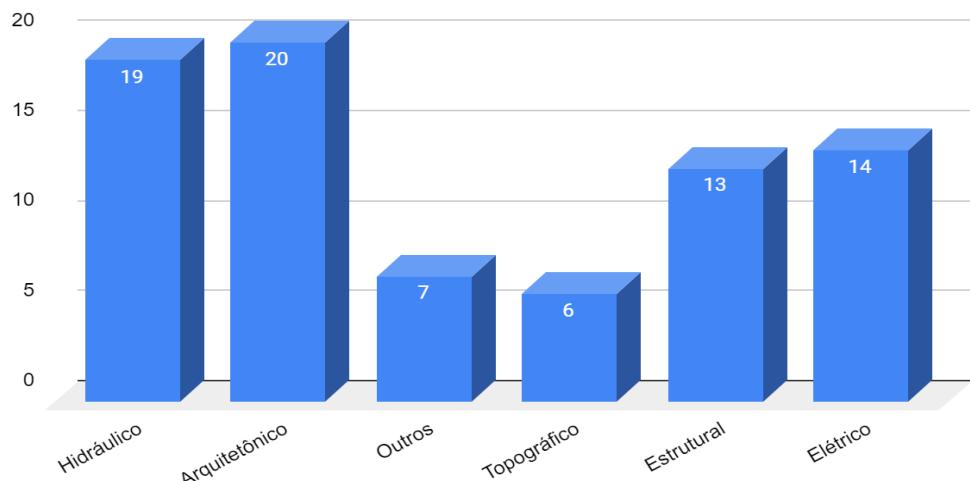


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O gráfico apresenta resultados positivos, com a maior faixa de respostas sendo entre 80 e 100%, mas deve-se salientar 2 pontos. O primeiro é que ainda existe uma faixa significativa de respondentes que utilizam pouco a tecnologia, podendo ter como análise a grande margem de expansão ainda possível de maneira individual dentro das instituições, mas também existe a possibilidade de que a resposta tenha sido dada por uma pessoa não ligada diretamente com a metodologia dentro da instituição. E o segundo é que essa faixa de dados de 80-100% deve-se também ao intuito do estudo, que buscou colher preferencialmente respostas de pessoas que estavam imersas dentro desta área em suas respectivas empresas. Ambos os pontos poderão ser complementados posteriormente com mais análises para facilitar suas discussões.

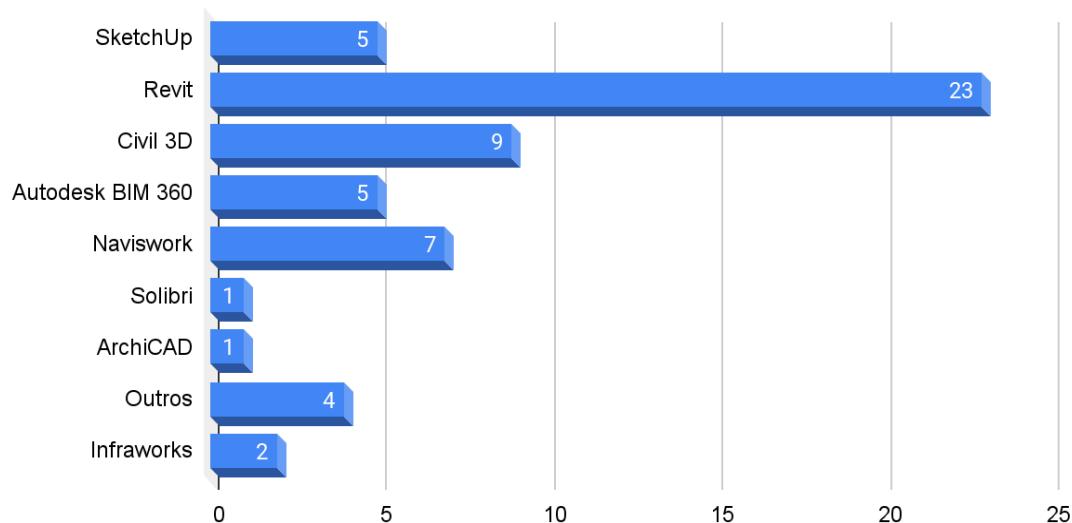
E a partir dessa linha de raciocínio, o estudo apresentou 2 questionamentos sobre a relação do usuário com o BIM dentro da sua instituição, sendo eles: Em quais tipos de projetos você utiliza a metodologia BIM? E quais ferramentas/softwares são utilizadas para esse trabalho? Essas perguntas foram respondidas e apresentaram seus resultados nas Figuras 9 e 10, respectivamente.

Figura 9 – Tipos de projetos da indústria em que se usa o BIM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 10 – Ferramentas/softwares utilizados pela indústria dentro da metodologia BIM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

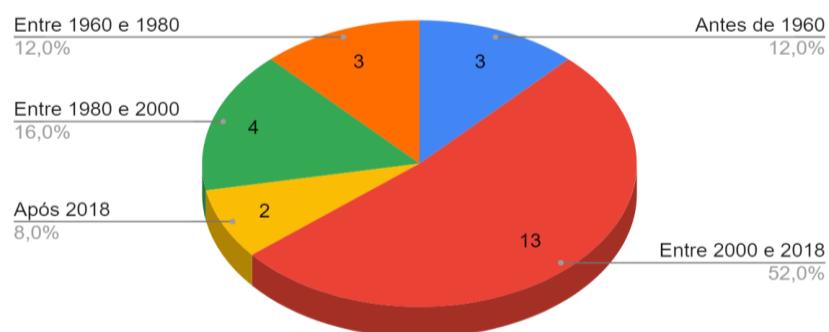
Esses resultados evidenciam práticas já esperadas da indústria da construção civil brasileira atual, onde o BIM é muito utilizado para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, mas chama-se atenção de como os projetos hidráulicos estão logo em seguida como um dos principais tipos de projeto difundido nas indústrias, seguidos por projetos elétricos e estruturais. E para o desenvolvimento destes projetos a ferramenta mais difundida atualmente da tecnologia BIM em nosso cenário é o *Revit*, software da Autodesk, conforme evidencia a Figura 10.

Posteriormente, a pesquisa por meio do questionário proposto também levanta de maneira individual a cada respondente um questionamento sobre o seu conhecimento da metodologia BIM, sendo a sua maioria (76,9%) classificada por si mesmo como conhecedor da maioria ou de todos os benefícios que o BIM pode trazer, essa informação pode ponderar demais respostas no estudo.

E para o fim dessa vertente de perguntas com caráter individual sobre a relação do respondente com o BIM, o estudo desenvolvido propôs um questionamento sobre se os respondentes consideravam o BIM benéfico para o seu trabalho atual, e como resposta todos os 26 respondentes, que trabalham com a tecnologia dentro da sua instituição, classificaram o BIM como sendo benéfico ao seu trabalho, sem exceção. Esse dado é de suma importância, tendo em vista o objetivo do presente estudo de evidenciar e enaltecer a importância do BIM dentro do cenário da construção civil brasileira.

Segundo o Fluxograma 2 do questionário, se tem a vertente de perguntas sobre a relação das instituições com a metodologia BIM, esse conjunto de perguntas se inicia sobre a fundação dessas instituições, quando as instituições em questão foram fundadas é uma informação importante para analisar sobre sua adequação com as novas tecnologias, com isso a Figura 11 mostra em faixas de período quando as instituições em questão foram fundadas.

Figura 11 – Ano de fundação das instituições referentes às indústrias pesquisadas



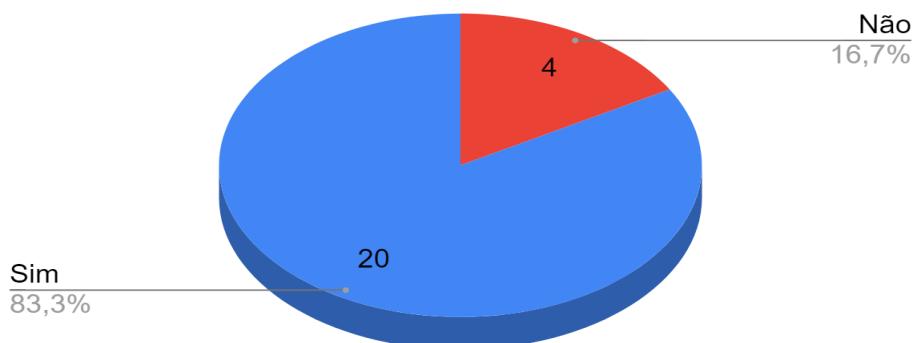
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Este gráfico apresenta uma informação importante, que posteriormente pode ser unida às demais informações para gerar análises e conclusões sobre o cenário nacional, mas de maneira geral, pode-se perceber a predominância de empresas relativamente novas, fundadas entre 2000 e 2018. E a presença de poucas empresas anteriores ao ano de 1960, apenas 12%.

Dentre essas 25 instituições analisadas, 20 delas (80%) são privadas e 5 delas (20%) são públicas, implicando uma maior predominância do setor privado no estudo. Essa informação pode ser utilizada para futuras comparações com cenários exteriores e análises mais detalhadas dos dados apresentados, unindo-se com outros fatores. Salientando que nessa vertente, foram obtidas apenas 25 respostas, tendo em vista que se trata de uma análise institucional e não individual de cada respondente.

Seguindo de forma semelhante a vertente anterior, o questionamento sobre a utilização na instituição abordada também é crucial para a avaliação do cenário e desenvolvimento da pesquisa, sendo assim, o questionamento sobre a utilização do BIM apresentou os resultados evidenciados na Figura 12.

Figura 12 – Uso do BIM pelas instituições referentes à indústria

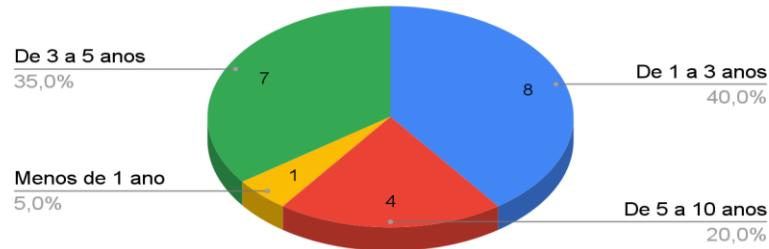


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O gráfico acima apresenta resultado semelhante com o da vertente anterior que abordava de maneira individual o respondente, dando maior credibilidade para os dados. Mas analisando o gráfico, também podemos observar que é um número expressivo de instituições que já utilizam a metodologia, mas ainda não o ideal.

Seguindo a sequência essa ramificação do questionário, buscou-se saber sobre o período em que essas empresas utilizam a metodologia, onde pode-se avaliar as respostas na Figura 13.

Figura 13 – Tempo em que as instituições referentes à indústria trabalham com BIM

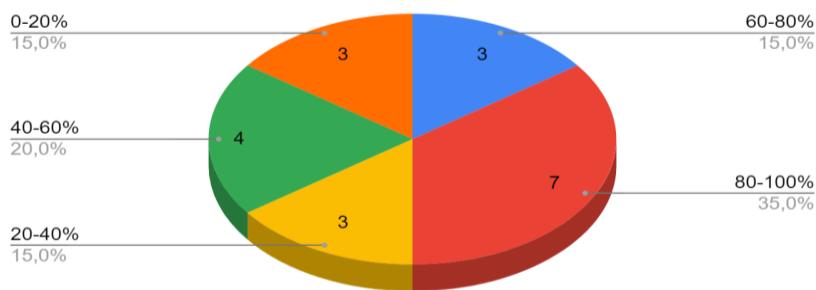


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Nesse gráfico, pode-se avaliar que grande parte (75%) das instituições começaram a utilizar a metodologia BIM a menos de 5 anos, tendo a maior parcela para a faixa de 1 a 3 anos, isso evidencia e corrobora a análise feita anteriormente de maneira individual, onde pode-se perceber um cenário ainda muito novo nacionalmente desta tecnologia.

Em sequência o estudo abordou sobre os projetos que utilizam BIM dentro da instituição, agora não mais de maneira individual, mas sim da empresa como um todo. E isso se iniciou a partir da avaliação sobre a porcentagem de projetos que utilizam essa metodologia, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Porcentagem de projetos que utilizam BIM nas instituições referentes à indústria



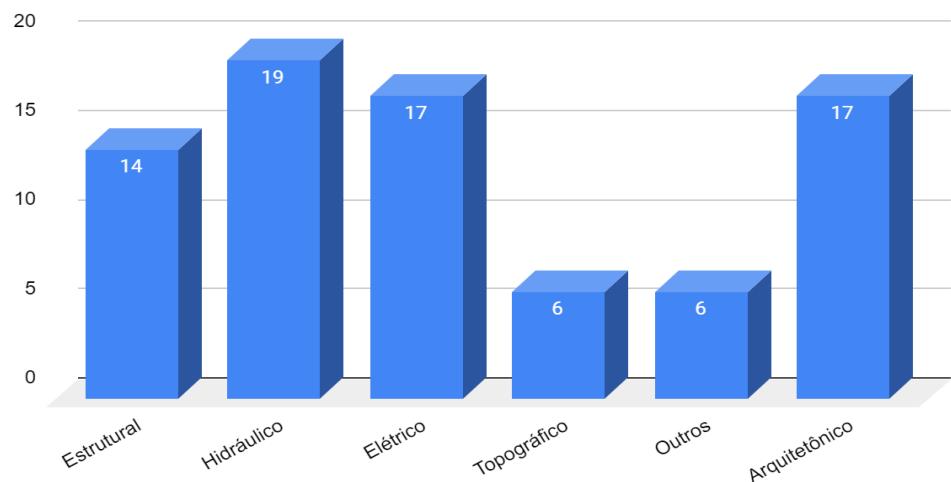
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O gráfico apresentado, também se assemelha diretamente com o gráfico da porcentagem de projetos da vertente anterior, porém com uma quantidade menor de respostas em faixas de maior adesão de projetos a metodologia BIM, esse resultado já era esperado, tendo em vista do que foi mencionado anteriormente, de que os resultados individuais vieram predominantemente de pessoas ligadas diretamente com o tema dentro das instituições. Mas em contrapartida,

diminuiu-se o número de respostas com taxas muito baixas de adesão do BIM aos projetos, o que corrobora a suposição de respondentes não envolvidos diretamente com a elaboração dos projetos dentro da empresa, sendo assim, pode-se afirmar que esse resultado é mais coerente com a realidade das instituições abordadas.

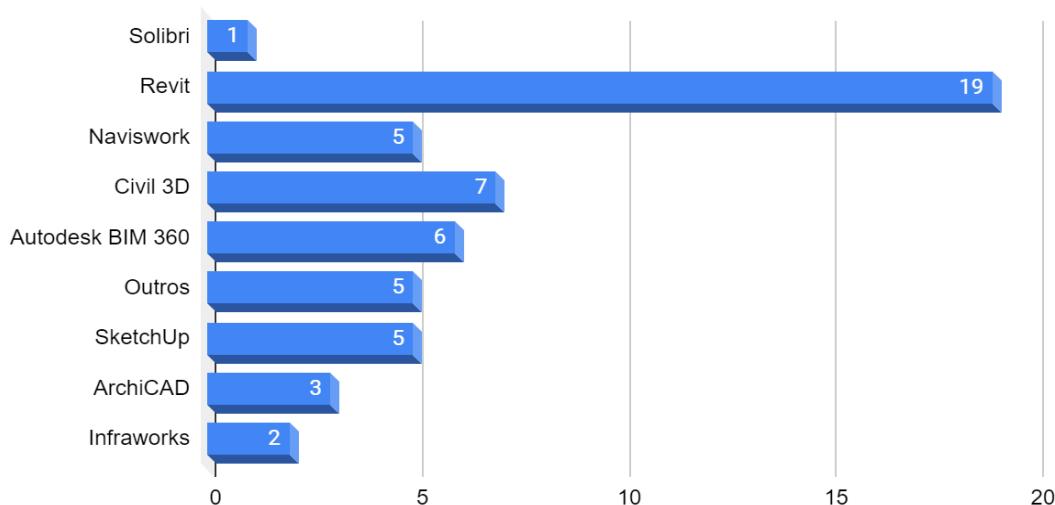
Em sequência aos questionamentos levantados, agora é levantado de maneira institucional os tipos de projeto e quais ferramentas/softwares que são utilizados dentro da metodologia BIM nas instituições abordadas, os dados em questão são apresentados, respectivamente, pelas Figuras 15 e 16.

Figura 15 – Tipos de projetos que as instituições referentes à indústria utilizam o BIM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 16 – Ferramentas/softwares que as instituições referentes à indústria usam dentro da metodologia BIM

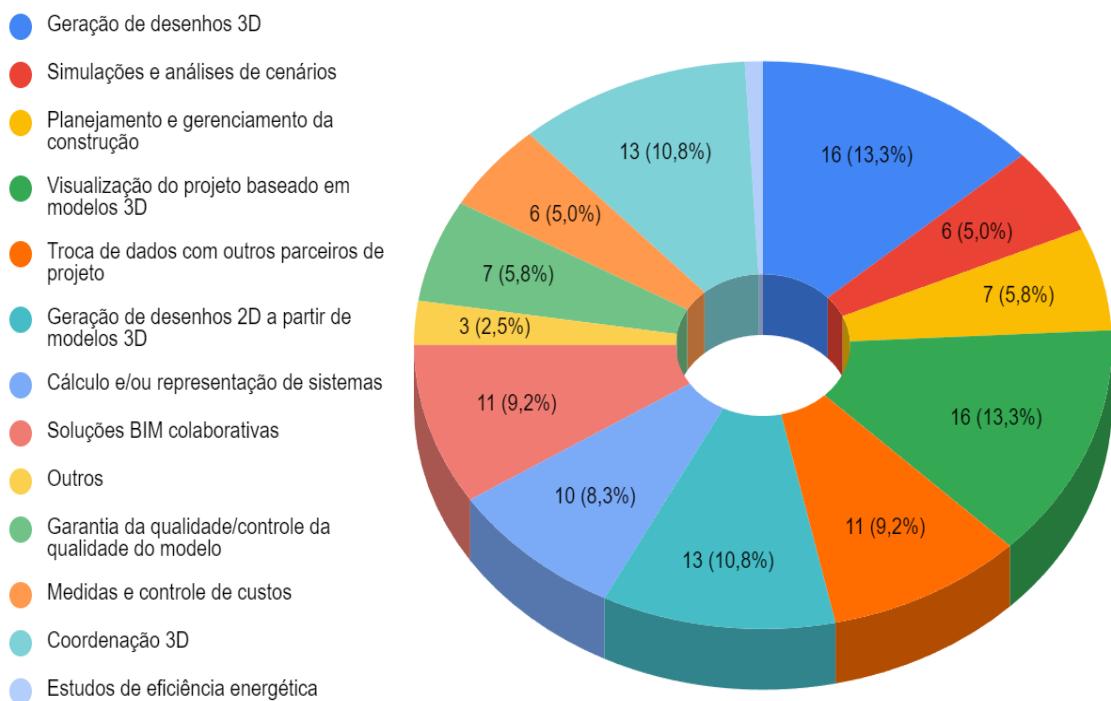


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Ambos os gráficos seguem o mesmo padrão da análise individual, principalmente nas ferramentas utilizadas, porém, nos tipos de projetos em que a instituição utiliza o BIM, houve uma maior aproximação das respostas, tendo até uma troca de líder de tipo de projeto mais popular utilizando a metodologia BIM, onde o projeto hidráulico passou a ser o principal projeto feito por meio da metodologia BIM, acompanhado de perto pelos projetos elétricos e arquitetônicos. Mas conforme mostra a Figura 16, isso não chegou nem perto de ocorrer para a ferramenta mais utilizada, onde o *Revit* continua com sua hegemonia evidenciada.

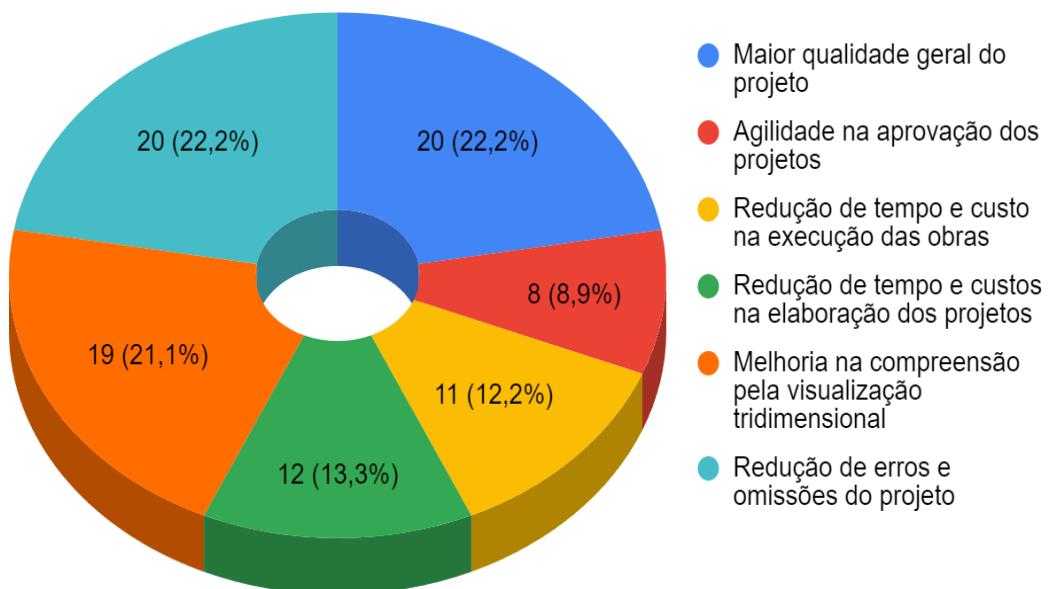
Além dos questionamentos feitos sobre o respondente e sua instituição, o estudo também propôs uma análise de pontos mais complexos dentro do tema. Dentre esses pontos, o estudo questionou aos entrevistados sobre os processos em que são utilizados a metodologia BIM dentro da sua instituição e quais os benefícios a instituição estava colhendo com a aplicação da metodologia por meio desses processos, com isso, o estudo gerou gráficos dos resultados obtidos que são apresentados nas Figuras 17 e 18, respectivamente, apresentando os processos em que são utilizados a metodologia e benefícios obtidos.

Figura 17 – Processos utilizando o BIM nas instituições referentes à indústria



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 18 – Benefícios obtidos pelas instituições referentes à indústria com a implementação do BIM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Esses 2 gráficos são de suma importância para o estudo, a Figura 17, evidencia os processos em que mais se utilizam o BIM dentro das instituições abordadas e como se pode notar, os principais pontos citados pelos respondentes como finalidades das ferramentas BIM dentro das suas instituições são processos ligados a desenhos 3D, como sua visualização, criação e coordenação. Essa análise implica uma conclusão que será corroborada mais adiante, mas que as instituições alcançadas pelo questionário, em sua maioria, ainda utilizam a metodologia BIM em níveis de desenvolvimento baixos, tendo em vista o que pode ser feito com o uso correto das ferramentas e a tecnologia embutida nelas. É claro que não só essas finalidades são abordadas pelas empresas, outras de níveis maior de desenvolvimento como troca de dados com parceiros de projetos, cálculos e representações de sistemas também são citados, mas em menor quantidade, entre outros que apresentam porcentagem de representação ainda menor, podendo-se evidenciar que o quanto mais desenvolvido e complexo se trata o processo dentro da metodologia BIM, menor a sua utilização nas empresas alcançadas. Em sequência a esta pergunta, os entrevistados foram questionados sobre outro ponto do uso da metodologia dentro da instituição, que era se eles acreditavam que a metodologia estava sendo usada da melhor forma dentro da instituição, e conforme os resultados da pesquisa efetuada,

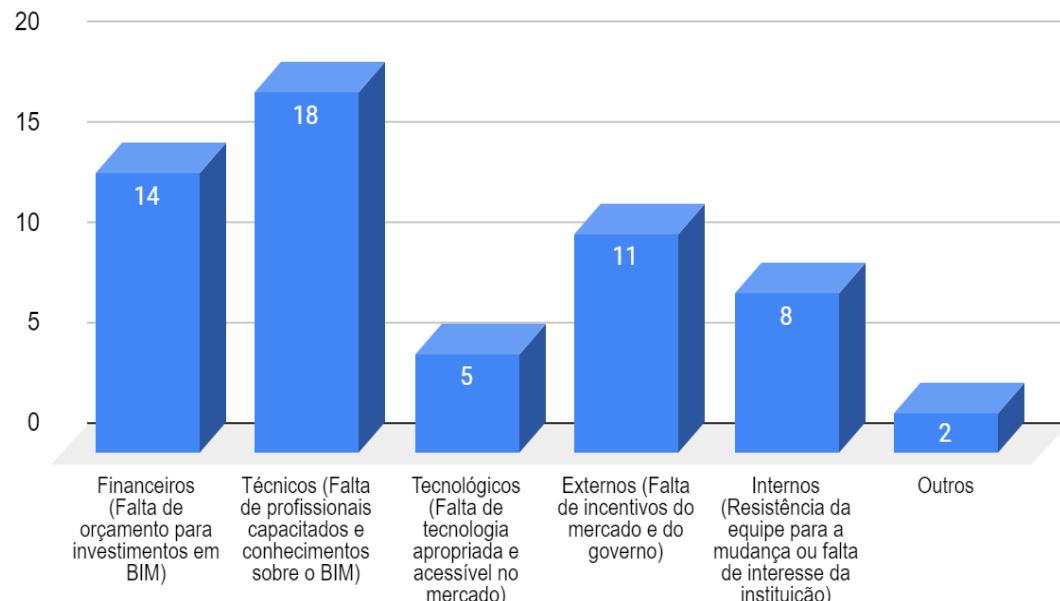
mais da metade dos entrevistados (58,3%) acreditam que não, a metodologia não está sendo utilizada da melhor forma, podendo ser melhorada efetivamente.

Isto posto, o gráfico ilustrado pela Figura 18 evidencia os benefícios alcançados por essas instituições com o uso do BIM, mesmo que de forma não otimizada. Dentre os benefícios alcançados, ressalta-se a melhor qualidade geral do projeto, melhoria na visualização tridimensional dos projetos e redução de erros no desenvolvimento dos projetos. Tendo em vista esses benefícios, o estudo também trouxe outra afirmação, todos os respondentes classificaram como benéfico a implementação do BIM na instituição, sem exceções. Essa informação foi obtida por uma pergunta posterior a estas apresentadas e foi ponderada pelo conhecimento dos respondentes sobre os benefícios do BIM, pergunta realizada anteriormente no estudo.

A partir dessas análises, também foram abordados questionamentos sobre respondentes que não prosseguiram no questionário por não utilizar a metodologia BIM. Esses respondentes foram questionados sobre se acreditavam que o BIM faria parte das atividades da sua instituição em um futuro próximo, e todos os entrevistados responderam que sim, acreditavam que o BIM faria parte do funcionamento da sua instituição e após isso, foram questionados sobre em quanto tempo eles acreditavam que isto aconteceria, e todos os 5 entrevistados responderam que em menos de 3 anos a tecnologia provavelmente seria inserida em sua instituição. Esse é um dado muito importante e que evidencia a inquestionável adoção do BIM em instituições da construção civil, no total, todas as instituições 25 abordadas utilizam ou tem pretensão de utilizar a metodologia, deixando claro que o BIM não é mais algo do futuro, mas sim o presente da construção civil.

Com base no desenvolvimento do estudo e seus objetivos, um dos principais objetivos é a descoberta ou investigação dos principais problemas que atrasam atualmente o desenvolvimento da metodologia nas instituições, seja para aperfeiçoamento ou para implementação. Com isso, se desenvolveu um questionamento sobre os principais empecilhos que as instituições tinham para essa adoção ou evolução da tecnologia, os resultados do questionamento por meio de gráfico de colunas são apresentados na Figura 19.

Figura 19 – Dificuldades encontradas nas instituições referentes à indústria para a implementação e aperfeiçoamento do BIM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

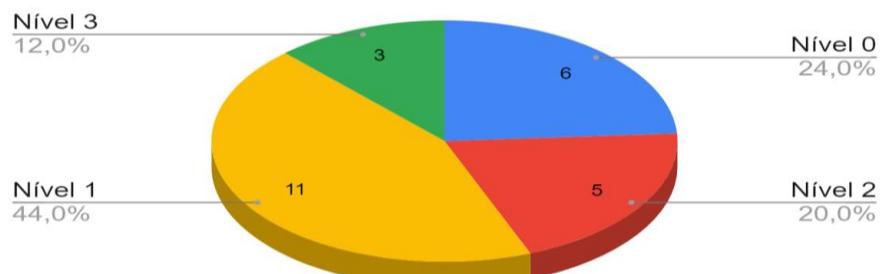
Como se pode observar, as principais dificuldades listadas pelos participantes da pesquisa são:

- Dificuldades financeiras, ou seja, falta de investimentos para a implementação ou evolução da tecnologia BIM dentro da instituição;
- Dificuldades técnicas, ou seja, problemas relacionados a falta de capacitação de funcionários e conhecimentos sobre BIM dentro da própria instituição.

Este é um dado que evidencia, dentro do espaço amostral abordado, dificuldades apresentadas para a disseminação do BIM e o seu desenvolvimento correto, um dado importante para posteriores análises e comparações.

E para finalizar a análise dessa vertente institucional, o questionário abordou de forma direta os respondentes sobre o nível de maturidade BIM da instituição, o questionamento foi feito com opções fechadas onde os próprios respondentes descreviam a instituição em alguma das alternativas, sendo essas alternativas definições escolhidas pelo estudo para cada nível de maturidade BIM, esse questionamento apresentou os resultados ilustrados na Figura 20.

Figura 20 – Nível de maturidade BIM das instituições referentes à indústria

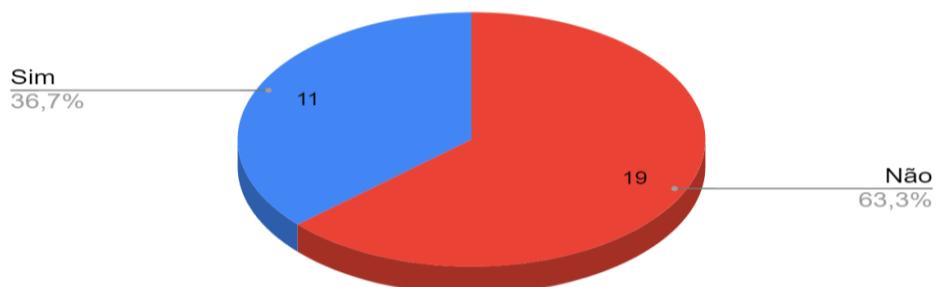


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Mesmo o estudo abordando e buscando instituições com maior probabilidade de desenvolvimento BIM, é evidente o baixo desenvolvimento da metodologia BIM no espaço amostral do estudo, com o nível de maturidade de maior ocorrência sendo o nível 1, seguido pelo nível 0. Este dado corrobora demais dados apresentados que evidenciam a tardia e ainda lenta adoção do BIM por parte das instituições da indústria da construção civil, conforme será discutido mais adiante.

A última vertente do questionário proposto pelo estudo abordou a relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto Nº10.306 e a estratégia BIM-BR, e para isso, dissertou sobre 3 perguntas para os entrevistados. Inicialmente, os respondentes foram abordados sobre seu conhecimento da Estratégia BIM BR, com resultados apresentados a seguir na Figura 21.

Figura 21 – Conhecimento acerca da existência da Estratégia BIM BR pelos profissionais das instituições referentes à indústria

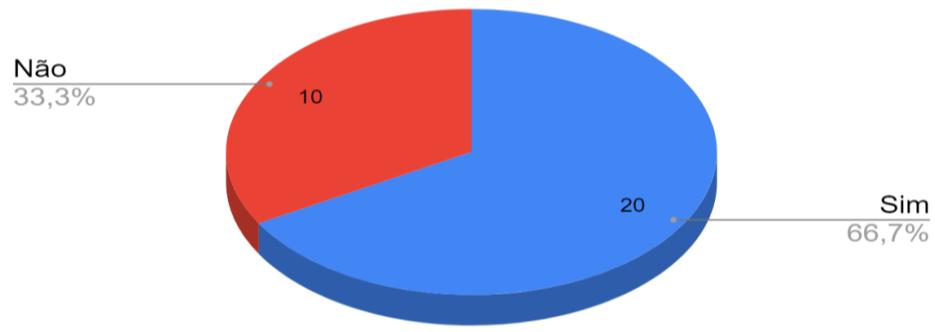


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O gráfico acima notabiliza que boa parte dos entrevistados (63,3%) não conhece sobre a Estratégia BIM BR, dado importante para discussões futuras, tendo em vista que este tema é uma problemática importante para o estudo.

Dando sequência nas perguntas sobre o tema, o questionário também abordou sobre o conhecimento de cada respondente sobre o Decreto n° 10.306/2020, um dos principais pontos de análise do presente estudo. Com isso, o questionamento foi se os respondentes teriam conhecimento sobre o decreto, tendo resultados ilustrados pela Figura 22.

Figura 22 – Conhecimento acerca da existência do Decreto n° 10.306/2020 pelos profissionais das instituições referentes à indústria



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

E em sequência a este questionamento, outro ponto foi levantado, se os respondentes que sabiam sobre o decreto notaram alguma diferença após a implementação dele na adoção ou no desenvolvimento da tecnologia BIM dentro da instituição. Dos respondentes que responderam sim para o conhecimento da metodologia, 20 entrevistados conforme mostra a Figura 22, apenas 6, ou seja, 30%, notaram alguma diferença ou impacto na adoção e desenvolvimento da metodologia BIM dentro das suas instituições, um impacto relativamente baixo. E quando estes respondentes foram questionados sobre as mudanças que puderam ser notadas dentro de suas instituições, os principais pontos citados foram a maior demanda por projetos em BIM e elevação de recursos destinados para o desenvolvimento da tecnologia, este último de maneira mais sutil. Esses dados são muito importantes para a avaliação da eficiência do Decreto n°10.306/2020 e da Estratégia BIM BR dentro das instituições da indústria da construção civil, e de maneira geral em como o governo impacta esse ramo tão importante para o desenvolvimento do país.

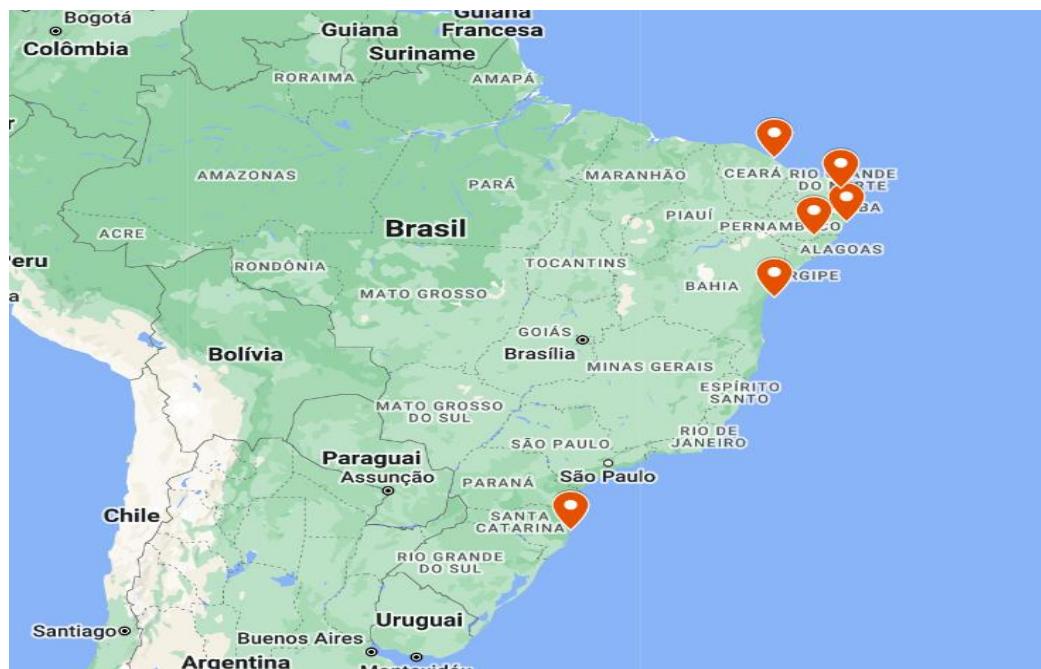
4.1.1.2 Instituições da academia da construção civil

O presente estudo segue para a apresentação do segundo questionário, onde se teve o objetivo de avaliar instituições acadêmicas relacionadas ao tema de maneira semelhante à avaliação das instituições da indústria da construção civil. Logo, este tópico busca abordar e mostrar resultados dessas instituições de forma que seja possível gerar análises e conclusões para posteriores discussões e otimizações propostas.

Sendo assim, nessa etapa serão apresentados os resultados do segundo questionário desenvolvido pela pesquisa, onde foi obtido um total de 11 respondentes de 9 instituições diferentes. Portanto, seguindo o mesmo roteiro do questionário desenvolvido para instituições da indústria da construção civil, aqui também será apresentado inicialmente as algumas informações úteis sobre o respondente e a instituição que ele representa, seguido pela relação do entrevistado com o BIM, relação da instituição em questão com o BIM e sendo finalizado com a relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto Nº10.306 e a estratégia BIM-BR.

Consequentemente, seguindo a mesma estrutura do tópico anterior, primeiramente é apresentada a localidade das instituições respondentes. Porém tendo em vista a maior amplitude geográfica de respostas, o dado em questão é apresentado na Figura 23.

Figura 23 – Localização das instituições de ensino pesquisadas



Fonte: Google Maps, 2022.

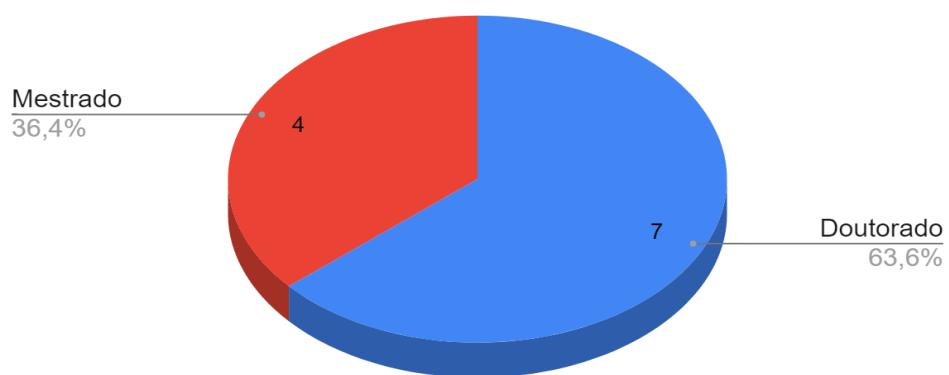
Como se pode observar, foram obtidas informações de apenas 9 instituições de ensino brasileiras, mas com uma dispersão maior em questão territorial do que o questionário anterior, atingindo diversos estados como: Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e Santa Catarina.

O estudo tinha o intuito de abranger todo o território nacional, mas não conseguiu alcançar esse objetivo, como citado na metodologia, por falta de adesão ao questionário por parte das instituições de ensino. A região nordeste, em principal o estado de Pernambuco, teve a maior adesão ao estudo, evidenciado pelo Quadro 1.

Seguindo com informações de interesse ao estudo, vale salientar que o questionário abordou diferentes tipos de curso, não só engenharia civil, mas também cursos como Arquitetura e técnico em Edificações. E dentre os profissionais respondentes, teve-se uma lista de diferentes cargos respondentes à pesquisa, lista essa menor do que o questionário anterior, mas ainda comprovando uma heterogeneidade das respostas. Dentre os cargos dos respondentes do questionário acadêmico, pode-se citar: professores, coordenadores de curso e chefes de departamento.

A formação acadêmica dos entrevistados também foi um ponto de interesse para o estudo dessa etapa, com esse questionamento foi possível gerar o gráfico apresentado na Figura 24.

Figura 24 – Formação acadêmica dos entrevistados referentes às instituições de ensino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

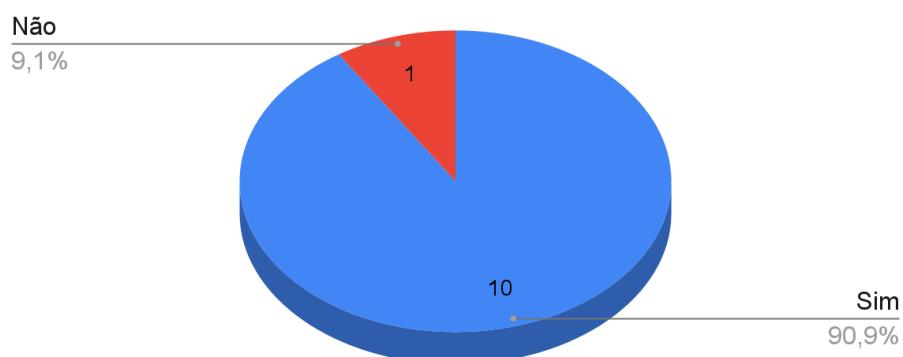
Conforme o apresentado no gráfico, todos os respondentes possuem pós-graduação, sendo em sua maioria doutorado, qualificando seu possível embasamento e entendimento sobre o assunto.

Portanto, seguindo essa linha proposta de questionamentos propostas pelo estudo, parte-se para a vertente da ligação do entrevistado com o BIM, de forma semelhante à apresentação de resultados do questionário anterior.

Dessa forma, inicialmente os respondentes também foram abordados sobre o seu conhecimento da metodologia BIM, questionamento de suma importância para qualquer outro questionamento do estudo. De todos os 11 entrevistados, todos responderam positivamente para a pergunta, ou seja, todos tinham o conhecimento do que se tratava a metodologia.

Em seguida, todos os respondentes, já que todos tinham conhecimento da metodologia, foram abordados sobre se eles utilizavam a metodologia BIM dentro da sua instituição. Esse questionamento gerou resultados apresentados na Figura 25.

Figura 25 – Trabalho com o BIM dentro das instituições de ensino

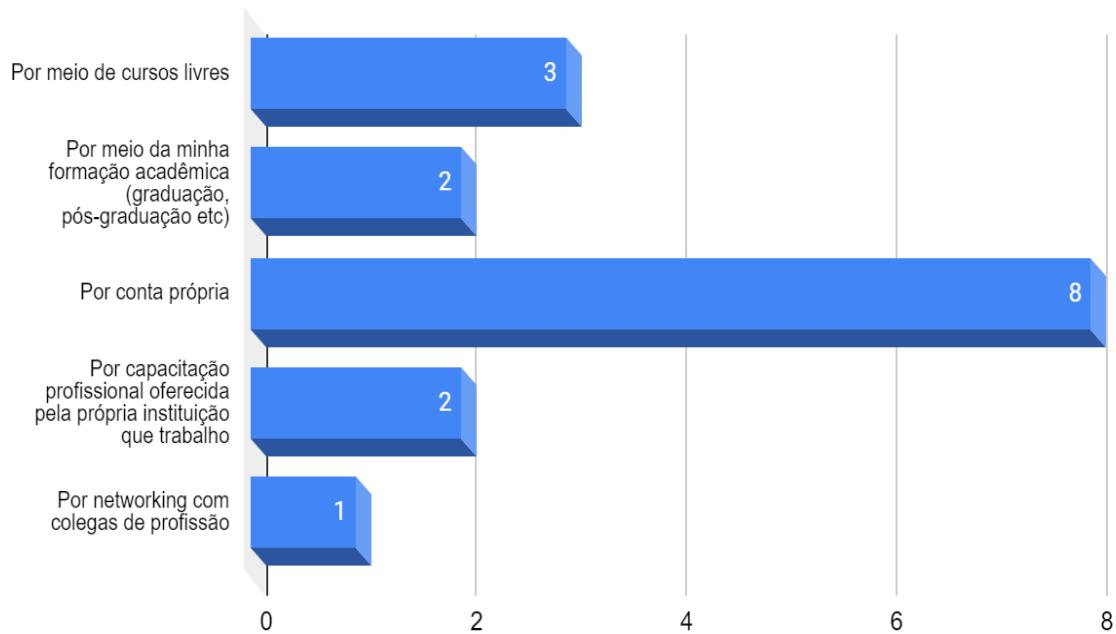


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Gerando um resultado positivo para a pesquisa dentro do âmbito, com quase todos (90,9%) os respondentes trabalhando com a metodologia dentro de suas respectivas instituições e cursos.

A partir deste resultado, o questionário segue para a abordagem sobre como eles conseguiram obter conhecimento da metodologia, questionamento esse que se liga diretamente com o anterior, se baseando nos respondentes que trabalham com a metodologia BIM dentro de suas instituições. Com isso, os resultados para essa pergunta são apresentados no gráfico a seguir ilustrados pela Figura 26.

Figura 26 – Formas de obtenção de conhecimento em BIM pelos profissionais das instituições de ensino

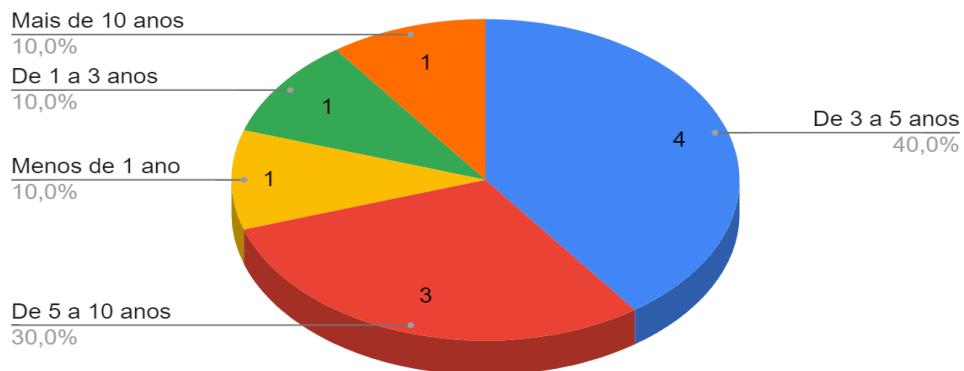


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Essa resposta é de grande importância e se liga diretamente com o questionário proposto para as indústrias da construção civil. Como se pode perceber, a maioria dos entrevistados adquiriu conhecimento sobre a metodologia BIM por conta própria, sem qualquer auxílio, resultado diferente da indústria, onde capacitações e cursos livres também eram alternativas para essa questão. Portanto, pode-se notar uma falta de amparo dentro da academia com esses profissionais que são responsáveis em difundir a metodologia no âmbito acadêmico. Mas esse resultado também pode ilustrar a iniciante caminhada do BIM dentro da academia, podendo considerar esses profissionais como pioneiros no desenvolvimento da tecnologia, tendo em vista a sua possível recente adoção, essa análise poderá ganhar mais embasamento com questões apresentadas posteriormente.

Os mesmos respondentes também foram questionados sobre o tempo que trabalhavam com a metodologia, dado importante para complementar análises anteriores e posteriores. E a partir desse questionamento, os entrevistados cederam as respostas apresentadas na Figura 27.

Figura 27 – Tempo de trabalho com a metodologia BIM pelos profissionais de ensino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A Figura 27 ilustra o tempo em que os profissionais abordados pelo questionário trabalham com a metodologia BIM, e de forma curiosa apresenta faixas de período não tão recentes, tendo 70% dos respondentes apontando que trabalham com a metodologia há mais de 3 anos. Esse dado reforça a tese de que os respondentes podem ser considerados de uma geração pioneira desse desenvolvimento, não só dentro das suas instituições, mas também em cenário nacional.

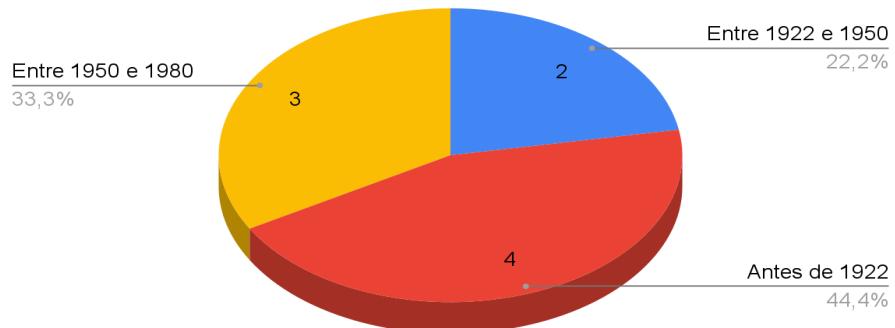
Posteriormente, o questionário segue com questionamentos diretos e individuais sobre o respondente e dentre eles estão as perguntas sobre se o entrevistado conhece sobre os benefícios que o BIM pode trazer e se considera-o importante para o desenvolvimento e modernização da construção civil. A primeira pergunta teve assinalada as opções “conheço a maioria dos benefícios que o BIM pode trazer” ou “conheço todos os benefícios que o BIM pode trazer” para mais de 80% dos respondentes. Enquanto a segunda pergunta obteve confirmação positiva para 100% dos respondentes, ou seja, todos acreditam que o BIM é uma tecnologia essencial para a evolução e modernização da construção civil.

E para finalizar essa vertente mais individual do questionário sobre instituições acadêmicas um questionamento foi levantado para os profissionais que estão ligados com a metodologia BIM dentro dos seus respectivos institutos acadêmicos, sobre se eles achavam que o BIM deveria ser difundido dentro da academia, e com esmagadora vantagem, para 90% dos participantes o BIM deveria ser difundido dentro da academia em cursos relacionados ao tema.

O questionário segue para a vertente da ligação da instituição com o BIM, essa etapa se inicia com informações sobre a instituição, como já é sabido das instituições participantes e sua

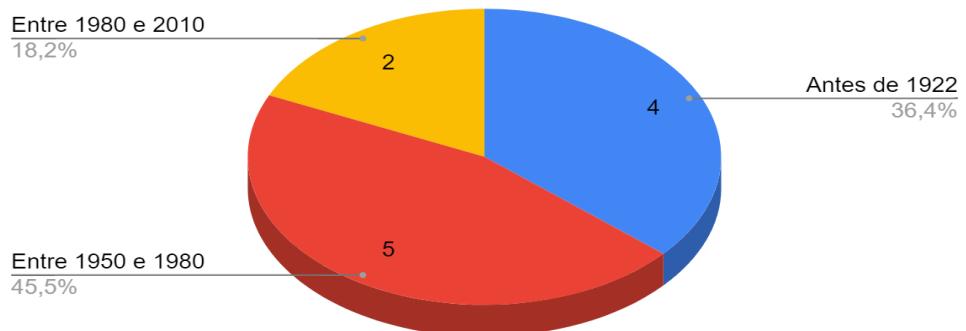
localização conforme Quadro 1 e Figura 23, respectivamente, o questionário segue com a obtenção de informações por meio das perguntas sobre a fundação da instituição e a quanto tempo ela trabalha com cursos relacionados a construção civil, essas informações são ilustradas nas Figuras 28 e 29, respectivamente.

Figura 28 – Fundação das instituições de ensino pesquisadas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 29 – Tempo em que as instituições de ensino trabalham com cursos relacionados à construção civil



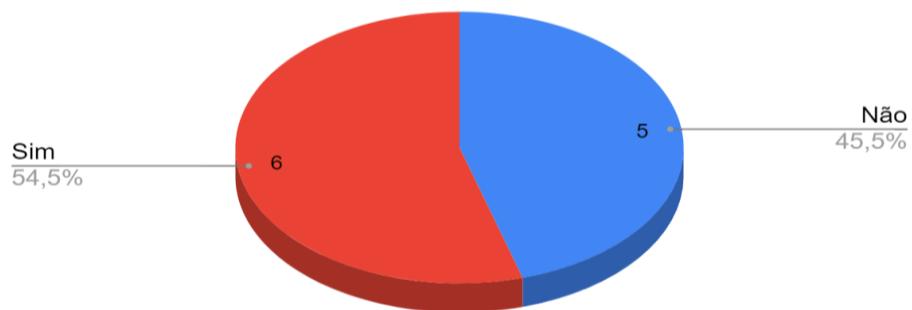
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Esses dados mostram que grande parte das instituições alcançadas pela pesquisa são relativamente antigas, tendo sua maior parte (66,6%) nas faixas temporais abaixo de 1950 para sua fundação e nenhuma fundada após 1980. Além disso, a Figura 29 ilustra que cursos relacionados à construção civil fazem parte dessas instituições a um tempo considerável, tendo a maior faixa de dados entre 1950 e 1980, sendo assim, podem ser considerados cursos consolidados e tradicionais, assim como suas instituições.

Outra informação obtida por meio do desenvolvimento do questionário é se a instituição em questão é pública ou privada e para esse questionamento se teve o resultado de 7 públicas e 2 privadas, das 9 em questão, implicando uma parcela fortemente maior de instituições de ensino públicas.

Dando continuidade ao decorrer do questionário, o estudo aborda uma informação crucial dessa vertente do estudo, que é se a instituição em si adota a metodologia BIM como ferramenta de ensino, e para essa indagação, o gráfico ilustrado pela Figura 30 apresenta os resultados.

Figura 30 – Uso do BIM como ferramenta de ensino nas instituições de ensino

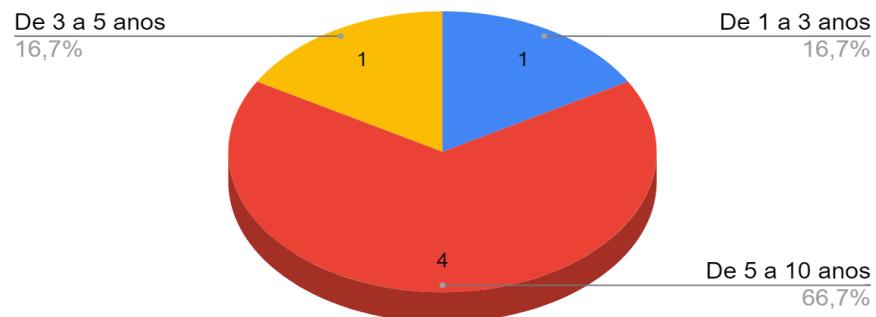


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Salienta-se que nessa abordagem, foram contados todos os cursos da instituição, ou seja, caso a instituição tenha sido analisada em mais de 1 curso, ela contou com mais de um resultado. Portanto, o questionamento contou com 11 respostas, sendo a maioria positiva para o questionamento, porém com uma porcentagem muita alta de cursos não inseridos dentro da metodologia BIM, isso é um dado preocupante. Aplicando um paralelo com os resultados individuais, onde foi obtido resultados bem mais favoráveis à tecnologia, pode-se tirar como análise a não difusão esperada dentro dos cursos, mas já com possíveis profissionais capacitados para difundir essa metodologia, necessitando apenas de incentivos e auxílios da comunidade para isso, diminuindo sua resistência entre os demais profissionais do âmbito acadêmico. Mas essa discussão é complexa e envolve diversos fatores, podendo ser complementada e se tornar mais assertiva com o conjunto de dados apresentados na continuação do estudo.

Seguindo com a apresentação de dados, o estudo apresenta o resultado do questionamento sobre há quanto tempo que as instituições que trabalham com a metodologia utilizam ela como ferramenta de ensino, sendo ilustrado os resultados na Figura 31.

Figura 31 – Tempo em que as instituições de ensino trabalham com a metodologia BIM para fins didáticos

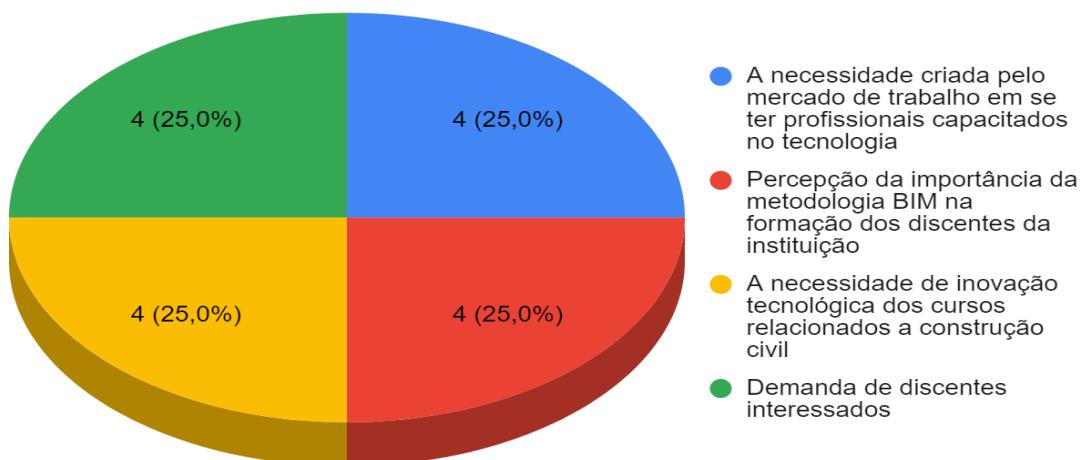


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Este dado é um dado curioso, que corrobora a ideia de pioneirismo dentro das instituições por parte dessa gama de profissionais que trabalham atualmente com a tecnologia, mas esse dado também pode ser utilizado para posteriores análises e discussões.

Posteriormente, o estudo aborda sobre a motivação dos cursos relacionados ao tema para a sua adoção do BIM, uma indagação que pode estar diretamente relacionada à indústria da construção civil, mas os resultados apresentados no gráfico, ilustrado pela Figura 32, mostram diversos fatores igualmente relevantes.

Figura 32 – Motivação da aplicação do BIM nas instituições de ensino

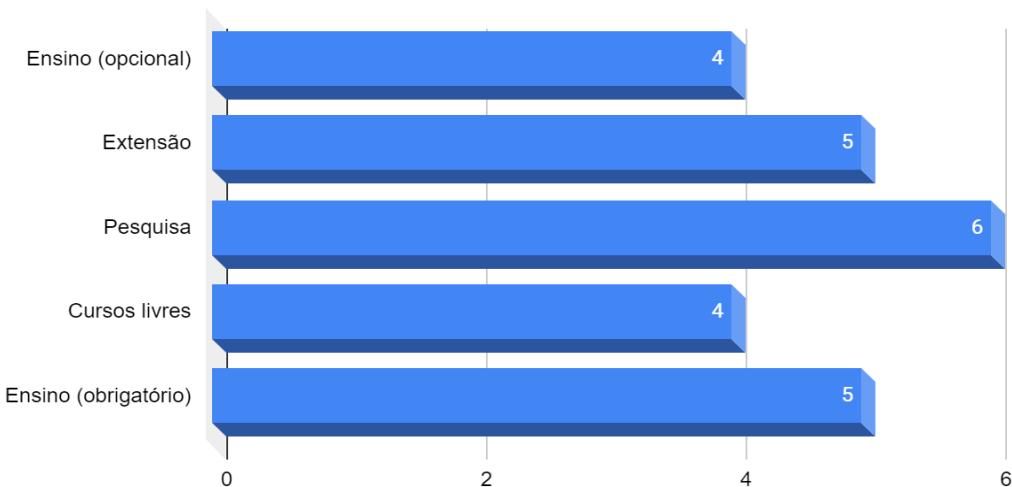


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

As 4 alternativas sugeridas para o respondente obtiveram a mesma quantidade de votos, isso implica um conjunto de fatores similarmente importantes que em grupo contribuem para essa implementação e difusão dentro das instituições acadêmicas.

Como foi evidenciada no gráfico, essa difusão ocorreu por diversos motivos, não um específico de acordo com a opinião do espaço amostral do estudo, mas como que essa difusão ocorre atualmente também é uma questão de extrema importância para o estudo, e para isso, foi criada uma sequência de questionamentos diretos sobre o tema para os respondentes, inicialmente abordados sobre por qual meio está sendo difundido essa metodologia atualmente em suas instituições, gerando resultados apresentados na Figura 33.

Figura 33 – Meio de difusão da metodologia BIM dentro das instituições de ensino

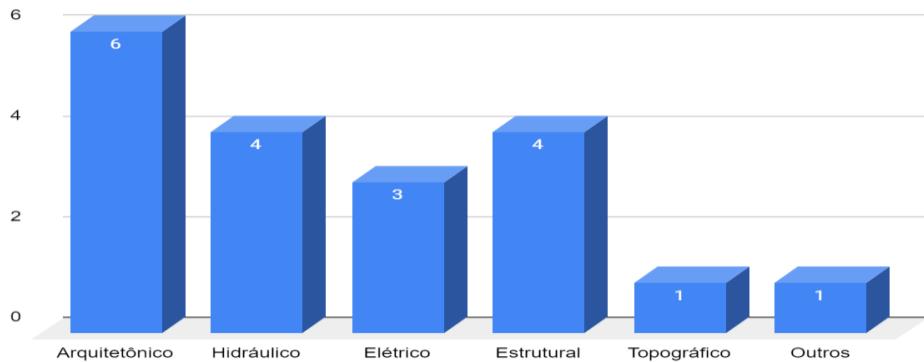


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Conforme ilustrado na Figura 33, a difusão ocorre de maneira quase semelhante entre as 5 opções propostas pelo estudo, mas com leve predominância da pesquisa dentro das instituições de ensino em questão. Essa informação também é muito útil em para posteriores comparações com cenários externos e até mesmo otimizações em discussões futuras de estratégias para a maior adesão e impacto da metodologia dentro das instituições de ensino.

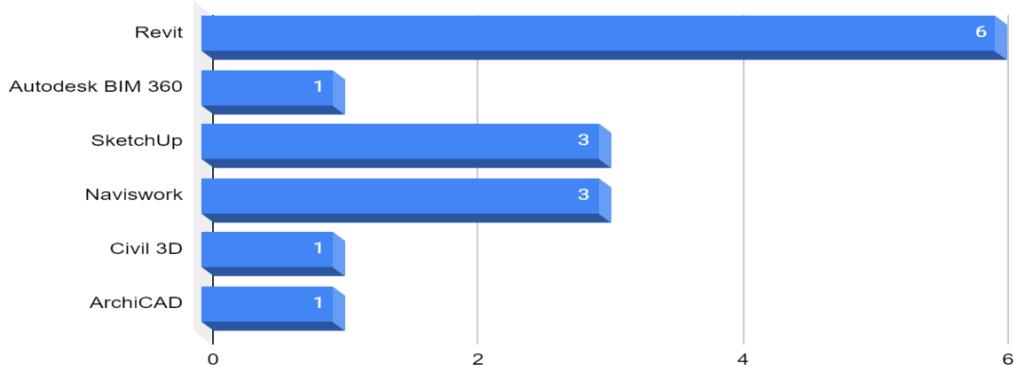
Ainda com o intuito de saber como é difundida a metodologia BIM dentro das instituições de ensino, o questionário abordou uma sequência de 2 perguntas, muito similares ao do questionário feito para indústrias, que são as perguntas sobre quais tipos de projeto a instituição faz utilizando as ferramentas BIM e quais são as ferramentas utilizadas dentro da metodologia, ambas as perguntas geraram as respostas das Figuras 34 e 35, respectivamente.

Figura 34 – Tipos de projetos em que as instituições de ensino abordam o BIM



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 35 – Ferramentas/Softwares que são utilizadas de forma didática dentro das instituições de ensino



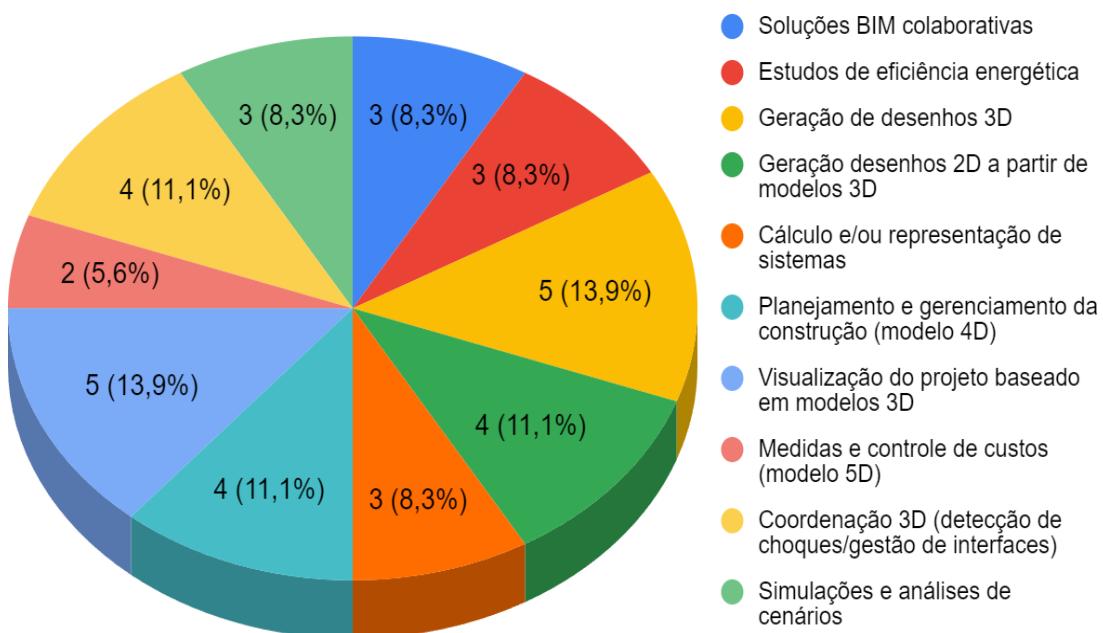
Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Ambos os gráficos evidenciam uma possível relação entre a indústria e a academia, tendo em vista resultados semelhantes entre as mesmas perguntas em questionários de âmbito diferentes. Como se pode perceber, assim como na indústria da construção civil, os projetos mais utilizados são os arquitetônicos, acompanhados de perto por elétrico, estrutural e hidráulico, resultado muito semelhante com o gráfico, ilustrado pela Figura 9, que abordava os tipos de projetos feitos pelo respondente, distinguindo um pouco do resultado apresentado pelos projetos feitos pela instituição ao todo, mas que de forma geral apresenta afinidade entre os meios acadêmicos e empresarial. Além disso, o gráfico da Figura 35 evidencia novamente a predominância do software *Revit* da *Autodesk* como principal ferramenta utilizada também na academia.

E para finalizar essa sequência de verificações de como é utilizada a metodologia BIM dentro das nossas instituições de ensino, foi abordada a questão, também semelhante ao questionário anterior, sobre quais as finalidades e objetivos eram trabalhados de forma didática

dentro dos cursos dos respondentes, essa pergunta gerou os resultados apresentados na Figura 36.

Figura 36 – Finalidades e objetivos do BIM trabalhados de forma didática dentro das instituições de ensino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

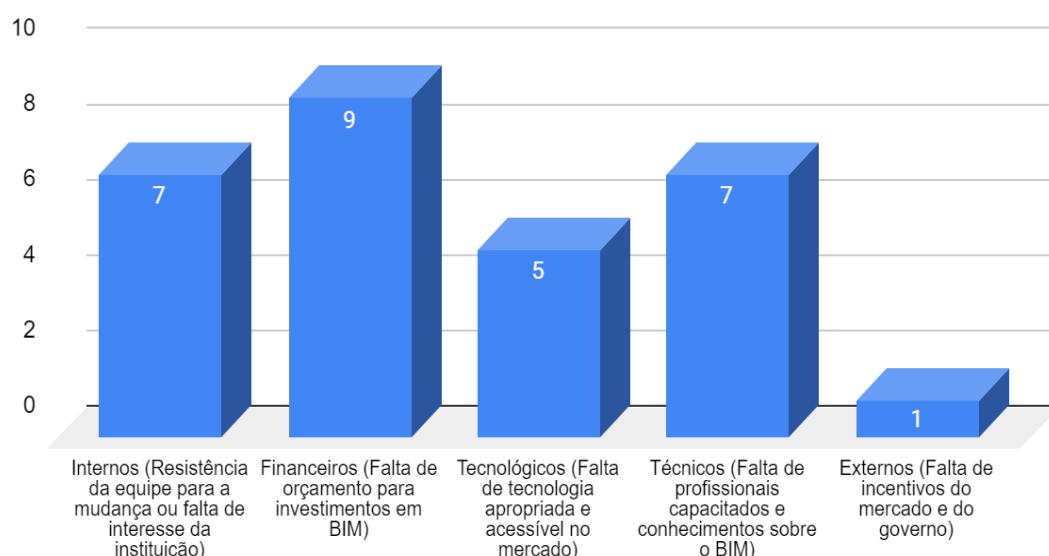
Novamente um gráfico pizza ilustra os principais pontos abordados pela metodologia BIM, mas dessa vez dentro das instituições de ensino. Porém os resultados apresentados na Figura 36 são muito semelhantes com os resultados apresentados na Figura 17 sobre o mesmo tema no questionário anterior. Como se pode notar, os principais processos apresentados dentro das instituições da indústria da construção civil, também são apresentados para instituições de ensino, sendo estes: visualização e geração de modelos 3D, coordenação 3D e geração de desenhos 2D a partir de desenhos 3D. Esse resultado pode ser visto como uma ligação direta da academia com a indústria, porém não pode deixar de ser observado a maior diversificação de resultados com quantidades de respostas significativas, indicando também um desenvolvimento mais homogêneo e amplo da metodologia, mesmo que em passos curtos.

O estudo prossegue e entra em um tema particular da instituição, sobre as suas adesões, tanto de discentes quanto de docentes, consideradas informações necessárias para avaliações sobre o cenário atual da difusão do BIM dentro da academia. E esse questionamento se baseou

em graus de adesão, indo desde o muito baixo até o muito alto, e a partir dessa definição, de acordo com os respondentes do questionário, na questão dos discentes o grau de adesão varia entre alto e muito alto para 66,6% dos respondentes, não atingindo abaixo do grau médio para nenhuma das respostas. Enquanto para os docentes, esse grau de variação é exatamente o inverso, com 66,6% dos respondentes citando um grau de adesão baixo ou muito baixo por parte dos docentes, e em nenhum caso atingindo um patamar acima de médio. Esse é um dado que gera preocupação, tendo em vista que quem desenvolve e estimula a difusão da tecnologia dentro das instituições de ensino são os docentes. Resultados anteriores mostram que os profissionais atingidos por esse questionário já entendem sobre a sua importância e entendem em sua grande maioria os benefícios que a introdução e desenvolvimento dessa metodologia pode trazer para o ensino dos cursos relacionados ao tema, porém como pode-se perceber, nem todos os docentes de suas instituições apresentam este mesmo pensamento.

Para finalizar a vertente da ligação entre a instituição e o BIM, o estudo abordou um último conjunto de perguntas onde inicialmente os respondentes foram questionados sobre as dificuldades encontradas dentro da instituição para a implementação ou desenvolvimento da metodologia BIM. Esse questionamento, semelhante ao questionamento efetuado no questionário anterior, também apresentou resultados ligeiramente semelhantes com o gráfico ilustrado pela Figura 19, conforme apresenta o gráfico abaixo ilustrado pela Figura 37.

Figura 37 – Problemas responsáveis pelas dificuldades encontradas na instituição para a implementação e aperfeiçoamento do BIM

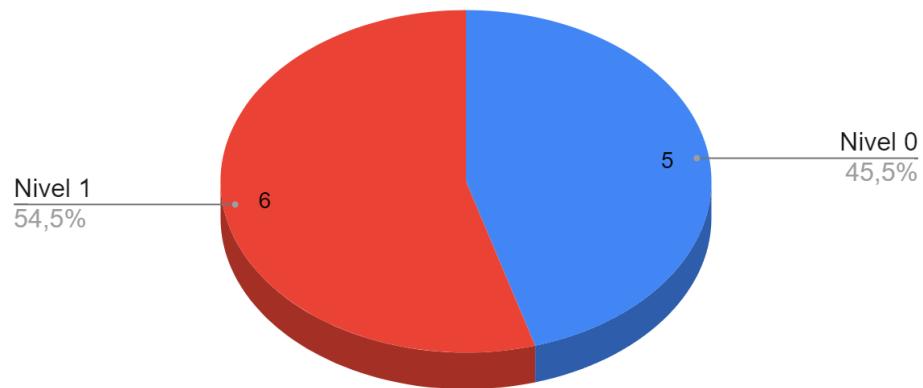


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Conforme citado, o gráfico acima apresenta resultados de certa forma semelhantes aos da indústria, porém com algumas diferenças notáveis, dentre elas, o principal ponto de dificuldade citado pelos entrevistados para o desenvolvimento ou implantação do BIM dentro de suas instituições é o financeiro, diferentemente da indústria que abordava o ponto técnico como seu principal empecilho. Também é notável uma troca entre os principais pontos citados, aqui no gráfico ilustrado pela Figura 37, as dificuldades internas se tornam mais nítidas do que as externas apresentadas pela Figura 19. Essa informação é uma afirmação que complementa demais dados que citam a resistência interna e a falta de interesse vindo de dentro da própria academia sobre o tema. Além disso, também pode ser observado problemas unâimes em ambos os âmbitos, como a falta de profissionais capacitados e verba para o desenvolvimento da tecnologia.

Também foi avaliado o nível de maturidade das instituições atingidas pelo presente questionário, esse dado é apresentado a seguir pelo gráfico da Figura 38.

Figura 38 – Nível de maturidade BIM nas instituições de ensino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

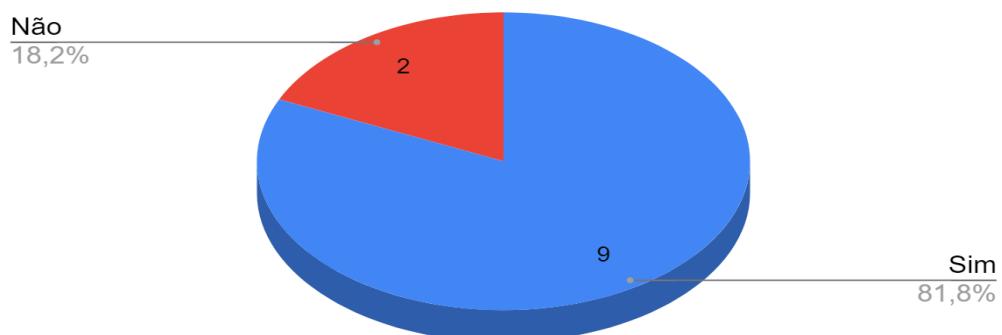
A Figura 38 apresenta um dos principais dados obtidos por este questionário, obtido com o mesmo procedimento do questionário anterior, os entrevistados tinham as definições de cada nível de maturidade BIM e escolhiam a definição que melhor se encaixava para o seu curso dentro da sua instituição. A partir disto, conforme pode ser observado no gráfico, os resultados são de níveis muito baixos para os que utilizam, não saindo do nível 1 no desenvolvimento da tecnologia BIM, enquanto os demais como são cursos que não utilizam a metodologia BIM estão no nível 0. Esse é um dado preocupante, tendo em vista a diferença

entre a necessidade do mercado de trabalho atual e futuro com o que está sendo oferecido no âmbito acadêmico para os discentes dentro de seus cursos de formação. Além da academia estar ligeiramente atrasada em relação à indústria, os dados comprovam uma maior tendência de evolução no âmbito da indústria da construção civil, implicando em um possível aumento dessa diferença de compatibilidade entre a academia e o mercado de trabalho em um futuro breve.

Por fim, algumas informações ainda são obtidas dos respondentes representantes dos cursos que não utilizam a tecnologia. Dentre esses 5 respondentes, todos afirmam que o BIM será utilizado um dia na instituição e quando questionados sobre quando seria essa implementação, todos responderam menos de 3 anos. Isso é um dado amenizador do problema e que gera otimismo quanto a disseminação da tecnologia BIM dentro dessas instituições de ensino, mesmo que tardio, existe uma perspectiva de desenvolvimento.

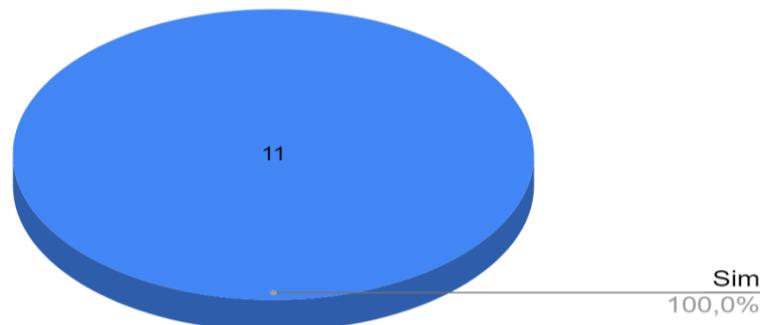
Por fim, a última vertente abordada no presente questionário é a da relação do desenvolvimento BIM da instituição com o Decreto N°10.306 e a estratégia BIM-BR. Essa vertente foi composta por uma série de questionamentos, alguns de seus resultados serão apresentados agora de maneira direta e outros servirão como embasamentos para as discussões dos próximos tópicos. Com isso, são apresentadas as respostas dos respondentes para dois questionamentos realizados pela pesquisa, o primeiro é se o entrevistado conhece a estratégia BIM BR, e em sequência os respondentes são questionados sobre o seu conhecimento do Decreto n° 10.306/2020. São apresentados os resultados desses questionamentos por meio dos gráficos ilustrados pelas Figuras 39 e 40.

Figura 39 – Conhecimento acerca da existência da estratégia BIM BR pelos profissionais das instituições de ensino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 40 – Conhecimento acerca da existência do Decreto nº 10.306/2022 pelos profissionais das instituições de ensino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

As Figuras 39 e 40 informam as respostas dos entrevistados para ambos os questionamentos citados, o primeiro, sobre o conhecimento da Estratégia BIM BR, obteve respostas positivas de cerca de 80% dos respondentes. Enquanto o segundo gráfico, que ilustra a abordagem sobre o Decreto nº 10.306, evidencia respostas ainda mais positivas, com 100% dos entrevistados possuindo conhecimento do decreto em pauta. Esses dados trazem algumas análises que junto com opiniões também obtidas por meio do questionário e que serão apresentadas no tópico de discussão, podem gerar conclusões coerentes e embasadas sobre o tema, com isso, pode-se afirmar que são de suma importância tendo em vista o objetivo do estudo. De forma semelhante ao questionário anterior, a partir da definição dos entrevistados que possuíam conhecimento dos temas, esse grupo de respondentes foi questionado sobre se eles conseguiram observar alguma mudança após a implementação do Decreto nº 10.306/2020, e com base na resposta apenas dos respondentes que tinham conhecimento do tema, apenas 45,5% desses conseguiram notar alguma mudança dentro de suas instituições após a implementação do decreto. Por fim, junto a esse dado, o estudo também indagou sobre quais foram as mudanças apresentadas e como os entrevistados veem o papel do governo nessa implementação do BIM nas instituições. Com isso, de acordo com os respondentes da academia, as mudanças notáveis são a maior percepção da importância da metodologia BIM pela academia e maior procura de profissionais por parte do mercado de trabalho. De maneira adicional, de acordo com respostas coletadas, grande parte dos respondentes (90,9%) entende como fundamental o papel do governo para o desenvolvimento da tecnologia, dado que traz tema para discussões posteriores.

4.1.2 Situação atual do BIM no Reino Unido

Primeiramente, a respeito da sondagem dos conteúdos científicos, não foram encontradas informações pertinentes no quesito dados atuais do BIM no Reino Unido sob a perspectiva dos impactos provindos dos mandatos britânicos. Esse fato mostra que mesmo uma região sendo líder na aplicação do método, e tendo mais de 10 anos desde o primeiro mandato BIM, ainda há falta de pesquisa que mostre os efeitos que o governo pode gerar com os decretos que obrigam o uso da tecnologia.

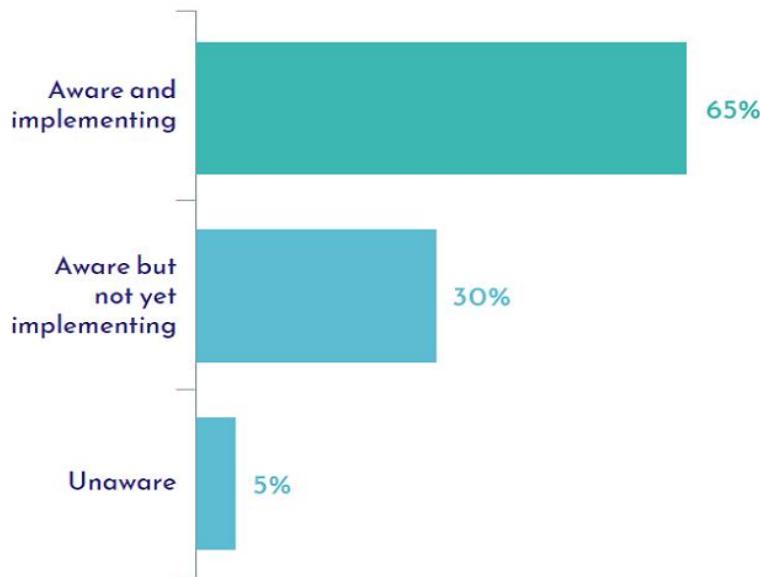
Através da revisão bibliográfica dos bancos de dados especializados, foram encontrados dois relatórios atuais, sendo ambos de 2021, que tiverem como metodologia de pesquisa aplicação de questionários aos profissionais da construção civil. Esses relatórios foram conduzidos pela UK BIM Alliance e pela NBS, sendo nomeados de *State of the Nation Survey 2021* e *NBS Digital Construction Report 2021*, respectivamente.

4.1.2.1 De acordo com a UK BIM Alliance

A UK BIM Alliance, uma aliança lançada em 2016 com foco em defender e superar os desafios do BIM no setor da construção, realiza anualmente uma pesquisa no Reino Unido a fim de verificar qual a atual situação do uso da tecnologia BIM na região. Essa pesquisa, nomeada de *State of the Nation Survey 2021*, teve como período de coleta de dados o tempo entre 4 de janeiro e 2 de março de 2021 e, ao fim, foram obtidas 1170 respostas (*UK BIM ALLIANCE, 2021*).

A pesquisa concluiu que: 65% dos entrevistados estavam cientes e já estavam implementando o BIM em suas organizações (Figura 41); 30% ciente, porém ainda não estavam implementando; e apenas 5% não estavam cientes da tecnologia. Além disso, dos 65% que já estavam implementando, 50% afirmaram que mais da metade dos projetos de suas organizações já usavam o BIM. Em termos de função, engenharia estrutural e consultoria multidisciplinar foram as que apresentaram maiores níveis de implementação, sendo ambos 89%, em contrapartida, engenharia de estradas e transportes e o gerenciamento de instalações/ativos foram os que menos estavam cientes quando se tratam do BIM, sendo 15% e 13% respectivamente (*UK BIM ALLIANCE, 2021*).

Figura 41– Ciência e implementação do BIM pelas instituições do Reino Unido



Fonte: *State of the Nation Survey*, UK BIM Alliance, 2021.

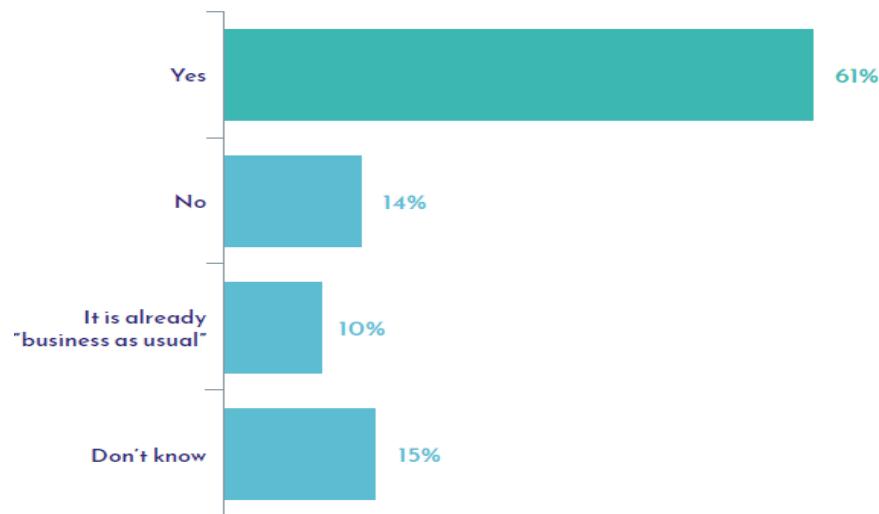
A pesquisa buscou também entender a relação entre o tamanho da organização e sua conscientização/implementação e concluiu que há uma proporcionalidade entre elas. Quanto maior o porte da organização mais envolvido está em termos de consciência e uso do BIM, em consequência, quanto menor a organização menos consciente e menor o seu uso (*UK BIM ALLIANCE*, 2021). A diretora executiva da *Chartered Institute of Architectural Technologists* (CIAT), Francesca Berriman, pontuou que a baixa adoção nas pequenas instituições representa um ponto chave a ser priorizado, pois elas são uma parte considerável da indústria da construção civil (*UK BIM ALLIANCE*, 2021).

O conhecimento acerca dos benefícios e das barreiras da implementação do BIM, também foi alvo das perguntas aos mais de mil entrevistados. Os britânicos sinalizaram que os principais benefícios da tecnologia são: a melhor coordenação e comunicação de informações; a produção de informação com uma melhor qualidade; e a mitigação de desperdícios, retrabalho e custos desnecessários. Como barreiras, foram observadas as seguintes: mudança cultural; baixa demanda dos clientes; e a falta de treinamentos e qualificações por parte dos profissionais (*UK BIM ALLIANCE*, 2021).

O BIM está progressivamente perdendo o status de novidade no mercado, sendo pontuado pelo relatório como algo surpreendente haver organizações MEP que não ouviram falar do BIM (*UK BIM ALLIANCE*, 2021). O termo “*business as usual*”, que traduz-se a uma atividade realizada de forma rotineira, ou seja, não inovadora, também foi um dos temas abordado nas perguntas por parte da UK BIM Alliance em seu questionário. Em 2021, quando

fora realizada, apenas 14% acreditavam que o BIM não se tornará “*business as usual*” (Figura 42), 10% acreditavam que já se encontravam nesse status e 61% acreditavam que futuramente irá se tornar, além do mais, desses 61%, 56% acreditavam que este nível será alcançado em até 5 anos (*UK BIM ALLIANCE*, 2021).

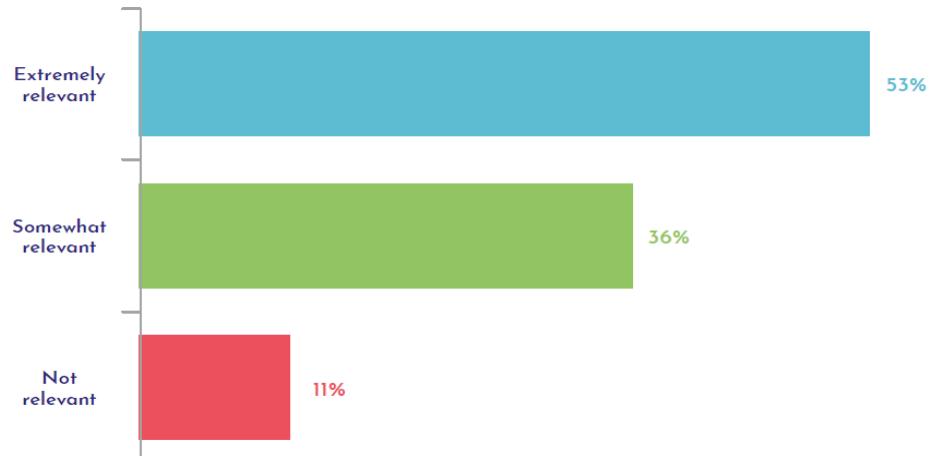
Figura 42 – Opinião britânica acerca do BIM como “*business as usual*”



Fonte: *State of the Nation Survey*, UK BIM Alliance, 2021.

Por fim, o relatório *State of the Nation Survey* 2021 reuniu informações dos entrevistados sobre a relevância do BIM no seu papel desempenhado na indústria da construção civil. Apenas 11% da amostra comunicaram que o BIM não tem relevância para suas atribuições (Figura 43), 36% consideravam pouco relevante e 53% informaram que a tecnologia é de extrema importância para suas atividades. Ademais, esses 53% justificaram essa alta relevância do BIM ser devido às suas vantagens, tais quais: melhor colaboração; mais eficiência; melhor controle; e devido, também, à ascensão das demandas e requisitos por esta tecnologia. Já o oposto, ou seja, os que consideraram irrelevante o uso do BIM, se deve principalmente à: dificuldade do uso; softwares dispendiosos; e a falta de conscientização no que diz respeito à tecnologia (*UK BIM ALLIANCE*, 2021).

Figura 43 – Relevância do BIM para os profissionais britânicos em relação às suas funções

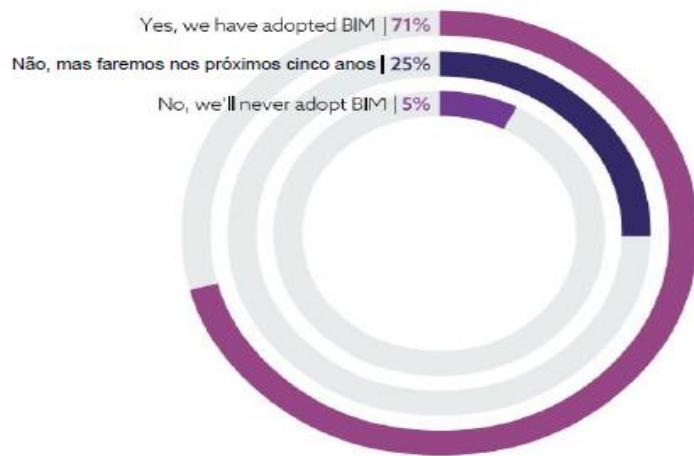


Fonte: *State of the Nation Survey*, UK BIM Alliance, 2021.

4.1.2.2 De acordo com a National BIM Specification

O NBS é uma plataforma integrada cujo propósito é fornecer informações e especificações da construção (NBS, S. d.). Em novembro de 2021, publicou seu mais recente relatório sobre o atual uso do BIM no mundo, o NBS *Digital Construction Report* 2021. Segundo o relatório, cerca de 71% dos profissionais da construção entrevistados alegaram que adotaram a tecnologia, conforme visto na figura 44, 25% respondeu que não, mas pretendiam adotar em até cinco anos, e, por fim, 5% dos entrevistados responderam que não usam, e que não tinham interesse em adotar (NBS, 2021).

Figura 44 – Adoção do BIM pelas organizações cujas localizações são, em especial, no Reino Unido

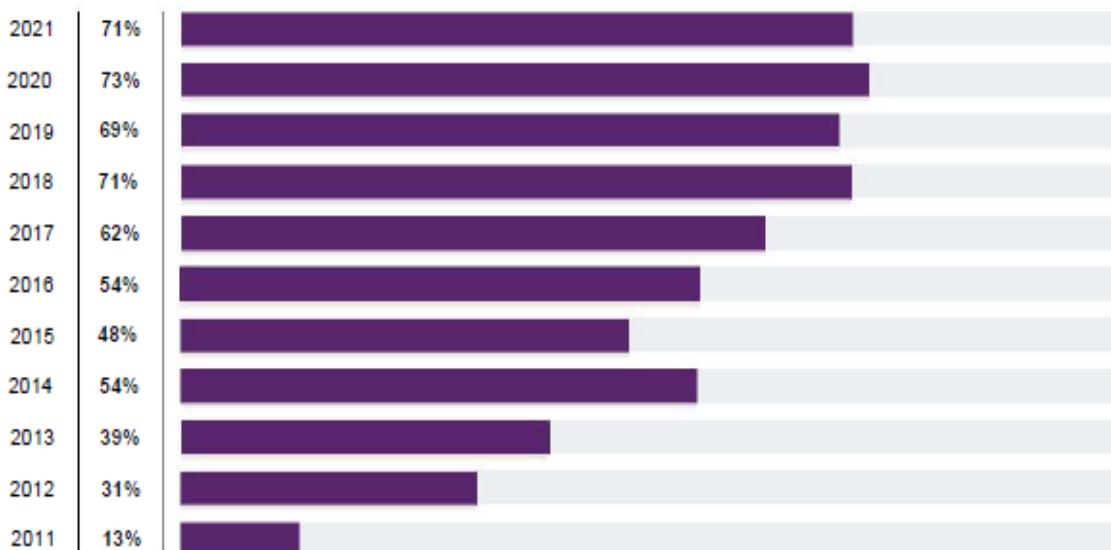


Fonte: *Digital Construction Report*, NBS, 2021.

A amostra utilizada pela NBS conteve 906 profissionais da área da construção, dos quais 64% se encontravam no Reino Unido, fornecendo, portanto, bons dados no que se refere a atual situação do BIM na região, além disso, 11% na Ásia; 10% no continente Europeu, fora o Reino Unido; 5% na América do Norte; por fim, 3% no continente africano (NBS, 2021). A pesquisa foi realizada entre abril e agosto de 2021, apresentando como alvo da busca os integrantes dos mais variados tipos de organizações, como por exemplo: arquitetura; engenharia; construtora, etc. Ao final, 57% das organizações participantes apresentavam até 100 colaboradores, 24% de 100 a 1000 e 21% mais de 1000 funcionários (NBS, 2021).

Devido à periodicidade do relatório, é possível analisar a evolução da implementação do BIM nas organizações ao longo do tempo (Figura 45). Contudo, vale salientar, que a pesquisa, em seu princípio, incluía entrevistados quase totalitários do Reino Unido, porém, na mais recente, 36% da amostra é internacional ao país. A queda da porcentagem referente a adoção do BIM, observada neste último ano, conforme o gráfico abaixo, pode ser considerada devido a este aumento da amostra fora do Reino Unido (NBS, 2021).

Figura 45 – Adoção do BIM ao longo do tempo pelas organizações cujas localizações são, em especial, no Reino Unido

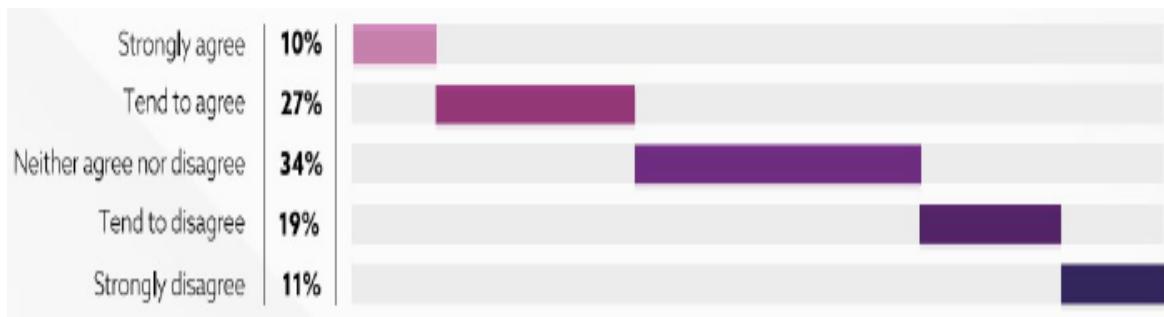


Fonte: *Digital Construction Report*, NBS, 2021.

Ademais, foram obtidos dados referentes à influência do governo no meio da construção digital. Cerca de 37% da amostra acreditavam que o governo está liderando essa esfera tecnológica, como observado na Figura 46, 30% discordavam que houvesse essa liderança por parte do governo, por fim, 34% não concordavam nem discordavam (NBS, 2021).

Com isso, mostra-se que os recentes mandatos BIM espalhados pelo mundo estão tendo uma relevante influência em termos de difusão da tecnologia, sendo percebida pelos profissionais da indústria (NBS, 2021).

Figura 46 – Opinião dos pesquisados do NBS Digital Construction Report 2021 sobre estar de acordo com a liderança do governo em termos de construção digital



Fonte: *Digital Construction Report*, NBS, 2021.

4.2 Discussão

O tópico de discussão aqui apresentado abordará análises e discussões a partir dos dados apresentados anteriormente, tendo como objetivo gerar conclusões e opiniões sobre o tema, de modo que seja possível posteriormente criar otimizações viáveis para o cenário brasileiro. Para isto, o tópico em questão utilizará também de opiniões subjetivas dos entrevistados, coletadas por meio de questões abertas dos questionários desenvolvidos e aplicados, onde os próprios respondentes poderiam sugerir e dissertar sobre o âmbito em que está inserido.

Dessa forma, para início de discussão o estudo cita alguns pontos que podem ser tidos como respostas por meio das análises propostas tendo em vista os dados colhidos e apresentados anteriormente, dentre eles, a grande quantidade de respondentes tanto no âmbito acadêmico como na indústria que sabem da existência da metodologia BIM, indicando a já atual difusão e ampliação desse tema em escala nacional, deixando de ser apenas algo visto como uma promessa do futuro da construção civil e passando a ser uma realidade atual. E essa análise tem embasamento não só nesse dado, mas também na quantidade de respondentes que já utilizam BIM em seus meios de trabalho, seja ele acadêmico ou empresarial, e até mesmo respondentes que ainda não utilizam, tem o discernimento que é apenas questão de tempo para que essa tecnologia atinja a sua instituição.

Esse acolhimento da metodologia se deve às suas inquestionáveis vantagens para qualquer âmbito relacionado à construção civil, e isso também é evidenciado no estudo, onde todos os respondentes de ambos os cenários constataram a eficiência e vantagens agregadas ao seu trabalho por meio da metodologia. E vale salientar que o desenvolvimento de ambos os cenários está em passos iniciais conforme indica o estudo, tanto em questão de tempo como em nível de maturidade, a indústria apresenta uma ligeira vantagem no quesito de maturidade em seus projetos, mas ainda muito atrasado em comparação com expectativas e até mesmo padrões internacionais conforme é citado no estudo. Mas a academia também apresentou uma vantagem em relação ao tempo de uso, conforme evidenciado nas opiniões dos respondentes, porém essa vantagem em questão de tempo não surtiu efeitos práticos dentro de suas instituições no quesito maturidade.

Esse cenário muito recente para os 2 âmbitos, gera um fenômeno de aprendizado por conta própria, principalmente na academia onde a atual geração de docentes está sendo a pioneira com o tema dentro de suas instituições, sejam elas privadas ou públicas, novas ou antigas, pois dentro da academia, o estudo não conseguiu identificar paralelos entre a metodologia BIM e esses fatores. Enquanto no ramo empresarial ainda existe uma maior preocupação em agilização dos processos de aprendizagem e capacitação, devido aos já citados benefícios que o BIM pode trazer, acelerar a metodologia dentro dessas instituições é acelerar seu crescimento e margem de lucros. Porém, essa virtude está bem mais internalizada em empresas novas e da iniciativa privada, muitas dessas, já nasceram com a metodologia BIM fazendo parte das suas diretrizes, enquanto empresas mais antigas e instituições do âmbito público ainda lidam com maior morosidade e dificuldade na implantação da tecnologia.

Esse atraso da academia afeta diretamente o desenvolvimento da indústria e conforme citado anteriormente, implica um desenvolvimento autônomo da metodologia dentro do ramo empresarial, implicando uma reação em cadeia que gera um atraso e desvantagens para todos. Porém esse atraso da academia, conforme evidenciado no estudo, está diretamente ligado com problemas financeiros e resistência interna, essa conclusão é reforçada por diferentes análises e resultados apresentados no estudo.

Atualmente, de acordo com o grupo amostral do estudo, a academia brasileira conta com profissionais que dominam o tema e muito interesse por parte dos discentes que compõe a comunidade, mas mesmo assim ainda possui dificuldades que muitas vezes vem de resistência por parte de outros profissionais do seu mesmo meio, assim como falta de amparo econômico para o desenvolvimento da tecnologia por parte das suas instituições. Os próprios respondentes do âmbito acadêmico citam em questionamentos sobre as suas dificuldades, que dentre seus

principais empecilhos estão a falta de investimento em infraestrutura como laboratórios e softwares por parte das instituições, assim como a falta de capacitação de demais docentes dentro do tema.

Porém essa dificuldade na difusão da metodologia não está somente ligada à academia, a indústria também possui dificuldades para esse desenvolvimento e que muito está ligado, conforme indica o estudo, às questões financeiras e técnicas, ambas as questões são empecilhos recorrentes desde o início da sua expansão e trazem atrasos ao meio. Mas além desses pontos evidenciados no estudo por meio de questões fechadas, de forma aberta aos respondentes foi possível obter pontos que eles também entendem como prejudiciais para o desenvolvimento otimizado da tecnologia. Dentre esses pontos, pode-se citar a falta de conhecimento BIM da sociedade como um todo, a metodologia BIM está diretamente ligada à troca de informações e interoperabilidade, sem esses requisitos a metodologia perde boa parte da sua funcionalidade. Com isso, a falta de conhecimento e o atraso de forma geral da indústria prende as empresas que tentam se destacar no uso da tecnologia, além de não permitir um desenvolvimento correto dela. Outros pontos como custos de softwares e dificuldade para capacitar profissionais estão entre os principais motivos de insatisfação dos respondentes.

Mesmo que devagar, com uma difusão lenta, o Brasil está caminhando positivamente para a implementação e aperfeiçoamento do BIM em suas instituições. Os tipos de projeto e softwares utilizados evidenciam um nível de desenvolvimento ainda baixo, mas também mostram a ligação da academia e a indústria, que mesmo em níveis iniciais já colhem frutos desse desenvolvimento e tentam ampliar de forma efetiva essa difusão. Como foi notado nos dados obtidos do estudo, tanto funcionários simples como chefias de empresas, tanto discentes como docentes de instituições de ensino, estão buscando se aperfeiçoar nessa tecnologia e se preparar para essa expansão que tende a ser um divisor de águas no ramo da construção civil. E até mesmo aqueles que não utilizam, entendem a importância do BIM e sabem, em sua maioria, que o processo de implantação da metodologia em suas instituições é questão de tempo. Portanto, o Brasil está seguindo em passos lentos, mas inevitáveis para a evolução tecnológica deste ramo tão importante para o seu desenvolvimento, tendo em vista isto, a questão que deve ser abordada agora é qual foi e está o impacto da Estratégia BIM BR e do Decreto nº 10.306/2020 nesse desenvolvimento?

Como citado nos resultados apresentados pelo estudo, o conhecimento dos respondentes sobre o Decreto nº 10.306/2020 é maior do que sobre a Estratégia BIM BR, tanto na academia quanto na indústria, porém os respondentes da academia contam com um grau maior de conhecimento sobre ambos os assuntos, esse é um dado interessante de ser relatado

tendo em vista mais uma vez a evidência da academia como um pilar teórico do desenvolvimento da metodologia no país. Sendo assim, estes temas foram abordados e discutidos com os respondentes de ambos os cenários, porém, como foi possível se notar, para uma parte considerável de entrevistados tanto da academia como da indústria, a influência do governo não se faz tão nítida e carece de abordagens mais diretas dentro das instituições para que sejam notados efeitos mais efetivos. Essa análise é corroborada até mesmo pelos respondentes que notaram mudanças após a implementação do Decreto, onde salientam que as mudanças são tímidas e acreditam que podem ser melhor trabalhadas ou difundidas. Existem conclusões que podem ser tiradas desta análise, dentre elas um alerta para o Estado, que mesmo com a definição de estratégias e mandatos bem definidos, ainda se faz pouco presente dentro do que se era esperado pelo ramo, mas que vale ressaltar que a iniciativa proposta pelo governo é, em tese, bem trabalhada e existe a possibilidade de devido à forte pressão do mercado para o desenvolvimento por conta dos benefícios já citados, as pessoas ligadas ao tema não notarem de forma direta essa influência das medidas adotadas pelo Estado, mas que essas medidas colaboram de maneira complementar para o desenvolvimento da metodologia em escala nacional. Porém, é indiscutível o atraso e morosidade do processo, que mesmo bem definido, encontra barreiras dentro das instituições e da sociedade como um todo, implicando na necessidade de melhorias e revisões das medidas propostas.

Em contrapartida, no Reino Unido, pioneiro e exemplo de desenvolvimento da metodologia BIM no mundo, de acordo com dados apresentados no estudo, a tecnologia apresenta avanços significativos em relação a sua adoção e conhecimento por parte das instituições e colaboradores. Esse nível de desenvolvimento está claramente apresentado por meio dos benefícios colhidos com o nível de maturidade apresentado em suas instituições, que diferente do Brasil, apresentam benefícios mais complexos e otimizados.

A taxa de adesão de projetos à metodologia BIM no Reino Unido em comparação com Brasil não é tão destoante de acordo com os estudos realizados, mas essa comparação deve ser ponderada do ponto de vista do desenvolvimento de cada país, o Brasil ainda é um país subdesenvolvido e que carece de alto investimento na infraestrutura, consequentemente tem um número de obras e projetos maior do que o Reino Unido, um país desenvolvido e já consolidado. Porém, um ponto que pode ser citado como uma semelhança real entre esses países, são as dificuldades encontradas para o seu desenvolvimento, o Reino Unido também apresentou problemas com a mudança cultural; baixa demanda dos clientes; e a falta de treinamentos e qualificações por parte dos profissionais. Problemas também vistos no cenário brasileiro atual e que impedem o avanço da tecnologia.

Feitas as devidas considerações para os pontos de semelhança entre os países, mais uma vez salientando as suas diferenças em questões financeiras e de políticas. Pode-se analisar pontos destoantes entre esses 2 cenários, dentre os quais a evidente diferença entre níveis de maturidade de projetos desenvolvidos, pode ser citada como a principal delas. Mas não apenas ela é encontrada pelo estudo como diferenças entre cenários, pode também ser citado a interessante informação de que no Reino Unido o BIM já é tratado como algo cotidiano e inerente ao mercado da construção civil, mesmo com as dificuldades apresentadas e semelhantes às brasileiras, o Reino Unido, conseguiu de forma formidável lidar com esses problemas e desenvolver sua tecnologia em grande escala, sendo seu atual maior problema a difusão entre empresas de menor porte, que representam parte considerável da sua indústria da construção civil.

Esse processo de evolução e adaptação da tecnologia acontece não só no Reino Unido, mas internacionalmente, e de acordo com o estudo apresentado pela NBS, parte significativa dos seus respondentes (37%) espalhados em diversos países alcançados pelo estudo, consideram que o governo está liderando e impulsionando essa esfera tecnológica (NBS, 2021). Portanto, se torna evidente a importância dos recentes mandatos difundidos pelo mundo para a difusão da metodologia BIM, afirmação válida também para o cenário nacional brasileiro, mas que, conforme citado, ainda se encontra em passos iniciais e que precisa ser olhado com atenção para possíveis ajustes e otimizações dos processos.

4.3 Otimização

Seguindo para a última etapa da análise comparativa, observa-se as medidas que foram adotadas pelo Reino Unido que poderão, de alguma maneira, aperfeiçoar a implementação do BIM no Brasil. Para isso, foram analisadas todas as ações implantadas pelos três mandatos britânicos.

É necessário, em conjunto, analisar criticamente as medidas que estão inseridas na estratégia BIM BR, pois ela norteia todas as ações conjuntas que farão com que o BIM gere frutos tais quais expostos no tópico específico da estratégia (2.2). Com isso, restou concluído que a estratégia se mostra bem estruturada, abordando todas as temáticas que foram determinadas ao longo dos mandatos britânicos.

Um detalhe, que pode ser tema de debate, é o escalonamento escolhido, pois, o Reino Unido, em 2011, impôs que o nível 2 do BIM fosse alcançado em 5 anos (*UNITED KINGDOM, 2011*), enquanto no Brasil o tempo é de 7 anos (*BRASIL, 2020*). Não se pode considerar um

erro brasileiro, nesse caso, pois a realidade do Reino Unido é diferente da encontrada no Brasil. O Reino Unido pode ser considerado de primeiro mundo, com uma boa economia e bons índices sociais, apresentando regiões com elevado nível de urbanização (JARDIM, 2020). Esses fatos geram situações relativamente distantes do Brasil, podemos citar, por exemplo, a escassez de mão de obra qualificada (GARCIA, 2022) e a necessidade atual da construção civil local, que está, no Reino Unido, ligada ao gerenciamento e à manutenção (MOREIRA 2010).

Outro fato que sustenta a ideia que o BIM BR se mostra bem estruturado é o relacionamento com as pequenas empresas. Isso, pois, foi observado ao longo da referência bibliográfica que as pequenas empresas, no Reino Unido, têm uma menor aderência ao BIM, problemática citada pela Francesca Berriman (*UK BIM ALLIANCE*, 2021) como um ponto vital a ser solucionado para o crescimento do uso do BIM na indústria. Levando em consideração esse fato, já está previsto na estratégia BIM BR, em seu objetivo III, a previsão de programas de incentivo aos investimentos direcionados a essas pequenas empresas.

Contudo, não basta apenas a estratégia existir, tem que haver a correta aplicação de seus objetivos. Um fato notório observado no resultado dos questionários foi que apenas 36,7% dos entrevistados, referentes às empresas, conhecem o BIM BR, mesmo, como já citado, a procura tenha tido como foco as instituições com maior probabilidade de desenvolvimento BIM. Esta realidade evidencia a existência de falha no quesito difusão de informações, ou seja, uma ausência do cumprimento do plano de comunicação previsto no objetivo I estabelecido na estratégia. Portanto, conclui-se que o objetivo atual mais relevante, para alavancar o BIM no Brasil, é o cumprimento, de fato, dos planos estabelecidos no BIM BR.

O fato acima reforça a necessidade da disseminação de informações a respeito do BIM, em sua totalidade, a todos os profissionais da indústria AEC. Foi criado, devido à própria estratégia BIM BR, uma plataforma BIM que é responsável por unir e difundir as informações acerca dessa tecnologia. Porém, quando se observa o cenário do Reino Unido, se encontra uma alta variedade de empresas, plataformas, sites que são especializadas no BIM que fornecem uma gama variada e imensa de informações e opiniões. Com isso, pode-se tomar como sugestão, moldada na conjuntura britânica, o investimento e o incentivo dessas instituições, reforçando e auxiliando a Plataforma BIM a disseminar as informações e o estudo da metodologia, como todo, visando o contínuo progresso do BIM no Brasil.

Por fim, pode-se destacar a diferença entre os profissionais brasileiros e os britânicos em termos de objetivo quanto ao uso do BIM. Enquanto que o brasileiro, em sua maioria, busca relações ligadas ao 3D, o britânico, reforçado pelo *Roadmap to 2030*, trata o BIM como um gerenciador de informações e dados que abrangem todo o ciclo da construção. Essa percepção

há de ser adquirida no Brasil para que o potencial BIM seja alcançado. Para isso, pode-se ter como modelo para as normas aplicadas no Brasil, cujo tema seja o BIM, a ISO 19650, que estabelece um *framework* para o gerenciamento dessa informação, e, adicionalmente, por ser uma norma global, fornece benefícios tais quais a padronização internacional.

5 CONCLUSÃO

É notável a tentativa brasileira de inserir a metodologia BIM dentro do âmbito da construção civil nacional, tendo em vista todos os seus benefícios apresentados e possíveis com seu uso correto, desde níveis iniciais de maturidade da tecnologia até os mais avançados. Para essa análise o estudo desenvolveu questionários que apontaram e colheram informações suficientes para gerar embasamento para discussões e ideias de otimizações para o cenário brasileiro tanto na indústria quanto na academia relacionada à construção civil. Sendo assim, com base nos dados obtidos, ficou evidente que essa tentativa ainda é recente e se encontra em passos iniciais, mas que por conta de barreiras impostas pelo próprio meio da construção civil e colaboradores envolvidos, impede que esse crescimento seja otimizado.

Mesmo com dificuldades para a obtenção de dados das instituições do meio, o estudo tornou evidente, a importância da academia dentro desse desenvolvimento, onde a ligação dela com a indústria pode trazer benefícios mútuos para ambos os cenários, fazendo com que o cenário da construção civil como um todo cresça e se adapte a tecnologia. Tecnologia essa, que já não é mais vista como algo do futuro, mas sim como algo do presente que está se tornando necessário e imprescindível para o ramo da construção civil em escala mundial.

Com isso, se faz fundamental o papel do governo de estimular e promover a difusão da metodologia dentro do país, devido aos benefícios que a implantação e desenvolvimento dessa tecnologia pode trazer para a sociedade. Essa influência governamental pode ser vista como uma tendência mundial e que se reflete no Brasil por meio da Estratégia BIM BR e o Decreto nº 10.306, porém de acordo com os dados apresentados pelo estudo, não estão trazendo evoluções significativas, de acordo com a grande parte dos respondentes da pesquisa aplicada. Sendo assim, mesmo que bem definidas as estratégias e mandatos brasileiros, se faz necessário uma maior atenção e cobrança por parte do governo para a adaptação não só da indústria, mas também da academia.

A partir da obtenção de dados por meio da aplicação de questionários para a análise do cenário brasileiro, o estudo seguiu para uma revisão bibliográfica em escala mundial, com foco no Reino Unido que apresenta resultados exemplares na difusão e maturidade da metodologia. Com base nisso, foi possível criar um paralelo entre o cenário brasileiro e o cenário britânico e concluir que a estratégia BIM BR é bem estruturada, abordando todos os tópicos precisos para que o BIM gere as melhorias possíveis com o uso do método. Pode-se, porém, pontuar ações se espelhando no cenário encontrado no Reino Unido, como o investimento e incentivo a empresas, sites e plataformas especializadas que auxiliem a

plataforma BIM na difusão de informações a respeito da estratégia e da metodologia como todo, e, também a troca da percepção do profissional brasileiro acerca dos objetivos com o uso do BIM, levando como modelo o *framework* da ISO 19650 para a elaboração das novas normas que tratam do tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAKER, David.A; DAY, George S.; KUMAR, V. **Marketing Research.** 7. ed. New York: Wiley & Sons, Incorporated, John, 2001.

ACCA SOFTWARE. **BIM no Brasil: confira os passos para sua implementação:** BIM no Brasil: conheça os passos e sua evolução ao longo dos anos, até chegar ao Decreto 10.306/2020. [S. l.], 14 abr. 2020. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-no-brasil-confira-os-passos-para-sua-implementacao/>. Acesso em: 6 maio 2022

ANVERSA, Giseli Barobosa. **Como o decreto nº 10.306 impacta a construção civil?** [S. l.], 17 set. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/decreto-10306/>. Acesso em: 25 out. 2022.

ARAÚJO, Adolpho Guido; CARNEIRO, Arnaldo Manoel Pereira; PALHA, Rachel Perez. Sustainable construction management: A systematic review of the literature with meta-analysis. **Journal of Cleaner Production.** Recife/PE, v. 256, 2020.

ARCO CONSULTORIA. **Quem somos?** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://arcoconsultoria.org/quem-somos/>. Acesso em: 12 nov. 2022

AUTODESK INC. **Vantagens da BIM** Quais são os benefícios da BIM. [S. l.], 10 out. 2020. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim>. Acesso em: 30 abr. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 10 abr. 2022.

BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União Brasília**, Brasília, 22 ago. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm#art15. Acesso em: 10 abr. 2022.

BRASIL; MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA; COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Livroto Estratégia BIM BR.** Brasília, DF, 2018, 36p. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: acesso: 10 maio de 2022.

BRUYNE, Paul de; HERMAN, Jacques; SCHOUTHEETE, Marc. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais:** os pólos da prática metodológica.

2. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991. 251 p.

CABINET OFFICE. Government Construction Strategy: The Government Construction Strategy is the framework for a range of workstreams. London, 31 maio 2011. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>. Acesso em: 15 ago. 2022.

CABINET OFFICE. Government Construction Strategy: 2016-2020: Government Construction Strategy sets out plan to deliver £1.7 billion efficiencies and 20,000 apprenticeships.. London, 23 mar. 2016. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy-2016-2020>. Acesso em: 22 ago. 2022.

CABINET OFFICE. Transforming Infrastructure Performance: Roadmap to 2030: Transforming Infrastructure Performance: Roadmap to 2030 sets out a vision for innovation and reform in infrastructure delivery. London, 13 set. 2021. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/transforming-infrastructure-performance-roadmap-to-2030>. Acesso em: 1 set. 2022.

CARDOSO, Luiza Moura. Tudo sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil. [S. l.], 12 set. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

CBIC. Posicionamento – Construção civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda. [S. l.], 10 mar. 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/posicionamento-cbic-construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda/>. Acesso em: 15 out. 2022.

CDDB. The UK BIM Framework. [S. l.], [S. d.]. Disponível em: [https://www.cdbb.cam.ac.uk/BIM/uk-bim-framework#:~:text=The%20UK%20BIM%20Framework%20develops,ands%20support%20yo u%20in%20implementation](https://www.cdbb.cam.ac.uk/BIM/uk-bim-framework#:~:text=The%20UK%20BIM%20Framework%20develops,ands%20support%20you%20in%20implementation). Acesso em: 28 ago. 2022.

CRUZ, Talita. A surpreendente arquitetura inglesa: dos castelos medievais aos edifícios high tech. [S. l.], 19 ago. 2018. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura-inglesa/>. Acesso em: 25 out. 2022.

DEGASPERI, Anderson Borges et al. Estudo da tecnologia BIM e os desafios para sua implantação. Espírito Santo, p 81-93, 2018

DUFFY, M. E. Methodological triangulation: a vehicle for merging quantitative and qualitative research methods. Journal of Nursing Scholarship, v. 19, n. 3, p. 130-133, 1987.

EASTMAN, Chuck. et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. 585 p

FETTERMANN, Paula. Decreto estabelece utilização do BIM em obras públicas: A implementação se dará de forma gradual. A primeira fase será iniciada em 1º de janeiro de 2021. [S. l.]: ABDi, 8 abr. 2020. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/decreto-estabelece-utilizacao-do-bim-em-obras-publicas>. Acesso em: 8 mai. 2022

FIA. Roadmap: o que é, para que serve, modelos e como fazer o seu. [S. l.], 04 fev. 2022. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/roadmap/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

FNDE. Questionário sobre a implementação do BIM nos projetos padronizados de obras escolares pode ser acessado até fevereiro: Metodologia utiliza sistemas digitais para integrar o processo de concepção, construção e operação dos edifícios. [S. l.], 19 jan. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/assuntos/noticias/questionario-sobre-a-implementacao-do-bim-nos-projetos-padronizados-de-obras-escolares-pode-ser-acessado-ate-fevereiro>. Acesso em: 12 nov. 2022

GARCIA, Amanda. Escassez de mão de obra qualificada no Brasil atingiu 81% em 2022, diz pesquisa: À CNN Rádio, a diretora do ManpowerGroup, Wilma Dal Col, responsável pelo levantamento, afirmou que esse tipo de qualificação vai além da formação e execução da atividade. [S. l.], 21 jun. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/escassez-de-mao-de-obra-qualificada-no-brasil-attingiu-81-em-2022-diz-pesquisa/#:~:text=A%20seguir-,Escassez%20de%20m%C3%A3o%20de%20obra%20qualificada%20no,81%25%20em%20202022%2C%20diz%20pesquisa&text=Uma%20pesquisa%20realizada%20pelo%20ManpowerGroup,m%C3%A9dia%20global%20%C3%A9%20de%2075%25>. Acesso em: 12 nov. 2022.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, Priscilla. Formulários Google: Passo a passo para fazer pelo seu próprio celular. [S. l.], [S. d.]. Disponível em: <https://organizenapratica.com.br/como-criar-um-formulario-no-google-forms/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

GRANT THORNTON. Maturidade BIM no Brasil: Estudo inédito liderado por Sienge e Grant Thornton sobre adoção do BIM afirma que 70% das empresas brasileiras de construção pretende passar a usar metodologia em até 2 anos. [S. l.], 18 nov 2020. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/sala-de-imprensa/maturidade-bim-no-brasil/>. Acesso em: 05 jul. 2022.

JARDIM, Thiago. Londres: a história econômica de uma cidade resiliente: A cidade nos torna mais fortes, felizes e saudáveis. Mas o acúmulo de pessoas e de capital em pequenas áreas também nos torna vulneráveis a armas de destruição em massa, desastres naturais, pandemias e políticas inadequadas. [S. l.], 3 dez. 2020. Disponível em: <https://caosplanejado.com/londres-a-historia-economica-de-uma-cidade-duradoura/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

KHOSROSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap implementation of BIM in the UK construction industry. Engineering, **Construction and Architectural Management**, Bingley, v. 19, n. 6, p. 610– 635, 2012.

KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. **Práxis Educativa**, v. 11, n. 2, p. 531-534, 2014.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica.** Teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2009

LÜKE, Washington. **Os desafios da adoção da BIM na administração pública.** [S. l.], 27 abr. 2021. Disponível em: <https://www.gestaopublica.softplan.com.br/conteudo/desafios-da-adocao-da-bim-na-administracao-publica/>. Acesso em: 25 out. 2022.

MATTAR, F. N. (1994) **Pesquisa de marketing:** metodologia, planejamento, execução e análise, 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2v., v.2.

MENEZES, Gilda. Breve histórico de implantação da plataforma Bim. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.** v. 18, n. 22, p. 152-171, 2011. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2011v18n22p152/3719>. Acesso em: 26 abr. 2022

MOHER, David *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal Medicine**, v. 151, p.264-269, 2009.

MOREIRA, José Pedro Barbosa Ferreira. **Manutenção preventiva de edifícios - Proposta de um modelo empresarial.** 2010. 84 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58244/1/000141241.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

NBS. **DIGITAL CONSTRUCTION REPORT 2021:** Incorporating the BIM report. Newcastle upon Tyne, NBS, 2021.

NBS. **Knowledge:** A wide range of interesting articles that help you make informed decisions and deliver the best projects for your clients authored by our team of NBS subject specialists and construction industry contributors.. [S. l.], [S. d.]. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge>. Acesso em: 1 ago. 2022.

NOS. **Google Forms: Vantagens de usar este programa para criar formulários:** Conheça algumas das vantagens da utilização do Google Forms para a criação de formulários. [S. l.], 15 mai. 2022. Disponível em: <https://www.nos.pt/empresas/repositorio-informacao/criar-uma-empresa/guias-praticos/Pages/google-forms-vantagens-formularios.aspx>. Acesso em: 15 jun. 2022.

O'MALLEY, Anneliese. **BIM adoption in Europe: 7 countries compared.** [S. l.], 21 jun. 2021. Disponível em: <https://www.planradar.com/gb/bim-adoption-in-europe/>. Acesso em: 27 ago. 2022.

PARASURAMAN, Ananthanarayanan. **Marketing research.** 2. ed. New York: Addison Wesley Publishing Company, 1991.

PRISMA CSE. **Sobre nós.** Recife, 2022. Disponível em: <https://www.prismacse.com/sobre>. Acesso em: 12. Nov. 2022

SANTANA, Leonardo. **Estratégia BIM BR: prepare-se para atender o grande mercado governamental.** [S. l.], 13 ago. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/bim-br/>. Acesso em: 7 maio 2022.

SANTOS, Altair. Há 10 anos, BIM começava a ser usado no Brasil: Registros históricos mostram que o Building Information Modeling teve a primeira incursão no país em 2004. Hoje, se propaga pelas construtoras brasileiras.. [S. l.], 21 ago. 2014. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/bim-usado-no-brasil/>. Acesso em: 9 maio 2022.

SELLTIZ, Claire et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. 2. ed. São Paulo: E.P.U, 2005

SIMÃO, Alessandra dos Santos *et al.* Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.5, n.10, p. 20130-20145, 2019.

STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. **Pesquisa Qualitativa: Técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998

UFPE. **A Superintendência de Infraestrutura**. Recife, 2020. Disponível em: <https://www.ufpe.br/sintra>. Acesso em: 12 nov. 2022

UFPE. **A UFPE**. Recife, 2022. Disponível em: <https://www.ufpe.br/web/guest/inicio>. Acesso em: 12 nov. 2022

UK BIM ALLIANCE. **State of the Nation Survey 2021**. [S. l.], UK BIM Alliance, 2021.

UNITED KINGDOM. Cabinet Office. **Government Construction Strategy**. London, 2011, 43 p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf. Acesso em 25 jun. 2022.

UNITED KINGDOM. Cabinet Office. **Government Construction Strategy: One Year On Report and Action Plan Update**. London, 2012, 69 p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61151/GCS-One-Year-On-Report-and-Action-Plan-Update-FINAL_0.pdf. Acesso em 03 jul. 2022.

UNITED KINGDOM. Cabinet Office, Infrastructure and Projects Authority. **Government Construction Strategy 2016-20**. London, 2016, 16p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/510354/Government_Construction_Strategy_2016-20.pdf. Acesso em: 27 jun. 2022.

UNITED KINGDOM. Cabinet Office, Infrastructure and Projects Authority. **Transforming Infrastructure Performance: Roadmap to 2030**. London, 2021, 61p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1016726/IPA_TIP_Roadmap_to_2030_v6_1_.pdf. Acesso em 28 jun. 2022.

UNITED KINGDOM. HM Government. **Construction 2025: Industrial Strategy: government and industry in partnership**. London, 2013, 73p. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf. Acesso em: 25 out. 2022.

UNITED KINGDOM. HM Government. **Construction.** London, 2013. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/229339/construction-sector-infographic.pdf. Acesso em: 13 jul. 2022.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modeling multiple views on buildings. **Automation in Construction**, Amsterdam NL, v. 1, issue 3, p. 215-224, 1992.

APÊNDICE A – Modelo de questionário direcionado às empresas

Modelo de Questionário

ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DO BIM NO BRASIL DIANTE DOS DEMAIS PAÍSES APÓS O INÍCIO DA IMPLEMENTAÇÃO DO DECRETO N°10.306

Parte 1 - Apresentação.

Olá, tudo bem? Primeiramente, muito obrigado pela disponibilidade e colaboração com a nossa pesquisa. Nossos nomes são Carlos Lamour Bezerra Sobrinho e Cláuber Bezerra Pires, somos discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, orientados pela Profa. Dra. Rachel Perez Palha. Por meio desta pesquisa, temos o intuito de coletar informações sobre a atual situação do desenvolvimento da tecnologia BIM no país, após a implantação do decreto no 10.306/2020, para a nossa dissertação de conclusão de curso. Os dados coletados serão analisados e comparados com cenários de demais países, de forma que se possa encontrar possíveis dificuldades e atrasos no Brasil, e com isso, propor soluções e otimizações para o nosso país. Portanto sua participação é de extrema importância e contamos com ela.

Parte 2 - Introdução do tema. (OPCIONAL)

O BIM (Building Information Modeling, em português, Modelagem da Informação da Construção) é a base da transformação digital no setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC), uma metodologia de trabalho no setor da construção que utiliza sistemas digitais (softwares) para integrar o processo de concepção, construção e operação dos edifícios. Tais sistemas incorporam toda a informação útil de um projeto permitindo análises em modelos virtuais de todo o ciclo de vida da edificação, desde a fase de concepção até a fase de manutenção.

Os benefícios do BIM aparecem na conexão dos envolvidos no projeto, fluxos de trabalho e dados utilizados em todo o ciclo de vida do mesmo, auxiliando diretamente na melhor tomada de decisões, soluções com opções mais sustentáveis e economia de custos em toda a vida útil do projeto. Assim, as equipes de projeto e construção podem trabalhar com mais eficiência e fluidez, melhorando a interoperabilidade do projeto para proporcionar melhores formas de trabalho e melhores resultados.

No Brasil, podemos verificar que o setor da construção civil não reproduziu a intensa inovação tecnológica observada em outros setores. Mesmo sendo um dos maiores geradores de emprego e renda do país, seu crescimento foi modesto, e, aliado ainda ao fato de ser um dos maiores geradores de resíduos sólidos, fica visível a necessidade de buscar pelo aperfeiçoamento e eficiência a fim de intensificar seus pontos positivos mitigando os possíveis impactos negativos.

A partir disto, em maio de 2018, por meio do Decreto no 9.377, instituiu-se a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (Estratégia

BIM BR) tendo como objetivo renovar a indústria, a fim de alcançar os diversos pontos positivos gerados pela intensificação do uso do BIM. Os esforços empregados na estratégia BIM BR culminaram na publicação do Decreto no 10.306 em três de abril de 2020 no diário oficial da união, onde estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Porém, os impactos com o decreto vão além da esfera pública, as empresas que almejam as diversas licitações que são realizadas periodicamente precisam se adaptar às novas exigências o mais breve possível, caso planejem continuar aptos a concorrerem pelos objetos licitantes.

Parte 3 - Solicitação de cooperação e instruções.

Como citado anteriormente, a presente pesquisa tem por objetivo coletar informações de empresas e universidades sobre como a tecnologia BIM está inserida nessas instituições. Portanto, essa pesquisa tem um grupo de amostra selecionado e se chegou até você, significa que sua instituição deveria ou já está acompanhando esse salto tecnológico da construção civil.

Solicitamos encarecidamente sua participação nesta pesquisa, pois cada informação é de suma importância para nós. E deixamos claro que asseguramos o anonimato dos respondentes e instituições envolvidas nessa pesquisa.

O questionário a seguir é composto por questões discursivas e objetivas dependendo da questão abordada. Todas são elaboradas de forma auto explicativa, porém, nos colocamos disponíveis para qualquer esclarecimento pelos meios de contato disponibilizados ou sugestões na aba de feedback.

Parte 4 - Informações do entrevistado e da instituição

Nome completo: _____

Instituição que está representando: _____

Estado: _____

Cidade: _____

Qual sua formação acadêmica? _____

Qual cargo que ocupa na sua instituição? _____

Quando sua instituição foi fundada? _____

Quanto tempo ela trabalha com a construção civil? _____

Sua instituição é privada ou pública? _____

Parte 5 - Perguntas sobre o tema.

Você sabe o que é o Building Information Modeling - BIM (Modelagem da Informação da Construção)?

Sim() Não()

Caso sim:

Utiliza o BIM?

Sim () Não()

Caso sim:

Como adquiriu o conhecimento em Building Information Modeling - BIM (Modelagem da Informação da Construção)?

- () Por meio da minha formação acadêmica (graduação, pós-graduação etc).
- () Por meio de cursos livres.
- () Por conta própria.
- () Por capacitação profissional oferecida pela própria instituição que trabalho.
- () Por networking com colegas de profissão.
- () Outro _____

Há quanto tempo trabalha com a metodologia BIM?

- () Menos de 1 ano
- () De 1 a 3 anos
- () De 3 a 5 anos
- () De 5 a 10 anos
- () Mais de 10 anos

Qual porcentagem de projetos em que você atua que utilizam a metodologia BIM?

- () 0-20%
- () 20-40%
- () 40-60%
- () 60-80%

80-100%

Em quais tipos de projeto você utiliza o BIM?

- Hidráulico
- Estrutural
- Arquitetônico
- Elétrico
- Topográfico
- Outro _____

Quais dessas ferramentas/softwares abaixo você utiliza dentro da metodologia BIM:

- Revit
- SketchUp
- Civil 3D
- ArchiCAD
- Naviswork
- Infraworks
- Autodesk BIM 360
- Edificius
- Vectorworks
- Blender
- Rhino 7
- Solibri
- Outro _____

Conhece os benefícios que o BIM pode trazer para o desenvolvimento e execução de um projeto de construção civil?

- Conheço todos os benefícios que o BIM pode trazer.
- Conheço a maioria dos benefícios que o BIM pode trazer.
- Conheço apenas alguns dos benefícios que o BIM pode trazer.
- Não conheço seus benefícios.

Acredita que o BIM traz vantagens para o seu trabalho atual?

- Sim
- Não

Caso não:

Você sabe utilizar alguma ferramenta que possua a tecnologia BIM (Modelagem da Informação da Construção)?

Sim () Não ()

Caso sim:

Como adquiriu o conhecimento em Building Information Modeling - BIM (Modelagem da Informação da Construção)?

- () Por meio da minha formação acadêmica (graduação, pós-graduação etc).
- () Por meio de cursos livres.
- () Por conta própria.
- () Por capacitação profissional oferecida pela própria instituição que trabalho.
- () Por networking com colegas de profissão.
- () Outro _____

Caso não: Pula

Sua instituição utiliza BIM?

Sim () Não ()

Caso sim:

Há quanto tempo ela trabalha com a metodologia BIM?

- () Menos de 1 ano
- () De 1 a 3 anos
- () De 3 a 5 anos
- () De 5 a 10 anos
- () Mais de 10 anos

Acredita que qual porcentagem dos projetos de sua instituição utilizam essa metodologia?

- () 0-20%
- () 20-40%
- () 40-60%
- () 60-80%
- () 80-100%

Em quais tipos de projeto sua instituição utiliza o BIM?

- Hidráulico
- Estrutural
- Arquitetônico
- Elétrico
- Topográfico
- Outro _____

Acredita que o BIM está sendo benéfico para a sua instituição?

Sim Não

Quais desses benefícios abaixo sua instituição obteve com a metodologia BIM:

- Desenhos 3D
- Gerar desenhos 2D a partir de modelos 3D
- Visualização do projeto baseado em modelos 3D
- Coordenação 3D (detecção de choques/gestão de interfaces)
- Soluções BIM colaborativas
- Troca de dados com outros parceiros de projeto
- Planejamento e gerenciamento da construção (modelo 4D)
- Medidas e controle de custos (modelo 5D)
- Garantia da qualidade/controle da qualidade do modelo
- Simulações e análises de cenários
- Cálculo e/ou representação de sistemas
- Estudos de eficiência energética
- Nenhum
- Outro _____

A partir desses benefícios citados, com a implementação do BIM, você nota algum desses acontecimentos na sua instituição?

- Maior qualidade geral do projeto
- Melhoria na compreensão pela visualização tridimensional
- Redução de erros e omissões do projeto
- Redução de tempo e custos na elaboração dos projetos
- Agilidade na aprovação dos projetos
- Redução de tempo e custo na execução das obras
- Nenhum
- Outro _____

Quais dessas ferramentas/softwares abaixo sua instituição utiliza dentro da metodologia BIM:

- Revit
- SketchUp
- Civil 3D
- ArchiCAD
- Naviswork
- Infraworks
- Autodesk BIM 360
- Edificius
- Vectorworks
- Blender
- Rhino 7
- Solibri
- Outro _____

Tendo em vista todas as possibilidades oferecidas pela metodologia BIM, acredita que ela está sendo utilizada da melhor forma ou ainda necessita de aperfeiçoamentos na sua instituição?

Sim Não

Qual sugestão de melhoria você daria para que o processo de implementação do BIM pudesse ser mais otimizado na sua instituição? _____ (Opção de pular)

Caso não:

Acredita que sua instituição utilizará o BIM um dia?

Sim Não

Caso sim:

Em quanto tempo você acredita que sua instituição passará a usar a tecnologia?

- Menos de 1 ano
- De 1 a 3 anos
- De 3 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

Caso não: Pula

Caso não:

Na nossa introdução falamos um pouco sobre o BIM (Building Information Modelling), existindo muitos softwares/ferramentas que se baseiam nesta tecnologia. Muitas vezes nós não percebemos, mas estamos usufruindo dos benefícios possíveis desta tecnologia usando uma ferramenta que tem a tecnologia BIM como base de seu funcionamento, dentre elas: Revit, SketchUp, Civil 3D, ArchiCAD, Naviswork, Infraworks, Autodesk BIM 360, Edificius, Vectorworks, Blender, Rhino 7, Solibri. Tendo em vista essa informação, você ou sua instituição utiliza alguma destas ferramentas/softwares citados?

() Sim () Não

Caso sim:

O(Os) software(es) selecionado(os) tem(êm) a tecnologia BIM como base de seu funcionamento, portanto, mesmo não sabendo do que se trata, o BIM já faz parte da sua vida. Com isso, ao longo do questionário, quando for mencionada a tecnologia, programas ou softwares BIM pense nessa(as) ferramenta(as) selecionada(as).

*Seguir o questionário para “Utiliza o BIM?”

Caso não:

Acredita que você ou sua instituição utilizará o BIM um dia?

Sim () Não ()

Caso sim:

Em quanto tempo você acredita que você ou sua instituição passará a usar a tecnologia?

- () Menos de 1 ano
- () De 1 a 3 anos
- () De 3 a 5 anos
- () De 5 a 10 anos
- () Mais de 10 anos

Caso não: Pula

É comprovado a eficiência do BIM na redução de custos e tempo de um projeto, estando diretamente ligado com seu nível de maturidade na instituição. Sendo

assim, quais as dificuldades encontradas na sua instituição para a implementação ou utilização e aperfeiçoamentos do BIM?

- Financeiros (Falta de orçamento para investimentos em BIM)
- Tecnológicos (Falta de tecnologia apropriada e acessível no mercado)
- Técnicos (Falta de profissionais capacitados e conhecimentos sobre o BIM)
- Internos (Resistência da equipe para a mudança ou falta de interesse da instituição)
- Externos (Falta de incentivos do mercado e do governo)
- Outro _____

A partir do seu conhecimento do desenvolvimento de projetos na sua instituição, como o classificaria dentro das definições abaixo:

- Práticas tradicionais 2D, através do AutoCAD, por exemplo. Onde a maioria da informação é armazenada em documentos escritos, pranchas e detalhes 2D.
- Transição de 2D para o 3D, onde o modelo passa a ser construído com elementos arquitetônicos reais. Iniciada através da inserção de parâmetros em objetos 3D, através de programas como o Revit, por exemplo. Porém, as disciplinas ainda são tratadas separadamente e a documentação final ainda é composta por desenhos 2D em sua maioria.
- Existe um progresso da modelagem 3D para a colaboração e interoperabilidade, utilizando formato IFC, por exemplo. Os envolvidos no projeto colaboraramativamente entre si, ocorrendo um compartilhamento integrado de dados entre as partes envolvidas com a finalidade de suprir a abordagem colaborativa.
- Todas as atividades do projeto são integradas e todos os aspectos de projeto, construção e operação são planejadas simultaneamente para maximizar o valor de funções objetivas, otimizando a construtibilidade, operacionalidade e segurança. Essa integração pode ser alcançada através do modelo de servidor, usando formatos proprietários, abertos ou não proprietários. Dessa forma, o modelo de conhecimento propõe como os sistemas baseados em rede são integrados para a construção simultânea.

Você conhece a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil (Estratégia BIM BR)?

- Sim
- Não

Tem conhecimento sobre o Decreto nº 9.983/2019 e nº 10.306/2020 que Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da

administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR no país?

() Sim () Não

Caso sim:

Acredita que os decretos são importantes para a implementação da estratégia BIM no Brasil?

Sim () Não ()

A sua instituição teve alguma mudança após a implementação do Decreto nº 9.983/2019 ou nº 10.306/2020?

Sim () Não ()

Caso sim:

Qual mudança ou impacto você pôde notar após sua implementação?

- () Demanda maior de projetos em BIM.
- () Agilização do processo de implantação do BIM na instituição.
- () Elevação do grau de maturidade BIM na instituição.
- () Mais recursos destinados ao desenvolvimento da tecnologia da instituição.
- () Outro(os) _____

Caso não: Pula

Como você vê o futuro do BIM no Brasil e como acredita que sua instituição se adapta à evolução dessa metodologia? _____

*Opção de pular

Em uma escala de 0 a 5, qual o nível de importância que você acredita que o BIM tem dentro da construção civil?

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Parte 6 - Feedbacks e ajustes.

Azul pergunta direta

Vermelho perguntas complementares

Verde pergunta suplementar

Fonte: Elaborado pelos autores

APÊNDICE B – Modelo de questionário direcionado às universidades

Modelo de Questionário

ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DO BIM NO BRASIL DIANTE DOS DEMAIS PAÍSES APÓS O INÍCIO DA IMPLEMENTAÇÃO DO DECRETO N°10.306

Parte 1 - Apresentação.

Olá, tudo bem? Primeiramente, muito obrigado pela disponibilidade e colaboração com a nossa pesquisa. Nossos nomes são Carlos Lamour Bezerra Sobrinho e Cláuber Bezerra Pires, somos discentes do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, orientados pela Profa. Dra. Rachel Perez Palha. E por meio dessa pesquisa temos o intuito de coletar informações sobre a atual situação do desenvolvimento da tecnologia BIM no país, após a implantação do decreto no 10.306/2020, para a nossa dissertação de conclusão de curso. Os dados coletados serão analisados e comparados com cenários de demais países, de forma que se possa encontrar possíveis dificuldades e atrasos no Brasil, e com isso, propor soluções e otimizações para o nosso país. Portanto sua participação é de extrema importância e contamos com ela.

Parte 2 - Introdução do tema. (OPCIONAL)

O BIM (Building Information Modeling, em português, Modelagem da Informação da Construção) é a base da transformação digital no setor de arquitetura, engenharia e construção (AEC), uma metodologia de trabalho no setor da construção que utiliza sistemas digitais (softwares) para integrar o processo de concepção, construção e operação dos edifícios. Tais sistemas incorporam toda a informação útil de um projeto permitindo análises em modelos virtuais de todo o ciclo de vida da edificação, desde a fase de concepção até a fase de manutenção.

Os benefícios do BIM aparecem na conexão dos envolvidos no projeto, fluxos de trabalho e dados utilizados em todo o ciclo de vida do mesmo, auxiliando diretamente na melhor tomada de decisões, soluções com opções mais sustentáveis e economia de custos em toda a vida útil do projeto. Assim, as equipes de projeto e construção podem trabalhar com mais eficiência e fluidez, melhorando a interoperabilidade do projeto para proporcionar melhores formas de trabalho e melhores resultados.

No Brasil, podemos verificar que o setor da construção civil não reproduziu a intensa inovação tecnológica observada em outros setores. Mesmo sendo um dos maiores geradores de emprego e renda do país, seu crescimento foi modesto, e, aliado ainda ao fato de ser um dos maiores geradores de resíduos sólidos, fica visível a necessidade de buscar pelo aperfeiçoamento e eficiência a fim de intensificar seus pontos positivos mitigando os possíveis impactos negativos.

A partir disto, em maio de 2018, por meio do Decreto no 9.377, instituiu-se a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (Estratégia

BIM BR) tendo como objetivo renovar a indústria, a fim de alcançar os diversos pontos positivos gerados pela intensificação do uso do BIM. Os esforços empregados na estratégia BIM BR culminaram na publicação do Decreto no 10.306 em três de abril de 2020 no diário oficial da união, onde estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Porém, os impactos com o decreto vão além da esfera pública, as empresas que almejam as diversas licitações que são realizadas periodicamente precisam se adaptar às novas exigências o mais breve possível, caso planejem continuar aptos a concorrerem pelos objetos licitantes.

Parte 3 - Solicitação de cooperação e instruções.

Como citado anteriormente, a presente pesquisa tem por objetivo coletar informações de empresas e universidades sobre como a tecnologia BIM está inserida nessas instituições. Portanto, essa pesquisa tem um grupo de amostra selecionado e se chegou até você, significa que sua instituição deveria ou já está acompanhando esse salto tecnológico da construção civil.

Solicitamos encarecidamente sua participação nesta pesquisa, pois cada informação é de suma importância para nós. E deixamos claro que asseguramos o anonimato dos respondentes e instituições envolvidas nessa pesquisa.

O questionário a seguir é composto por questões discursivas e objetivas dependendo do tema abordado. Todas são elaboradas de forma auto explicativa, porém, nos colocamos disponíveis para qualquer esclarecimento pelos meios de contato disponibilizados ou sugestões na aba de feedback.

Parte 4 - Informações do entrevistado e da instituição

Nome completo: _____

Instituição que está representando: _____

Estado: _____

Cidade: _____

Qual sua formação acadêmica? _____

Qual cargo que ocupa na sua instituição? _____

Quando sua instituição foi fundada? _____

Quanto tempo ela ensina Engenharia Civil? _____

Sua instituição é privada ou pública? _____

Parte 5 - Perguntas sobre o tema.

Você sabe o que é o Building Information Modeling - BIM (Modelagem da Informação da Construção)?

Sim () Não ()

Caso sim:

Você trabalha com a metodologia Building Information Modeling - BIM (Modelagem da Informação da Construção) dentro da sua instituição?

() Sim () Não

Caso sim:

Como adquiriu o conhecimento em BIM ?

- () Por meio da minha formação acadêmica (graduação, pós-graduação etc).
- () Por meio de cursos livres.
- () Por conta própria.
- () Por capacitação profissional oferecida pela própria instituição que trabalho.
- () Por networking com colegas de profissão.
- () Outro _____

Há quanto tempo você trabalha com a metodologia BIM?

- () Menos de 1 ano
- () De 1 a 3 anos
- () De 3 a 5 anos
- () De 5 a 10 anos
- () Mais de 10 anos

Caso não: Pula

Conhece os benefícios que o BIM pode trazer para o desenvolvimento e execução de um projeto de construção civil?

- () Conheço todos os benefícios que o BIM pode trazer.
- () Conheço a maioria dos benefícios que o BIM pode trazer.
- () Conheço apenas alguns dos benefícios que o BIM pode trazer.

Não conheço seus benefícios.

Considera o BIM importante para o desenvolvimento e modernização da construção civil?

Sim Não

Com a constante evolução da construção civil, e o BIM sendo visto como uma metodologia fundamental para o futuro dessa indústria, você acredita que é essencial os estudantes de cursos relacionados à construção civil obterem conhecimento dessa metodologia dentro da academia?

Sim Não

Sua instituição utiliza a metodologia BIM como ferramenta de ensino?

Sim Não

Caso sim:

Há quanto tempo ela trabalha com a metodologia BIM para fins didáticos?

- Menos de 1 ano
- De 1 a 3 anos
- De 3 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

O que fez ela escolher a metodologia BIM como ferramenta de ensino?

- Demanda de discentes interessados
- A necessidade criada pelo mercado de trabalho em se ter profissionais capacitados no tecnologia
- Percepção da importância da metodologia BIM na formação dos discentes da instituição
- A necessidade de inovação tecnológica dos cursos relacionados a construção civil
- Outro _____

Dentro da instituição, a difusão da metodologia BIM é feita por meio de:

- Pesquisa
- Ensino (obrigatório)
- Ensino (opcional)
- Extensão
- Cursos livres
- Outro _____

A metodologia BIM tem qual nível de adesão por parte dos discentes da instituição?

- Muito alta
- Alta
- Média
- Baixa
- Muito baixa

A metodologia BIM tem qual nível de adesão por parte dos docentes da instituição?

- Muito alta
- Alta
- Média
- Baixa
- Muito baixa

Sua instituição incentiva a difusão da metodologia BIM dentro dos cursos relacionados ao tema?

- Sim
- Não

Caso sim:

De que forma ela incentiva essa difusão?

_____ (opção de pular)

Caso não: Pula

Quais dos tópicos abaixo sua instituição trabalha de forma didática com o intuito de capacitar seus discentes na metodologia BIM:

- Desenhos 3D
- Gerar desenhos 2D a partir de modelos 3D
- Visualização do projeto baseado em modelos 3D
- Coordenação 3D (detecção de choques/gestão de interfaces)

- Soluções BIM colaborativas
- Troca de dados com outros parceiros de projeto
- Planejamento e gerenciamento da construção (modelo 4D)
- Medidas e controle de custos (modelo 5D)
- Garantia da qualidade/controle da qualidade do modelo
- Simulações e análises de cenários
- Cálculo e/ou representação de sistemas
- Estudos de eficiência energética
- Outro _____

Quais tipos de projeto sua instituição aborda utilizando o BIM?

- Hidráulico
- Estrutural
- Arquitetônico
- Elétrico
- Topográfico
- Outro _____

Quais dessas ferramentas/softwares abaixo sua instituição utiliza de forma didática para abordar a metodologia BIM:

- Revit
- SketchUp
- Civil 3D
- ArchiCAD
- Naviswork
- Infraworks
- Autodesk BIM 360
- Edificius
- Vectorworks
- Blender
- Rhino 7
- Solibri
- Outro _____

Tendo em vista todas as possibilidades oferecidas por essa metodologia, acredita que ela está sendo utilizada da melhor forma ou ainda necessita de aperfeiçoamentos na sua instituição?

Sim Não

Acredita que a capacitação oferecida pela instituição está de acordo com o requisitado pelo mercado de trabalho?

() Sim () Não

Qual sugestão de melhoria você daria para que o processo de implementação do BIM pudesse ser mais otimizado na sua instituição? _____(Opção de pular)

Caso não:

Acredita que sua instituição utilizará a metodologia BIM um dia?

Sim () Não ()

Caso sim:

Em quanto tempo?

- () Menos de 1 ano
- () De 1 a 3 anos
- () De 3 a 5 anos
- () De 5 a 10 anos
- () Mais de 10 anos

Caso não: Pula

Caso não:

Na nossa introdução falamos um pouco sobre o BIM (Building Information Modelling), existindo muitos softwares/ferramentas que se baseiam nesta tecnologia. Muitas vezes nós não percebemos, mas estamos usufruindo dos benefícios possíveis desta tecnologia usando uma ferramenta que tem a tecnologia BIM como base de seu funcionamento, dentre elas: Revit, SketchUp, Civil 3D, ArchiCAD, Naviswork, Infraworks, Autodesk BIM 360, Edificius, Vectorworks, Blender, Rhino 7, Solibri. Tendo em vista essa informação, você utiliza alguma destas ferramentas/softwares citados?

() Sim () Não

Caso sim:

O(Os) software(es) selecionado(os) tem(êm) a tecnologia BIM como base de seu funcionamento, portanto, mesmo não sabendo do que se trata, o BIM já faz parte da sua vida. Com isso, ao longo do questionário, quando for mencionado a tecnologia, programas ou softwares BIM pense nessa(as) ferramenta(as) selecionada(as).

*Seguir o questionário para “Você trabalha com a metodologia Building Information Modeling - BIM (Modelagem da Informação da Construção) dentro da sua instituição?”

Caso não:

Acredita que você ou sua instituição utilizará a metodologia BIM um dia?

Sim () Não ()

Caso sim:

Em quanto tempo?

- () Menos de 1 ano
- () De 1 a 3 anos
- () De 3 a 5 anos
- () De 5 a 10 anos
- () Mais de 10 anos

Caso não: Pula

Tendo em vista a iminente evolução tecnológica da construção civil e os benefícios que essa evolução pretende trazer para os envolvidos. Quais as dificuldades encontradas na sua instituição para a implementação/utilização e aperfeiçoamentos do BIM?

- () Financeiros (Falta de orçamento para investimentos em BIM)
- () Tecnológicos (Falta de tecnologia apropriada e acessível no mercado)
- () Técnicos (Falta de profissionais capacitados e conhecimentos sobre o BIM)
- () Internos (Resistência da equipe para a mudança ou falta de interesse da instituição)
- () Externos (Falta de incentivos do mercado e do governo)
- () Outro _____

Quais ferramentas e metodologias são utilizadas na sua instituição para o desenvolvimento de projetos da construção civil com caráter educacional:

- () Práticas tradicionais 2D, sem o auxílio de ferramentas computacionais.
- () Práticas 2D, através de softwares como AutoCAD, por exemplo.
- () Transição de 2D para o 3D, onde o modelo passa a ser construído com elementos arquitetônicos reais. Iniciada através da inserção de parâmetros em objetos 3D, através de programas como o Revit, por exemplo.

- () Existe um progresso da modelagem 3D para a colaboração e interoperabilidade, utilizando formato IFC, por exemplo.
 () Outro _____

Você conhece a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil (Estratégia BIM BR)?

- () Sim () Não

Você conhece o Decreto nº 10.306/2020 de 02 de abril de 2020, cuja ementa é: "Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019"?

- () Sim () Não

Caso sim:

Acredita que os decretos são importantes para a implementação da estratégia BIM no Brasil?

- Sim () Não ()

A sua instituição teve alguma mudança após a implementação do Decreto nº 9.983/2019 ou nº 10.306/2020?

- Sim () Não ()

Caso sim:

Qual mudança você pode notar após a implementação deles?

- () Maior demanda de discentes interessados
- () Maior busca do mercado de trabalho por profissionais capacitados na tecnologia BIM
- () Maior percepção da importância do BIM pela academia
- () Maior interesse por inovação tecnológica dos cursos relacionados a construção civil
- () Outro _____

Caso não: Pula

Como você vê o futuro do BIM no Brasil e como acredita que sua instituição se adapta à evolução dessa metodologia? _____ (opção de pular)

Em uma escala de 0 a 5, qual o nível de importância da metodologia BIM na construção civil para você?

() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Parte 6 - Feedbacks e ajustes.