

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**

***Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil***

**DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DA  
MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) EM  
MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE**

**THIAGO RODRIGO DE OLIVEIRA ALVES**

São Carlos

2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil*

**DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DA  
MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) EM  
MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE**

**Thiago Rodrigo de Oliveira Alves**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Construção Civil

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sheyla Mara Baptista Serra

São Carlos

2021



---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado de Thiago Rodrigo de Oliveira Alves, realizada em: 29/04/2021.

**Comissão Julgadora:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Márcia Gonçalves (UFSCar)

Prof. Dr. Marcio Minto Fabricio (USP)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

À minha família, namorada e amigos!

Aos meus doguinhos!

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a minha orientadora, a Professora Sheyla pela confiança depositada em mim. Obrigado por toda a paciência, atenção e compreensão. Seu apoio foi fundamental para que conseguisse concluir essa jornada.

Agradeço a minha família e amigos, por toda a compreensão e incentivo.

À Luana Faria pelo apoio, carinho, incentivo e amor.

Agradeço aos meus amigos, os professores Paulo Roberto Moreira Monteiro e Caio Cesar de Oliveira Nunes, por me inspirarem ao caminho da docência e incentivarem para a realização desse mestrado.

Agradeço aos professores e alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGECiv), por todos os ensinamentos e experiências compartilhadas.

Agradeço a ajuda e prontidão de Prof.<sup>a</sup> Me. Simone C. Caldato da Silva do Centro Universitário de Lins (UniLins) e Prof. Me. Osvaldo Tadeu da Silva Junior, do Centro Universitário Católico Auxilium Lins (UniSalesiano) na verificação estatística dos dados da pesquisa.

Agradeço aos professores e alunos do Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos (IAU) pela receptividade durante a realização de disciplinas como aluno especial.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio à pesquisa e ensino de pós-graduação.

Aos amigos que conheci durante o programa de pós-graduação, Priscila, Lucio, Luiz e Douglas.

*“Somos todos escultores e pintores, e nosso material é nossa própria carne, nosso sangue e nossos ossos.”*

*“Não é o que olhamos que importa, é o que vemos.”*

**Henry David Thoreau**

ALVES, T. R. O. **Diagnóstico das condições para implantação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) em municípios de pequeno porte.** 2021. 193f. Dissertação - Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2021.

## RESUMO

O uso da metodologia Building Information Modeling (BIM) representa atualmente uma das principais opções de modernização e reestruturação das práticas projetuais e construtivas para o setor da arquitetura, engenharia, construção e operações (AECO). Com o objetivo de proporcionar maior economia, eficiência e transparência às suas obras, o Governo Federal elaborou a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, também designada como Estratégia BIM-BR. A primeira fase visa aplicar a metodologia BIM no desenvolvimento de projetos de obras públicas de arquitetura e engenharia. O objetivo deste estudo é verificar as condições de receptividade e infraestrutura existente para a implantação do BIM por parte da gestão dos municípios de pequeno porte, ou seja, aqueles com população inferior a 20 mil habitantes. Realizou-se primeiramente uma pesquisa piloto de estudo de caso de cunho descritivo e exploratório a fim de buscar validação do questionário elaborado. Em seguida, a pesquisa foi realizada junto a nove prefeituras de pequeno porte, localizadas na região noroeste do Estado de São Paulo, observando-se as condições de receptividade, infraestrutura e analisando-se as percepções dos profissionais quanto aos possíveis obstáculos para a concretização do BIM. Apesar dos prováveis benefícios de implantação da metodologia BIM, verificou-se que existem diversas barreiras que podem impedir o processo de disseminação. Aspectos como o tempo de experiência dos profissionais, os fatores financeiros, a disponibilidade de pessoal, os requisitos de equipamentos e programas foram algumas das dificuldades percebidas para introdução das novas ferramentas. Por fim, entendeu-se que o auxílio das demais instâncias de governo para realização de investimentos na modernização de equipamentos e sistemas das prefeituras de pequeno porte será crucial para uma futura disseminação do BIM para este grupo. Iniciativas simples, como o desenvolvimento de instrumentos normativos, realização de treinamentos e capacitações e implantação de sistemas para gerenciamento de comunicação entre os setores também podem auxiliar para melhorar a receptividade do BIM pelas prefeituras de pequeno porte.

**Palavras-chave:** construção civil; BIM-BR; Building Information Modeling; Modelagem da Informação da Construção; projetos públicos; municípios de pequeno porte.

ALVES, T. R. O. **Diagnosis of the conditions for implementing Construction Information Modeling (BIM) in small municipalities**. 2021. 193p. Dissertation (Graduate Program in Civil Engineering), Federal University of São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2021.

## ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) methodology currently represents one of the main options for modernizing and restructuring design and construction practices for the Architecture, Engineering, Construction and Operations (AECO) sector. To provide more significant savings, efficiency, and transparency to its projects, the Federal Government prepared the National BIM Dissemination Strategy, also known as the BIM-BR Strategy. The first phase aims to apply BIM methodology to develop public projects for architecture and engineering. This study aims to verify the conditions of receptivity and existing infrastructure for implementing BIM by the management of small municipalities, that is, those with a population of fewer than 20 thousand inhabitants. A pilot study of a descriptive and exploratory case study was first carried out to seek validation for the elaborated questionnaire. The survey was carried out with nine small municipalities located in the northwest region of the State of São Paulo, verifying the conditions of receptivity, infrastructure and analyzing professionals' perceptions regarding the possible obstacles to BIM realization. Despite the possible benefits of implementing the BIM methodology, it was lying that several barriers can impede the dissemination process. The professionals' experience, financial factors, staff availability, equipment, and program requirements were some perceived difficulties in introducing the new tools. Finally, it was verified that the assistance of other government instances to carry out investments in the modernization of equipment and systems of small city halls would be crucial for the future dissemination of BIM for this group. Simple initiatives, such as the development of normative instruments, training and qualifications, and the implementation of communication management systems between sectors, can also help to improve BIM's receptivity by small-sized city halls.

**Keywords:** Construction Industry; BIM-BR; Building Information Modeling; Public projects; Small Municipalities.

## Lista de Ilustrações

|  |     |
|--|-----|
| Figura 01 - Esquema de funcionamento da plataforma de trabalho em BIM. ....  | 24  |
| Figura 02 - Três campos interligados da metodologia BIM - Diagrama de Venn. ....   | 25  |
| Figura 03 - Visão do conhecimento usando mapas conceituais e ontologia BIM. ....   | 27  |
| Figura 04 - Exemplo dos Níveis de Desenvolvimento (LoD) de um objeto. ....   | 29  |
| Figura 05 - Componentes da Macro Maturidade propostos por Succar (2015). ....  | 31  |
| Figura 06 - Modelo da Tríplice Hélice da disseminação do BIM. ....   | 38  |
| Figura 07 - Principais medidas de disseminação mundial do BIM adotadas. ....   | 45  |
| Figura 08 - Estado de adoção do BIM na União Europeia em 2017. ....  | 47  |
| Figura 09 - Interface dos Catálogos Técnicos do FDE. ....  | 62  |
| Figura 10 - Comparação entre layouts arquitetônicos do FDE e FNDE. ....  | 63  |
| Figura 11 - Fluxograma de procedimentos para execução indireta de uma obra pública. ....   | 68  |
| Figura 12 - Fluxograma de procedimentos para elaboração de projeto. ....   | 70  |
| Figura 13 - Ilustração dos três diferentes esquemas de contratação. ....   | 73  |
| Figura 14 - Ilustração entre modelos de contratação tradicionais e o modelo <i>Integrated Project Delivery (IPD)</i> . ....                            | 77  |
| Figura 15 - Levantamento dos possíveis pontos para aprovação e controle de qualidade de projetos. ....   | 84  |
| Figura 16 - Fluxograma com a Estrutura da Pesquisa. ....   | 91  |
| Figura 17 – Estrutura do questionário aplicado aos municípios. ....  | 97  |
| Figura 18 - Organograma da Estrutura Administrativa da Prefeitura. ....  | 101 |
| Figura 19 - Comparação entre o fluxograma de procedimentos para execução indireta de obra pública apresentada por Brasil (2014) e o estudo piloto. ... | 102 |
| Figura 20 - Composição das Equipes vinculadas à execução de obras no município. ....   | 103 |
| Figura 21 - Fluxograma de procedimentos para execução indireta de obra pública pelo estudo piloto. ....  | 105 |
| Figura 22 - Estimativa populacional de 2020 dos municípios participantes. ....   | 115 |
| Figura 23 - Estimativa de receitas para os municípios participantes em 2017. ....  | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 24 - Documentos solicitados durante a elaboração de um novo projeto .....   | 121 |
| Figura 25 - Análise sobre os recursos financeiros disponível na Lei Orçamentária   | 122 |
| Figura 26 - Avaliação sobre resistência a mudança e aumento na carga de trabalho<br>.....                                | 125 |
| Figura 27 - Instrumentos Normativos Regulamentadores existentes .....  | 126 |
| Figura 28 - Licenciamento dos softwares utilizados .....   | 127 |
| Figura 29 - Análise por dificuldades associadas à categoria tecnológica.....   | 130 |
| Figura 30 - Tempo de atuação profissional e percepção da categoria tecnológica.  | 132 |
| Figura 31 - Níveis de intensidade das limitações segundo os instrumentos<br>regulamentadores e o Campo Tecnológico ..... | 133 |
| Figura 32 - Análise por dificuldades associadas à categoria Custos.....  | 134 |
| Figura 33 - Tempo de atuação profissional e percepção da categoria Custos.....   | 136 |
| Figura 34 - Níveis de intensidade das limitações segundo os instrumentos<br>regulamentadores e o Campo Custos .....      | 136 |
| Figura 35 - Análise por dificuldades associadas à categoria Gestão .....   | 138 |
| Figura 36 - Tempo de atuação profissional e percepção da categoria Gestão .....  | 140 |
| Figura 37 - Instrumentos regulamentadores e a percepção da categoria gestão ...  | 141 |
| Figura 38 - Análise por dificuldades associadas à categoria de Pessoal .....   | 142 |
| Figura 39 - Tempo de atuação profissional e percepção da categoria de Pessoal .  | 144 |
| Figura 40 - Instrumentos regulamentadores e a percepção da categoria pessoal ..  | 145 |
| Figura 41 - Análise por dificuldades associadas à categoria de assuntos legais ....                                      | 146 |
| Figura 42 - Tempo de atuação profissional e percepção da categoria Legal .....   | 148 |
| Figura 43 - Instrumentos regulamentadores e a percepção da categoria legal.....  | 149 |
| Figura 44 - Resultado da avaliação sobre a percepção dos níveis de dificuldade ..  | 153 |
| Figura 45 - Classificação da avaliação quanto aos campos do BIM .....  | 153 |

## Lista de Tabelas

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 01 – Caracterização dos participantes .....  | 118 |
| Tabela 02 – Caracterização dos setores de elaboração de projeto .....   | 119 |
| Tabela 03 – Instrumentos Normativos.....  | 120 |
| Tabela 04 – Análise da existência de correlação da resistência à mudança e aumento na carga de trabalho ..... | 125 |
| Tabela 05 – Análise da correlação entre o tempo de atuação e o campo tecnológico .....                        | 131 |
| Tabela 06 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo de custos .....            | 135 |
| Tabela 07 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo Gestão.....                | 138 |
| Tabela 08 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo Pessoal.....               | 143 |
| Tabela 09 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo legal.....                 | 147 |
| Tabela 10 – Tratamento dos dados para média e desvio padrão .....   | 152 |

## Lista de Quadros

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 01 - Exemplos de utilização do BIM descritos pela PennState University. ....  | 33  |
| Quadro 02 - Classes de fatores que limitam a aplicação BIM .....   | 39  |
| Quadro 03 - Comparação dos estágios de implantação de política BIM entre os países Reino Unido, França, Holanda, Finlândia, Noruega e Brasil. .... | 42  |
| Quadro 04 - Aplicação do BIM no Brasil no Setor Público .....  | 58  |
| Quadro 05 - Informações parciais do Catálogo de ambientes das edificações escolares do FDE .....   | 62  |
| Quadro 06 - Principais diferenças entre modelos de contratação tradicionais e o modelo <i>Integrated Project Delivery</i> (IPD) .....              | 76  |
| Quadro 07 - Coeficientes do FMP Interior, segundo faixa populacional.....  | 87  |
| Quadro 08 - Estrutura do questionário desenvolvido .....   | 96  |
| Quadro 09 - Dados do Município do Estudo Piloto.....   | 100 |
| Quadro 10 - Documentações para elaboração de novos empreendimentos pela prefeitura piloto.....   | 106 |
| Quadro 11 - Tempo estimado para entrega de documentação .....  | 108 |
| Quadro 12 - Meios de comunicação e arquivamento de informações durante os procedimentos do fluxograma do estudo piloto. ....                       | 109 |
| Quadro 13 - Análise do histórico de aditivo em obras no município nos últimos anos, provenientes de recursos federais.....                         | 111 |
| Quadro 14 - Dados dos municípios participantes.....  | 115 |
| Quadro 15 - Consulta aos sites das prefeituras participantes .....   | 117 |
| Quadro 16 - Mensuração das limitações identificadas .....  | 150 |
| Quadro 17 - Propostas para mitigação dos obstáculos identificados .....  | 160 |
| Quadro 18 - Lições aprendidas .....  | 161 |



|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.5   | Processo de Aprovação de Projetos .....  | 83  |
| 4.6   | Contextualização da realidade dos municípios de pequeno porte ....                                     | 86  |
| 5.    | Método da pesquisa .....   | 90  |
| 5.1   | Revisão Bibliográfica .....  | 92  |
| 5.2   | Pesquisa de Campo .....  | 93  |
| 5.3   | Delineamento da Pesquisa .....   | 93  |
| 5.4   | Agentes de investigação .....  | 94  |
| 5.5   | Caracterização do Estudo Piloto.....   | 94  |
| 5.6   | Desenvolvimento e Aplicação do Questionário.....   | 95  |
| 5.7   | Análise dos resultados .....   | 97  |
| 6.    | Apresentação dos estudos de caso e análise dos resultados .....  | 100 |
| 6.1   | Caracterização do estudo de caso piloto .....  | 100 |
| 6.1.1 | Composição da equipe técnica de projetos de AECO.....  | 103 |
| 6.1.2 | Procedimentos para elaboração de projetos e realização de obras de AECO .....                          | 105 |
| 6.1.3 | Análise do histórico de obras com recursos federais no município ....                                  | 110 |
| 6.2   | Caracterização das prefeituras participantes .....   | 114 |
| 6.3   | Análise dos Resultados .....   | 117 |
| 6.3.1 | Análise das Informações Preliminares dos Participantes.....  | 118 |
| 6.3.2 | Análise do Campo das Tecnologias.....  | 120 |
| 6.3.3 | Análise do Campo de Custos.....  | 122 |
| 6.3.4 | Análise do Campo de Gestão .....   | 123 |
| 6.3.5 | Análise do Campo de Pessoal e Recursos Humanos.....  | 124 |
| 6.3.6 | Análise do Campo de Questões Legais (Área Política).....   | 125 |
| 6.4   | Percepção dos participantes sobre os níveis de intensidade das limitações para implantação do BIM..... | 128 |
| 6.5   | Considerações sobre os dados analisados .....  | 154 |
| 6.6   | Propostas para intervenção .....   | 160 |
| 7.    | Considerações Finais.....  | 164 |
|       | Referências Bibliográficas .....   | 167 |
|       | Apêndice A – Questionário para o poder executivo municipal.....  | 177 |
|       | Apêndice B – Respostas coletadas .....   | 187 |
|       | ANEXO A – Parecer final de aprovação da pesquisa junto ao CEP-UFSCar ...                               | 193 |

# 1. Introdução

O *Building Information Modeling* (BIM) corresponde atualmente a uma das estratégias mais promissoras de modernização do setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO) (SUN *et al.*, 2017), permitindo por meio da utilização de modelos e maquetes virtuais, a reordenação e reestruturação dos sistemas de comunicação e compartilhamento de informações.

Considera-se BIM ou Modelagem da Informação da Construção, em português, o conjunto de tecnologias, políticas e processos integrados que viabilizam criar, utilizar e manter atualizados os modelos virtuais desenvolvidos de uma obra (BRASIL, 2019). Espera-se com isso que o trabalho dos profissionais envolvidos durante todo o ciclo de vida da construção ocorra de maneira colaborativa e integrada entre todos (BRASIL, 2018a, 2019).

Apesar da interface inicial do BIM acontecer por meio da visualização em três dimensões (3D), enfatiza-se que, apenas a utilização de modelagem geométrica 3D não corresponde ao BIM. Eastman *et al.* (2011) afirmam que maquetes em 3D sem atributos ao objeto, sem suporte de comportamento, que necessitem da combinação de dados em 2D, ou que as alterações não se apliquem automaticamente as demais vistas, não são categorizados como BIM.

Young *et al.* (2008) realizaram pesquisa com mais de 300 profissionais e proprietários de obras nos Estados Unidos, constataram a rápida propagação da adoção de metodologia BIM e previram um avanço acelerado do seu uso para os anos seguintes. Segundo os autores, entre os principais benefícios identificados durante a pesquisa, estava o impacto direto em melhorias com produtividade e a redução de problemas pertinentes à coordenação de campo, resultando na diminuição de solicitações de informações e dúvidas sobre projetos e especificações.

Todavia, ao comparar-se o setor da construção civil aos demais setores industriais, constata-se maior dificuldade e resistência a mudanças para a implantação e acompanhamento de novas tecnologias (AZHAR *et al.*, 2011). Para

esses autores, verificou-se o uso de projetos 2D impressos como principal forma de projeção, além de que o setor apresenta limitações de investimentos e recursos para modernização de equipamentos e prestação de serviços.

Para SUN *et al.* (2017), é necessário o investimento na capacitação de pessoal para o domínio e disseminação da metodologia BIM, e para a desmistificação do compartilhamento de informações.

Apesar dos estudos sobre BIM apresentarem maior prosseguimento apenas nas últimas décadas, salienta-se vigorosa utilização em países desenvolvidos como o Reino Unido, Estados Unidos, Dinamarca, Finlândia, Noruega, França, e vários outras potências mundiais (WONG, WONG e NADEEM, 2010; EASTMAN *et al.*, 2011; KASSEM E LEUSIN, 2015; EU BIM TASK FORCE, 2017). Para países como França e o Reino Unido, o BIM é apresentado como parte da estratégia de construção governamental, já para a Finlândia, Noruega e Holanda, o BIM é imposto segundo as principais organizações estatais, não possui vínculos com a estrutura de governo (KASSEM E LEUSIN, 2015).

Como pode ser verificado, existe uma preocupação governamental nos países citados que direciona para a publicação de prescrições incentivando o uso do BIM. De uma forma geral, pode-se pressupor que organizações, projetos e indústrias do mercado privado apresentem uma estrutura singular quando comparadas ao setor público. Pode-se afirmar que se torna fundamental analisarem-se os principais processos e procedimentos para execução direta e indireta de obras públicas.

No Brasil, o Governo Federal com o objetivo de proporcionar maior qualidade, economia, eficiência e transparências às obras federais, em 2017 foi constituído o Comitê Estratégico de do BIM (BRASIL, 2017) para propor diretrizes para sua implementação. Em 2018, foi apresentada a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, também designada como Estratégia BIM-BR (BRASIL, 2018b). A iniciativa foi inicialmente publicada em 17 de maio de 2018 por meio do Decreto nº 9.377 (BRASIL, 2018b), que foi posteriormente revogado e substituído pelo Decreto nº 9.983 (BRASIL, 2019). Essa Estratégia Nacional de Disseminação é considerada um marco para a difusão e investimento em BIM em todo o território nacional, agregando agentes em vários setores governamentais, empresariais e acadêmicos.

Dessa forma, as iniciativas do Governo Brasileiro atuaram para direcionar e incentivar a disseminação do BIM, contando com o equilíbrio e interesse de discussão dos agentes dos governos, em suas três esferas de poder. Entende-se que as experiências dos três tipos de governos – federal, estadual e municipal – possam refletir diretamente nos resultados a serem obtidos posteriormente à difusão do BIM-BR. Assim, pressupõe-se que a abrangência de disseminação da metodologia BIM deva englobar não apenas obras realizadas pela União, mas também, integrar obras desempenhadas pelas Esferas dos Estados e Municípios.

No caso da esfera municipal, acredita-se que o tamanho ou porte dele influa significativamente nas adoções das estratégias do BIM-BR. O presente trabalho visa analisar a receptividade e infraestrutura gerencial para a implantação do BIM por parte de municípios de pequeno porte, ou seja, aqueles com população inferior a 20 mil habitantes. Ressaltando-se que devido a não existência de parâmetro único para definição de municípios de pequeno porte, adotou-se como parâmetro o Art. 41 da Lei 10.257 conhecida como Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001a).

Considera-se também que, no ambiente do município, pode haver a realização de obras públicas provenientes de recursos federais, estaduais e de iniciativa própria do órgão municipal. Assim, esse trabalho objetiva prever qual será a receptividade por parte do município para a adoção do BIM junto ao setor de projetos. Visando-se deste modo, compreender como seria uma possível ampliação na abrangência da obrigatoriedade da Etapa 1 da Estratégia BIM-BR, para a realização de empreendimentos públicos por parte dos governos municipais, programando-se para a possibilidade futura de expansão da utilização do BIM para este nível governamental.

## **1.1 Justificativa**

A disseminação da metodologia BIM demonstra-se auspiciosa, registrando-se progresso crescente ao longo dos últimos anos. Supõe-se que, em questão de anos, o BIM substituirá os sistemas CAD (AZHAR *et al.*, 2012), evidenciando-se a relevância na realização de estudos sobre o tema Modelagem da Informação da Construção.

Apesar do aumento de pesquisas em BIM em nosso país ao longo da última década, a implantação por parte das indústrias relacionadas ao setor da AECO ainda é inferior em comparação com o desenvolvimento acadêmico deste mesmo período (MACHADO, RUSCHEL E SCHEER, 2017). Para esses autores, as pesquisas realizadas no Brasil sobre o tema BIM no setor da construção civil encontram-se em estágio mais evoluído do que a sua implantação propriamente dita.

Igualmente, constata-se que existe uma carência de pesquisas voltadas para a etapa de implantação do BIM, de modo que, nos últimos seis anos apenas 9% das teses e dissertações publicadas no catálogo da CAPES analisaram este estágio (CHECCUCCI, 2018). Fato este que pode indicar possível carência de estudos nacionais para embasar o processo de introdução do BIM, tendo em vista as possíveis especificidades regionais de cada país.

O cenário atual da construção civil, apesar de todo desenvolvimento tecnológico apresentado nos últimos anos, ainda se demonstra relutante em superar velhas práticas. Como exemplo, observa-se a frequente utilização de papel e adoção de sistemas comunicativos fragmentados (EASTMAN, 2011), relutância para processos colaborativos (KU E TAIEBAT, 2011), além da presença de legislações complexas e rígidas (BARROS E MENDES, 2003).

Outrossim, são identificados diversos fatores limitantes, que podem ser classificados em cinco grupos: Tecnologia, Custo, Gestão, Capacitação Pessoal e Questões Legais, os quais apresentam-se como obstáculos para a implantação de novas estratégias e ações no setor da construção civil (SUN *et al.*, 2017).

Para Azhar *et al.* (2012), os pesquisadores e usuários têm o desafio de solucionar questões como a interoperabilidade de dados, existência de dados em projetos não computáveis e desenvolvimento de propostas práticas para a integração e compartilhamento de informações.

Essas limitações abrangem os campos tecnológicos, políticos e processuais, demonstrando-se que o setor da AECO está se reestruturando significativamente para introduzir a metodologia BIM em seus empreendimentos. Contudo, conta-se também com uma reformulação na qual os setores educacionais e industriais apresentam-se como pilares indispensáveis para a modernização do setor. Sendo

assim, presume-se que a academia intensifique a geração de conhecimento e obtenção de informações para ajudar na capacitação de estudantes e profissionais.

Avançando-se nessa sinergia entre governo, academia e indústria, pode-se correlacionar esse equilíbrio com o conceito da Tríplice Hélice. Essa teoria dispõe de métodos para verificar as limitações e pontos positivos nas relações entre governo, universidade e indústria, e define como chave para o progresso a inovação e o empreendedorismo entre os membros, fundamentando-se no desenvolvimento social e econômico por meio do conhecimento (ETZKOWITZ e ZHOU, 2017). Derivando-se deste conceito, e considerando-se o papel que cada uma das hélices exercerá para a concretização da disseminação do BIM no país, entende-se como notória a necessidade da academia em acompanhar as ações regionalizadas e suas dificuldades para propagação da modelagem da informação da construção em cada um dos segmentos.

Corroborando com essa interpretação, Sun (2015) menciona que as características do país, o período de implantação e as práticas regionais construtivas adotadas apresentam relação direta sobre as limitações e desafios a serem enfrentados durante o processo de disseminação dessa tecnologia. Sendo assim, entende-se que os obstáculos para a concretização do BIM em um país serão singulares, comparados aos demais presentes nessa corrida tecnológica.

Sun *et al.* (2017); Chan *et al.* (2019) Charef *et al.* (2019), Wong e Gray (2019) e Zhang *et al.* (2019) recomendam a aplicação de questionários para entender sobre as limitações de implantação do BIM na indústria da construção. Ainda, segundo Sun *et al.* (2017), os diferentes contextos de aplicação e funcionalidade de cada região resultarão em fatores limitantes ímpares e identificação de barreiras, de valor significativo para as pesquisas sobre implantação do BIM neste setor.

Entre os objetivos para a disseminação nacional do BIM-BR, encontra-se mitigar as desigualdades regionais por meio de ações de sensibilização de atores locais (BRASIL, 2018b), fator este que realça a preocupação dos Comitês Gestores quanto às possíveis discrepâncias entre as localidades nacionais.

A estimulação da inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura (BRASIL, 2018b) demonstra outra

estratégia de disseminação da metodologia por todo o território nacional. Verifica-se que as instituições de ensino têm buscado acompanhar o desenvolvimento de pesquisas na área do BIM, tornando-se agente relevante para a capacitação e treinamento de estudantes e profissionais da AECO (CHECCUCCI, 2018).

Apesar das medidas apresentadas inicialmente no Decreto 9.983 (BRASIL, 2019) visarem ações voltadas para a execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e entidades da administração pública federal, o presente trabalho procura analisar a possível receptividade para a realização de obras públicas municipais provenientes de recursos federais, estaduais ou de iniciativa própria. Ou seja, almeja-se analisar a viabilidade da realização de obras municipais através da obrigatoriedade do uso do BIM na elaboração de projetos, objetivando-se prever qual será a futura receptividade deste grupo distinto.

Esta pesquisa foi elaborada, pois, ao longo da atuação profissional do pesquisador como engenheiro civil, o mesmo percebeu que apesar da implantação das novas tecnologias todos os anos no mercado, ainda existem diversos fatores que dificultam sua utilização pelos órgãos municipais. Decidiu-se então direcionar o projeto de pesquisa para analisar municípios de pequeno porte (população menor ou igual a 20 mil habitantes) atuantes em determinada região, avaliando-se o estado atual dos poderes executivos locais para receber e implantar essa tecnologia.

Deste modo, pretende-se analisar as possíveis lacunas e obstáculos para a implantação do BIM-BR, partindo do pressuposto de que este grupo de municípios apresente maior dificuldade para realização de investimentos em tecnologia e treinamentos intensivos, resultando em maiores custos indiretos de produção.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo primário deste estudo é identificar as condições de receptividade e infraestrutura existentes por parte dos setores operacionais vinculados ao desenvolvimento de projetos de obras públicas de municípios de pequeno porte.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos secundários podem ser definidos em:

- Identificar quais são os maiores obstáculos para a adoção do BIM na execução direta e indireta de obras e serviços de engenharia por parte da administração pública municipal em municípios de pequeno porte;
- Verificar as percepções dos profissionais dos setores de elaboração de projetos quanto ao nível de dificuldade de seus respectivos municípios, para superação das barreiras apontadas;
- Definir estratégias para a realização de medidas governamentais visando ampliar a disseminação do BIM aos níveis municipais, auxiliando-se no processo de implantação;
- Apresentar sugestões para mitigar os fatores limitantes e principais barreiras identificadas, moldando-se na contextualização da realidade do grupo estudado.

### **1.3 Estrutura da Pesquisa**

O presente trabalho apresentará inicialmente uma introdução ao tema BIM, percorrendo-se sobre sua origem, expectativas para o futuro e objetivos com a realização da presente pesquisa.

Sequencialmente, no capítulo 2, abordam-se os aspectos gerais do BIM, tratando-se da sua concepção e conceitos, assim como sobre suas ferramentas básicas, além de apresentar os principais benefícios de sua implantação ao campo de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO).

No terceiro capítulo será apresentada a propagação no Brasil e no exterior, analisando-se alguns estudos acadêmicos desenvolvidos ao longo dos últimos anos, identificando-se as limitações predominantes para implantação da Modelagem da Informação da Construção. No contexto brasileiro será tratado o Decreto para a disseminação nacional desta tecnologia.

Durante o quarto capítulo, estuda-se o processo de elaboração de projetos em órgãos públicos, pesquisando-se sobre os procedimentos para a concepção de obras públicas no Brasil. Analisam-se os trâmites para a aprovação e etapas para a realização de processos licitatórios de obras, percorrendo-se sobre os caminhos para

a implantação da obrigatoriedade do BIM. Analisa-se também durante este capítulo a realidade dos municípios de pequeno porte, contextualizando suas principais limitações em questões financeiras e tecnológicas.

No capítulo cinco serão apresentados o método de pesquisa e as formas de análise dos dados aplicados ao trabalho, especificando-se os recursos e as técnicas empregadas para a realização da pesquisa. Apresentam-se os agentes que colaboraram com a investigação, delimitando-se os componentes selecionados juntamente com os resultados coletados com os Poderes Executivos dos 9 municípios de pequeno porte.

Na sequência são apresentadas as análises dos dados coletados e suas interpretações e reflexões com base na teoria estudada.

Por fim, apresenta-se as considerações finais sobre a pesquisa. Encontram-se nos apêndices o questionário aplicado e os resultados obtidos junto aos Poderes Executivos Municipais.

## 2. Aspectos gerais do BIM

É de conhecimento geral que o setor da arquitetura, engenharia, construção e operações (AECO) ocupa um papel fundamental para a economia mundial. A incorporação de tecnologias da informação e comunicação (TIC) propõem a renovação e modernização de práticas de compartilhamento de informações, visando-se resultados ainda mais promissores.

A disseminação da metodologia BIM almeja resultados promissores e auspiciosos (EASTMAN *et al.*, 2011), visando-se melhorar a integração, produtividade, eficácia e rentabilidade do setor da AECO, dispondo-se de maior transparência aos procedimentos, torna-se crucial investir para sua melhor adaptabilidade.

O presente capítulo apresenta os conceitos básicos sobre o *Building Information Modeling* (BIM), os principais benefícios provenientes dessa tecnologia, e a análise bibliográfica sobre estudos a respeito das principais barreiras e limitações para sua disseminação.

### 2.1 O conceito BIM

O termo BIM (*Building Information Modeling*) pode ser traduzido nos termos da NBR-ISO 12.006:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018), como “Modelagem da Informação da Construção”, e possibilita a aplicação em todos os estágios e ciclos de vida de uma obra, por meio da integração de modelos digitais colaborativos, de tecnologias e processos (BRASIL, 2018b).

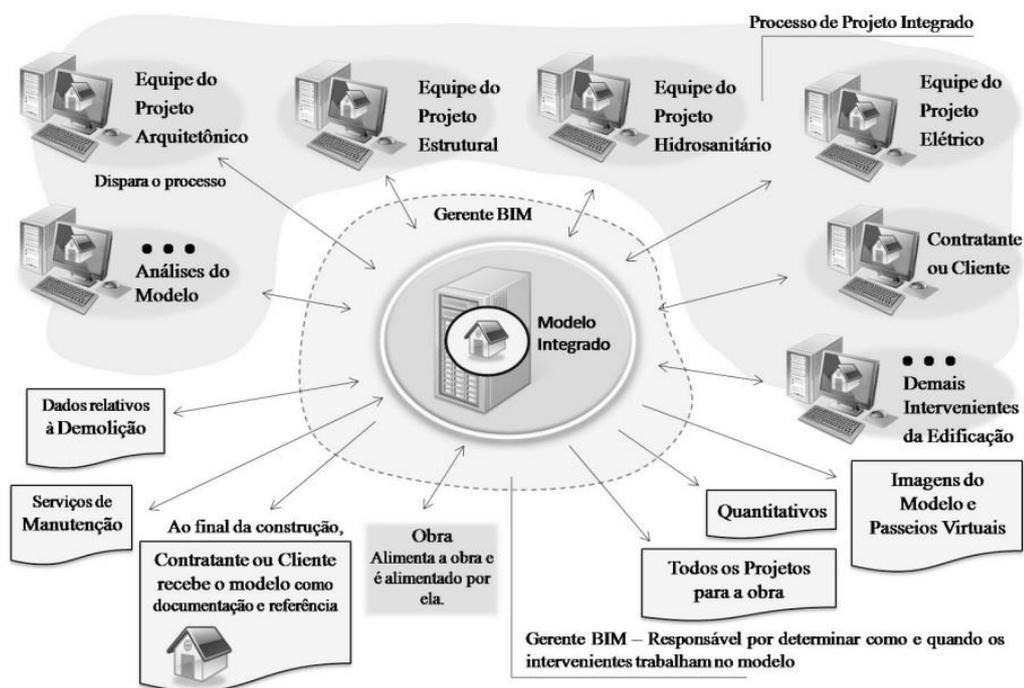
Embora a expressão BIM tenha sido aludida primeiramente por Van Nederveen e Tolman (1992) por meio de seu estudo sobre inserção de bases de dados computacionais a projetos de edificações e à construção de um modelo referencial do edifício, seu conceito foi concebido anteriormente. A sentença “*Building Description System - BDS*” (Sistema de Descrição da Construção) foi publicada por Eastman (1975), considerado o fundador do BIM, abordando-se a viabilidade de fomentar a utilização da informática nos projetos relacionados ao setor AECO (MENEZES, 2011; SOUZA, 2018).

Mediante a pesquisa “*Building Description System*” de Eastman (1975), predecessora do BIM, apresentam-se fundamentos considerados atualmente triviais ao BIM, como prevenir a realização de redesenho aos projetos, realizar controle preciso de estoques e reposição de materiais, facilidade da extração de informações e custos de modelos de arquitetura e engenharia.

Defende-se ainda no trabalho de Eastman (1975) a criação de sistemas de codificação ontológicos com a finalidade de verificação e acompanhamento quantitativo de serviços e materiais, e diversas outras abordagens posteriormente utilizadas pela metodologia BIM.

A Figura 01 esquematiza o funcionamento de uma plataforma de trabalho em BIM, ilustrando-se a participação integrada e colaborativa por parte dos integrantes durante todo o ciclo de vida de um empreendimento.

**Figura 01 - Esquema de funcionamento da plataforma de trabalho em BIM.**



**Fonte: Hippert e Araújo (2010)**

Para Succar (2009), a metodologia BIM pode ser classificada considerando três ramos distintos: o campo da tecnologia, dos processos e da política. A Figura 02 ilustra com precisão a estruturação e interligação existente entre essas três esferas

propostas por Succar (2009), identificando-se os principais componentes presentes em cada uma das partes.

**Figura 02 - Três campos interligados da metodologia BIM - Diagrama de Venn.**



Fonte: Adaptado de Succar (2009, p.361, tradução nossa)

Primeiramente, ao abordar-se a metodologia como um campo tecnológico, infere-se como a aplicação do conhecimento científico pertinente as áreas do setor AECO, com o propósito de melhorar sua produtividade, eficiência e rentabilidade, com aplicabilidade direta e indireta através do desenvolvimento de 'softwares', equipamentos físicos e sistemas (SUCCAR, 2009).

O Campo de Processo corresponde a ordenação de atividades ao longo de uma linha temporal, dividindo-as por parâmetros e fases específicos para cada etapa dos processos da indústria da AECO. Este grupo conta com a atuação de diversos participantes, como arquitetos, engenheiros, gerentes, empreiteiros, fornecedores, e vários outros, os quais projetam, constroem, fabricam, gerenciam e executam

durantes as diferentes etapas de maturação da execução de uma edificação (SUCCAR, 2009).

Por fim, o campo político pode ser entendido como fundamentos e diretrizes para a tomada de decisões durante todas as fases de uma obra, minimizando a probabilidade de conflitos e riscos, e garantindo maior precisão e eficiência aos procedimentos, resguardando-se os órgãos competentes através de regulamentações contratuais (SUCCAR, 2009).

Por meio da metodologia BIM criam-se modelos virtuais contendo uma gama de informações sobre o projeto, construção e ciclo de vida de uma edificação. Contudo, não corresponde a apenas um modelador 3D, sendo fundamental desvincular sua compreensão as visões restritamente comerciais apresentadas por fabricantes de softwares (EASTMAN *et al.* 2008, 2011).

Além de conceber maquetes em 3D, o BIM corresponde a uma estratégia de incorporação de diversos ramos profissionais do setor AECO, originando-se o sustentáculo para a realização de novas competências e funções entre os membros participantes da obra (EASTMAN *et al.* 2008, 2011).

Constata-se que a adoção do BIM visa a obtenção de melhorias na qualidade e economicidade, redução significativa do tempo de duração de tarefas, além de possibilitar o controle orçamentário pontual para cada atividade. Salieta-se ainda a possibilidade de verificação de qualidade e acesso a banco de dados partilhados e precisos para cada elemento presente no desenho, resultados os quais não bastaria uma simples modelagem em 3D para acessá-los.

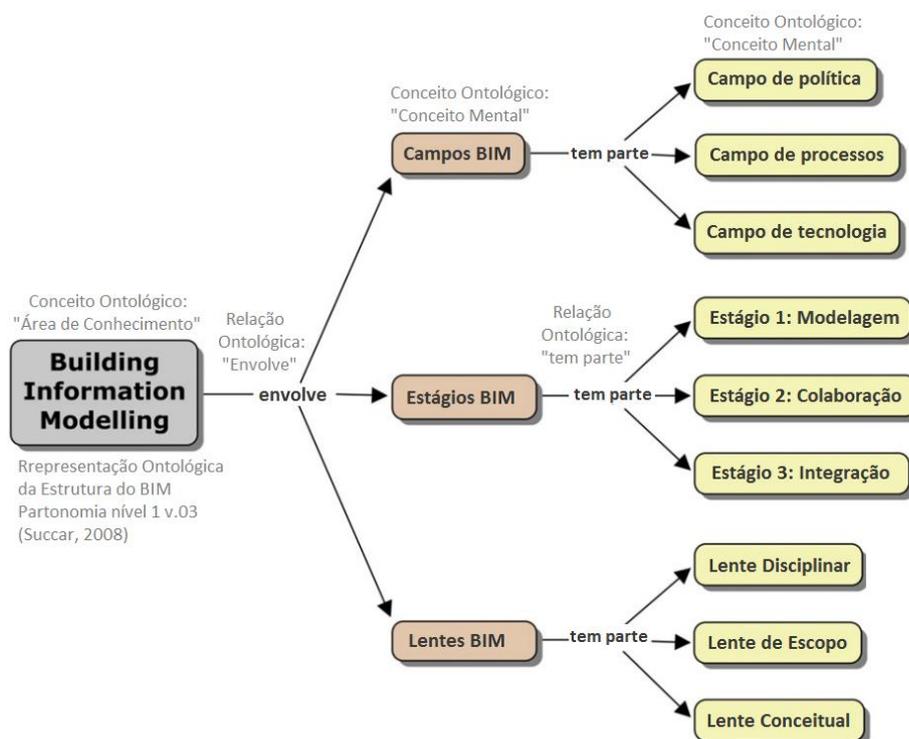
## **2.1 Cenário conceitual do BIM associados ao setor da AECO**

A inserção da metodologia BIM no setor da AECO não ocorre de modo instantâneo, necessitando-se de gradualmente atingir diversas etapas de maturação e evolução, as quais evoluem lentamente através de três estágios e um ponto final variável para avanços tecnológicos futuros (SUCCAR, 2009).

Succar (2009) propõe uma representação esquemática de organização desses conceitos, conforme Figura 03. Os mapas conceituais podem ser definidos

como uma ferramenta para visualizar a organização e representação do conhecimento imerso numa rede de proposições (TAVARES, 2007).

**Figura 03 - Visão do conhecimento usando mapas conceituais e ontologia BIM.**



Fonte: Adaptado de Succar (2009, tradução nossa)

O primeiro estágio corresponde à modelagem paramétrica, ou seja, trabalha-se com a modelagem geométrica 3D e documental, etapa na qual as comunicações mantêm-se assíncronas e desarticuladas. O segundo estágio equivale à colaboração e compatibilização multidisciplinar do modelo, inserindo-se a quarta dimensão referente ao tempo de obra, e quinta dimensão correspondente aos custos. Por fim, o terceiro estágio equivale à integração baseada em rede, perante a qual os modelos desenvolvidos serão criados, compartilhados e mantidos de maneira cooperativa, entre todos os colaboradores durante o ciclo de vida completo da edificação (SUCCAR, 2009).

Após a apresentação dos campos e estágios, a terceira e última dimensão ontológica para organização do BIM corresponde às lentes, que possibilitam a exportação de informações conforme a necessidade de aprofundamento e complexidade do campo ou estágio correspondente ao momento de coleta da

informação. Sendo assim, permite-se a visualização de informações filtradas segundo a necessidade do pesquisador (SUCCAR, 2009).

A Modelagem da Informação da Construção permite o compartilhamento instantâneo dos dados pertinentes ao projeto, aumentando-se assim a consistência e confiabilidade das informações (EASTMAN *et al.*, 2011).

Depreende-se por meio dos conceitos analisados que o processo de implantação da metodologia BIM se revela como uma operação com grande complexidade, particularmente por exigir uma visão de compartilhamento de informações e atuação profissional singular.

## **2.2 Critérios de Avaliação de Desenvolvimento e Maturidade BIM**

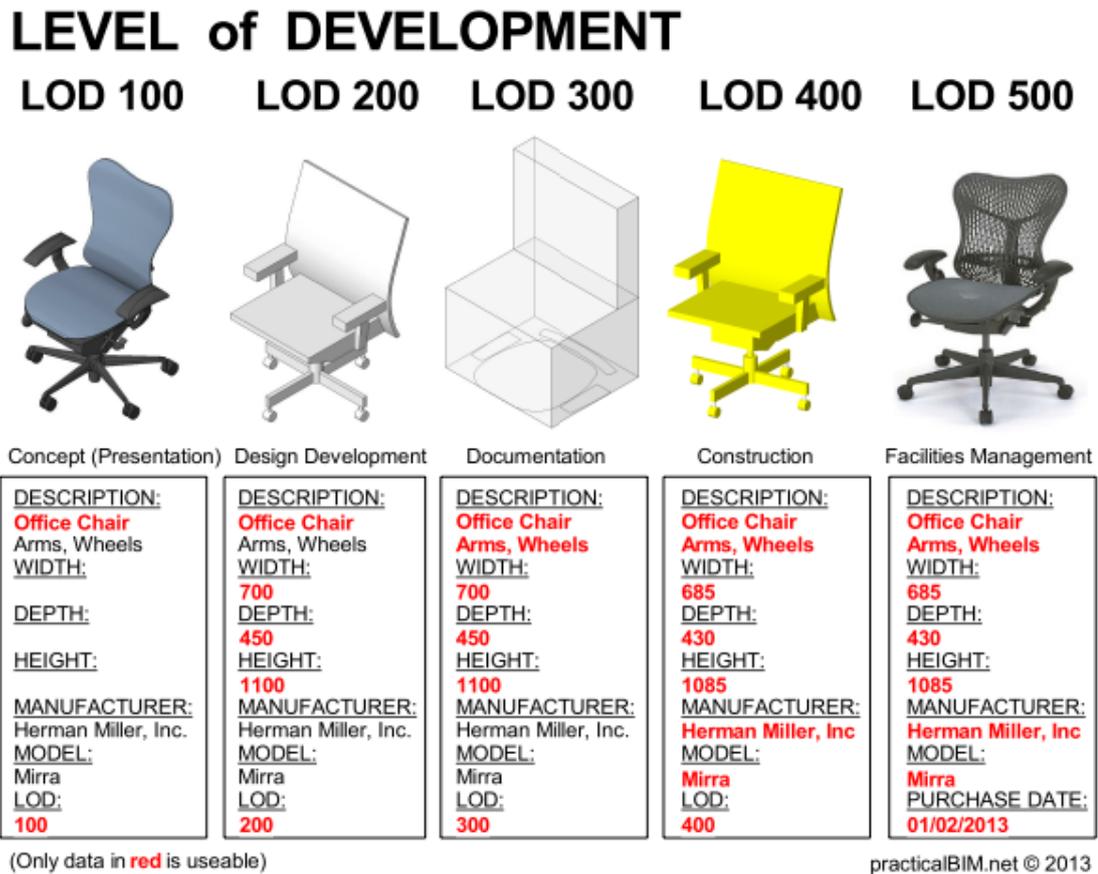
A aplicabilidade do BIM possui diferentes níveis de precisão e disponibilização de dados para atender a todas as suas finalidades propostas (EASTMAN *et al.*, 2011). O conceito Nível de Desenvolvimento (*Level of detail* - LoD) é usualmente adotado para descrever o grau de informações de um objeto presente em uma maquete virtual.

Os estágios de evolução de uma obra influenciam na demanda por maiores níveis de informações, exigindo-se um número superior de dados conforme o ciclo de vida do empreendimento, e podem estar diretamente relacionados com o refinamento adotado em cada etapa evolutiva (VOLK *et al.*, 2014).

Os Níveis de Desenvolvimento (LoD) são agrupados em cinco grupos, recebendo-se as nomenclaturas de 100, 200, 300, 400 e 500, podendo ainda ter estágios intermediários que identifiquem o progresso do modelo (MCPHEE, 2013). Cada centena representa um grau de riqueza de informações, e sua utilização condiz com o ciclo de vida da obra, acompanhando-se o grau de evolução do empreendimento (ABDULLAH *et al.*, 2014).

Para McPhee (2013), a classificação do LoD corresponde a uma medida de confiança pertinente ao grau de informações necessárias para uma etapa. O mesmo autor apresenta um exemplo sobre os Níveis de Desenvolvimento em BIM, utilizando-se como exemplo a representação virtual de uma cadeira, conforme Figura 04.

Figura 04 - Exemplo dos Níveis de Desenvolvimento (LoD) de um objeto.



Fonte: McPhee (2013)

Em termos gerais, McPhee (2013) interpreta os Níveis de Desenvolvimento da Figura 04 da seguinte maneira:

- LOD 100= representa a existência de um objeto;
- LOD 200= representa a existência de um objeto com requisito de espaço nominal;
- LOD 300= representa a existência de um objeto e detalha sua volumetria e suas funções;
- LOD 400= Acrescenta-se informações sobre origem (fabricante) e numeração do modelo (particulariza o objeto); e
- LOD 500= Adicionam-se dados sobre fornecedor e a aquisição do produto.

Entende-se que os sistemas de classificação das informações são cruciais para a disseminação do BIM, tendo em vista a importância de estudos sobre semântica, verificação de regras, IFD e outros.

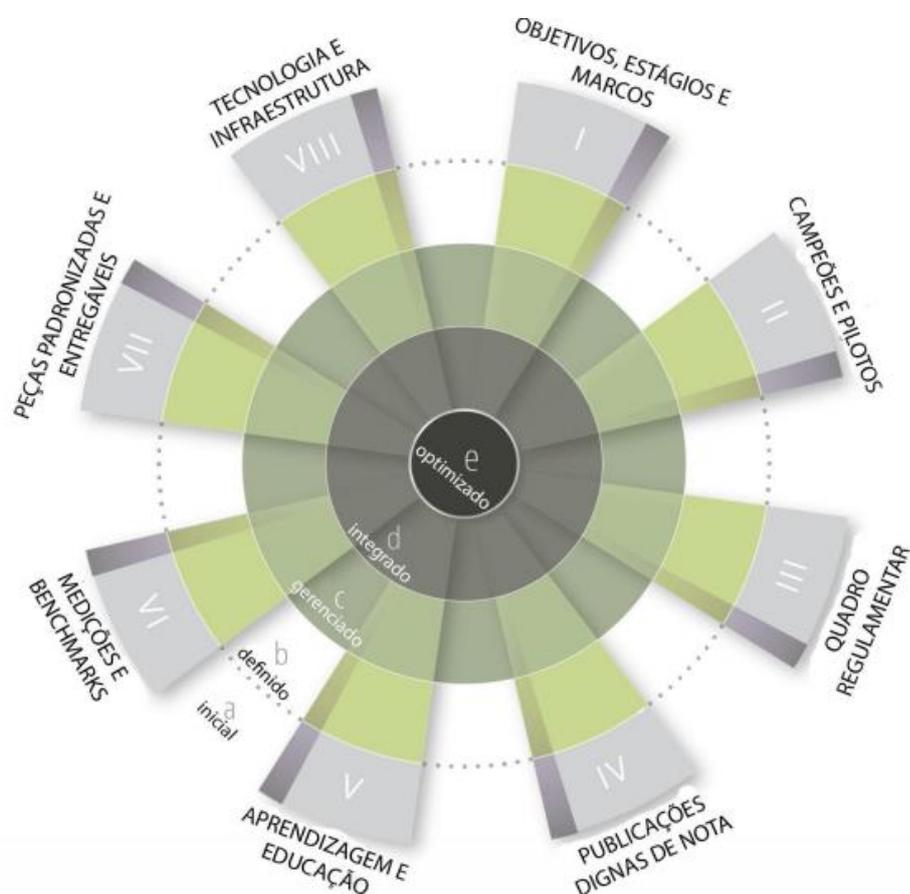
Ao analisar-se os níveis de maturidade de implantação do BIM pelas organizações, escritórios e indústrias pertencentes ao setor da AECO, verifica-se que existem uma série de etapas a serem seguidas. Assim, a maturidade pode ser determinada a partir desta trajetória, iniciando com a evolução do estágio Pré-BIM, que corresponde ao período anterior a implementação do BIM, até o Pós-BIM, que condiz com a cobertura de todo o ciclo de vida da obra (SUCCAR, 2009). De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016), não é possível saltar do nível inicial de implantação diretamente para o Pós-BIM, necessitando-se evoluir ao longo do processo de maturação de sua adoção.

Classificam-se os estágios de maturidade de implantação do BIM em três etapas, inicialmente na adoção de modelagem geométrica 3D e documental, sequencialmente na reestruturação da colaboração e compatibilização multidisciplinar do modelo, e por último, na integração baseada em rede do ciclo de vida da obra (SUCCAR, 2009, 2016).

Succar e Kassem (2016) reforçam o conceito destacando novamente, que o estágio inicial corresponde ao estudo, planejamento e adoção efetiva da modelagem de objetos, o segundo estágio com a capacitação da organização na colaboração do modelo, e o terceiro estágio com integração em rede. Contudo, acrescenta que as organizações poderão apresentar diferentes ritmos e resultados dentro do mesmo nível de maturidade.

A Figura 05 apresenta um esquema dos Componentes da Macro Maturidade propostos por Succar (2015), agrupados em oito variáveis. Poderá ser desenvolvida comparação do nível de maturidade entre empresas e mercados semelhantes por meio de análise destes oito componentes estabelecidos. A análise pode ser realizada individualmente ou através da comparação com os demais tópicos (SUCCAR, 2015).

**Figura 05 - Componentes da Macro Maturidade propostos por Succar (2015).**



Fonte: Succar (2015) tradução de Rodrigues (2018)

Para Rodrigues (2018), a matriz de maturidade possibilita uma visualização clara do cenário da organização e do mercado, facilitando-se a tomada de decisões e fortalecendo-se a autopercepção por parte da instituição.

Sendo assim, entende-se que o acompanhamento da maturidade BIM se demonstra fundamental para o entendimento do processo de disseminação dessa tecnologia, além de possibilitar a realização de intervenções para intensificar os benefícios e corrigir possíveis desvios quantos aos objetivos traçados pela organização.

### **2.3 Os benefícios da adoção do BIM**

As fases do ciclo de vida de um empreendimento podem ser divididas em três etapas distintas, respectivamente: pré-obra, obra e pós-obra, e a adoção do BIM

possibilita interagir integralmente, atuando diretamente em cada uma das etapas expostas (CBIC, 2016).

Eastman *et al.* (2008) apresentam um detalhamento da etapa de obra, destacando que o BIM propõe benefícios para várias etapas do empreendimento: pré-construção, design, construção e fabricação e pós-construção.

A utilização do BIM visa potencializar diversas práticas do setor da AECO, resultando em inúmeras vantagens ao mercado da construção, abrangendo também a cadeia de produção, ou seja, usuários, proprietários e contratantes (BRASIL, 2018b).

Entre as principais finalidades da modelagem de informações por meio do BIM, Azhar *et al.* (2011) ressaltam a simplicidade na concepção e visualização de desenhos 2D e renderizações em 3D. Salientam ainda que a utilização do BIM apresenta maior agilidade para orçar, quantificar e solicitar materiais e produtos, possibilitando a identificação de conflitos, interferências e colisões de informações com o uso do modelo 3D. Dispõe-se também da possibilidade de gerenciar manutenções e evitar possíveis falhas de operação das edificações (AZHAR *et al.*, 2011).

A modelagem da informação da construção pode ser aplicada em todo o ciclo de vida de um empreendimento, iniciando-se pelo planejamento, projeto, construção e finalizando-se com as operações (CBIC, 2016), conforme exemplificado no Quadro 01 apresentado a seguir.

Os benefícios da utilização da Modelagem da Informação da Construção podem ser agrupados de maneira sinóptica como: rapidez e eficácia nos processos; aperfeiçoamento nos “designs” (projetos); concepção de modelos geométricos precisos; controle de custos e informações ambientais por todo o ciclo de vida do empreendimento; qualidade de produção superior; automatização construtiva; melhorias no acolhimento e suporte ao cliente; e informações do ciclo de vida da obra (AZHAR *et al.*, 2011).

**Quadro 01 - Exemplos de utilização do BIM descritos pela PennState University.**

| Planejamento                           | Projeto                                 | Construção                          | Operação |  |
|--|---|-------------------------------------|----------|--|
| 1 - Modelagem das Condições Existentes |   |                                     |          |  |
| 2 - Estimativas de Custos              |   |                                     |          |  |
| 3 - Planejamento de Fases              |   |                                     |          |  |
| 4 - Programação                        |   |                                     |          |  |
| 5 - Análises de Locais                 |   |                                     |          |  |
|  | 6 - Revisão de Projetos                 |                                     |          |  |
|  | 7 - Projeto Autoral                     |                                     |          |  |
|  | 8 - Análise Estrutural                  |                                     |          |  |
|  | 9 - Análise Energética                  |                                     |          |  |
|  | 10 - Análise Luminotécnica              |                                     |          |  |
|  | 11 - Análise Mecânica                   |                                     |          |  |
|  | 12 - Análises de Outras Engenharias     |                                     |          |  |
|  | 13 - Avaliação LEED de Sustentabilidade |                                     |          |  |
|  | 14 - Validação de Códigos               |                                     |          |  |
|  |   | 15 - Coordenação Espacial 3D        |          |  |
|  |   | 16 - Planejamento                   |          |  |
|  |   | 17 - Projeto do Sistema de Produção |          |  |
|  |   | 18 - Fabricação Digital             |          |  |
|  |   | 19 - Planejamento e Controle 3D     |          |  |
|  |   |                                     |          | 20 - Modelagem de Registros                  |
|  |   |                                     |          | 21 - Planejamento de Manutenção              |
|  |   |                                     |          | 22 - Análise do Sistema de Produção          |
|  |   |                                     |          | 23 - Gestão de Ativos                        |
|  |   |                                     |          | 24 - Gerenciamento de Espaços / Rastreamento |
|  |   |                                     |          | 25 - Planejamento c/ Desastres               |
| Legenda:                               |   | Usos Principais do BIM              |          |  |
|  |   | Usos Secundários do BIM             |          |  |

Fonte: Adaptado de CBIC (2016)

Nota-se que o BIM visa sua integração em todo o ciclo de vida de um empreendimento, o que significa que sua utilização não termina na conclusão de uma obra, aplicando-se ativamente na fase de operação, uso e manutenção das construções ao longo de toda sua vida útil. Entende-se que esta funcionalidade se demonstra de grande valia para os órgãos públicos, principalmente tendo em vista a necessidade de investimento das administrações para fazer a manutenção dos empreendimentos executados.

Em especial, pode ser mencionado o caso dos municípios que podem ser fortemente beneficiados pela aplicação do BIM desde a fase de planejamento das construções. A maioria das obras públicas executadas, mesmo que por meio de recursos de outras esferas, terão sua manutenção ou zeladoria realizada pela administração municipal.

Garcia, Bueno e Silva (2019) analisaram a possibilidade de integração do BIM ao sistema informatizado da Prefeitura Universitária da UFSCar (PU-WEB) de apoio à gestão dos serviços de manutenção dos edifícios, visando-se a obtenção de maior eficiência no processo. Segundo os autores, a possibilidade de integração entre o BIM ao banco de dados de demandas para realização de manutenções, possibilitou a vinculação de informações pertinentes ao controle de almoxarifado, cotações orçamentárias e gerenciamento do tempo para realização das ações de reparo e de prevenção. Outro resultado indicado foi o desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva, o que diminuiu a quantidade de mão de obra empregada em inspecionar os prédios, obtendo-se economia com o processo de manutenção dos prédios públicos (GARCIA, BUENO e SILVA, 2019).

Deste modo, considera-se que a integração de metodologias BIM na etapa de pós-obra poderá proporcionar inúmeros benefícios, principalmente em questão de melhorias na eficiência e economia nos serviços de zeladoria e manutenção. Soma-se também a essa justificativa o fato, muitas vezes, de que as administrações possuem carência de mão de obra e insuficiência orçamentária para investimentos nestas atividades.

Outra notoriedade da metodologia BIM é a possibilidade de compatibilização entre diversas áreas, prevenindo-se falhas e tornando instantânea a correção de erros, incompatibilidades e inconsistências. Salienta-se ainda a otimização quanto ao cumprimento de prazos e metas, proporcionando maior segurança e precisão ao gerenciamento e controle do empreendimento, bem como, aumento da produtividade e redução nos custos (BRASIL, 2018b).

A modelagem de informação possibilita uma rede de utilizações à construção, proporcionando instantaneidade e automatização na realização de tarefas e modificações até então realizadas manualmente ou separadamente ao projeto. A

atividade de compatibilização dos projetos é facilitada, evitando interrupção ou retrabalho, além de contribuir na identificação de interferências.

Destacam-se ainda entre os possíveis benefícios, a redução de até 7% no tempo do projeto, diminuição nos conflitos e incompatibilidades (economia de até 10% do valor do contrato), facilitação na geração de documentos e quantitativos (AZHAR *et al.*, 2011) e mitigação de riscos e gerenciamento aprimorado de dados (VOLK *et al.*, 2014).

No caso de aplicação em obras públicas pode-se obter redução da utilização de termos de aditivos de tempo ou de valor nos contratos, possibilitando-se o aumento nas probabilidades de entrega da obra em menor prazo, em comparação a não utilização da modelagem da informação da construção (BRASIL, 2018b).

Existe também uma gama de opções para a aplicabilidade do BIM em edifícios e obras de infraestrutura, apresentando-se resultados promissores (VOLK *et al.*, 2014). Entre os setores com maior aplicabilidade, ressalta-se a efetivação na integração do BIM ao gerenciamento de instalações, solucionando-se problemas como a necessidade do tratamento de quantidades exorbitantes de informações e demais dados pertinentes ao setor (ABDULLAH *et al.*, 2014).

Por meio da aplicação das finalidades ressaltadas, inúmeros benefícios podem ser identificados, como a agilidade e eficácia na realização dos processos, disponibilidade de simulações e estudos mais aprofundados, permitindo assim a adoção de soluções mais audaciosas.

Ressaltam-se ainda prováveis melhorias quanto à qualidade e economicidade nos resultados, aumento nas probabilidades de atender satisfatoriamente as vontades do cliente com a utilização das maquetes em 3D, melhor controle do custo de vida da edificação, além de contemplar questões pertinentes ao desempenho ambiental, viabilizando estudos de soluções mais sustentáveis (AZHAR *et al.*, 2011).

Constata-se que o BIM propõe um novo paradigma para a realização de empreendimentos. Salienta-se a contribuição dessa tecnologia para fatores ambientais, possibilitando benefícios em sustentabilidade por meio da diminuição dos resíduos sólidos gerados (BRASIL, 2018b).

Por fim, entende-se que os retornos financeiros se apresentam como um dos principais incentivos para a adoção da metodologia BIM. A implantação do BIM apresenta registro de casos de retornos financeiros sobre os investimentos realizados da ordem de 634% até 1633% (AZHAR *et al.*, 2011). Conforme Azhar *et al.* (2011), durante o acompanhamento do projeto Hilton Aquarium em Atlanta, Geórgia, constatou-se que o valor para implantação do BIM foi de US\$ 90 mil, correspondendo a 0,2% do orçamento do projeto. Ao final do estudo, os autores verificaram que o custo-benefício total chegou a US\$ 600 mil, ou seja, mais de 650% de lucratividade.

Considerando-se as atuações consecutivas necessárias pelos setores públicos, acadêmicos e industriais para disseminação do BIM, apresentam-se no tópico a seguir, os possíveis benefícios e consequências da sinergia nas relações entre os três membros.

#### **2.4 A Teoria da Tríplice Hélice**

Convertendo-se a visão do BIM a um patamar mais abrangente, refletindo os impactos de sua implantação não apenas ao campo da construção, mas atentando-se a participação governamental e acadêmica, pode-se associar a teoria da Tríplice Hélice. É interessante considerar a integração para a geração de conhecimento e condições de desenvolvimentos obtidos através da indústria, governo e universidades (ETZKOWITZ, 2003).

A interação por meio do modelo citado associa os seguintes papéis a cada um dos três integrantes: a indústria apresenta a função de incentivar a produção, as universidades o desenvolvimento de novas tecnologias e conhecimentos, e por fim, o governo responsabiliza-se por estabilizar as interações entre os membros (ETZKOWITZ, 2003).

Existem vários resultados promissores e esperados da sinergia por meio da Tríplice Hélice, contudo, isso não representa a inexistência de interações bilaterais, como exemplo, políticas governamentais direcionadas exclusivamente para a indústria, ou ao meio acadêmico (LEYDESDORFF, 2017). Entende-se que, a tese da interação de equilíbrio entre os três membros estimula a procura pela sinergia entre as estruturas institucionais e no desempenho de suas funções sociais.

Embora existam intervenções no equilíbrio existente entre a academia, governo e indústria que possam resultar em divergências, podem ser propostas alternativas para solução conjunta de problemas econômicos, de desenvolvimento e sociais (LEYDESDORFF, 2017). Entende-se que as relações estabelecidas entre os membros poderão resultar em melhorias futuras na cooperação entre essas três esferas.

Depreende-se que as universidades possuem papel fundamental para a concretização das metas estabelecidas pela Estratégia de disseminação BIM-BR. O meio acadêmico pode contribuir para desenvolver novos conhecimentos e aplicar constantes esforços para que os mesmos sejam utilizados pelos futuros egressos. Sun *et al.* (2017) propõem que as indústrias da construção e as universidades devam trabalhar para a capacitação em BIM, iniciando-se o processo de capacitação via ensino com os alunos ainda na graduação. A realização de cursos de atualização profissional deve ser incentivada tendo em vista que os resultados obtidos pelos profissionais com o BIM são proporcionais ao seu nível de conhecimento sobre o mesmo (Young *et al.*, 2008).

Além disso, pode haver incentivos para interações com as demais partes da tripla hélice, criando-se redes de contato diretamente interligadas ao assunto em questão (ETZKOWITZ, 2003). Ressaltando-se ainda que, segundo o autor, que se deve superar a ideia de que os conhecimentos científicos ficarão retidos por interesses do pesquisador, ou distribuídos gratuitamente sem seus devidos créditos aos outros membros.

Vinculando-se o esquema apresentado por Succar (2009), verifica-se que a sinergia da Tríplice Hélice corresponde aos três campos necessários para a implantação do BIM, campo tecnológico, político e processual. Entretanto, pode-se supor que isso ocorra num nível macro, integrando as três forças presentes na organização da sociedade. A Figura 06 ilustra como seria o sistema da Tríplice Hélice de Etzkowitz (2003), baseando-se na representação de Farinha e Ferreira (2013) e associando-se os campos propostos por Succar (2009) para o BIM. Desta forma, apresenta-se os compromissos necessários por cada um de seus membros para a disseminação do BIM.

Figura 06 - Modelo da Tríplice Hélice da disseminação do BIM



Fonte: O Autor (2020), baseado em Etzkowitz (2003), Succar (2009) e Farinha e Ferreira (2013)

Apesar dos fatores limitantes que serão abordados a seguir, entende-se que as políticas públicas para a propagação mundial da metodologia BIM se encontram em constante processo evolutivo. Deste modo, considera-se de extrema importância a análise das iniciativas governamentais, da academia e da indústria, visando-se compreender melhor o papel de cada uma das partes, e propondo-se melhorias para o equilíbrio e acompanhamento de políticas públicas.

Apesar dos benefícios apontados, constata-se ainda a necessidade de ruptura de velhos paradigmas sobre o exercício das atividades durante a execução de um projeto, revendo convicções sobre a propriedade e partilha de dados. Esse assunto será debatido no tópico a seguir.

## 2.5 Fatores limitantes para implantação no setor da AECO

Constata-se que fatores como limitação tecnológica e custos para a introdução de novos softwares e sistemas possam intervir de maneira negativa, dificultando o processo de implantação da metodologia BIM. Sun *et al.* (2017) propõem a identificação dos fatores limitantes para a implantação do BIM em cinco classes distintas: tecnologias, custos, gestão, pessoais e legais. Verifica-se que os autores utilizam o termo “tecnologia” tanto para identificar os requisitos tecnológicos quanto aos “fatores limitantes”. As classes propostas por Sun *et al.* (2017) estão apresentadas no Quadro 02, exposto a seguir.

**Quadro 02 - Classes de fatores que limitam a aplicação BIM**

| Classes        | Fatores Limitantes   | Sigla |
|----------------|--|-------|
| Tecnologia (T) | Funcionalidade de ferramentas BIM                                | T1    |
|                | Acessibilidade de ferramentas BIM                                | T2    |
|                | Exigência de dados de design digital de computador               | T3    |
|                | Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados                | T4    |
|                | Falta de interoperabilidade de dados                             | T5    |
| Custo (C)      | Custos com treinamento e capacitações                            | C1    |
|                | Custo com software   | C2    |
|                | Custo com sistemas e infraestrutura                              | C3    |
| Gestão (G)     | Natureza fragmentada da indústria da construção civil            | G1    |
|                | Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos      | G2    |
|                | Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários    | G3    |
|                | Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados | G4    |
|                | Falta de cooperação de outros parceiros da indústria             | G5    |
| Pessoais (P)   | Necessidade de educar profissionais sobre o BIM                  | P1    |
|                | Resistência habitual à mudança                                   | P2    |
|                | Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM         | P3    |
| Legais (L)     | Responsabilidade entre as partes interessadas                    | L1    |
|                | Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM                | L2    |
|                | Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais            | L3    |
|                | Ambiente contratual  | L4    |
|                | Segurança e confiabilidade da informação do edifício             | L5    |
|                | Falta de protocolos  | L6    |

Fonte: Adaptado de Sun *et al.* (2017, p.771, tradução do autor)

De acordo com Sun *et al.* (2017), primeiramente, a classe ou categoria Tecnológica (T) corresponde à necessidade de implantação de softwares e hardwares para processamento da metodologia BIM. Com isso, visa-se estabelecer uma comunicação horizontal flexível e fracionada, operando-se entre os setores de projeto, construção e execução. Constatou-se como principal barreira de

implantação a ausência de escalabilidade, interoperabilidade e suporte para a utilização de informações que acompanhem a maturação da obra, por meio de linguagem clara e compatível.

A classe dos Custos (C) representa a necessidade de investimentos financeiros em equipamentos e sistemas para o processamento da metodologia BIM, assim como gastos com taxas e seguros para os programas e serviços, e com a capacitação e atualização de funcionários. Verificou-se que os custos de investimentos para implantação do BIM podem ser compensados pelos benefícios procedentes deste (AZHAR *et al.*, 2011).

A terceira categoria ou classe condiz com o Gerenciamento ou Gestão (G) dos vários agentes intervenientes, configurando a inevitabilidade de reorganização de funções e responsabilidades, reestruturadas devido à implantação de novos sistemas organizacionais de trabalho. Ressalta-se a aceitação da fragmentação do projeto entre diversos profissionais de modo sinérgico, implantação de estratégias para trabalhar com novas tecnologias, entrega e organização de informações, e transfigurar o ambiente de trabalho mais colaborativo e versátil (SUN *et al.*, 2017). Identifica-se que a falta de transparência nos processos comunicativos pode ocasionar falhas, retrabalho e imprevisibilidade quanto ao cumprimento de prazos e danos financeiros (CBIC, 2016). Succar e Kassem (2016) corroboram que o processo de disseminação do BIM não ocorre por meio de um único modelo conceitual, podendo-se ocasionar atritos durante sua difusão, acompanhando-se a dinâmica competitiva presente nas instituições.

A classe dos fatores Pessoais (P) simboliza a maturação da experiência do profissional com o BIM, pois, entende-se que quanto maior a amplitude do conhecimento, menor será a hesitação em trabalhar com novas tecnologias e maior a familiarização com o mesmo.

A última categoria Legal (L) constitui-se da necessidade de resguardar-se de possíveis ações judiciais, através da regulamentação do acesso e proteção das informações presentes na metodologia BIM, criação e aperfeiçoamentos de contratos, regulamentos e legislações. Este tipo de problema pode ocorrer devido à possível prematuridade da experiência da equipe com a nova tecnologia implantada

(SUN *et al.*, 2017). Outra situação é referente à contribuição de diversos profissionais ao modelo virtual, sendo que os problemas podem ocorrer devido ao licenciamento e autoria das propriedades (AZHAR *et al.*, 2012). Para esses autores, as situações não apresentam uma simples solução, de modo que, cada projeto demanda de uma análise específica.

Ku e Taiebat (2011) acrescentam entre as limitações para a implantação do BIM, existem fatores como falta de acordos contratuais legais e a relutância para processos colaborativos. Esses autores reforçam que os principais obstáculos são a ausência de profissionais qualificados e a necessidade de interoperabilidade.

Destacam-se ainda por Volk *et al.* (2014) entre os desafios do BIM junto ao setor da AECO, a melhoria da qualidade dos modelos e a indefinição do nível de detalhamento para algumas especificações de atividades, como exemplo, demolições. Associa-se também a necessidade de interoperabilidade entre modelos de gerações distintas e o avanço em processos exclusivos para a pós-obra.

Volk *et al.* (2014) realizaram revisão de mais de 180 publicações tendo-se como objetivo analisar a funcionalidade necessária do BIM para empreendimentos existentes, visando-se os processos de manutenção e demolição durante o ciclo de vida da obra. A utilização do BIM em obras existentes se demonstrou negligenciada, apesar dos responsáveis por sua idealização demonstrarem comprometimento com a aplicação de ferramentas BIM (VOLK *et al.*, 2014).

O papel das universidades também se demonstra decisivo para a disseminação dos conhecimentos pertinentes a essa nova tecnologia (SUN, 2017).

Outra situação que contribui para essa adoção do BIM é o entendimento de que o setor de AECO deve participar da modernização advinda da indústria 4.0. Assim, cabe ao setor AECO investir financeiramente na modernização tecnológica, além de trabalhar com a desmistificação de fatores correspondentes à insegurança, resistência à mudança e ao compartilhamento de informações.

### 3. A disseminação do BIM

Apesar das pesquisas sobre BIM demonstrarem recentes avanços, o seu nível de implantação ostenta níveis dos mais variados, de país para país.

A seguir, apresentam-se análises sobre o nível de implantação em alguns dos países com maior notoriedade na corrida de implantação da modelagem da informação da construção.

#### 3.1 O estágio da disseminação mundial do BIM

No Quadro 03 apresentado a seguir, Kassem e Leusin (2015) realizaram a comparação entre o estágio atual de implantação do BIM entre seis países, sendo estes: Reino Unido (RU), França (FR), Holanda (HO), Finlândia (FI), Noruega (NO) e Brasil (BR), analisando-se os componentes de maior relevância da política de disseminação do BIM.

Primordialmente, salienta-se que o Brasil e a França foram os últimos países entre os analisados a iniciar a implantação do BIM, fator este que justifica os mesmos encontrarem-se entre os países da lista com desenvolvimento inferior.

**Quadro 03 - Comparação dos estágios de implantação de política BIM entre os países Reino Unido, França, Holanda, Finlândia, Noruega e Brasil.**

| Países                         |                              | RU | FR | HO | FI | NO | BR |
|--------------------------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Componentes da Política do BIM | Estratégia, visão e marco    | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Padrões, protocolos e guias  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Motivadores e promotores     | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Resultados padronizados      | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Marco regulatório            | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Medidas e otimização         | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Educação e aprendizado       | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |
|                                | Infraestrutura de tecnologia | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  | ■  |

Legenda:

- Não Existe
- Iniciado
- Desenvolvimento em andamento
- Bem desenvolvido

Fonte: Adaptado de Kassem e Leusin (2015)

O Reino Unido apresentou o estágio mais evoluído de implantação do grupo, destacando-se entre as abordagens empregadas, a orientação conforme o ciclo de vida, aplicando-se o BIM desde o pré-projeto até a pós-construção. Ressalta-se a ordenação dos protocolos conforme a fase da obra, tendo-se como exemplo o PAS 1192-2:2013<sup>1</sup> na entrega de capital e PAS 1192-3:2014<sup>2</sup> e BS 1192-4:2014<sup>3</sup> para transmissão de informações à etapa operacional (KASSEM e LEUSIN, 2015).

O Reino Unido publicou em 2011 o relatório de metas para implantação do BIM até 2016, estando entre estas a adoção do BIM em todas as obras públicas, abrangendo-se gradualmente aspectos de sustentabilidade, propondo-se posteriormente para o exercício de 2016 alcançar-se a Etapa 2. Ambas as metas foram bem-sucedidas, estando atualmente prevista a implantação da Etapa 3, tanto pelo poder público como pelo setor privado (KASSEM e LEUSIN, 2015).

Além disso, apesar da implantação não se encontrar no nível “Bem Desenvolvido” em todos os campos do Quadro 02, o grupo de pesquisa em BIM do Reino Unido disponibiliza de estrutura de aprendizado inicial, sendo o único país analisado a implantar quadro nacional para incorporação do BIM no currículo educacional (KASSEM e LEUSIN, 2015).

Destaca-se que o Reino Unido implementou o BIM em todos os departamentos governamentais, apresentando entre suas as metas a redução de 50% no tempo geral desde o início até a conclusão para novas construções e ativos reconicionados (EU BIM TASK GROUP, 2017). Ainda segundo os autores, Holanda, Finlândia e Noruega ostentam maior evolução quanto aos componentes de Estratégias, Padrões e Motivadores, porém, demonstram avanço inferior em todos

---

<sup>1</sup> British Standard Institution (BSI). PAS 1192-2: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. 2013.

<sup>2</sup> British Standard Institution (BSI). PAS 1192-3: Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling. 2014.

<sup>3</sup> British Standard Institution (BSI). BS 1192-4: Collaborative production of information Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie – Code of practice. 2014.

os outros campos quando comparados ao Reino Unido, contudo, apresentam resultados notórios ao compararem-se as políticas do Brasil e França.

Apesar do poder público demonstrar grande influência no processo de disseminação em diversos países, Wong, Wong e Nadeem (2010) salientam a relevante participação dos setores privados.

Na Alemanha, ao iniciar a implantação do BIM junto aos setores públicos, partindo-se pelas maiores organizações, constataram-se dificuldades conscientização sobre a relevância de um plano estratégico de disseminação (EU BIM TASK GROUP, 2017).

Stradiotto (2018) ressalta o papel relevante dos manuais para padronização das disposições de utilização do BIM, e da participação ativa do setor privado e acadêmico, determinantes em todos os países analisados.

Além dos países analisados, Cingapura, Dinamarca e os Estados Unidos também relatam iniciativas prósperas para aplicações do BIM (WONG, WONG e NADEEM, 2010; EASTMAN *et al.*, 2011; KASSEM E LEUSIN, 2015; EU BIM TASK FORCE, 2017), apresentando-se em processo de constante evolução, destacando-se o planejamento a longo prazo e a flexibilidade existente para a criação de manuais por parte de cada país (STRADIOTTO, 2018). Ainda segundo a autora, apesar dos grandes esforços quanto a implantação do BIM em obras públicas, ressalta-se também a participação ativa do meio acadêmico e setor privado durante toda a evolução das políticas de disseminação do BIM.

Apesar do Brasil encontrar-se em estágio inferior aos demais países analisados, evidencia-se o maior desenvolvimento quanto aos componentes de infraestrutura de tecnologia (KASSEM e LEUSIN, 2015).

O maior responsável pelos avanços de infraestrutura da metodologia BIM no Brasil é o Sistema Unificado do Processo de Obras (OPUS)<sup>4</sup> do Exército Brasileiro

---

<sup>4</sup> <http://www.dom.eb.mil.br/opus/>

desenvolvido pela Diretoria de Obras Militares (DOM) (KASSEM e LEUSIN, 2015). Ainda segundo estes autores, o OPUS corresponde a um conjunto integrado para o gerenciamento de informações das etapas das obras, resultando-se em um dossiê de ativos administrados com mais de 16.000 projetos, possibilitando-se o acesso a dados 2D e 3D em diversos níveis de maturidade e detalhamento.

Apresenta-se na Figura 07 a seguir, a atualização do cenário apresentado anteriormente até o ano de 2017 (CATELANI, 2020), identificando-se a existência de três níveis de implantação BIM: países com obrigatoriedade do uso do BIM, países com projetos para estabelecer obrigatoriedade, e locais com utilização habitual. Consta-se ainda um quarto grupo no qual nenhuma medida de disseminação foi registrada. Destaca-se a conscientização de diversos países líderes mundiais para as vantagens que o BIM proporciona.

**Figura 07 - Principais medidas de disseminação mundial do BIM adotadas**



Fonte: Catelani (2020) Adaptado de BICP Global BIM Study (2017)

Um dos fatores que dificultam a implantação do BIM no setor da AECO é a complexidade deste campo, integrando-se um vasto valor de competências, mapeando-se 74, mais de 23 dimensões para maturidade e mais de 128 casos mapeados (CASTELANI, 2020). Contudo, constata-se que a integração e evolução de implantação do BIM junto ao setor da AECO apresenta-se como o futuro das

construções, e o Brasil demonstra ao longo da última década que estará presente na corrida para disseminação do BIM.

### **3.1.1 Barreiras limitantes identificadas na disseminação mundial do BIM**

Apesar de todas as iniciativas realizadas ao longo de todo o planeta para a disseminação da utilização da modelagem da informação da construção, indicadas no capítulo anterior, constata-se a existência de inúmeras pesquisas identificando e analisando as possíveis barreiras e limitações desse processo.

Apresenta-se a seguir inúmeros estudos, os quais avaliam países dos mais diversos níveis de desenvolvimento, identificando-se as limitações mais relevantes apresentadas por cada uma dessas pesquisas.

Avaliando-se as barreiras para a implantação do BIM junto à indústria da construção de Hong Kong, CHAN *et al.* (2019) utilizam-se de questionários para analisar as percepções dos entrevistados quanto as principais limitações. Dentre os principais resultados, destaca-se a convicção dos entrevistados quanto ao aumento da carga de trabalho devido ao lento processo de disseminação do BIM, assim como, a falta de adequação das estruturas organizacionais provocava baixa motivação quanto ao seu uso.

Entre as principais barreiras identificadas por CHAN *et al.* (2019), destaca-se a resistência à mudança, baixa interoperabilidade dos softwares, e o fato do setor da AECO apresentar falta de padrões e estrutura organizacional inadequada ao BIM, sugere-se que governos locais auxiliem pequenas e médias empresas com financiamentos.

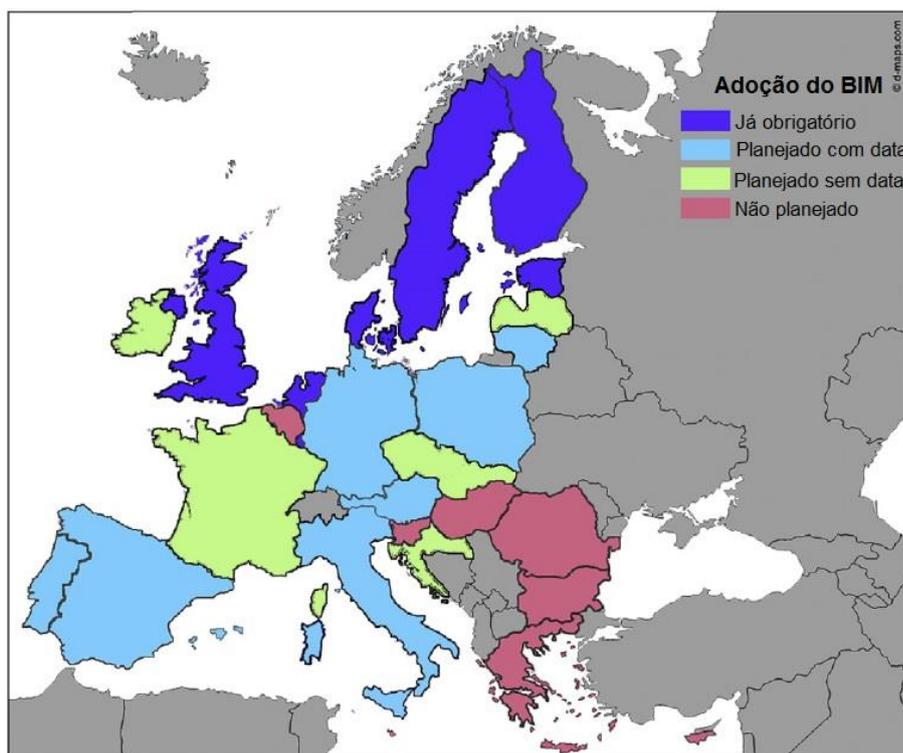
CHAN *et al.* (2019) aplicam questionários para analisar a percepção das barreiras limitantes ao uso do BIM junto ao setor da AECO de Hong Kong, indicando-se a realização de estudos futuros para aprofundamento no tema.

Analisando-se o processo de disseminação do BIM junto aos países da União Europeia, constata-se que apesar das grandes empresas que adotaram inicialmente a tecnologia colherem resultados benéficos, o atraso na coletividade e a competitividade do mercado resultarão em desigualdades, distanciando-se as pequenas e médias empresas (CHAREF *et al.*, 2019).

Charef *et al.* (2019) ressaltam a importância de pesquisas sobre medidas para reduzir as lacunas e desigualdades do mercado, enfatizando-se as principais áreas a serem investigadas: pessoas e habilidades, política, técnica e processo. Ainda pelos autores, apesar dos resultados positivos no setor da AECO, torna-se crucial superar as barreiras limitantes ao BIM, criando-se abordagens específicas para os campos retardatários.

Na Figura 08 a seguir, apresenta-se a situação da implantação do BIM junto aos países pertencentes à União Europeia até o ano de 2017, constatando-se ainda a existência de países desenvolvidos que não iniciaram nenhuma medida governamental para a adoção dessas tecnologias.

**Figura 08 - Estado de adoção do BIM na União Europeia em 2017**



Fonte: Charef *et al.* (2019, tradução nossa)

Partindo-se para um país no qual o setor da AECO não adotou amplamente a utilização do BIM, constata-se que na Malásia, as principais barreiras correspondem à falta de educação e treinamentos, e escassez de financiamentos para as áreas da academia e indústria. Destacam-se ainda limitações quanto a fragmentação do setor

da construção, necessitando-se de conscientizar o mercado sobre os benefícios do BIM (WONG; GRAY, 2019).

Para Wong e Gray (2019), os custos iniciais de implantação e gastos com softwares e infraestrutura dificultam a adesão do setor, mostrando-se a necessidade de iniciativas governamentais para incentivar a utilização do BIM. Os autores também recomendam a continuidade de pesquisas analisando-se as barreiras e limitações para criação de novas oportunidades e incentivos ao mercado da AECO.

Direcionando-se para a segunda maior economia do mundo, Zhang e Guo (2019) verificam que na China o campo tecnológico, mas especificamente envolvendo os custos de investimento, correspondem ao maior obstáculo para a disseminação do BIM. Considerando-se as singularidades culturais, políticas e metodicas entre os países, torna-se necessário o estudo pontual sobre os investimentos financeiros da adoção da modelagem da construção. Identifica-se ainda segundo os autores que a conversão de dados 2D e 3D também se demonstra como um dos principais desafios a serem resolvidos no país.

Para Ghaffarianhoseini *et al.* (2017), as desigualdades estruturais pertinentes ao BIM serão provavelmente ampliadas junto ao mercado da AECO, tendo-se em vista que as maiores empresas são as principais beneficiadas por sua utilização. Ainda pelos autores, o mercado demonstra não ter total aceitação, principalmente devido aos riscos e desafios pertinentes a modelagem da informação, assim como, o sistema educativo das disciplinas do setor da AECO demonstra-se engessado em práticas que não contraem com tecnologias colaborativas. Nota-se que os benefícios econômicos associados ao BIM não se mostraram suficientes para atrair o investimento por parte das construtoras e projetistas, do mesmo modo que, não há uma plataforma BIM universal, tornando ainda mais receoso o investimento em infraestrutura e softwares (GHAFFARIANHOSEINI *et al.*, 2017).

Dentre as principais barreiras identificadas por Ghaffarianhoseini *et al.* (2017) destacam-se os problemas com a falta de demanda, a necessidade de investimentos e a interoperabilidade, proporcionando maiores dificuldades para as empresas menores, as quais possuem menor participação em projetos BIM.

Entende-se com fundamental a realização de estudos voltados para a identificação de limitações e desenvolvimento de medidas para mitigação dessas barreiras, tendo-se em vista que, ao longo de todo o mundo constata-se dificuldades para a disseminação do BIM, até mesmo em países de primeiro mundo.

### **3.2 A disseminação nacional do BIM**

Entre as medidas nacionais realizadas com maior notoriedade nos últimos anos, destaca-se a criação em 2009 da Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (BIM) da ABNT, denominada CEE-134, que tem como objetivo a concepção de sistema nacional de classificação para padronização de informações codificadas.

A Comissão BIM realizou a tradução de diversas normas ISO, publicando-se até o momento quatro partes da NBR 15965 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), assim como a criação de anexo nacional para a ISO 19650<sup>5</sup>. Enfatiza-se também a elaboração de guias nacionais pela Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e CBIC.

Conforme mencionado anteriormente, no ano de 2017 foi criado o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling (CE-BIM), formado por sete ministérios, e tendo como objetivo desenvolver estratégias para a disseminação nacional do BIM, formulando-se ações para o setor público e privado (BRASIL, 2017).

---

<sup>5</sup> ISO 19650-1:2018: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Informações fornecidas por Eduardo Toledo (2020), Coordenador do GT Componentes BIM, da Comissão Especial de Estudos sobre BIM da ABNT e membro BIM Technical Committee da ISCCBE, durante Webinar: Nosso Momento BIM, realizado no dia 28 abr. 2020, integralmente online, realizado pela NossoBIM e o Instituto de Engenharia.

Complementando-se, para a realização do gerenciamento das Estratégias BIM-BR, criou-se posteriormente o Comitê Gestor (CG-BIM), encarregado pela implantação do plano, gerenciando-se as ações e monitorando-se o atendimento das metas estipuladas (BRASIL, 2018b). Entre as principais contribuições do Decreto nº 9.983 (BRASIL, 2019), destacam-se modificações quanto a composição e competências designadas ao CG BIM (BRASIL, 2019).

Constatou-se que, segundo os decretos da Estratégia de Disseminação BIM-BR, caberá ao Comitê Gestor acompanhar a evolução do processo de disseminação do BIM em território nacional, avaliando-se os resultados e propondo-se ações com o objetivo de atender as metas propostas do programa (BRASIL, 2020).

Ressalta-se ainda, conforme o Decreto 9.983/2019 (BRASIL, 2019), que as ações para alcançar os objetivos propostos pela Estratégia BIM BR serão desenvolvidas pelo Comitê Gestor ao longo do processo de disseminação.

Os critérios mínimos para a obrigatoriedade do BIM foram definidos pelo artigo 6º, do Decreto nº 10.306/2020 (BRASIL, 2020), apresentados a seguir:

- I - definir e gerenciar as ações necessárias para o alcance dos objetivos da Estratégia BIM BR;
- II - elaborar anualmente o seu plano de trabalho, que conterà cronograma e estabelecerá as ações prioritárias para o período;
- III - atuar para que os programas, os projetos e as iniciativas dos órgãos e das entidades públicas que contratam e executam obras públicas sejam coerentes com a Estratégia BIM BR;
- IV - promover o compartilhamento de informações e analisar o impacto das iniciativas setoriais relacionadas a BIM, com vistas à harmonização e à promoção de eficiência e sinergia entre as ações dos órgãos e das entidades públicas;
- V - acompanhar e avaliar periodicamente os resultados da Estratégia BIM BR e subsidiar as atividades de articulação e de monitoramento de programas de governo da Presidência da República, quando solicitado;
- VI - articular-se com instâncias similares de outros países e dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios; e
- VII - deliberar sobre a atualização e a revisão periódica da Estratégia BIM BR.

Fonte: Brasil (2020)

A legislação exige o cumprimento da implantação do BIM-BR por meio de três etapas escalonadas, definidas como a Etapa 1 a se iniciar em janeiro de 2021, Etapa 2 a partir de janeiro de 2024 e Etapa 3 a partir de 2028. Espera-se que, na

fase final, todas as obras públicas adotarão a metodologia BIM, abrangendo todo o ciclo de vida do empreendimento, escalonando-se em projeto, obra e pós-obra (BRASIL, 2019).

O escalonamento das exigências para implantação do BIM em obras públicas deve-se a necessidade de tempo para que o mercado da construção se adeque às condições estabelecidas. Também visa atender a um prazo para que o governo se estruture adequadamente para cumprir a legislação (BRASIL, 2018b).

### **3.3 Estratégias para disseminação nacional BIM-BR**

O Decreto n.º 9.983 (BRASIL, 2019), em seu Artigo 2.º apresenta os objetivos almejados por meio da estratégia de propagação do BIM nas obras públicas no Brasil, conforme apresentados a seguir:

- I - difundir o BIM e os seus benefícios;
- II - coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - estimular a capacitação em BIM;
- V - propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- IX - incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Fonte: Brasil (2019)

Ressalta-se que, em seus incisos III e IV, dispõe-se sobre a estimulação de condições para o investimento público e privado, e na capacitação em BIM (BRASIL, 2019). Destaca-se que a academia terá uma função chave para a realização de novas pesquisas, visando à criação de ambientes favoráveis para que trabalhe sinergicamente com a indústria e o governo (LEYDESDORFF, 2017).

Nota-se que o governo tem o compromisso de atender as metas estipuladas para implantação do BIM-BR e a academia tem o desafio de produção de novas tecnologias e de capacitar estudantes e profissionais, apesar do fluxo de pesquisas. Por fim, espera-se da indústria melhor desempenho obtendo os resultados

almeçados, devido ao compartilhamento das responsabilidades e a redução de conflitos de interesse entre as três partes.

Com a finalidade de implantar e gerenciar as ações estratégicas do BIM-BR, conforme mencionado, criou-se o CG-BIM, tendo este entre suas competências: definir e planejar as ações, acompanhar e monitorar o desenvolvimento por parte dos órgãos públicos e promover sua sinergia. Estão ainda entre suas atribuições, compartilhar as informações e impactos gerados pela implantação do BIM, articular-se com instâncias de outros países, estados e cidades, e realizar periodicamente atualizações e revisões das estratégias BIM-BR.

O CG-BIM será composto por representantes das seguintes áreas:

- I - Ministério da Economia, por meio da Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, que o presidirá;
- II - Casa Civil da Presidência da República, por meio da Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos;
- III - Ministério da Defesa;
- IV - Ministério da Infraestrutura;
- V - Ministério da Saúde;
- VI - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; e
- VII - Ministério do Desenvolvimento Regional.

Fonte: Brasil (2019)

Dispõe-se ainda sobre a realização de reuniões de caráter ordinário trimestralmente, podendo-se também o presidente ou a maioria absoluta do Conselho Gestor convocar reuniões de caráter extraordinário.

Refletindo-se sobre as possíveis dificuldades para a implantação do BIM no mercado, as diretrizes foram escalonadas em três períodos, conforme apresentado anteriormente. A primeira fase concentra-se nas atividades de projetos do setor AECO para novas construções ou ampliações, direcionando-se nas áreas de estrutura, instalações hidráulicas e elétricas, ventilação e ar-condicionado (AVAC), e no auxílio para gerar quantitativos e representações gráficas dos grupos em foco (BRASIL, 2018b).

Por fim, ressalta-se que, os Decretos para disseminação da Estratégia BIM-BR baseiam-se no art. 84, caput, incisos IV e VI, alínea “a”, da Constituição Federal de 1988. Conforme o inciso VI da Constituição Federal supracitada, cabe ao decreto

dispor sobre a organização e funcionamento da administração federal, sem implicar em despesas adicionais (BRASIL, 1988).

Salientando-se que, decretos presidenciais podem ser revogados, pois, representam a parte mais baixa da hierarquia do ordenamento jurídico brasileiro, portanto, possibilita a revogação ou alterações no decreto que estabelece as diretrizes para implantação do BIM-BR, antes mesmo do desenvolvimento de novas normativas ou regulamentações.

### **3.3.1 Disposições sobre execução direta ou indireta de obras federais**

Dando continuidade as medidas de disseminação do BIM-BR, publicou-se no dia 2 de abril de 2020, o Decreto Federal n.º 10.306, apresentando-se diretrizes de implantação do BIM para a execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020).

Ficam vinculados os dispositivos do Decreto supracitado aos seguintes órgãos federais: Ministério da Defesa (Exército Brasileiro, à Marinha do Brasil e à Força Aérea Brasileira) e Ministério da Infraestrutura (Secretaria Nacional de Aviação Civil e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT). Permite-se ainda a aplicação das medidas previstas no decreto aos demais órgãos e entidades federais não citados no mesmo (BRASIL, 2020).

Conforme dispõe em seu Artigo 6.º, as empresas contratadas deverão atender obrigatoriamente a condições mínimas de implantação do BIM, conforme apresentadas a seguir:

- I - os usos do **BIM** a que se refere o art. 4º, obedecidas as suas fases de disseminação;
- II - a disponibilização dos arquivos eletrônicos, que deverão conter os modelos e os documentos técnicos que compõem o projeto de arquitetura e engenharia, em formato aberto (não proprietário) e em outro formato exigido pela contratante no edital de licitação;
- III - o atendimento das exigências do órgão ou da entidade contratante em relação aos níveis de detalhamento e de informação requeridos nos projetos de arquitetura e engenharia;
- IV - a manutenção das condições de habilitação e qualificação exigidas no processo licitatório, durante a execução do contrato, em conformidade com as

obrigações assumidas, para garantia da proteção e da conservação dos serviços executados;

V - a execução dos serviços com o cumprimento do programa de necessidades e das diretrizes do projeto de arquitetura e engenharia referencial, elaborado direta ou indiretamente pelo órgão ou pela entidade contratante, durante a fase preparatória da licitação da obra, sem prejuízo do disposto na legislação nas normas técnicas;

VI - a obtenção de autorizações governamentais e o pagamento de despesas referentes a taxas, alvarás e registros em entidades públicas considerados necessários à execução dos serviços contratados;

VII - a responsabilidade pelo treinamento e pela capacitação dos profissionais alocados para executar os serviços sem quaisquer ônus adicionais para o órgão contratante;

VIII - a correção das deficiências apontadas pelo órgão contratante na execução dos serviços, em particular, aqueles decorrentes de vícios ou falhas; e

IX - a declaração de que os direitos autorais patrimoniais disponíveis, decorrentes da elaboração dos projetos e modelos **BIM** de arquitetura e engenharia e das obras, serão cedidos, sem qualquer limitação, ao respectivo órgão ou entidade contratante, no ato da contratação.

§ 1º O não cumprimento do disposto no inciso V do **caput** obrigará o contratado a corrigir ou refazer os serviços às suas próprias e exclusivas expensas.

§ 2º Observado o disposto no inciso VII do **caput**, os profissionais escolhidos pelo contratado para executar os serviços deverão estar habilitados e comprovar experiência, conhecimento ou formação em **BIM**.

Fonte: Brasil (2020)

As fases para implantação permanecem divididas em três etapas, com as datas similares às apresentadas anteriormente. Contudo, as Estratégias para disseminação do BIM-BR não implicam na impossibilidade de que outros órgãos ou entidades se juntem ao programa futuramente (BRASIL, 2018b).

Enfatiza-se que, os atos de disseminação visam inicialmente implantar a utilização do BIM em obras públicas federais, porém, entende-se que, com a efetividade da sua propagação, os demais poderes - estaduais e municipais, corresponsáveis pelas obras, serão incentivados a seguirem as etapas da estratégia.

### 3.3.2 O cenário nacional do BIM junto ao meio acadêmico e no setor privado

Por meio da análise de teses e dissertações do catálogo da CAPES, publicadas entre os anos de 2013 e 2018, com o tema vinculado ao BIM, averiguou-

se que, apesar da diversidade nos temas vinculados ao assunto, sua grande maioria aborda a etapa de projeção (CHECCUCCI, 2018).

Ressalta-se conforme Checcucci (2018), que menos de 9% das teses e dissertações discutem o processo de implantação do BIM, e menos de 5% trabalham com orçamentação, sendo estas duas categorias consideradas de suma importância para o atendimento da 1.<sup>a</sup> Etapa do BIM-BR. Conforme mencionado anteriormente, o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema BIM no Brasil encontra-se em estágio mais adiantado de que a sua implantação propriamente dita, por parte das empresas do setor AECO (MACHADO, RUSCHEL e SCHEER, 2017).

Machado, Ruschel e Scheer (2017) analisaram 405 produções acadêmicas, desenvolvidas entre 2000 a 2015, e constataram que o evento nacional de maior relevância na área de BIM corresponde ao Encontro de Tecnologia da Informação e da Comunicação na Construção (TIC). Ainda segundo os autores, torna-se necessário desenvolver políticas institucionais de ensino com o objetivo de internacionalização das publicações, assim como, na implantação de metodologias que visem a solução de problemas práticos, voltados para a realidade construtiva. Para Stradiotto (2018) os eventos e cursos vinculados ao BIM são cada vez mais frequentes, observando-se uma pequena demanda crescente para licitações de projetos em BIM no setor público.

Constatou-se que a indústria de alta tecnologia, comparada com a indústria de médio porte, apresenta maior flexibilidade para trabalhar em sinergia com o governo e a academia (LEYDESDORFF, 2017). Contudo, entende-se que empresas de médio porte carecem de maior investimento para a inserção de novas tecnologias.

Ao analisar-se o sistema produtivo da construção civil nacional, enfatiza-se a importância do setor construtivo ao longo das últimas décadas, destacando-se pela importância no cenário econômico e pelo alto índice de trabalhadores empregados.

Contudo, ressalta-se a existência de peculiaridades específicas deste setor, tornando o procedimento de implantação de novas tecnologias mais complexas (OLIVEIRA, 2007). Constatam-se especificidades no setor, como a organização das atividades considerando a estimativa do tempo de experiências anteriores, bem

como na fragmentação do sistema produtivo. Além disso, o intercâmbio de informações ainda se baseia especialmente na utilização de documentos físicos (REZGUI *et al.*, 2013; SHAFIQ *et al.*, 2013).

Para Arayici *et al.* (2011) entre os principais fatores que dificultam o processo de colaboração e compartilhamento de informações, encontram-se a falta de treinamentos dos profissionais e resistência a mudanças. Kassem e Leusin (2015) em pesquisa realizada com 31 associações e 9 escritórios de arquitetura, constataram que os treinamentos correspondem a apenas 24% das ações desenvolvidas em BIM por este setor.

Todos os fatores analisados dificultam a inserção de novas tecnologias, demonstrando que o grande ramo da construção civil se apresenta acorrentada as limitações dos profissionais do setor da AECO, o qual é resultado, entre muitos motivos, da falta de investimento na sua qualificação profissional.

A falta de planejamento encontra-se como a origem dos problemas referentes às principais perdas, pois, as atividades são executadas independentemente, acarretando interrupções na continuidade do fluxo do processo e gastos desnecessários (OLIVEIRA, 2007).

Dentre as características mais marcantes observadas pelo sistema de produção da indústria da construção civil, destaca-se a descontinuidade dos processos construtivos, particularidade esta que dificulta a implantação de sistemas de produção em escala. Atrasos e imprevistos resultam em interrupções no processo construtivo, pois, muitos trabalhos são interdependentes, refletindo na perda de qualidade do serviço, realizando-se a atividade em um espaço de tempo superior ao previsto inicialmente.

Além disso, a ausência de uma abordagem sistemática faz com que a implantação de novas tecnologias muitas vezes não apresente o resultado esperado nas empresas, situação agravada pela existência de leis complexas e rígidas, assim como pelas taxas (BARROS e MENDES, 2003).

### **3.4 Iniciativas nacionais no setor público**

Ao longo das últimas décadas constatou-se algumas ações governamentais visando à modernização e apoio na gestão de projetos para a administração pública. No nível municipal pode ser destacado o desenvolvimento do Programa de Modernização da Administração Tributária (PMAT), com objetivo de melhorar a qualidade e eficiência dos órgãos públicos e redução do custo praticado na prestação de serviços (GRIN, 2016).

Grin (2016) também menciona outro programa voltado para melhorar as administrações municipais que foi o Programa Nacional de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros (PNAFM), que visou o equilíbrio das contas públicas e o auxílio para aumentar a autonomia financeira dos municípios.

Outras iniciativas foram a Lei nº 10.267/2001 (BRASIL, 2001b), que dispôs sobre a obrigatoriedade do georreferenciamento em propriedades rurais e apresentação de Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR), e o Programa Cidade Legal, do Governo do Estado de São Paulo, que auxilia os municípios na regularização de núcleos urbanos (SÃO PAULO, 2007).

Para Carvalho e Leite (2009) a experiência promovida por meio de projeto de capacitação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), realizado no ano de 2008, visou o desenvolvimento de geoprocessamento em municípios mineiros e despertou o interesse dos outros municípios a aderirem a esta tecnologia.

De uma forma geral, nota-se que ao longo do tempo, os governos atuaram como incentivadores e colaboradores no processo de difusão de novas tecnologias aplicados à gestão de projetos, por meio de capacitações e estudos pilotos. Com a divulgação e conscientização dos resultados obtidos, consolidou-se o interesse dos gestores públicos em aderir às oportunidades tecnológicas.

Observa-se, segundo os exemplos apresentados, que as cidades enfrentaram um período de adaptação para implantação e uso efetivo das novas tecnologias. Atualmente o uso do geoprocessamento, por exemplo, é bastante consolidado no meio municipal e é difícil supor que os usuários não tenham conhecimento da tecnologia. Entende-se que as metodologias BIM passarão por processo similar,

iniciando-se com alguns bons experimentos para melhor disseminação e adaptando-se ao longo das experiências obtidas.

No caso do processo de elaboração de projetos, nota-se que as possíveis separações entre as etapas de um projeto, comuns nos processos licitatórios convencionais, com a contratação da execução baseada na elaboração do projeto básico resultam, segundo Kassem e Leusin (2015), em situações contrárias à colaboração e compartilhamento das informações.

Stradiotto (2018) ressalta o aumento das ações públicas, estas muitas vezes pontuais, mas que apresentam relevante impacto para a disseminação do BIM. A autora citada apresenta iniciativas e ações mais relevantes de implantação do BIM pelo setor público, conforme o Quadro 04 exposto a seguir.

**Quadro 04 - Aplicação do BIM no Brasil no Setor Público**

| Ano         | Órgão                     | Iniciativa   | Fonte   |
|-------------|---------------------------|--|---|
| 2006        | Exército (DOM e CEC)      | Desenvolvimento do Sistema OPUS para gestão do ciclo de vida do ambiente construído para atender demandas internas de gestão de ativos, terra, benfeitorias etc., e posteriormente a utilização de software BIM.       | Kassem e Leusin (2015)                                    |
| 2010 e 2011 | MDIC e ABDI               | Contratação para o desenvolvimento inicial de biblioteca BIM para o programa Minha Casa Minha Vida, na tipologia de edificações.   | Kassem e Leusin (2015)                                    |
| 2010        | CDURP                     | Licitação com referência ao BIM para estudo de viabilidade físico-financeira.  | Kassem e Leusin (2015); BIM... (2011)                     |
| 2011        | Petrobrás                 | Licitação pública para elaboração de projeto executivo em BIM da Unidade Operacional da Bacia de Santos.   | BIM... (2011)   |
| 2011        | INPI                      | Licitação para projeto básico de reforma do edifício "A Noite", no Rio de Janeiro.   | BIM... (2011)   |
| 2013        | CPTM                      | Concorrência para prestação de serviços técnicos de engenharia, arquitetura e meio ambiente para elaboração de projeto básico e executivo para reconstrução da Estação Santa Terezinha, na linha 8 (Diamante) da CPTM. | CPTM (2013)   |
| 2014        | ANAC                      | Licitação com exigência de processos do BIM para projeto de aproximadamente 270 aeroportos regionais.  | Kassem e Leusin (2015)                                    |
| 2014        | Governo de Santa Catarina | Licitação de projeto legal e executivo em BIM para o Instituto de Cardiologia de Santa Catarina.   | Governo de Santa Catarina (2014); CBIC (2018)             |
| 2014        | Governo de Santa Catarina | Lançamento de programa de implantação BIM com prazo para 2015 para aplicação em projetos: Caderno BIM para definição de procedimento a serem adotados por prestadores de serviço na apresentação de                    | Kassem e Leusin (2015) e Governo de Santa Catarina (2014) |

| Ano  | Órgão                        | Iniciativa  | Fonte   |
|------|------------------------------|---|---|
|      |                              | projetos em BIM contratados pelo estado no âmbito do Poder Executivo.   |   |
| 2014 | Governo do Paraná            | Lançamento de metas para 2018 de projetos licitados com adoção do BIM.  | Richa (2014)  |
| 2016 | Governo do Rio Grande do Sul | Realização de plano de implantação do BIM para os projetos desenvolvidos no DOP da SOP, na contratação de projetos terceirizados e fiscalização de obras públicas, além de aplicação da tecnologia no Cadastro Estadual Unificado | Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2016); [2017?]              |
| 2016 | Banco do Brasil              | Lançamento de edital de contratação de projetos com sistema de trabalho em BIM.   | DINOP/CENOP logística Curitiba (PR) (2016); Banco do Brasil [2017?] |
| 2017 | Governo Federal              | Criação do Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM).   | Brasil (2017)   |
| 2018 | Governo Federal              | Decreto que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.  | Brasil (2018)   |
| 2018 | Infraero                     | Desenvolvimento de projeto piloto para implantação do BIM no Aeroporto de Londrina  | ABNT (2020)   |
| 2019 | ARTESP                       | Primeiro edital de concessão rodoviária, totalmente modelado em BIM   | ABNT (2020)   |
| 2020 | MPDFT e SPO                  | Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM (CPGE-BIM)  | MPDFT (2020)  |
| 2020 | GT BIM Modal Energia         | Iniciativas de implantação do BIM por empresas do segmento de energia, como a Eletrobras, Furnas, Chesf, CGT Eletrosul Cemig GT e Copel GeT   | ABNT (2020)   |

**Legenda:**

DEC – Departamento de Engenharia e Construção do Exército  
 DOM – Diretoria de Obras Militares  
 OPUS – Sistema Unificado de Processos de Obras  
 MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria, e Comércio Exterior  
 ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial  
 CDURP – Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto de Rio de Janeiro  
 INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial  
 CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos  
 ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil  
 DOP – Departamento de Obras Públicas  
 SOP – Secretaria de Obras, Saneamento e Habitação  
 ARTESP – Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo  
 MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios  
 SPO – Secretária de Projetos e Obras  
 GT BIM Modal Energia - Grupo de Trabalho em BIM Modal Energia

Fonte: Stradiotto (2018) e autoria própria (2021)

Conforme apresentado, diversos estudos sobre a aplicação do BIM no setor público nacional foram realizados ao longo dos últimos anos, apresentando-se os primeiros passos para a disseminação dessa metodologia. Ressalta-se o

Desenvolvimento do Sistema OPUS, a criação de bibliotecas em BIM e a realização de processos licitatórios especificando a obrigatoriedade do uso da Modelagem da Informação da Construção.

Dentre as iniciativas apresentadas no Boletim ABNT (2020), destaca-se a implantação do BIM no Aeroporto de Londrina pela Infraero em 2018, ação pertencente ao segmento de aeródromo. No ano de 2019, no setor rodoviário, a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP) apresentou-se o primeiro edital de concessão rodoviária, totalmente modelado em BIM, correspondente a concessão do Lote Piracicaba-Panorama no estado de São Paulo (ABNT, 2020).

Em 2020, o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT), por meio da Secretaria de Projetos e Obras (SPO), publicou o Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM (CPGE-BIM). Esse material tem por finalidade instituir e orientar a padronização de projetos (MPDFT, 2020). O material disponibilizado pelo MPDFT apresenta os princípios dos estágios de implantação BIM, processos de colaboração e compartilhamento de informações, assim como norteia a execução de obras em BIM (BRASIL, 2020).

Constata-se também iniciativas de implantação do BIM por empresas do segmento de energia, como a Eletrobrás, Furnas, Chesf, CGT Eletrosul Cemig GT e Copel GeT (ABNT, 2020).

No segmento de obras de arte, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) adotou a obra da Ponte JK sobre o Rio Poti, localizada no km 343,20 da BR-343/PI como uma das iniciativas piloto para exigibilidade do BIM (ABNT, 2020).

#### **3.4.1 O exemplo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE)**

Dentre as entidades públicas nacionais que disponibilizam diretrizes para o desenvolvimento da implantação do BIM, destaca-se o trabalho realizado pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), a qual disponibiliza em sua plataforma online, manuais, famílias e *templates* para utilização do BIM em projetos de arquitetura e engenharia.

Visando-se analisar e acompanhar o processo de implantação do BIM junto ao FDE, criou-se no ano de 2016, por meio da Portaria FDE nº 075/2016, de 15 de julho de 2016, o Grupo de Trabalho relativo à metodologia BIM (GT-BIM). O GT-BIM possui entre suas atribuições, estabelecer critérios e premissas, especificar requisitos para as ferramentas e avaliar os cenários interno, externo, e possíveis riscos provenientes de cada solução adotada (FDE, 2017).

Enfatiza-se que ao longo de todo o processo de implantação do BIM junto a instituição, dedicaram-se aproximadamente 4.700 horas de trabalho para a concretização da disponibilização do material BIM junto à página do FDE (FDE, 2017). Na página eletrônica da instituição, junto aos catálogos técnicos, apresentam-se as opções de layout de projeto para realização de construção de escolas de educação infantil. São disponibilizadas quatro opções de layout, diferenciando-se pela quantidade de alunos que cada modelo acolhe, que vão de 70 alunos no menor projeto, até 150 alunos no maior. Quanto às opções de manuais e *templates* disponibilizados gratuitamente na página eletrônica do FDE, destacando-se o atendimento as disciplinas de arquitetura, estrutura, hidráulica e elétrica.

Anteriormente ao uso do BIM, o FDE se destacava ao longo das últimas décadas pela qualidade técnica de seus projetos escolares, pela padronização arquitetônica das soluções e disponibilização gratuita de manuais, famílias e *templates* referentes às edificações escolares.

Para Azevedo, Basto e Blower (2007), a utilização de projetos padronizados junto a rede escolar é adotada nacionalmente desde o início da República. Apesar das vantagens, contudo, para esses autores trata-se de uma solução pouco flexível e que dificulta a realização de adaptações ou modificações, caso necessário.

Apresenta-se no Quadro 05 a seguir um resumo das informações apresentadas no catálogo dos ambientes para construção de edificações escolares, ressaltando-se que, independentemente do layout adotado, cada ambiente possui uma geometria pré-definida.

**Quadro 05 – Informações parciais do Catálogo de ambientes das edificações escolares do FDE**

| Cód. Ficha                     | Ambientes por conjunto arquitetônico                     | Área                | Situação        | Data     | Implantação |
|--------------------------------|--|---------------------|-----------------|----------|-------------|
| <b>DIREÇÃO / ADMINISTRAÇÃO</b> |  |                     |                 |          |             |
| <b>01A</b>                     | Diretor M1 a M12   | 9,72 m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>02A</b>                     | Vice-diretor M1 a M4 - M5 - M7 - M8 - M10 - M11          | 9,72 m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>02B</b>                     | Vice-diretor M6 - M9 - M12                               | 12,96m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>03A</b>                     | Secretaria M1 - M4 - M7 - M10                            | 19,44m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>03B</b>                     | Secretaria M2 - M5 - M8 - M11                            | 32,40m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>03C</b>                     | Secretaria M3 - M6 - M9 - M12                            | 45,36m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>PEDAGÓGICO</b>              |  |                     |                 |          |             |
| <b>08A</b>                     | Sala de aula M1 a M12                                    | 51,84m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>09A</b>                     | Sala de Recursos M1 - M4 - M7 - M10                      | 25,92m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |
| <b>09B</b>                     | Sala de Recursos M2 - M3 - M5 - M6 - M8 - M9 - M11 - M12 | 51,84m <sup>2</sup> | (Ilustração 3D) | Jul/2019 | Jul/2019    |

Fonte: Adaptado do Catálogo de Ambientes (jul. 20) - Página eletrônica do FDE (2020)

A Figura 09 apresenta a interface da página do FDE com os respectivos catálogos técnicos.

**Figura 09 – Interface dos Catálogos Técnicos do FDE**



Fonte: Página eletrônica do FDE (2021)

### 3.4.2 A padronização dos projetos arquitetônicos

Comparando-se os projetos para escolas de educação infantil do FDE com os projetos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), nota-se que, apesar dos mesmos atenderem a quantidades distintas de alunos em cada caso, ambos possuem projetos padronizados.

Na Figura 10 apresentada a seguir, compara-se os layouts arquitetônicos e informações pertinentes a implantação de novas obras, disponibilizadas pelo FDE e pelo FNDE. Nota-se que os layouts das escolas infantis disponibilizados pelo FNDE possuem geometria mais irregular, em comparação com os layouts do FDE, os quais são formados por módulos retangulares.

**Figura 10 – Comparação entre layouts arquitetônicos do FDE e FNDE**

|                              |  |                       |                       |                        |
|------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Instituição: FNDE            |  |                       |                       |                        |
| Layout projeto arquitetônico |  |                       |                       |                        |
| Nomenclatura do Layout       | Tipo C   | Tipo B                | Tipo 2                | Tipo 1                 |
| Capacidade de atendimento    | 120 crianças   | 224 crianças          | 188 crianças          | 376 crianças           |
| Área Construída              | 668,30 m <sup>2</sup>  | 991,05 m <sup>2</sup> | 775,85 m <sup>2</sup> | 1317,99 m <sup>2</sup> |
| Dimensões do Terreno         | 35 x 45 m  | 40 x 70 m             | 45 x 35 m             | 40 x 60 m              |
| Instituição: FDE             |  |                       |                       |                        |
| Layout projeto arquitetônico |  |                       |                       |                        |
| Nomenclatura do Layout       | Creche-CR-1B   | Creche-CR-2B          | Creche+Pré-Esc.-CR-1A | Creche-CR-1B           |
| Capacidade de atendimento    | 70 crianças  | 90 crianças           | 130 crianças          | 150 crianças           |
| Área Construída              | Elaborar o projeto de acordo com os preceitos da coordenação modular, utilizar a modulação de 90cm     |                       |                       |                        |
| Dimensões do Terreno         | Projetar edificação compatível com as dimensões físicas do terreno (que gere menor movimento de terra) |                       |                       |                        |

Fonte: Página eletrônica do FDE (2020) e FNDE (2020)

Além disso, constata-se que, ao contrário do FNDE, que apresenta as dimensões de terreno necessárias para a implantação de cada um dos modelos, o FDE indica apenas as áreas mínimas de cada ambiente e a utilização de modulação de 90 cm. Com isso é possível a adaptação da edificação de acordo com as dimensões de terreno disponíveis, assim como, permitir a flexibilidade às futuras adequações de uso e atender a compatibilidade da área construída com a área custeada pela respectiva fundação.

Outro caso de referência de implantação do BIM para melhorar a qualidade dos projetos em entidade pública é o da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). A empresa já utiliza metodologias BIM desde 2013, através da obra da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Perus, e devido aos resultados iniciais positivos, passaram ao longo dos próximos anos a adotar a metodologia BIM em diversas obras (SINAENCO, 2018).

A implantação de práticas de modelagem BIM resultou em melhorias quanto ao tempo de execução das atividades e também proporcionou maior agilidade devido a automatização da projeção. A partir da elaboração do template são criadas automaticamente listas descritivas e quantitativas dos materiais, cortes e aterros necessários para cada uma das atividades previstas (SINAENCO, 2018).

Devido a grande parte das construtoras não estarem familiarizadas com a metodologia BIM, a SABESP ainda necessita disponibilizar plantas em 2D de seus projetos modelados em BIM. Como iniciativa para estimular a adesão por parte das empresas prestadores de serviço, a SABESP exige que o projeto *As Built* seja desenvolvido em BIM para facilitar a manutenção.

Associando-se as medidas adotadas com a elaboração de projetos por parte dos poderes públicos municipais, supõe-se a existência de possíveis obstáculos para a adoção de projetos padronizados. Entende-se que uma prefeitura necessita elaborar projetos com abrangências quanto a suas finalidades muito maiores, além de apresentarem dimensões distintas de projeto para projeto.

Contudo, entende-se que a modulação dos projetos, realizada pelo FDE, corresponde como uma iniciativa possivelmente promissora aos municípios, tendo em vista à adequação dos layouts junto as áreas disponíveis para construção.

Analisando-se o caso da SABESP, entende-se que outro fator significativo para a adoção do BIM nos projetos desenvolvidos pelas prefeituras, seria o fato de muitas empresas ainda não estarem familiarizadas com metodologias de modelagem em BIM.

Verifica-se, assim, a importância do diagnóstico sobre o trabalho das prefeituras em relação ao desenvolvimento dos vários tipos de projetos existentes, bem como a possibilidade de padronização e definições técnicas em relação a um futuro uso do BIM.

Analisando-se as medidas apresentadas, constatou-se uma provável viabilidade no desenvolvimento de acervo de projetos para obras públicas, utilizando-se as iniciativas adotadas pelo FDE e pela SABESP. O desenvolvimento de acervo de projetos padrões é uma realidade em diversas prefeituras, tendo em vista a necessidade de elaboração de projetos para a solicitação de recursos governamentais e a carência de mão de obra especializada para o desenvolvimento de projetos. Outra vantagem nesta prática é o possível direcionamento de alguma verba pública com certa “agilidade” na tramitação e concepção do empreendimento, principalmente nos encerramentos dos anos fiscais.

Deste modo, entende-se que o desenvolvimento de um acervo de projetos padrões de obras públicas com modulação e padronização de seus templates proporcionará maior segurança, reduzirá o tempo necessário para o planejamento e desenvolvimento dos projetos, auxiliará na maior adaptabilidade das plantas, independente da área disponível para implantação das obras, assim como facilitará o uso de tecnologias de informação e de comunicação pelos agentes públicos.

## **4. A elaboração de projetos de órgãos públicos**

No decorrer do presente capítulo apresentam-se os procedimentos básicos que devem ser observados pelos órgãos públicos para a realização de contratação indireta para execução de obra, assim como, as orientações primárias para a elaboração de projetos básicos e executivos, e demais documentos necessários durante um processo licitatório.

Avalia-se também o processo de aprovação de projetos empregada atualmente, vinculando-se as necessidades que a implantação do BIM trará aos presentes processos, identificando-se os possíveis conflitos entre a metodologia e o sistema de aprovação de projetos predominante.

Por fim, investiga-se a publicação de três estudos de caso sobre obras públicas com a obrigatoriedade de utilização do BIM em suas licitações, apresentando-se resultados distintos.

Analisa-se a comparação entre obras executadas por meio de projetos tradicionais em CAD e projetos desenvolvidos em BIM, e avalia-se o atual preparo por parte do poder público e das empresas participantes dos processos licitatórios para cumprir com as demandas que a Modelagem da Informação da Construção necessita.

### **4.1 O procedimento de elaboração de projetos para obras públicas no Brasil**

Entende-se por obra pública como toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público, podendo-se ser realizada de maneira direta pela própria entidade ou indireta, através dos regimes de empreitada por preço global, empreitada por preço unitário, tarefa ou empreitada integral (BRASIL, 2014).

O gerenciamento adequado do processo de elaboração de projetos pode assegurar resultados promissores, economizando-se em questão de valores e tempo, tendo-se como meio de efetivação a sistematização de fluxos de informações

e coordenação de levantamentos e compatibilizações (ESTEVEES; FALCOSKI, 2013).

O mapeamento dos processos corresponde à primeira etapa para a gestão da concepção de projetos e coordenação de profissionais, tendo-se a modelagem como opção para especificação do estágio do projeto em função de sua maturidade (ESTEVEES; FALCOSKI, 2013).

Para Romano (2003), a modelagem de um processo corresponde a uma sequência de atividades necessárias para elaboração de um processo, visando-se a representação, acompanhamento, interpretação e sintetização de dados, e tomada de decisões. Ainda segundo a autora, o processo de gestão de projetos pode ser agrupado em três macrofases: pré-projeção, projeção e pós-projeção.

Quanto a NBR 16636-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017), caracteriza doze fases para a elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos, quatro a mais que a antiga NBR 13532/1995, sendo estas as fases:

- a) levantamento de dados para arquitetura (LV-ARQ); levantamento das informações técnicas específicas (LVIT- ARQ) a serem fornecidas pelo empreendedor ou contratadas no projeto.
- b) programa de necessidades para arquitetura (PN-ARQ);
- c) estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ);
- d) estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ);
- e) anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ);
- f) projeto para licenciamentos (PL- ARQ);
- g) estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP);
- h) anteprojetos complementares (AP-COMP);
- i) projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ);
- j) projetos executivos complementares (PE-COMP);
- k) projeto completo de edificação (PECE);
- l) documentação conforme construído – (“as built”).

Fonte: ABNT NBR 16636-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017)

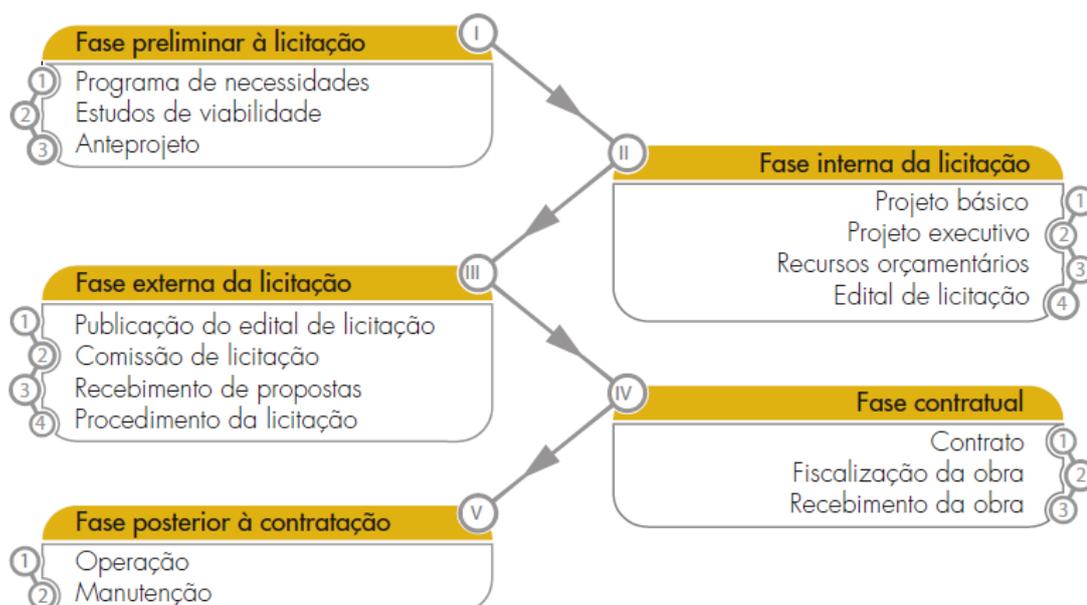
Comparando-se os dispositivos da NBR 16636-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) com sua predecessora NBR 13532/1995, enfatiza-se a complementação das fases pertinentes ao estudo preliminar, anteprojetos e projetos executivos para as disciplinas complementares, etapas as quais demonstram a diligência desta nova atualização normativa quanto à compatibilização de projetos.

Ressalta-se ainda, que a NBR 16636-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017) prevê que sua aplicação geral ou parcial deve ser previamente estabelecida em contrato, tendo-se em vistas as limitações regionais quanto a profissionais, mão-de-obra e materiais.

Para a realização de uma obra pública deve ser seguida uma série de etapas. Essas atividades vão desde a definição da obra a ser realizada, através do estudo de necessidades e viabilidade do empreendimento, até a fase de operação e manutenção.

Visando-se orientar as entidades da administração pública, o Tribunal de Contas da União (TCU) criou a Cartilha de Obras Públicas, material o qual tem por objetivo minimizar falhas formais e de execução, presentes nos empreendimentos da construção civil, possibilitando maior transparência e eficiências as obras públicas (BRASIL, 2014). A Figura 11 apresenta o fluxograma dos procedimentos em ordem sequencial, com as etapas necessárias para a execução direta e indireta de obras públicas no Brasil.

**Figura 11 - Fluxograma de procedimentos para execução indireta de uma obra pública**



Fonte: BRASIL (2014, p.10)

Primeiramente, realiza-se a fase preliminar ao processo licitatório, etapa esta que apesar de regularmente ser tratada como menos importante, é de relevante

valia para a tomada de decisões ao longo do empreendimento. Através da identificação das necessidades, adotam-se os caminhos com maior viabilidade e cumprimento aos anseios sociais (BRASIL, 2014).

Na fase 2 realiza-se o estágio interno da licitação, através da elaboração e preparação para publicação do edital licitatório, especificando-se minuciosamente os detalhes do objeto pretendido, produzindo-se os projetos básico e executivo, além de analisar a possibilidade de dispensa ou inexigibilidade de processo licitatório (BRASIL, 2014).

Sequencialmente, na fase 3, nomeia-se a comissão de licitação, publicando-se o edital e recebendo-se as propostas para análise. Durante a fase 4, é realizada a assinatura do contrato com a empresa vencedora do processo licitatório, a qual executará a obra pretendida, enquanto a contratante fiscalizará sua execução até o recebimento do empreendimento. Por fim, na fase 5, apresentam-se as atividades posteriores à contratação, sendo estas a operação e manutenção da obra executada, realizando-se as mediações indispensáveis para prolongar a vida útil da construção (BRASIL, 2014).

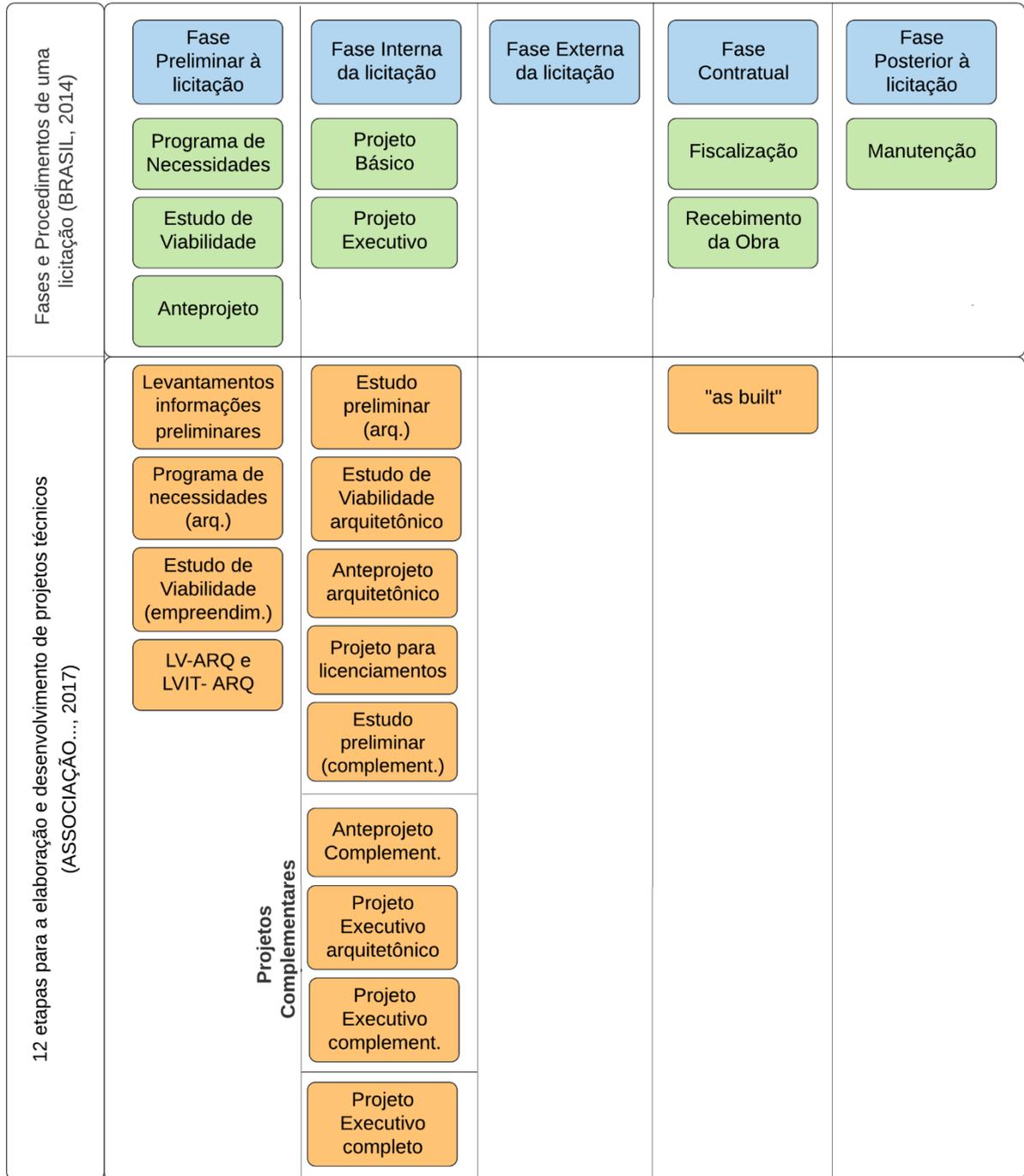
Entende-se através do fluxograma apresentado na Figura 11 que, para a contratação com finalidade de execução de uma obra pública, uma série de passos devem ser atendidos. Inicialmente a administração deverá cumprir a etapa preliminar à licitação, desenvolvendo o programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto, e realizar a fase interna, através da concepção do projeto básico e executivo, análise financeira de recursos orçamentários, e pela elaboração e publicação de edital licitatório.

Portanto, entende-se que o procedimento para a elaboração de um projeto deve seguir uma série de etapas, que se iniciam através da identificação das necessidades, chegando até o projeto completo, ressaltando-se as modificações existentes na NBR 16636/2017 em comparação a sua predecessora a NBR 13532/1995, visando-se a adaptação ao BIM.

Enfatizando-se os processos pertinentes ao desenvolvimento dos projetos de arquitetura, associando-os a NBR 16636-2 (ABNT, 2017), apresenta-se na Figura 12

a seguir o levantamento das principais etapas necessárias para a confecção de um projeto.

**Figura 12 - Fluxograma de procedimentos para elaboração de projeto**



Fonte: O Autor (2020)

Segundo BRASIL (2014), o projeto básico deverá ser realizado previamente a abertura da licitação, devendo este atender aos requisitos:

- Possuir os elementos necessários e suficientes para definir e caracterizar o objeto a ser contratado;
- Ter nível de precisão adequado;
- Ser elaborado com base nos estudos técnicos preliminares que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento;
- Possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos executivos e do prazo de execução.
- A identificação clara de todos os elementos constitutivos do empreendimento;
- As soluções técnicas globais e localizadas;
- A identificação e especificações de todos os serviços, materiais e equipamentos a incorporar à obra;
- Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.
- É importante lembrar que a inconsistência ou inexistência dos elementos que devem compor o projeto básico poderá ocasionar problemas futuros de significativa magnitude, tais como:
- Falta de efetividade ou alta relação custo/benefício do empreendimento, devido à inexistência de estudo de viabilidade adequado;
- Alterações de especificações técnicas, em razão da falta de estudos geotécnicos ou ambientais adequados;
- Utilização de materiais inadequados, por deficiências das especificações;
- Alterações contratuais em função da insuficiência ou inadequação das plantas e especificações técnicas, envolvendo negociação de preços.

Fonte: Brasil (2014)

Segundo Brasil (2014), qualquer inconsistência ou inexistência de elementos no projeto básico a ser elaborado para a licitação de uma obra pública, pode ocasionar problemas futuros de magnitude significativa, além de comprometer a entrega final acordada durante o processo licitatório.

Além disso, a sistematização dos meios de análise e racionalização dos procedimentos de regulamentação está diretamente associada à redução do tempo gasto para a liberação do alvará de obra e, conseqüentemente, em melhorias nas receitas fiscais (NAWARI, 2012; MANZIONE, 2017).

O profissional responsável pela elaboração do projeto básico e executivo pode ser integrante do quadro da própria administração pública, devendo este

possuir inscrição no conselho de classe correspondente ao cargo exercido. Os órgãos de classe correspondem ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) estadual ou no Conselho de Arquitetura e Urbanismo Estadual (CAU), emitindo-se Anotações de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) correspondente ao projeto desenvolvido (BRASIL, 2014).

Caso o órgão público não possua corpo técnico especializado para elaboração do projeto, deve-se licitar a contratação de empresa para desenvolvimento do mesmo. Além da elaboração do projeto, executam-se os orçamentos, cronogramas e os demais documentos gráficos, encaminhando-se para o setor de licitação para análise e aprovação, com memoriais de cálculo e justificativas (BRASIL, 2014).

Constata-se em alguns casos a realização de contratações por parte dos setores de projeto, para a execução de projetos complementares, não se realizando acompanhamento adequado para verificação da qualidade dos produtos. Essa terceirização resulta na ausência de escopo de projeto objetivo, insuficiência no controle de dados, falhas de compatibilização e carência de diálogo entre os profissionais envolvidos (ESTEVES e FALCOSKI, 2013).

Entre os principais motivos que levam a realização da terceirização da elaboração dos projetos, Esteves e Falcoski (2013) atribuem a sobrecarga de trabalho nas equipes de projetistas.

Campos (2010) constata entre as principais dificuldades para intervir em espaços físicos, problemas na descrição dos ambientes, no reconhecimento das particularidades e adversidades do local, e na criação de orçamentos e quantitativos precisos.

Contudo, a sobrecarga nas equipes de projeto, a carência de profissionais capacitados e a escassez de tempo de trabalho, resultam muitas vezes na necessidade de terceirização parcial ou total do processo. Medida esta que pode resultar na incompatibilidade e dessincronização entre a empresa contratada e o setor de projetos, afetando-se diretamente na qualidade dos produtos elaborados (ESTEVES e FALCOSKI, 2013).

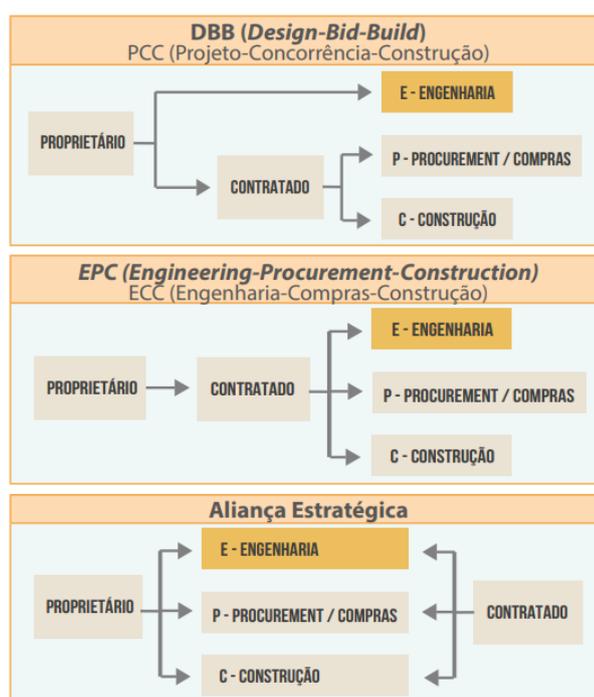
## 4.2 Modalidades de Contratação para obras públicas em BIM

O Brasil não possui um panorama histórico-cultural de planejamento de atividades e de processos, registrando-se a ocorrência de baixa qualidade em questões de documentação e registros de comunicação (CBIC, 2016). Ao se comparar a situação brasileira com países liberes da propagação da Modelagem da Informação da Construção, nota-se uma discrepante diferença quanto aos processos adotados.

Deste modo, considera-se a análise sobre modelos de contratação fundamental para melhor adaptabilidade do BIM ao seguimento nacional da construção, tendo-se em vista as possíveis particularidades devido à extensão territorial e cultural do país.

Identificam-se no Brasil, segundo CBIC (2016), três diferentes esquemas de modalidade de contratação, sendo estas: *Design-Bid-Build* (DBB) ou Projeto-Concorrência-Construção (PCC); *Engineering-Procurement-Construction* (EPC) ou Engenharia-Compras-Construção (ECC); e 'Aliança Estratégica', conforme representação esquemática apresentada na Figura 13.

**Figura 13 - Ilustração dos três diferentes esquemas de contratação**



Fonte: CBIC (2016, p.23)

No primeiro modelo, *Design-Bid-Build* (DBB), o proprietário ou investidor, podendo-se buscar um parceiro ou sendo ele mesmo o incorporador, contrata um profissional (arquiteto), para desenvolver um projeto preliminar da obra. Os demais profissionais técnicos serão selecionados com base no menor preço da proposta, sendo estes coordenados pelo arquiteto contratado, de modo que a construtora executará a obra, ou seja, o proprietário designa um profissional para coordenar o andamento da construção (CBIC, 2016).

No segundo modelo *Engineering-Procurement-Construction* (EPC), o proprietário contrata a construtora designando-a para encarregar-se de todas as contratações necessárias, selecionando-se os demais profissionais necessários ou subempreiteiras (CBIC, 2016).

Entre as principais características do modelo de contratação *Engineering-Procurement-Construction* (EPC) segundo a CBIC (2016) destacam-se:

1. Definição e foco num preço global para a realização do empreendimento;
2. Execução integrada do empreendimento, incluindo o fornecimento de todos os materiais, mão de obra, equipamentos, matérias-primas, materiais consumíveis (Ex. combustíveis, lubrificantes, eletrodos de solda, etc.) etc.;
3. Definição e foco em um prazo máximo determinado para a execução do empreendimento;
4. Entrega do empreendimento em condições de operação com segurança, de acordo com as expectativas gerais e os requisitos previamente definidos pelo contratante ('chaves na mão');
5. Preço total do empreendimento acaba sendo majorado pelo contratado, para a cobertura de riscos adicionais e eventuais, já que a responsabilidade é toda concentrada num único agente;
6. Responsabilidade única e concentrada.

Fonte: CBIC (2016)

Entre as décadas de 40 a 90, o modelo de *Projeto-Concorrência-Construção* (DBB) foi o mais utilizado para a realização de obras públicas. Segundo CBIC (2016), isso ocorreu devido ao fato de que o Direito da Construção se encontrava vinculado ao Direito Administrativo e ausência de incentivos à engenharia de valor. A partir da década de 90, predominou o modelo de Engenharia-Compras-Construção (EPC), baseado na Nova Lei de Licitações e de Arbitragem, com a implantação de modelos estrangeiros de contratação e incentivos a engenharia de valor (CBIC, 2016).

Por fim, na modalidade Aliança Estratégica, duas empresas trabalham sinergicamente de modo a ampliar suas potencialidades e terem maior probabilidade de sucesso, sendo o modelo com mais facilidade de implantação do BIM, apresentando-se melhor adaptação em comparação aos outros dois modelos (CBIC, 2016).

O processo de relacionamento entre as empresas parceiras deve ser estabelecido preliminarmente de maneira clara, compartilhando-se os riscos, obrigações e bonificações presentes ao longo dos empreendimentos (CBIC, 2016).

Concluindo-se que, apesar dos três modelos de contratação apresentados possibilitem a implantação do BIM, o terceiro modelo correspondente a Aliança Estratégica é o que melhor se adéqua para essa situação, por meio da utilização de *Integrated Project Delivery* (IPD). O IPD corresponde a um método de entrega através de um grupo no qual os integrantes firmam o compromisso de trabalhar de modo eficiente e colaborativa em todas as fases do projeto, compartilhando os riscos e benefícios (CBIC, 2016).

Com a finalidade de oferecer instruções práticas e claras para o processo de contratação de projetos em BIM aos setores públicos e privados, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério da Indústria, Comercio Exterior e Serviços (MDIC) disponibilizaram em 2017 a Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. O material é estruturado em seis guias mais um anexo, apresentando-se as seguintes etapas: Processo de projeto BIM, Classificação da informação no BIM, BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção, Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia, Avaliação de desempenho energético em Projetos BIM e A Implantação de Processos BIM (ABDI, 2017).

O volume quatro desse Guia apresenta as diretrizes para contratação em BIM, enfatizando-se que é de responsabilidade do gestor do empreendimento adaptar os modelos disponibilizados segundo suas necessidades (ABDI, 2017). Os dois principais modelos apresentados no material são o Plano de Execução em BIM, que retrata as responsabilidades, etapas e produtos, e o Fluxograma Geral do Processo de Projeto, descrevendo a correlação das atividades e produtos.

Torna-se uma tarefa árdua a adaptação nacional na adoção deste modelo de contratação, tendo em vista que não existe no país exemplo de aplicação do IPD, dificultado principalmente por barreiras culturais (CBIC, 2016). Além disso, os padrões de contratação devem ser reestruturados, de maneira colaborativa e integrada, demandando-se das empresas mudanças quanto a postura usual pertinente a seu modelo operacional (CBIC, 2016).

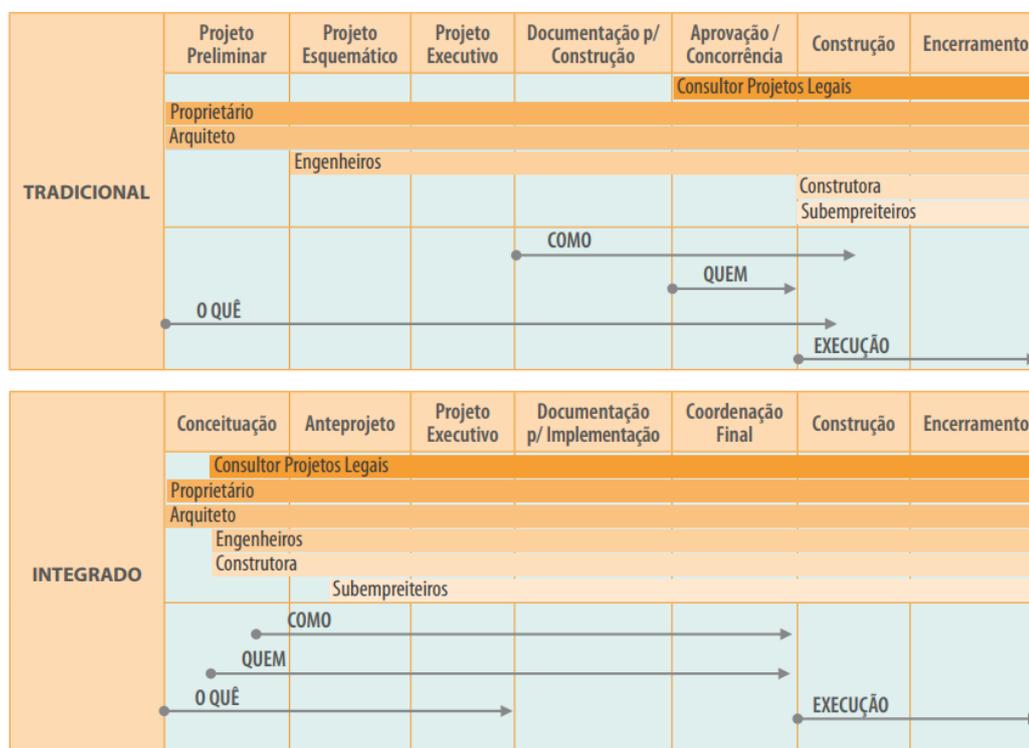
Apresentam-se no Quadro 06 e na Figura 14, as principais diferenças a contratação tradicional e o modelo IPD.

**Quadro 06 - Principais diferenças entre modelos de contratação tradicionais e o modelo *Integrated Project Delivery (IPD)***

| ASPECTO                   | PROCESSO TRADICIONAL   | IPD   |
|---------------------------|--|---|
| Equipes                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmentadas</li> <li>• Montadas de acordo com as necessidades específicas</li> <li>• Equipes dimensionadas com os mínimos recursos imprescindíveis</li> <li>• Organizadas com hierarquia rígida</li> <li>• Bastante controladas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma equipe integrada composta por representantes de todos os principais envolvidos</li> <li>• Equipe montada desde as fases mais iniciais do projeto</li> <li>• Equipe aberta</li> <li>• Equipe focada no trabalho colaborativo</li> </ul>             |
| Processo                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear</li> <li>• Específicos</li> <li>• Segregados</li> <li>• Conhecimentos acessados conforme as necessidades específicas</li> <li>• Informações acumuladas</li> <li>• Silos de conhecimento e especialidades</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concorrente e combinado entre os diferentes níveis</li> <li>• Antecipação das contribuições de especialidades e conhecimento</li> <li>• Informações compartilhadas abertamente</li> <li>• Respeito e confiança mútua entre os participantes</li> </ul> |
| Riscos                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciados de forma individual</li> <li>• Transferidos para a maior extensão possível</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciados coletivamente</li> <li>• Apropriadamente divididos entre os participantes</li> </ul>   |
| Remuneração / Compensação | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perseguida individualmente</li> <li>• Baseado no emprego do mínimo esforço para a obtenção do máximo retorno</li> <li>• Em geral, baseado principalmente nos custos</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O sucesso da equipe é condicionado diretamente ao sucesso do empreendimento</li> <li>• Baseado em valor agregado</li> </ul>  |
| Comunicações / Tecnologia | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos baseados em documentos</li> <li>• Desenhos desenvolvidos em CAD 2D</li> <li>• Analógicos</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos baseados em informações digitais, construção virtual</li> <li>• BIM – Building Information Modeling, abrangendo 3, 4 ou 5 dimensões</li> </ul>  |
| Acordos                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encoraja esforços unilaterais</li> <li>• Aloca e transfere riscos</li> <li>• Sem compartilhamento</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promove, estimula e apoia o compartilhamento multilateral e o trabalho colaborativo</li> <li>• Riscos compartilhados.</li> </ul>   |

Fonte: CBIC (2016, p.25)

**Figura 14 - Ilustração entre modelos de contratação tradicionais e o modelo *Integrated Project Delivery (IPD)*.**



Fonte: CBIC (2016, p.26)

Independente do modelo de contratação implantado ressalta-se a necessidade de treinamentos de pessoal e mudanças quanto à cultura de negócios, possibilitando-se a utilização de contratos colaborativos, e melhor relacionamento com as universidades.

### 4.3 Processo Licitatório

A Lei Federal n.º 8.666, de 21 de junho de 1993, que “Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências”, apresenta os princípios regimentais para a realização de processos licitatórios e contratações públicas. Entre suas finalidades estão garantir a isonomia prevista na constituição, resguardando os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade e da probidade (BRASIL, 1993).

Entende-se que toda especificação para indução da aplicação de novos meios tecnológicos nos procedimentos licitatórios para obras públicas deve atender

a lei de contratos e licitações. Visando-se fortalecer e introduzir inovações tecnológicas desenvolvidas no país, alterou-se o Artigo 3.º da lei supracitada através da Lei Federal n.º 12 349, de 15 de dezembro de 2010, conforme trecho transcrito a seguir:

§ 5o Nos processos de licitação previstos no caput, poderá ser estabelecido margem de preferência para produtos manufaturados e para serviços nacionais que atendam a normas técnicas brasileiras.

§ 6o A margem de preferência de que trata o § 5º será estabelecida com base em estudos revistos periodicamente, em prazo não superior a 5 (cinco) anos, que levem em consideração:

[...]

III - desenvolvimento e inovação tecnológica realizados no País;

[...]

Fonte: Brasil (2010)

Deste modo, constata-se que há a possibilidade de particularização de implantação de tecnologias específicas, porém, o departamento responsável por obras deve então justificar a necessidade em implantar um sistema específico de modelagem da informação, desde que não restrinja a participação por justa concorrência.

Sendo assim, torna-se legalmente possível a realização de processos licitatórios com especificações de obrigatoriedade do uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM).

Quanto aos tipos de licitação, a Lei Federal 8.666/1993 determina a possibilidade de execução de três classes distintas para processos licitatórios, a por menor preço, por melhor técnica ou por técnica e preço (BRASIL, 1993).

A baixa qualidade das obras e a realização de aditivos de tempo são comumente justificados devido à realização de processos licitatórios por menor preço, dificultando o poder público de atender quesitos de qualidade em razão destas limitações de compra (GUIDUGLI FILHO e ANDERY, 2002).

Esteves e Falcoski (2013) ao analisarem o planejamento e gestão de projetos dentro das universidades públicas constataram que os profissionais contratados para a elaboração de projetos nem sempre corresponderam com a capacitação técnica necessária, tendo-se em vista que os contratos foram realizados apenas em função dos valores das propostas.

Além disso, apesar da subordinação dos órgãos públicos à Lei Federal nº 8.666/1993, para a contratação para execução de empreendimento, ressalta-se que a responsabilidade pela fiscalização e acompanhamento das obras continua sendo das prefeituras universitárias (ESTEVEES e FALCOSKI, 2013).

Identificaram-se inúmeras pesquisas sobre o processo de adoção do BIM realizadas, as quais registram diversos possíveis benefícios de sua utilização. Contudo, foram selecionados para apresentação dois casos específicos, tendo-se como critério as particularidades apresentadas em cada situação.

Primeiramente, discorre-se sobre a pesquisa de Stradiotto (2018), comparando-se dois editais de processo licitatório para obras no Centro de Referência da Assistência Social (CRAS) de Santa Catarina. Este caso foi selecionado devido à análise para comparação entre editais de construções por métodos tradicionais e editais específicos para BIM.

Sequencialmente, apresenta-se o processo licitatório com BIM da Prefeitura de Gaspar, com a finalidade de contratação de empresa especializada para a elaboração dos projetos para construção da Unidade Básica de Saúde (UBS). O processo licitatório teve resultado “deserto”, apesar de duas tentativas de abertura. A análise visa compreender possíveis motivos para a ausência de empresas interessadas.

#### **4.3.1 Processo Licitatório em obras com BIM do CRAS-SC**

Com o objetivo de comparar as possíveis influências que a aplicação do BIM no processo licitatório de uma obra pública, com foco na redução de aditivos de prazo e custo, Stradiotto (2018) comparou dois editais licitatórios. Ambos os editais apresentam o objetivo de realizar obras no Centro de Referência da Assistência Social (CRAS) de Santa Catarina, sendo que, no Edital A utilizou-se de projetos tradicionais em CAD e no Edital B com projetos desenvolvidos em BIM.

Comparando-se os resultados entre as obras dos editais A e B, constatou-se que as do edital B apresentaram ganhos em relação aos projetos tradicionais em CAD, todavia, mesmo com a utilização do BIM diversas obras do edital B tiveram a necessidade de aditivos de prazo e custo. A necessidade de realização de aditivos

demonstrou que apesar da implantação da metodologia BIM vários fatores influenciaram o andamento e custo das obras, como contratação, contrapartida do município, entre outros.

Todas as obras do Edital A necessitaram de aditivos de prazo, com variação entre 456,66% a 595,83%, estando entre os principais motivos para a necessidade de reprogramação dos prazos das entregas, problemas na execução das fundações e replanejamento da organização das mesmas. Identificou-se ainda no edital A problemas com compatibilização de projetos, erros de detalhamento, assim como, imprecisões e falhas nos levantamentos quantitativos (STRADIOTTO, 2018).

Em relação ao Edital B, apesar da ocorrência de erros quantitativos, os mesmos demonstraram em escala menor, compatibilização entre os projetos, possibilitando concluir que o maior detalhamento dos projetos facilitou o acompanhamento (STRADIOTTO, 2018).

Entendeu-se que a utilização do BIM possibilitou a disponibilização de mais informações, tanto quantitativamente como qualitativamente, reduzindo simbolicamente o tempo e custo adicionais em comparação com os projetos tradicionais apresentados no Edital B. Entretanto, questões como contrapartida municipal e alterações nos editais interferiram nos resultados obtidos.

Entre as ações estratégicas para disseminação do BIM-BR está propor normas que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas, e incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade. Fatores estes que nos leva a crer que, ainda existam brechas para interpretação e/ou carência de normativas para este tipo de contrato e licitação.

#### **4.3.2 Processo Licitatório com BIM da Prefeitura de Gaspar**

Apesar da possibilidade legal na abertura de processos licitatórios os quais imponham a obrigatoriedade do uso do BIM em obras públicas, nota-se que o mercado construtor e projetista também deve aderir a esse sistema. Nota-se que, caso uma região não disponha de empresas que utilizem o BIM, não haverá concorrência para participação dos procedimentos licitatórios.

Como exemplo da situação citada no parágrafo anterior, a Prefeitura Municipal de Gaspar, do Estado de Santa Catarina, abriu no exercício de 2019 Edital de Licitação através do Processo Administrativo n.º 154/2019, pela Modalidade: Tomada de Preço n.º 08/2019, de 16/08/2019. Com a finalidade de contratação de empresa especializada para a elaboração dos projetos para construção da Unidade Básica de Saúde (UBS) Sete de Setembro, utilizando Modelagem da Informação da Construção (BIM), inclusive 4D e 5D, conforme ata de abertura e julgamento, apresentada em 16 de agosto de 2019 (GASPAR, 2019).

O valor estimado para a licitação foi de R\$114.288,05 (cento e quatorze mil, duzentos e oitenta e oito reais e cinco centavos), e a área da edificação a ser definida pelo projeto arquitetônico poderia variar entre 330,00 e 360,00 m<sup>2</sup>, e a área total construída no limite de 445,00 m<sup>2</sup> (GASPAR, 2019).

Outro fator significativo deste processo licitatório foi a exigência de Equipe Técnica Mínima, ou seja, entre os profissionais obrigatórios deveria ter a disposição de Gerente de Projetos (BIM Manager), podendo este ser graduado em arquitetura, engenharia civil, ou engenharia de produção. Contudo, o processo resultou na inexistência de qualquer interessado, dando-se a licitação por “deserta”.

A ata de abertura e julgamento registrou a inexistência de qualquer interessado em participar do certame, de modo que, três meses após o primeiro processo licitatório, uma nova tentativa de contratação foi realizada. Abriu-se o Processo Administrativo n.º 236/2019, também pela Modalidade: Tomada de Preço n.º 20/2019, de 12/11/2019, com as mesmas especificações do primeiro processo, resultando novamente em licitação “deserta”, sem qualquer interessado (GASPAR, 2019).

Apesar de os pareceres não serem específicos quanto aos fatores que levaram aos dois processos licitatórios serem “desertos”, constatou-se que nas obras licitadas posteriormente às Tomadas de Preço apresentadas não foi mais solicitada à utilização de Modelagem da Informação da Construção (BIM), não se observando nenhuma situação de licitação “deserta”.

#### **4.4 Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos**

Em 1º. de abril de 2021 foi publicada a Lei nº 14.133/2021 (BRASIL, 2021) que dispõe sobre as normativas para a realização de licitações e contratos administrativos. Sua finalidade é de proporcionar maior eficácia aos contratos administrativos assegurando também maior transparência durante a realização de licitações públicas.

A revogação da legislação anterior ocorrerá após dois anos de sua publicação, de tal modo que, o poder público poderá escolher qual legislação seguir durante esses dois primeiros anos. Contudo, os municípios com até 20.000 (vinte mil) habitantes, grupo correspondente ao pesquisado pela presente dissertação, terão prazo superior para sua adaptação, ou seja, igual a seis anos, conforme disposto no artigo 176 (BRASIL, 2021).

A nova lei prevê a implantação de sistema informatizado de acompanhamento de obras, criação de catálogo eletrônico de padronização de compras, serviços e obras e visa promover a adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia (BRASIL, 2021).

Quanto à utilização do BIM nas obras públicas, a nova legislação assegura a preferência para sua adoção ou de tecnologias similares, conforme apresentado no parágrafo 3º do artigo 19 a seguir:

Art.19 (...) § 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.

Fonte: Artigo 19, § 3º da Lei nº 14.133/2021 (BRASIL, 2021)

Contudo, nota-se a ausência de maiores orientações para o processo de adequação dos trâmites contratuais para a inserção de metodologias BIM nas obras públicas. Entende-se que, durante os dois primeiros anos da não obrigatoriedade de utilização da nova legislação, será essencial a adaptação e familiarização com as

novas diretrizes, analisando-se experiências e acompanhando-se prováveis entendimentos do TCU para os novos trâmites legais.

#### **4.5 Processo de Aprovação de Projetos**

Tendo-se em vista que a primeira etapa para disseminação nacional do BIM-BR corresponde a fase de projetos, entende-se como necessário a análise de todo o trâmite de elaboração, acompanhando-se desde o estudo de necessidades, até o estágio de aprovação dos projetos.

O processo de análise de projetos tradicionalmente empregado corresponde ao atrelamento do procedimento aos conhecimentos do analista encarregado por esta função, o que demanda tempo, e resulta na sobrecarga destes profissionais, tendo em vista a ausência de padronização para os processos de aprovação (MAINARDI NETO, 2016).

Sendo assim, entende-se que o processo tradicional de aprovação dependerá exclusivamente dos conhecimentos do profissional encarregado da correção, sobre as normativas e diretrizes vigentes para a região onde o projeto será executado. Situação que além de retardar o procedimento, também possibilita o surgimento de nebulosidade durante a análise, tendo em vista a necessidade da interpretação de normativas, que frequentemente não atendem especificamente ao layout da obra em questão.

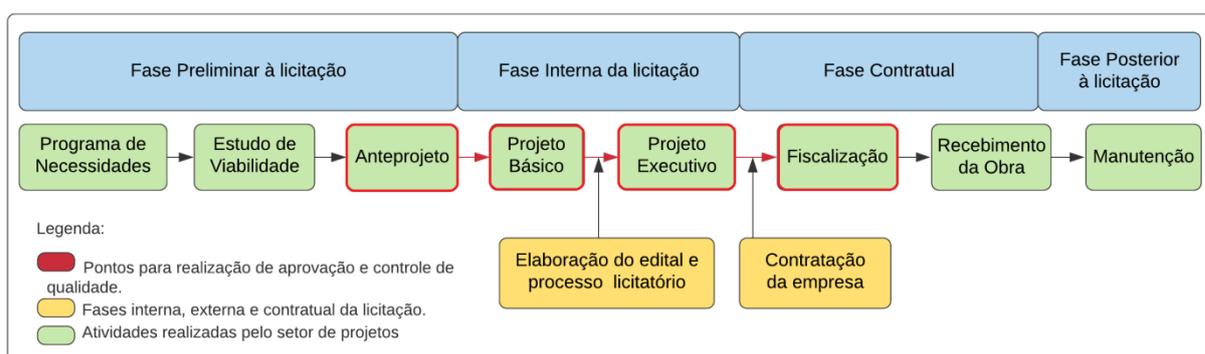
A Lei Federal n.º 8.666/1993, apresenta em seu artigo 7.º, parágrafo segundo, inciso I, que o processo licitatório de obras públicas só poderá ser realizado após a aprovação do projeto básico pelas autoridades competentes, ficando este disponível para consulta pelas empresas participantes do processo (BRASIL, 1993).

A NBR 16636-2 (ABNT, 2017) acrescenta que as informações técnicas contidas nos projetos legais de arquitetura devem ser suficientes para atender ao processo de aprovação por parte dos órgãos públicos e demais entidades vinculadas ao trâmite legal.

Reforçando-se a relevância que o processo de aprovação possui perante a realização de empreendimentos públicos, assim como, seu ritmo de execução apresenta-se diretamente ligado ao andamento dos demais processos durante uma

obra. Apresentam-se na Figura 15 a seguir os possíveis pontos para intervenção do setor de projetos, visando a realização de revisões, aprovações e controle de qualidade dos projetos em fase de elaboração, sendo estes realizados pelo próprio poder público ou através de terceirização.

**Figura 15 - Levantamento dos possíveis pontos para aprovação e controle de qualidade de projetos.**



Fonte: O Autor (2020)

O processo de aprovação demonstra-se uma tarefa manual, utilizando-se do conhecimento técnico e das experiências adquiridas através de projetos aprovados anteriormente, para a aprovação de novos empreendimentos (NAWARI, 2012).

Os procedimentos de análise e aprovação de projetos, por se tratar de atividades normalmente realizadas de modo manual, tem sua execução baseada particularmente em experiências práticas e conhecimentos técnicos do profissional responsável (NAWARI, 2012). Este procedimento manual pode resultar no aumento significativo do tempo de análise e elevar as chances de incertezas devido às brechas para interpretação (KHEMLANI, 2005).

O uso da Verificação de Regras (*Code Checking*), proporcionado pela metodologia BIM, corresponde ao processo de avaliação de um projeto por meio de informações presentes no mesmo (EASTMAN *et al.*, 2009), e significa uma das possíveis medidas para modernização do processo de aprovação.

Entende-se como fundamental a adequação e padronização das informações contidas nos elementos (NAWARI, 2012), assim como a standardização das normas, leis e documentos necessários para a regulamentação dos processos, visando a compatibilização durante o processo de verificação de regras.

Apesar do processo de Verificação de Regras propor maior eficiência e rapidez durante os procedimentos para a aprovação de projetos, podem ser apresentadas restrições para sua total eficácia. Entre as limitações identificadas, segundo Mainardi Neto (2016), destaca-se a presença de diversas regras não claras, as quais precisavam ser reescritas, enfatizando que a correta adequação da escrita de uma regra torna-se fundamental para a credibilidade e segurança dos resultados obtidos pela Verificação de Regras.

Com a finalidade de analisar as etapas necessárias para a utilização do processo de Verificação de Regras, Mainardi Neto (2016) acompanhou o procedimento de implantação do BIM nas obras do Metrô de São Paulo. Ao longo da pesquisa, foram identificadas as vantagens que essa ferramenta possui em comparação com a utilização de uma análise manual. Continuando, Mainardi Neto (2016) menciona que a utilização de projetos em 3D possibilitou a representação de um único projeto contendo todos os trechos a serem trabalhados, contribuindo na antecipação da tomada de decisões para a realização de alterações no projeto.

Visando-se a análise de municípios de pequeno porte, entende-se fundamental a identificação dos processos de aprovação de projetos, como formatos de arquivos e meios de transferência de informação, os softwares e equipamentos físicos disponíveis, e a caracterização da equipe atuante durante este procedimento. Entende-se também como essencial verificar-se os níveis de conhecimento sobre o BIM e os investimentos aplicados destinados à capacitação e atualização.

Ao analisarem-se as necessidades de implantação de um processo de Verificação de Regras por um órgão público municipal, supõe-se necessária a identificação da disponibilidade de pessoal capacitado para a reestruturação da linguagem presente nas normativas, moldando-as de acordo com a comunicação computacional. Objetiva-se com isso facilitar a verificação de incompatibilidade ou reduzir a ocorrência de subjetividade no processo de avaliação de projetos. Além disso, outro fator que fortalece o investimento na modernização dos procedimentos de verificação de regras seria a maior rapidez do processo de aprovação de empreendimentos.

#### **4.6 Contextualização da realidade dos municípios de pequeno porte**

Os municípios possuem um papel imprescindível para o desenvolvimento nacional, desempenhando a função de promover e incentivar atividades econômicas que visem o progresso da comunidade local, assim como, em trabalhar em conjunto com o Estado e a União, objetivando-se o avanço do país.

Constata-se que não existe uma única classificação dos portes municipais. Apesar do caderno técnico da Confederação Nacional dos Municípios (CNM, 2015) definir pequeno porte como população inferior a 50 mil habitantes, adota-se o critério do Art. 41 do Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001a). Tal medida é adotada devido aos municípios com população inferior a 20 mil habitantes não possuírem a obrigatoriedade de desenvolver planos diretores de planejamento urbano.

Identifica-se discrepância descomunal quanto à independência financeira administrativa pertinente a municípios deste porte populacional, demonstrando-se debilidade na gestão pública e na potencialidade de gastos. Segundo CNM (2015), apresentam-se limitações quanto à arrecadação de fontes próprias, de modo que, uma das principais fontes de recurso para a base tributária de pequenos municípios é o Repasse do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). O FPM corresponde a uma transferência realizada pela União, destinada aos Estados e Distrito Federal, originado através de Emenda Constitucional, e que classifica os municípios em três classes: Capitais, Interior e Reserva (aqueles com população igual ou superior a 142.633 habitantes, e que não são capitais) (BRASIL, 2018c).

Considerando-se que a maioria dos municípios de menor porte apresentam limitações quanto à obtenção de fontes de arrecadação própria, entende-se que a governabilidade municipal, depende dos repasses do FPM. Além disso, a realização de investimentos em novas tecnologias fica dependente também desse repasse, que está diretamente relacionado com a amplitude de sua população.

Dentre os critérios para realização do cálculo dos coeficientes de repasses, está o número de habitantes registrados no município, de acordo com as informações prestadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ao Tribunal de Contas da União (TCU), até o dia 31 de outubro de cada exercício (BRASIL, 2018c). O Quadro 07 a seguir, adaptado do Decreto Lei nº 1.881 (BRASIL,

1981), apresenta os coeficientes pertinentes a cada faixa populacional dos municípios de interior.

Aproximadamente de 81,2% dos 645 municípios que compõem o Estado de São Paulo possuem população inferior a 50 mil habitantes. De acordo com CNM (2015), faltam diretrizes governamentais que visam estimular a realização de ações para estimular e auxiliar aos municípios na expansão de suas fontes próprias de arrecadação, principalmente em municípios de pequeno porte.

**Quadro 07 – Coeficientes do FMP Interior, segundo faixa populacional**

| Faixa de habitantes |                  | Coeficiente |
|---------------------|------------------|-------------|
| População Mínima    | População Máxima |             |
| -                   | 10.188           | 0,6         |
| 10.189              | 13.584           | 0,8         |
| 13.585              | 16.980           | 1,0         |
| 16.981              | 23.772           | 1,2         |
| 23.773              | 30.564           | 1,4         |
| 30.565              | 37.356           | 1,6         |
| 37.357              | 44.148           | 1,8         |
| 44.149              | 50.940           | 2,0         |
| 50.941              | 61.128           | 2,2         |
| 61.129              | 71.316           | 2,4         |
| 71.317              | 81.504           | 2,6         |
| 81.505              | 91.692           | 2,8         |
| 91.693              | 101.880          | 3,0         |
| 101.881             | 115.464          | 3,2         |
| 115.465             | 129.048          | 3,4         |
| 129.049             | 142.632          | 3,6         |
| 142.633             | 156.216          | 3,8         |
| 156.217             | -                | 4,0         |

Fonte: O autor, adaptado do Decreto Lei nº 1.881/1981

Outra faixa populacional comumente utilizada bibliograficamente para classificar municípios de pequeno porte seria a de municípios com menos de 20 mil habitantes (Estatuto das Cidades - BRASIL, 2001a). Os municípios com população inferior a 20 mil habitantes não são obrigados a desenvolverem os Planos Diretores, de modo a terem suas necessidades desconectadas do planejamento urbano, impossibilitando que estes municípios tenham acesso a financiamentos federais para

ordenamento e desenvolvimento regional, garantidos por estas políticas (CNM, 2015).

Marinho e Jorge (2015) com o intuito de investigar o perfil do planejamento nos municípios com até 20 mil habitantes localizados no Sergipe, analisaram 14 municípios de porte pequeno durante o ano de 2009. Observou-se que o planejamento na maioria dos municípios desse porte encontrava-se em estágio embrionário, apontando-se limitações quanto à presença de corpo técnico qualificado e na compreensão por parte dos chefes do Poder Executivo e do Legislativo sobre os principais instrumentos de planejamento.

Tavares (2006) verificou por meio de pesquisa conduzida no Estado do Paraná, que a grande maioria dos municípios de pequeno porte implanta apenas os instrumentos de planejamento obrigatórios, desvalorizando-se instrumentos como os Planos Diretores. Ainda segundo o mesmo, a maioria dos pequenos municípios não possuem corpo técnico capacitado para atender as demandas, possuindo servidores em sua maioria de nível auxiliar e médio.

Considerando-se as limitações existentes em municípios de pequeno porte, torna-se fundamental estimular o desenvolvimento sustentável através da adoção de tecnologias e práticas acessíveis (CNM, 2019). Outras possíveis dificuldades são referentes à padronização de projetos e à necessidade de investimentos em horas de trabalho.

Analisando-se a integração das cidades de pequeno porte ao processo de globalização contemporânea, Lopes e Henrique (2010) apontam desigualdades na disseminação e acesso de inovações tecnológicas, enfrentando-se barreiras quanto a sua distribuição social e territorial. Destaca-se ainda de acordo com os autores que, fatores como as potencialidades locais (acesso a recursos naturais, turismo etc.), ou predominância de atividades produtivas modernizadas, demonstram-se indiscutivelmente vantajosos para o desenvolvimento tecnológico regional.

As modificações econômicas, políticas e técnicas demonstram-se inerentes ao processo de urbanização, incorporando-se segundo as especificidades de cada país ou região. Sendo assim, torna-se crucial compreender o processo de

urbanização em pequenas regiões, pois constituem parte significativa do território nacional (LOPES e HENRIQUE, 2009).

Através dos dados mencionados, entende-se que as medidas governamentais para a disseminação do BIM, assim como a adoção por parte do setor da AECO para modernização, tendem a disseminar essas tecnologias por todo o país. Contudo, nota-se que os municípios de pequeno porte enfrentam realidades singulares quando comparados as grandes capitais e cidades com maiores populações, tornando-se necessário aprofundar-se nessas deficiências.

## 5. Método da pesquisa

Ao longo deste capítulo, apresentam-se os métodos e ferramentas adotadas para a realização da pesquisa, visando-se direcionar os estudos com o propósito de cumprir com os objetivos estipulados. Indicam-se os procedimentos para a realização da coleta de informação e revisão da bibliografia, assim como, para a seleção das amostras para os estudos de casos, e os critérios para análise e tratamento das informações obtidas.

Realizou-se pesquisa qualitativa de cunho descritivo e exploratório, considerando a abordagem indutiva. Ou seja, através da observação de experiências particulares, criaram-se generalizações conceituais, as quais foram testadas e analisadas (DINIZ e SILVA, 2008).

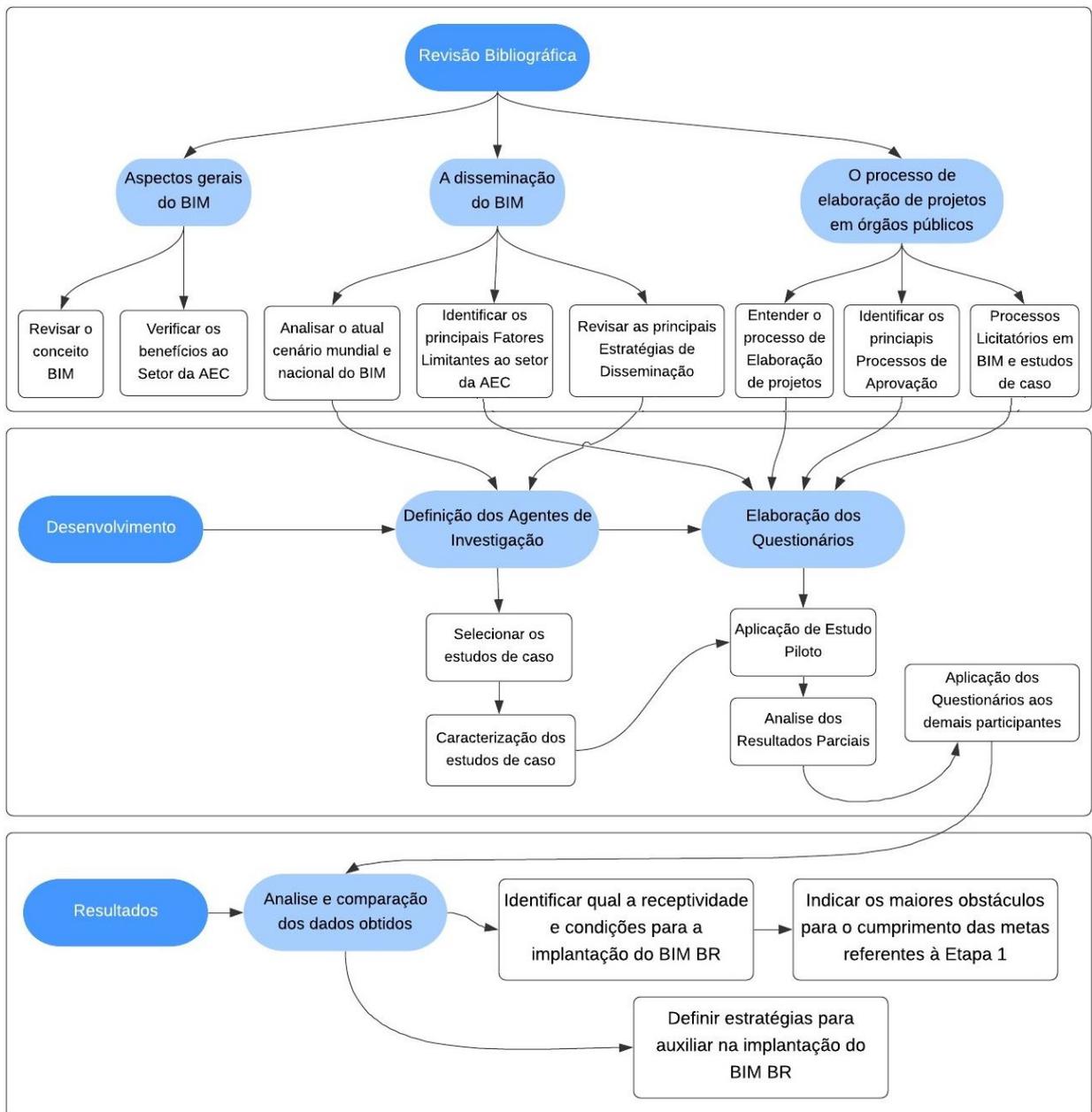
Adotou-se o método qualitativo devido à complexidade do tema, não tendo como objetivo a obtenção de quantificar os dados coletados, e sim, descrever e interpretar os fenômenos analisados (MORESI, 2003). Utilizou-se uma amostra de dados consideravelmente pequena quando comparada à amplitude de todos os envolvidos, porém, buscou-se analisar minuciosamente as amostras do estudo, identificando as relações existentes com o tema proposto.

O método qualitativo adotado para a abordagem do problema busca captar não apenas o fenômeno, mas sua essência, identificando os motivos de sua origem, suas alterações ao longo do tempo, e principalmente, suas consequências para a vida humana (TRIVIÑOS, 1987).

Quanto às amostras selecionadas, adotou-se o método de estudos de casos múltiplos, visando-se aprofundar minuciosamente na coleta de informações do grupo selecionado. Os estudos de caso múltiplos possibilitam maior credibilidade a pesquisa, possibilitando a coleta de evidências empíricas, análise individual e cruzamento e comparação entre os dados coletados pelas amostras múltiplas.

Apresenta-se na Figura 16 o fluxograma da pesquisa, contendo as principais etapas e procedimentos a serem seguidos.

Figura 16 - Fluxograma com a Estrutura da Pesquisa



Fonte: O Autor (2020)

A pesquisa foi dividida em três etapas, primeiramente realizou-se a revisão bibliográfica, sequencialmente desenvolveu-se e aplicou-se o questionário por meio da técnica de questionários, e por fim, analisou-se os dados coletados.

Mediante análise das informações coletadas ao longo da revisão bibliográfica, estudou-se o atual cenário mundial e nacional do BIM, principais estratégias para

disseminação e limitações quanto à implantação junto ao campo do setor de AECO, entre outros assuntos.

Por meio da aplicação de estudo piloto, levantou-se informações pertinentes aos processos para elaboração, licitação e execução de projetos para obras públicas, bem como se observou as condições gerenciais existentes. Esta etapa colaborou para a elaboração de questionário que visa identificar as possíveis limitações e barreiras para disseminação do BIM. Em seguida, o questionário foi aplicado de forma online para a amostra total participante da pesquisa.

A etapa final correspondeu à análise dos resultados obtidos, proposições de recomendações e conclusões da pesquisa.

Com isso, espera-se obter parâmetros para analisar a receptividade e as condições necessárias para a implantação do BIM por parte dos municípios analisados, identificando-se os maiores obstáculos e traçando-se estratégias para a maior eficiência de uma futura disseminação do BIM junto a municípios de pequeno porte.

## **5.1 Revisão Bibliográfica**

Realizou-se revisão bibliográfica por meio da análise de bibliográficas identificadas e pertinentes ao tema de estudo. Primeiramente, pesquisaram-se trabalhos sobre os conceitos básicos do BIM e sobre a implantação desta tecnologia ao setor de AECO. Sequencialmente, analisaram-se bibliografias sobre o processo de disseminação do BIM pelo mundo, explorando-se o atual estágio dos países pioneiros. Em seguida, buscou-se identificar as principais medidas adotadas no Brasil e seus desafios para a concretização da Estratégia BIM-BR.

Dando-se continuidade, buscou-se artigos internacionais sobre as limitações atuais para a implantação do BIM, analisando-se experiências em diversos países, com os mais diversos graus de disseminação, ou seja, países com tradição em BIM até países em processo inicial de disseminação.

Também foram apresentados os trâmites para elaboração de projetos, licitação e execução de empreendimentos públicos, e por fim, contextualizou-se

alguns pontos da realidade enfrentada pelos municípios de pequeno porte no Brasil, frente ao processo de modernização e disseminação de novas tecnologias.

## **5.2 Pesquisa de Campo**

O método utilizado para esta segunda etapa do estudo foi a aplicação de questionário eletrônico para coleta de dados, por meio do método de estudo de caso múltiplos. Objetivou-se verificar quais as estratégias para intervir neste cenário, modificando-o de modo a favorecer e facilitar a disseminação da metodologia BIM. Por meio da aplicação de questionário pretendeu-se trabalhar com palavras e ideias, através de raciocínio dialético e indutivo (MORESI, 2003).

Visando-se a validação do instrumento de investigação, aplicou-se inicialmente o questionário a uma prefeitura que foi considerada como o “estudo piloto”. O município foi selecionado devido à logística e facilidade de acesso que o pesquisador tinha em relação às demais cidades participantes e à necessidade de adoção de medidas preventivas devido à pandemia ocasionada pela COVID-19, evitando-se maiores deslocamentos.

Após ajustes no questionário (Apêndice A), sequencialmente, aplicou-se o questionário novamente ao estudo piloto e nos demais oito municípios que aceitaram o convite de participar da presente pesquisa. O questionário foi preenchido exclusivamente por meio eletrônico.

O presente estudo foi encaminhado ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFSCar, tendo sido aprovado antes da aplicação dos questionários, conforme dados inseridos no Anexo A.

## **5.3 Delineamento da Pesquisa**

Analisaram-se as respostas coletadas buscando-se compreender anseios, dificuldades e desafios por parte dos municípios de pequeno porte para a adoção do BIM. Por fim, realizou-se a análise final da pesquisa, levando-se em consideração a literatura estudada e a interpretação dos dados coletados através da aplicação dos questionários. Ao final são propostas intervenções que visem facilitar um futuro processo de implantação da Primeira Etapa do BIM-BR junto aos municípios de pequeno porte. Apesar de não ser possível realizar generalização dos dados

coletados, tendo em vista a complexidade de todos os fatores envolvidos no sistema, são apresentados indícios e tendências para os resultados obtidos em relação à situação de maneira geral.

Tendo-se em vista que a presente pesquisa visa analisar as condições que o Poder Executivo dispõe para atender as metas de disseminação do BIM, não será estabelecido um critério quanto às modalidades de contratos exercidos por cada localidade.

#### **5.4 Agentes de investigação**

Para os estudos de caso, foram analisados nove municípios de pequeno porte, ou seja, aqueles com população igual ou inferior a 20 mil habitantes, através da aplicação de questionário eletrônico. As prefeituras convidadas a participar da pesquisa foram selecionadas segundo seu porte populacional, excluindo-se cidades com população fora da faixa limitante. A região escolhida foi a do noroeste paulista devido ao fato do pesquisador ser morador em uma das cidades e ser profissional atuante em uma das prefeituras.

Os questionários foram respondidos por profissionais integrantes do quadro de servidores públicos destas municipalidades, diretamente ligados ao setor de elaboração de projetos. Os dados levantados junto aos estudos de caso são apresentados no próximo capítulo de apresentação dos resultados e no Apêndice B.

Sequencialmente, analisou-se as respostas dos questionários aplicadas aos profissionais frente ao tema da pesquisa, buscando compreender anseios, dificuldades, desafios e potenciais intervenções para a realização de melhorias que visem facilitar o processo de implantação da Primeira Etapa do BIM-BR.

#### **5.5 Caracterização do Estudo Piloto**

Inicialmente, visando a obtenção de informações reais para o desenvolvimento do questionário, colocou-se em prática a aplicação do estudo piloto junto ao poder público municipal de um dos nove municípios analisados.

Foi realizada entrevista com profissional vinculado à área de projetos, identificando-se a composição das equipes, caracterização do processo de elaboração dos projetos e informações pertinentes ao histórico de obras no

município. O levantamento de tais informações visou, complementarmente com as informações da revisão bibliográfica, servir de referencial para o desenvolvimento da versão final do questionário eletrônico.

Os dados levantados junto ao estudo piloto são apresentados no próximo capítulo de apresentação dos resultados.

## **5.6 Desenvolvimento e Aplicação do Questionário**

Dando-se continuidade a análise do Poder Público Municipal de municípios de pequeno porte, adotaram-se para a aplicação dos questionários 09 municípios. Visando-se preservar a identidade dos participantes, de suas prefeituras e municípios correspondentes, os profissionais foram nomeados por letras de A até I, tratando-os de forma anônima e confidencial. Utilizou-se o site *SurveyMonkey*® para a elaboração e estruturação dos questionários, encaminhando-os por e-mail, juntamente com mensagem introdutória de apresentação da pesquisa, *link* para acessar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e após o término do questionário, enviou-se mensagem de confirmação com todas as respostas apresentadas pelo profissional.

As questões apresentadas foram desenvolvidas pelo autor, tendo-se como base as informações coletadas através do estudo piloto, e baseando-se nas pesquisas de Kassem e Leusin (2015), Souza (2016), Sun *et al.* (2017), Stradiotto (2018) e Lima (2019). O questionário final está inserido no Apêndice A.

Analisando-se os dados coletados através da aplicação de estudo piloto, constatou-se nitidamente a necessidade do aprofundamento das questões pertinentes às limitações tecnológicas e na contextualização da realidade financeira enfrentada pelos municípios.

Considerou-se ainda para desenvolvimento do questionário semiestruturado, as informações levantadas durante a revisão bibliográfica baseando-se em artigos atuais sobre a análise de barreiras e limitações na disseminação do BIM (SUN *et al.* (2017), CHAN *et al.* (2019), CHAREF *et al.* (2019), WONG e GRAY (2019), ZHANG *et al.* (2019)).

A organização das questões foi estruturada em sete partes, tendo-se primeiramente a análise de informações preliminares para caracterização dos participantes. Sequencialmente, baseando-se no Quadro 02, adaptado de Sun *et al.* (2017), foram associadas questões pertinentes a cada uma das limitações propostas pelos autores, distribuídas em cinco grupos: tecnologias, custos, gestão, pessoais e legais. E por fim, finalizou-se o questionário com o estudo sobre a percepção dos profissionais quanto ao grau de dificuldade das barreiras indicadas.

Foram incluídas questões pertinentes à falta de demandas para a realização de projetos e de dúvidas sobre os possíveis retornos financeiros provenientes do BIM, de acordo com pesquisa realizada na União Europeia por Charef *et al.* (2019). Buscou-se analisar também o provável aumento na carga de trabalho dos profissionais e a provável falta de clareza para adoção do BIM, conforme sugerido por Zhang *et al.* (2019) em pesquisa realizada na China.

No final do questionário buscou-se conhecer a percepção dos entrevistados sobre os níveis de intensidade das limitações indicadas por Sun *et al.* (2017). Serviram de inspiração para esta seção do questionário as pesquisas de Santos (2016) e Lima (2019).

O Quadro 08 seguinte apresenta um esquema genérico quantitativo de organização do questionário desenvolvido.

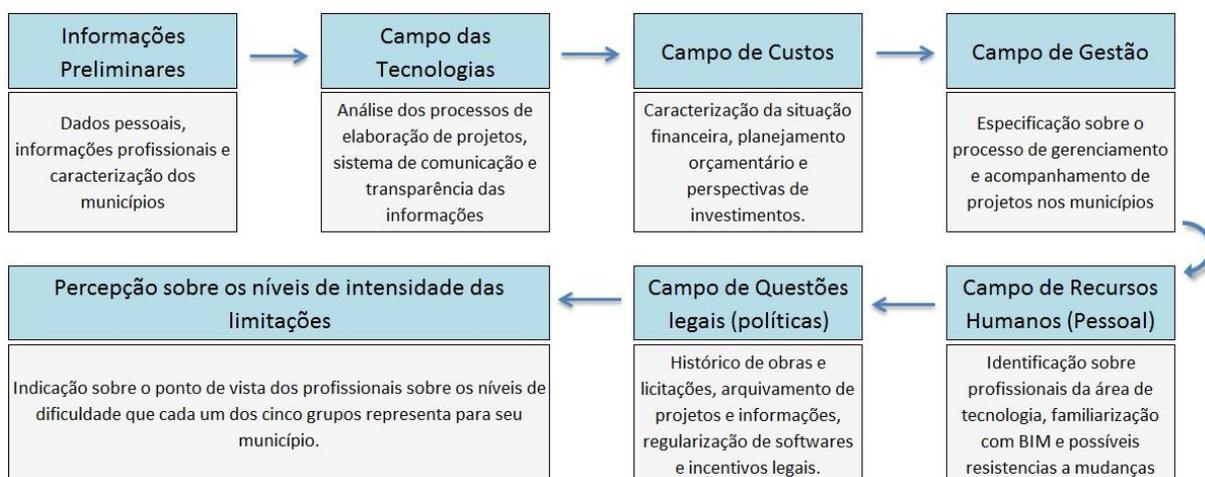
**Quadro 08 – Estrutura do questionário desenvolvido**

| Seções                          | Número de questões       |           |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|
|                                 | Informações preliminares | 4         |
| Tecnologias                     | 7                        | 5         |
| Custos                          | 6                        | 3         |
| Gestão                          | 13                       | 5         |
| Pessoal e recursos humanos      | 7                        | 3         |
| Questões legais (área política) | 18                       | 6         |
| <b>Subtotal</b>                 | <b>55</b>                | <b>22</b> |

Fonte: O Autor (2021)

A Figura 17 a seguir apresenta a sequência de composição do questionário aplicado identificando os objetivos macros de cada seção.

**Figura 17 – Estrutura do questionário aplicado aos municípios**



Fonte: O Autor (2020)

O questionário foi aplicado nos meses de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, por meio eletrônico, encaminhando por e-mail o link para os profissionais atuantes nas prefeituras de pequeno porte nas proximidades da região estudada. Inicialmente foi realizado um contato por meio eletrônico com profissionais atuantes em 40 prefeituras, sendo que somente nove concordaram com a participação na pesquisa.

Como mencionado, visou-se obter respostas de profissionais do Executivo Municipal vinculados ao processo de elaboração de projetos, execução, fiscalização, licitação, convênios e demais áreas que possam estar diretamente ou indiretamente ligadas à implantação do BIM. O questionário com as respostas dos profissionais atuantes nas nove prefeituras está no Apêndice B.

## 5.7 Análise dos resultados

A análise dos questionários eletrônicos aplicados junto às nove prefeituras foi realizada por disciplina, avaliando-se cada um dos sete campos separadamente, conforme apresentado no item 5.5.

Para a análise dos questionários considerou-se a relevância das informações preliminares coletadas para a interpretação dos demais campos de avaliação. Para complementar a caracterização das prefeituras participantes utilizou-se ainda dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) referentes à arrecadação, características geográficas e demais informações.

Realizou-se a comparação dos questionários, avaliando-se as condições e características pertinentes ao processo de elaboração, aprovação e acompanhamento de projetos em cada uma das cidades.

Foi verificado o grau de concordância dos profissionais quanto a afirmações referentes à situação financeira, estrutura organizacional e processo de desenvolvimento dos projetos. As respostas foram definidas em ordem de grandeza, de 0 a 100, onde 0 corresponde a discordância total à afirmação e 100 representa a concordância total.

Quanto à percepção dos profissionais pertinente aos níveis de dificuldade de cada uma das barreiras apresentadas, foram definidos em ordem de grandeza de 0 a 100, partindo da situação que não apresenta nenhum grau de dificuldade até a limitação com extrema dificuldade,

Esta etapa teve como objetivo principal a comparação entre os níveis de percepção obtidos, verificando-se primeiramente a existência de correlação entre características específicas, como o tempo de experiência dos profissionais participantes e a disposição de instrumentos normativos.

Como fonte de evidências para verificação das percepções, tem-se o resultado do cruzamento das informações, ordenando-as por grandeza, e filtrando-as segundo as características preliminares informadas

É interessante complementar que a análise de dados apresentados não é apenas uma etapa metodológica, mas também visa à proposição de análise sistêmica dos resultados, por meio de avaliações estatísticas consolidadas e que possam possibilitar conclusões mais fundamentadas.

Desse modo, os resultados do questionário tiveram diversos níveis de comparação, sendo eles relacionados com as características dos profissionais entrevistados e com a característica dos municípios participantes.

Por meio da análise proposta, buscou-se verificar a existência de possíveis variáveis que possam contribuir com os níveis de percepção dos profissionais do setor de elaboração de projeto das prefeituras.

Inicialmente realizou-se o teste de normalidade (Shapiro Wilk), e, depois de verificada a normalidade dos dados optou-se pelo teste de correlação de Pearson. A correlação de Pearson, utilizada na análise de correlação com o tempo de experiência dos participantes e a existência ou não de instrumentos normativos nas prefeituras, pode ser descrita pela Equação:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (yi - \bar{y})^2}}$$

Sendo que, x e y são as médias aritméticas de ambas as variáveis.

Os valores resultantes da equação apresentada previamente variaram entre -1 e 1, sendo que quanto mais próximo de tais valores extremos, mais clara é a correlação, sendo ela positiva ou negativa. É possível interpretar os valores utilizando-se de intervalos qualitativos.

Considerando todos os valores em módulo, pode-se entender que entre 0,90 e 1,00 há uma correlação muito forte; entre 0,70 e 0,90 há uma correlação forte; 0,50 e 0,70 há uma correlação moderada; 0,30 e 0,50 há uma correlação fraca; e 0,00 a 0,30 não é possível identificar uma correlação (MUKAKA, 2012; HINKLE; WIERSMA; JURIS, 2003).

A análise foi realizada com o auxílio de profissionais da área de Estatística e do software *SPSS Statistics*® versão 23, utilizado para investigar a influência das características qualitativas relacionadas com os dados dos entrevistados e de suas respectivas prefeituras.

Os resultados obtidos são apresentados em forma de tabela, no formato padrão do software *SPSS Statistics*® versão 23, localizadas ao longo do Capítulo 6, apresentando-se as informações de interpretação para a força de associação entre as variáveis do teste de Pearson e a referência analisada.

Por fim, analisaram-se as possíveis contribuições do presente estudo para a identificação das limitações e definição de diretrizes para superação das barreiras limitantes estudadas.

## 6. Apresentação dos estudos de caso e análise dos resultados

Apresenta-se no presente capítulo os estudos de caso realizados, a análise e discussão dos resultados coletados por meio do estudo piloto e da aplicação de questionário a profissionais ligados aos setores de elaboração de projetos de nove prefeituras de municípios de pequeno porte do interior do noroeste do Estado de São Paulo.

### 6.1 Caracterização do estudo de caso piloto

O Quadro 09 mostra um panorama dos dados da cidade escolhida para o estudo piloto.

**Quadro 09 - Dados do Município do Estudo Piloto**

| <b>Caracterização do Município do Estudo Piloto (IBGE, 2020)</b>  |   |
|---|---|
| <p><b>População e Território:</b><br/>           Área Territorial: 176,929 km<sup>2</sup> [2018]<br/>           População estimada: 10.542 pessoas [2019]<br/>           Densidade demográfica: 55,22 hab/km<sup>2</sup> [2010]</p>   | <p><b>Educação:</b><br/>           Escolarização (6 a 14 anos): 99,7 % [2010]<br/>           Número de estabelecimentos de ensino fundamental: 4 escolas [2018]<br/>           Número de estabelecimentos de ensino médio: 1 escola [2018]</p>  |
| <p><b>Trabalho e Rendimento:</b><br/>           Salário médio mensal dos trabalhadores formais: 1,9 salários mínimos [2017]<br/>           Pessoal ocupado: 1.624 pessoas [2017]<br/>           População ocupada: 15,5% [2017]<br/>           Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo: 27,8% [2010]</p> | <p><b>Economia:</b><br/>           Total de receitas realizadas: 32.487,39429 R\$ (×1000) [2017]<br/>           Total de despesas empenhadas: 30.216,52334 R\$ (×1000) [2017]<br/>           PIB per capita: 14.620,34 R\$ [2017]<br/>           IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: 0,734 [2010]<br/>           Percentual das receitas oriundas de fontes externas: 85,9% [2015]</p> |

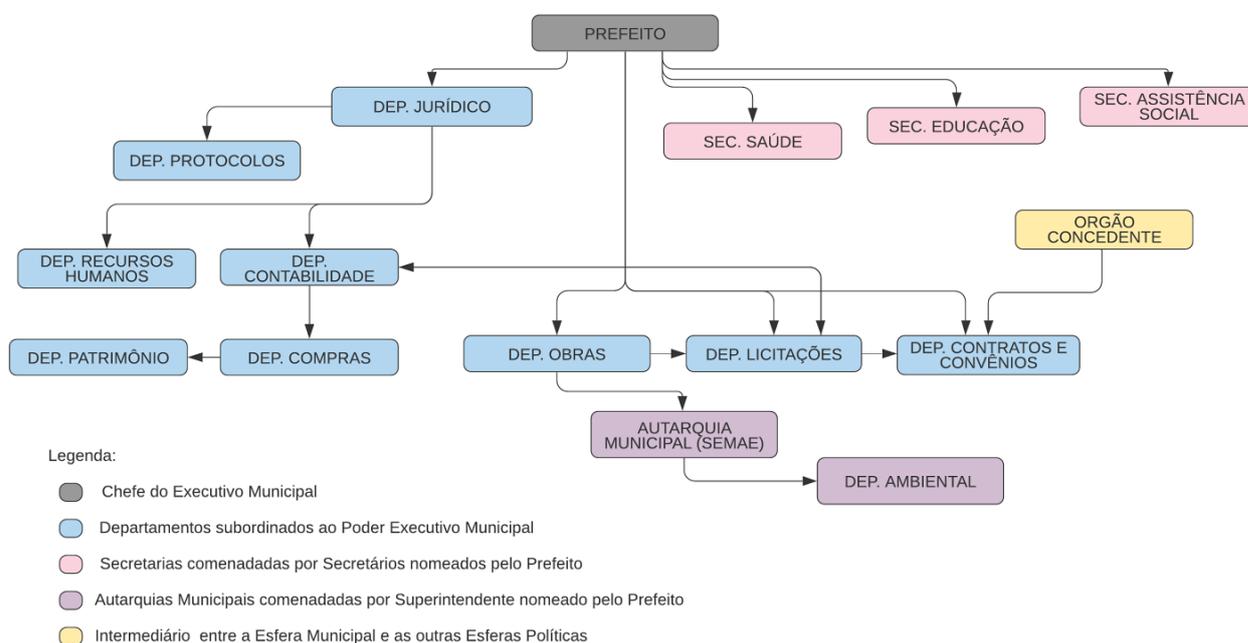
Fonte: adaptado de IBGE (2020)

Constatou-se que o município apresenta dificuldades financeiras para a realização de obras com dotação própria, dependendo de repasses do Estado e da União. Informações as quais serviram de base para desenvolvimento das questões 12 a 17 (conforme Apêndice A), questionando-se a disponibilidade de recursos

orçamentários para investimentos nos setores de projetos e identificando-se possíveis limitações quanto as arrecadações das prefeituras.

Apresenta-se na Figura 18 o organograma com todos os setores que compõem a estrutura administrativa da Prefeitura adotada como estudo piloto.

**Figura 18 - Organograma da Estrutura Administrativa da Prefeitura.**

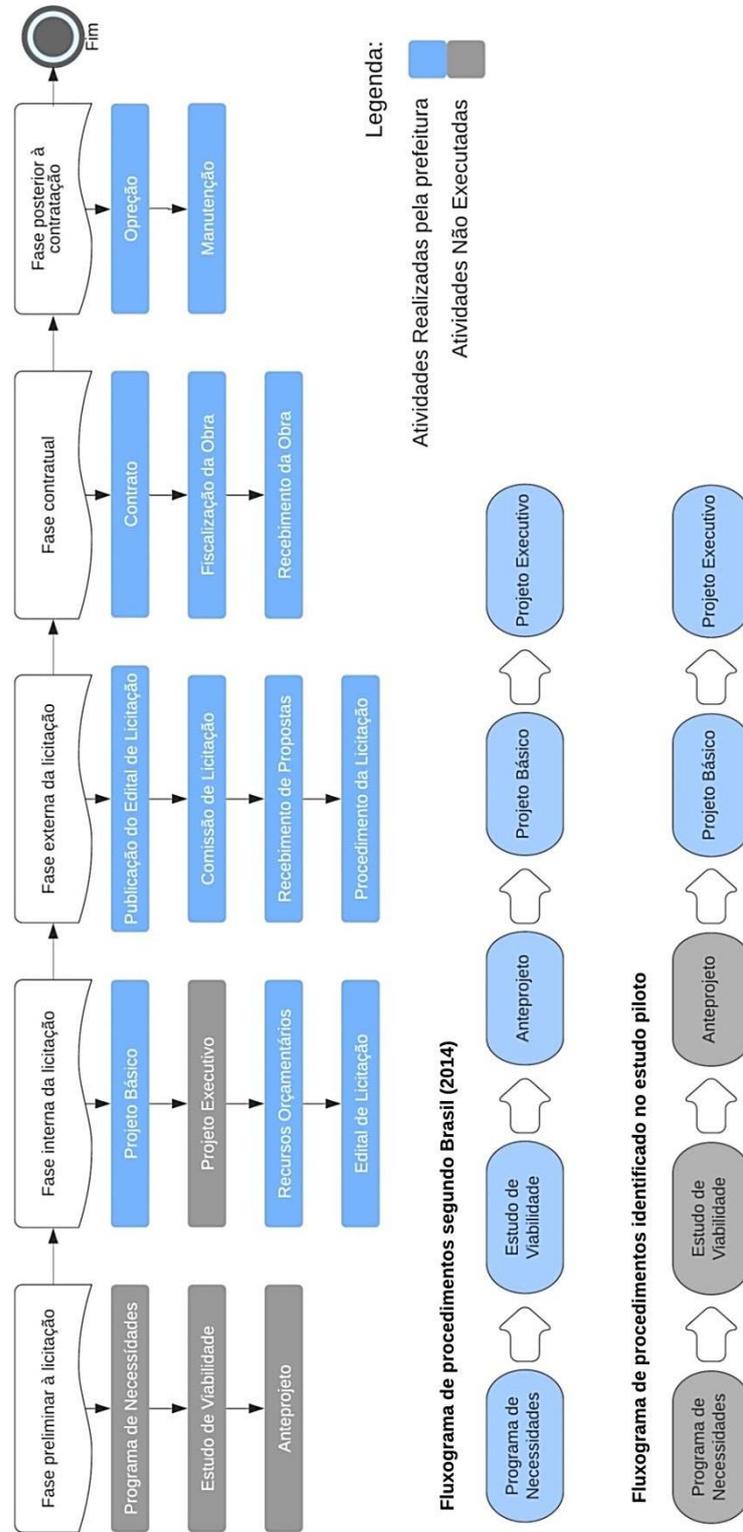


Fonte: O Autor (2020)

Quanto aos trâmites para o processo de elaboração de novos projetos, restringem-se apenas a elaboração do Projeto Básico, conforme indicado na Figura 19 a seguir.

Ao compararem-se os procedimentos existentes no estudo piloto com o fluxograma de atividades retratados por Brasil (2014), constata-se a não realização da etapa preliminar à licitação, durante a qual deveriam ser realizados os processos de Programas de Necessidades, Estudo de Viabilidade e Anteprojeto.

**Figura 19 - Comparação entre o fluxograma de procedimentos para execução indireta de obra pública apresentada por Brasil (2014) e o estudo piloto.**



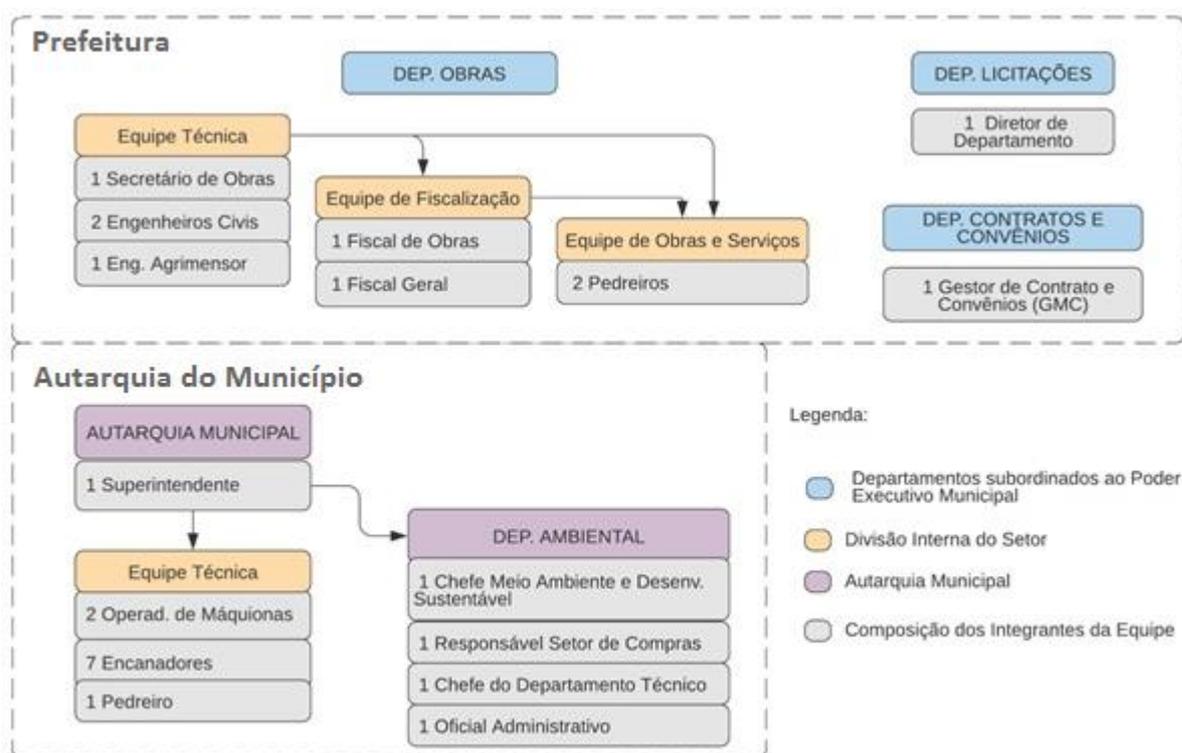
Fonte: O Autor (2020)

Tais fatores servem de base para o desenvolvimento das questões 6, 9, 10 e 11 (Apêndice A), analisando-se os tipos de projetos obrigatórios durante o desenvolvimento de novos empreendimentos, e a se há necessidade de terceirização de algum tipo de projeto. Verifica-se ainda os meios de compartilhamento destes projetos e os modos de trabalho em sincronia, 2D ou por meio de maquetes eletrônicas.

### 6.1.1 Composição da equipe técnica de projetos de AECO

Quanto à composição das equipes vinculadas ao setor da arquitetura, engenharia, construção e operações (AECO), são apresentadas na Figura 20, indicando-se os servidores atuantes em cada seguimento da Prefeitura do Município.

**Figura 20 - Composição das Equipes vinculadas à execução de obras no município.**



Fonte: O Autor (2020)

O Departamento de Obras da Prefeitura Piloto possui três núcleos, sendo uma equipe técnica composta por quatro profissionais, uma equipe de fiscalização composta por dois profissionais e equipe de obras e serviços com dois integrantes.

O Departamento de Licitações é composto por um profissional e o Departamento de Convênios, também constituído por um profissional, estão vinculados ao departamento de Obras.

A Autarquia Municipal de abastecimento de água potável e tratamento de esgoto complementa a equipe para execução de obras no município. Dividida em dois núcleos e uma superintendência, a entidade possui dez profissionais na área técnica e quatro integrante no departamento ambiental.

Constata-se a participação ativa dos três departamentos da prefeitura e da entidade autárquica para o desenvolvimento de obras no município analisado.

Ao longo da realização do estudo piloto com a Prefeitura, em seu quadro de funcionários ligados ao Departamento de Obras constatam-se os seguintes profissionais: secretário de obras, engenheiro civil, engenheiro agrimensor, fiscal de obras e fiscal geral, pedreiros, totalizando-se oito profissionais. Além destes, constata-se a participação direta de outros dezessete profissionais, pertencentes a departamentos variados e autarquia para a realização de obras.

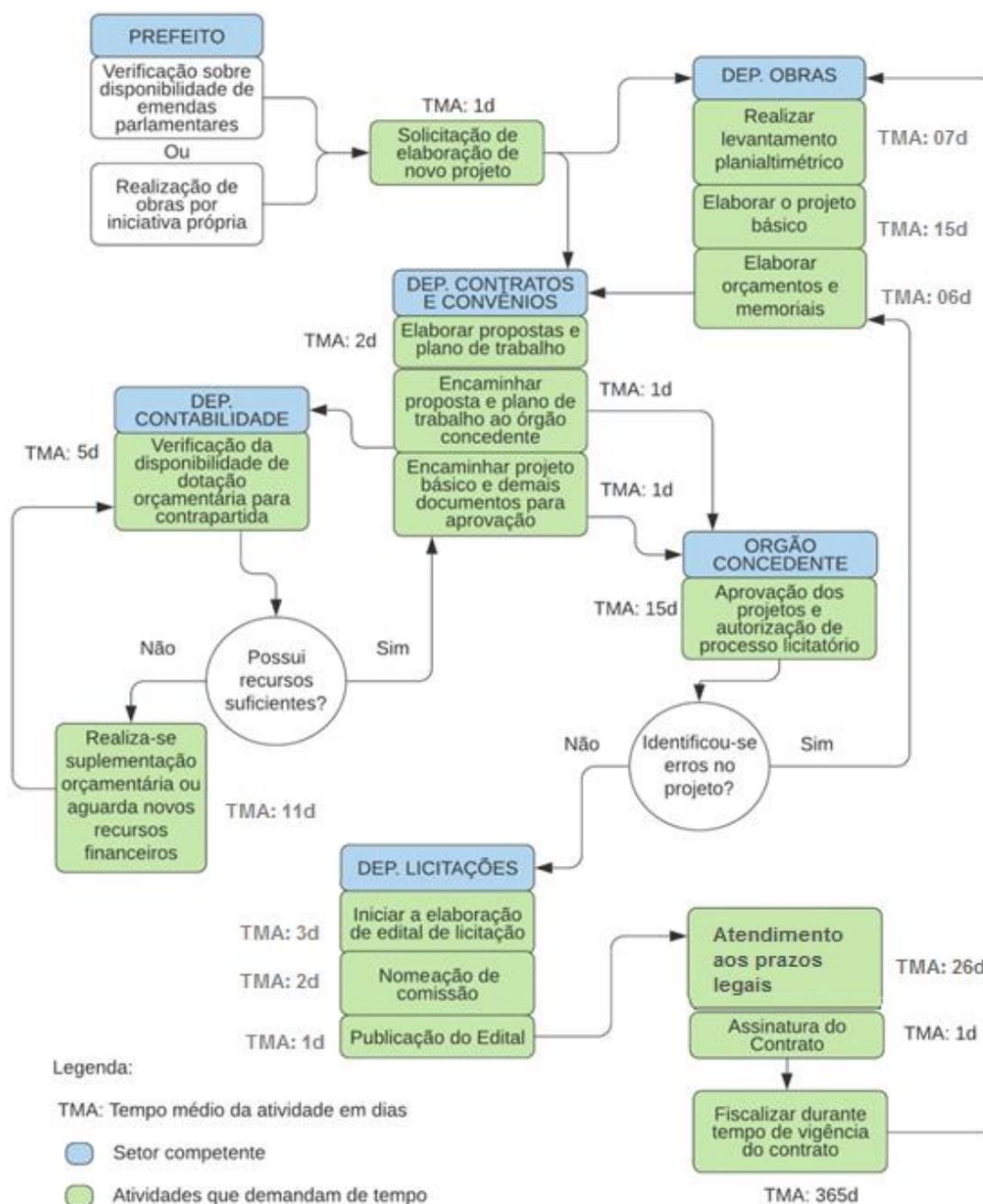
A prefeitura piloto não possui servidores capacitados em BIM e não há planejamento para incentivar ou realizar treinamentos futuramente. Além disso, não se constatou no quadro de servidores municipais profissionais das áreas de tecnologia ou gestão da informação. O Município não possui Plano Diretor ou qualquer mecanismo com diretrizes para a realização de obras de interesse público, ficando a critério dos profissionais envolvidos tomarem todas as medidas necessárias.

Não há registros sobre iniciativas ou previsões para a elaboração de instrumentos normativos, como Plano Diretor ou código de obras no município piloto. Entende-se que a inexistência de ferramentas para nortear o planejamento urbano nesta cidade possa dificultar o processo de elaboração de novos empreendimentos, devido à falta de diretrizes.

### 6.1.2 Procedimentos para elaboração de projetos e realização de obras de AECO

Realizando-se uma análise sobre as etapas necessárias para a elaboração de um projeto até sua execução, a Figura 21 demonstra o fluxograma de atividades realizadas pelo estudo piloto, conforme descrito a seguir.

**Figura 21 - Fluxograma de procedimentos para execução indireta de obra pública pelo estudo piloto.**



Fonte: O Autor (2020)

O marco zero para o desenvolvimento de um novo projeto, seja ele com recurso próprio ou para solicitação de emendas parlamentares, parte da solicitação do Prefeito do Município junto ao Departamento de Obras e Departamento de Contratos e Convênios. O pedido pode ocorrer de acordo com as seguintes situações: em atenção a emendas orçamentárias parlamentares com especificações quanto ao seu objeto; atendendo-se as solicitações realizadas por alguma de suas secretarias ou departamentos; ou por iniciativa própria.

Constatou-se que todas as informações sobre as especificações de novos projetos são apresentadas ao secretário de obras e aos engenheiros civis, os quais solicitam ao engenheiro agrimensor que realize levantamento planialtimétrico da área a ser trabalhada. Após a apresentação do levantamento topográfico, inicia-se o processo de elaboração do projeto básico, orçamentos e demais documentos necessários.

Apresenta-se no Quadro 10 a seguir a relação de documentos solicitados pelo departamento de licitações do estudo piloto.

**Quadro 10 – Documentações para elaboração de novos empreendimentos pela prefeitura piloto**

| Setores Responsáveis | Documentos solicitados  |
|----------------------|---|
| Dep. Obras           | Projeto Básico, memoriais e planilhas orçamentárias                             |
| Sec. Gabinete        | Autorização do Prefeito para abertura de licitação                              |
| Dep. Licitações      | Elaboração de Portarias de Designação dos Servidores para Comissão de Licitação |
| Dep. Financeiro      | Apresentação de Dotação Orçamentária  |
| Dep. Licitações      | Elaboração de Edital  |
| Dep. Jurídico        | Parecer sobre a legalidade do procedimento licitatório                          |
| Dep. Licitações      | Abertura de Procedimento e Contratos  |

Fonte: O Autor (2021)

Finalizando-se os documentos, os mesmos podem ser encaminhados diretamente ao setor de Licitações em caso de obras com recursos próprios. Caso o recurso almejado seja provindo de repasses estaduais ou federais, o projeto será enviado ao departamento de Contratos e Convênios, o qual o encaminhará para a aprovação dos órgãos competentes, e só depois de aprovados serão encaminhados ao setor de Licitações.

O Departamento de Contratos e Convênios solicita ao Departamento Financeiro a análise da disponibilidade dos recursos orçamentários para realização da obra, apresentando a ficha orçamentária e encaminhando-a ao Departamento de Licitações, tal medida é obrigatória para qualquer obra, seja por iniciativa própria ou por recursos de esferas governamentais ou estadual. Elabora-se o edital de licitação, o qual será publicado no Diário Eletrônico Oficial do município, dando-se prosseguimento aos trâmites licitatórios, em atendimento à Lei Federal 8.666/1993.

Constatou-se também que nos projetos executados por iniciativa própria no município, o projeto básico substitui o projeto executivo, assumindo as funções de aprovação junto ao departamento de obras, e de execução pela equipe designada, ou construtora licitada.

O projeto básico também servirá como diretriz para a execução das obras por parte das construtoras contratadas, tendo-se em vista que não há registros de nenhuma construtora que trabalhe com BIM dentre as participantes dos processos licitatórios realizados por esta municipalidade nos últimos anos. Fator este que indicia a possível carência de maior detalhamento dos projetos.

Verificou-se que nessa prefeitura o corpo técnico para a elaboração de projetos é limitado, composto apenas por dois engenheiros civis, os quais acumulam diversas funções como a fiscalização, concepção e aprovação de empreendimentos. Dessa forma, o órgão adota usualmente a contratação de empresas para elaboração de projetos complementares. Projetos estes desenvolvidos na metodologia tradicional, não solicitando-se em BIM, devido principalmente a falta de empresas que trabalhem com essas tecnologias no mercado.

Essa situação é similar à identificada por Esteves e Falcoski (2013), que observou casos de escritórios de projeto com extensas demandas de serviços que resultam na sobrecarga dos profissionais e na redução do tempo dedicado ao desenvolvimento dos projetos, afetando-se diretamente na sua qualidade.

Quanto ao tempo médio de execução do ciclo de desenvolvimento de um projeto, considerando as etapas de levantamento planialtimétrico, de elaboração do projeto arquitetônico básico e dos orçamentos e memoriais descritivos, registrou-se um tempo médio para execução dessas atividades de 28 (vinte e oito) dias. Esse

prazo foi medido sem considerar a existência de retrabalhos para correções ou alterações nos projetos. O Departamento de Contratos e Convênios executa num período de dois dias a elaboração da proposta e do plano de trabalho para envio aos órgãos concedentes, no caso de recursos estaduais ou federais. As propostas são elaboradas baseadas particularmente em experiências práticas do servidor responsável, utilizando-se como modelo documentos desenvolvidos anteriormente.

Cabe ao Departamento Financeiro analisar a disponibilidade financeira de dotação orçamentária para a contrapartida necessária para realização da obra. Essa atividade leva um período médio de cinco dias, considerando-se a disponibilidade de dotação. Caso seja identificado a indisponibilidade de recursos financeiros para a contrapartida, realiza-se suplementação de outras fichas orçamentárias ou aguarda-se a disponibilidade de novos recursos (média de 11 dias para a atividade).

Após o encaminhamento dos projetos o órgão concedente leva um tempo médio de 15 dias para a verificação e no caso da necessidade de correções encaminha-se o projeto ao Departamento de Obras. A última etapa corresponde aos procedimentos licitatórios e pós-licitatórios, os quais correspondem uma média de 33 (trinta e três) dias.

Apresenta-se no Quadro 11 o prazo estimado de entrega de documentação de cada um dos setores relacionados ao processo de elaboração de novos projetos.

**Quadro 11 – Tempo estimado para entrega de documentação**

| Setores                    | Documento/Atividade  | Prazos (dias) |
|----------------------------|--|---------------|
| Dep. Obras                 | Levantamento Planialtimétrico  | 07            |
|                            | Elaboração de Projeto Arquitetônico Básico                             | 15            |
|                            | Elaboração de memoriais descritivos e planilhas orçamentárias          | 06            |
| Dep. Contratos e Convênios | Elaboração de Proposta e Plano de Trabalho                             | 02            |
| Dep. Financeiro            | Verificação de Ficha Orçamentária                                      | 05            |
| Órgão Concedente           | Aprovação da documentação técnica                                      | 15            |
| Dep. Jurídico              | Análise e Aprovação de toda a documentação do procedimento licitatório | 02            |
| Dep. Licitações            | Designação de Comissão Técnica   | 02            |
|                            | Elaboração do Edital Licitatório                                       | 03            |
|                            | Publicação de Edital e atendimento a                                   | 15            |

| Setores | Documento/Atividade  | Prazos (dias) |
|---------|--|---------------|
|         | prazos legais de publicidade (Modalidade Tomada de Preços) |               |
|         | Recebimento de Documentos de Habilitação e Propostas       | 01            |
|         | Análise de Documentos de Habilitação                       | 05            |
|         | Análise das Propostas                                      | 05            |
|         | Homologação e Adjudicação                                  | 01            |
|         | Elaboração e Publicação de Contrato                        | 01            |

Fonte: O Autor (2021)

Usualmente, os contratos de construção são definidos com o tempo de execução correspondente a 365 dias para a finalização e entrega da obra, prazo este que considera os trâmites para encaminhamento e realização de medições e pagamentos das etapas concluídas.

O processo de comunicação durante o trâmite para elaboração de um novo projeto consiste predominantemente por diálogos verbais, sem registros ou memorandos. Os únicos registros formais de comunicação ocorrem durante o encaminhamento de documentação para órgãos concedentes, sejam eles Federais ou Estadual.

O Quadro 12 registra os principais métodos de comunicação e gerenciamento das informações, adotados em cada uma das etapas para a execução de uma obra pública na Prefeitura em análise.

**Quadro 12 - Meios de comunicação e arquivamento de informações durante os procedimentos do fluxograma do estudo piloto.**

| Emissor da Informação      | Receptor da Informação     | Atividade                                      | Meio de comunicação/arquivamento   |
|----------------------------|----------------------------|--|--|
| Prefeito                   | Dep. de Obras              | Solicitação de Elaboração de novo projeto      | Comunicação verbal, sem registros formais.   |
| Prefeito                   | Dep. Convênios e Contratos | Solicitação de Elaboração de novo projeto      | Comunicação verbal, sem registros formais.   |
| Dep. de Obras              | Eng. Agrimensor            | Solicitação de levantamento Planialtimétrico   | Solicitação via e-mail, sem arquivamento.  |
| Dep. Convênios e Contratos | Dep. Contabilidade         | Verificação de dotação orçamentária            | Comunicação verbal, arquivamento de cópia de ficha orçamentária.   |
| Dep. Convênios e Contratos | Órgão Concedente           | Encaminhamento de proposta e plano de trabalho | Protocolo de ofício com descrição de remessas de documentos, e arquivamento junto à secretaria municipal |
| Dep. de                    | Dep. Convênios             | Encaminhamento dos projetos                    | Comunicação verbal, sem  |

| Emissor da Informação      | Receptor da Informação     | Atividade  | Meio de comunicação/arquivamento  |
|----------------------------|----------------------------|--|---|
| Obras                      | e Contratos                | e documentos pertinentes   | registros formais dos documentos encaminhados, arquivando-se uma cópia física impressa junto ao setor.    |
| Dep. Convênios e Contratos | Órgão Concedente           | Encaminhamento dos projetos e documentos pertinentes                       | Protocolo de ofício com descrição de remessas de documentos, e arquivamento junto à secretaria municipal. |
| Órgão Concedente           | Dep. Convênios e Contratos | Pareceres e Correções pertinentes aos documentos encaminhados              | Encaminhamento de e-mail a todos os departamentos relacionados ao projeto.                                |
| Dep. Convênios e Contratos | Dep. de Obras              | Caso sejam necessárias correções ou modificações nos projetos encaminhados | Comunicação verbal, sem registros formais.  |
| Dep. Convênios e Contratos | Dep. Licitações            | Encaminhar projetos aprovados pelo órgão concedente                        | Encaminhamento de e-mail com orientações para o processo licitatório, e envio dos projetos impressos.     |
| Dep. Licitações            | Dep. Obras                 | Solicitação de documentos ou informações adicionais                        | Comunicação verbal, sem registros formais.  |
| Dep. Licitações            | Dep. Convênios e Contratos | Solicitação de documentos ou informações adicionais                        | Comunicação verbal, sem registros formais.  |
| Dep. Licitações            | Dep. Jurídico              | Solicitação da análise do processo   | Encaminhamento de Ofício e comunicação verbal.  |

Fonte: O Autor (2020)

Observou-se que não existe registro ou arquivamentos das informações pertinentes a comunicação entre os departamentos em diversas fases durante o trâmite de elaboração de novos projetos ou empreendimentos.

Objetivou-se verificar a existência de atos oficiais para nomeação e delineamento de equipes e funções, desenvolvimento de cronogramas para acompanhamento das etapas dos projetos e os níveis de compartilhamento de informação nos casos de terceirização de projetos.

Verificou-se ainda a existência de limitações quanto o atendimento interno da demanda de estudos e soluções de AECO, desconhecimento do uso de projetos padronizados ou com conceitos de modularidade e falta de percepção dos gestores da importância da incorporação de novas tecnologias de informação, como o BIM, ao processo de desenvolvimento de projetos.

### 6.1.3 Análise do histórico de obras com recursos federais no município

Analisando-se as obras provenientes de emendas parlamentares e recursos da união, que foram concluídas no período de 2017 a 2020, constatou-se a

execução de cinco empreendimentos, indicado no Quadro 13. Excluem-se desta lista as obras de recapeamento e pavimentação asfáltica devido a pouca complexidade e baixa probabilidade de imprevistos significativos. Também se verificou a execução de obras de recapeamento e asfaltamento, provenientes de recursos da União ou Estado, os quais não foram inseridos no levantamento devido a maior simplicidade e rapidez para sua realização. Fatores estes que indicam menor probabilidade de ocorrência de aditivos para tempo ou valor.

**Quadro 13 - Análise do histórico de aditivo em obras no município nos últimos anos, provenientes de recursos federais.**

| Obra   | Valor Inicial (R\$) | Vigência Inicial    | Tempo previsto inicialmente (dias) | Aditivos de Tempo (dias) | Aditivos de Valor (R\$) | Justificativa dos aditivos   |
|--------|---------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--|
| Obra 1 | 197.658,32          | 21/07/17 a 21/10/17 | 365                                | 930                      | 15.290,02               | A primeira empresa que ganhou a licitação rescindiu o contrato devido à falência interferindo no cronograma, e a segunda empresa fez aditivo de valor devido à correção de erro em projeto.<br><br>Reajuste de preços em função do tempo de obra.                                |
| Obra 2 | 615.598,55          | 27/09/11 a 19/06/12 | 266                                | 2.123                    | 101.192,61              | Diversos motivos são registrados como: chuvas, atraso na liberação de recursos, alteração de projeto, incompatibilidade de projetos, e obras adicionais não previstas em projeto.<br><br>Aditivo de valor para execução de muro de arrimo e alterações não previstos em projeto. |
| Obra 3 | 254.804,48          | 30/05/16 a 30/08/16 | 458                                | 547                      | 15.686,04               | Motivos alegados: atrasos devido a condições climáticas,   |

| Obra   | Valor Inicial (R\$) | Vigência Inicial    | Tempo previsto inicialmente (dias) | Aditivos de Tempo (dias) | Aditivos de Valor (R\$) | Justificativa dos aditivos  |
|--------|---------------------|---------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---|
|        |                     |                     |                                    |                          |                         | demora na liberação de recursos de etapas intermediárias e necessidade de retrabalhos devido a erros de execução.<br><br>Reajuste de preços em função do tempo de obra.   |
| Obra 4 | 261.864,25          | 30/05/16 a 30/08/16 | 458                                | 1.124                    | -                       | Motivos alegados: atrasos devido a condições climáticas, demora na liberação de recursos de etapas intermediárias e necessidade de retrabalhos devido a erros de execução.  |
| Obra 5 | 425.000,00          | 08/08/17 a 08/12/17 | 122                                | 882                      | 44.520,75               | Motivos alegados: atrasos devido a condições climáticas, necessidade de alteração de projetos, incompatibilidade nos preços licitados com os projetos, necessidade de retrabalhos e correções.<br><br>Realização de aditivo de valor para execução de serviços complementares essenciais para a funcionalidade da obra. |

Fonte: Portal da Transparência e Departamento de Licitações do Estudo Piloto (2020)

Os modelos de contratação adotados para as obras apresentadas correspondem ao regime de execução por Empreitada por Preço Global, adotando-se o critério de seleção de Menor Preço. Nesta modalidade não existem restrições

quanto às técnicas adotadas e não se designa antecipadamente a utilização de nenhuma forma de gestão da informação ou do gerenciamento da obra.

Primeiramente, evidenciou-se a realização de aditivos de tempo em todas as obras, demonstrando que nenhuma das empresas contratadas conseguiu cumprir o tempo estabelecido inicialmente no contrato. Foi observado que dois terços dos aditivos de valor realizados estavam diretamente ligados ao descumprimento dos cronogramas, necessitando-se do reajuste de preços em função do tempo.

O valor mais discrepante apresentado de prorrogação foi pertinente a construção de Escola de Educação Infantil Tipo C (Obra 2), prorrogada por 2.133 dias além do término previsto inicial para a obra, período correspondente a aproximadamente seis anos. O prazo normal era de 266 dias.

Esta obra pertence ao Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil do FNDE, possuindo modelo de projeto padrão, conforme mencionado na teoria. Entretanto, apesar da melhor qualidade de projetos e nível de detalhamento superior, em comparação com as demais obras analisadas deste município, foi a que apresentou os piores resultados no cumprimento de seu cronograma.

Analisando-se ainda a situação da escola FNDE, o aditivo foi de R\$ 101.192,61, correspondendo a 16,44% do valor total do empreendimento. O aditivo foi destinado à execução de muro de arrimo no local da obra e alteração na fachada do projeto, medidas não previstas inicialmente no projeto de implantação.

Era de responsabilidade da equipe de projetos da prefeitura selecionar terreno para a execução da obra, com dimensões e topografia compatíveis com o projeto da Escola, E apesar da realização de levantamento topográfico, os profissionais não se atentaram para as incompatibilidades da topografia com o projeto solicitado.

Quanto aos erros durante a execução da fachada, constatou-se que o município solicitou para a construtora encarregada pela obra, que adotasse as cores do logo da gestão municipal, não se verificando as especificações do projeto.

A obra com menor tempo de prorrogação foi a de Adaptação no Ginásio de Esportes (Obra 3), tendo seu contrato estendido por mais 547 dias, aproximadamente um ano e meio além do programado em contrato que era de 458 dias. O valor do aditivo foi de 15.686,04 correspondendo a 6,16% do custo total da obra. Esse valor, apesar de ser inferior as demais prorrogações, corresponde a um período consideravelmente extenso.

Quase todas as obras apresentaram a necessidade de realizar correções ou alterações nos projetos após o início da execução, apresentando-se incompatibilidades e erros, demonstrando-se níveis de detalhamento superficiais. Também foram observadas a necessidade de realização de tarefas não previstas durante o processo licitatório e assinatura de contrato.

A supervisão das operações pertinentes às obras de repasses parlamentares foi realizada pela Caixa Econômica Federal, com exceção apenas da Escola Infantil, a qual pertence ao FNDE. Porém, as realizações de fiscalização e acompanhamento foram de responsabilidade do setor de engenharia da Prefeitura.

Durante a pesquisa piloto, supôs-se que a utilização do BIM se demonstra como uma solução promissora, tendo em vista que essa tecnologia visa solucionar os problemas apresentados anteriormente.

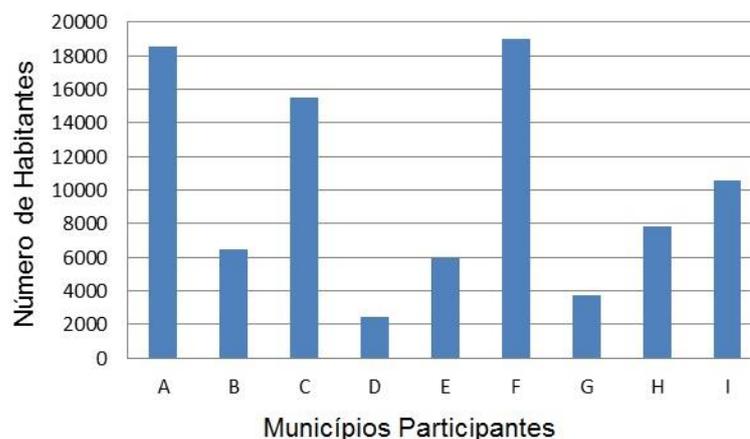
Observa-se que, apesar das obras apresentadas serem realizadas por intermédio do Poder Executivo Municipal, os repasses foram providos pela União, justificando-se que a disseminação do BIM a níveis municipais torna-se uma alternativa para proporcionar maior eficiência e economicidade aos repasses financeiros da União para outras esferas políticas.

## **6.2 Caracterização das prefeituras participantes**

A população estimada pelo IBGE dos municípios estudados para o ano de 2020 variou entre 2 mil a 18 mil habitantes, de modo que 66,66% possuem população igual ou inferior a 10 mil.

Apresenta-se na Figura 22 o comparativo entre a população das nove prefeituras participantes da pesquisa, constatando-se que três possuem população superior a 15 mil habitantes, e cinco apresentam população inferior a 8 mil.

**Figura 22 – Estimativa populacional de 2020 dos municípios participantes**



Fonte: O Autor (2021)

Apresentam-se no Quadro 14 a seguir, informações referentes à economia, dados populacionais e características territoriais de cada uma das cidades participantes da pesquisa.

**Quadro 14 - Dados dos municípios participantes**

| Caracterização dos municípios participantes da pesquisa (IBGE, 2021) |                          |       |        |       |       |       |       |       |       |
|--|--------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Critério   | Municípios participantes |       |        |       |       |       |       |       |       |
|  | A                        | B     | C      | D     | E     | F     | G     | H     | I     |
| Densidade demográfica hab/km <sup>2</sup> (2017)                     | 41,11                    | 37,85 | 110,38 | 29,15 | 38,99 | 71,86 | 33,2  | 48,03 | 55,22 |
| PIB per capita R\$ x 1000 (2018)                                     | 60,2                     | 34,6  | 13,4   | 21,2  | 10,2  | 28,0  | 17,7  | 15,1  | 14,9  |
| População ocupada % (2018)   | 29,3                     | 34,3  | 15,8   | 15,5  | 8,4   | 30,4  | 13,5  | 11,4  | 15,8  |
| IDHM (2010)  | 0,757                    | 0,749 | 0,715  | 0,730 | 0,719 | 0,753 | 0,747 | 0,751 | 0,734 |
| Percentual das receitas oriundas de fontes externas (2015)           | 81,7                     | 71,6  | 83,6   | 90,9  | 93,1  | 75,8  | 87,8  | 84,0  | 85,9  |

Fonte: Adaptado de IBGE (2021)

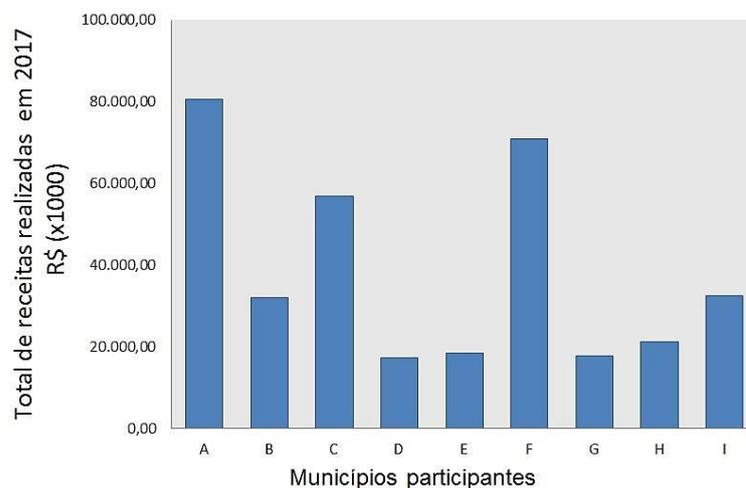
Nota-se que as nove prefeituras apresentaram Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) com valores muito próximos. Contudo, avaliando-se a porcentagem da população ocupada, constatou-se que as cidades A, B e F possuem taxas superiores às demais, enquanto a cidade E possui o pior índice.

O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* referente ao município A é 74% maior que o PIB do município B, que corresponde ao segundo maior índice da lista. Novamente o município E possui o menor valor da lista, seguido por C, I e H. Todos os municípios possuem receitas oriundas de fontes externas de, no mínimo, 75% da receita da cidade.

A partir dessas análises, entendeu-se que os municípios A, B e F possuem as melhores condições econômicas do grupo, enquanto E, G e H apresentam as maiores limitações financeiras, retratadas pelo PIB e porcentagem da população empregada.

Outros dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) referem-se ao total de receitas realizadas pelos municípios no exercício de 2017, conforme ilustrado na Figura 23 a seguir. Destacou-se os casos das prefeituras A, B, C e F com maiores índices de receitas realizadas no ano de 2017. No caso do município C isso foi contrastante com um dos piores índices de PIB *per capita* das cidades analisadas.

**Figura 23 – Estimativa de receitas para os municípios participantes em 2017**



Fonte: Adaptado de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2021)

Ao se comparar as receitas apresentadas com os dados sobre a população, entendeu-se que o número de habitantes é um fator determinante para a arrecadação dos municípios de pequeno porte.

Quanto às cidades com maiores limitações financeiras, comparando-se as receitas realizadas no ano de 2017 aos dados econômicos apresentados, verificou-se que as maiores limitações eram dos participantes D, E, G e H.

Verificando-se as informações disponíveis nos sites das prefeituras participantes constatou-se, conforme o Quadro 12, que apenas uma prefeitura apresentava as informações pertinentes à equipe técnica ligada ao setor de obra, informando com clareza suas atribuições e funções.

A verificação foi realizada através do acesso às páginas eletrônicas oficiais de cada uma das prefeituras, consultando-se a disponibilidade de informações pertinentes à equipe de servidores que compunham o setor de obras e suas respectivas atribuições. Verificou-se ainda a existência de canal de comunicação para informações pertinentes aos processos licitatórios do município.

**Quadro 15 – Consulta aos sites das prefeituras participantes**

| <b>Análise sobre disponibilidade de informações nos sites das prefeituras</b>   |                                 |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Critério</b>   | <b>Municípios participantes</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |
|   | <b>A</b>                        | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> | <b>E</b> | <b>F</b> | <b>G</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |
| <b>Fácil acesso às informações sobre composição de equipe vinculada a obras</b> | Sim                             | Não      |
| <b>Informação de atribuição dos profissionais</b>                               | Sim                             | Não      |
| <b>Fácil acesso aos processos licitatórios</b>                                  | Sim                             | Sim      | Sim      | Sim      | Sim      | Sim      | Sim      | Sim      | Sim      |

Fonte: Adaptado de IBGE (2021)

Esse fator pode indiciar uma provável deficiência quanto à definição de função e organização de tarefas aos seus colaboradores, ou ainda, uma provável falha na transparência de informações dos setores de obras.

### **6.3 Análise dos Resultados**

Após a aplicação de questionário eletrônico para nove municípios de pequeno porte, analisaram-se os dados coletados, caracterizando-se os municípios pelas informações preliminares.

Avaliaram-se as condições e características pertinentes ao processo de elaboração, aprovação e acompanhamento de projetos, trabalhando-se com cada um dos sete campos propostos, conforme retratado a seguir.

### 6.3.1 Análise das Informações Preliminares dos Participantes

Inicialmente, analisou-se as características e peculiaridades dos participantes desta pesquisa, assim como, seu conhecimento em BIM e as dimensões de seu município.

Todos os profissionais entrevistados possuem ensino superior completo em engenharia civil, encontram-se exercendo o cargo de engenheiro civil, e o tempo de atuação profissional junto ao setor de elaboração de projetos variou de um ano até 40 anos. A Tabela 01 a seguir apresenta a caracterização dos profissionais, especificando gênero, formação e experiência na área de elaboração de projetos.

**Tabela 01 – Caracterização dos participantes**

| Características                             |                     | Valores Absolutos | Valores Percentuais |
|---|---------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Gênero</b>                               | Masculino           | 8                 | 88,89%              |
|   | Feminino            | 1                 | 11,11%              |
| <b>Formação</b>                             | Engenheiro(a) Civil | 9                 | 100,00%             |
|   | Arquiteto(a)        | 0                 | 0,00%               |
|   | Outra               | 0                 | 0,00%               |
| <b>Tempo de Experiência na Área em Anos</b> | Até 1 ano           | 2                 | 22,22%              |
|   | De 1 a 5 anos       | 3                 | 33,33%              |
|   | De 6 a 10 anos      | 1                 | 11,11%              |
|   | Mais de 10 anos     | 3                 | 33,33%              |

Fonte: O Autor (2021)

Na Tabela 02 são apresentadas as informações preliminares coletadas por meio do questionário, retratando-se o conhecimento dos profissionais com relação à metodologia BIM e identificando características do departamento de elaboração de projetos das prefeituras.

Tabela 02 – Caracterização dos setores de elaboração de projeto

| Características  |                                 | Valores Absolutos | Valores Percentuais |
|--|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Os projetos consistem predominantemente por:</b>                                  | Projetos em 2D                  | 9                 | 100,00%             |
|  | Maquetes em 3D                  | 0                 | 0,00%               |
| <b>Os meios de comunicação predominantes são:</b>                                    | Através de documentos impressos | 9                 | 100,00%             |
|  | Através de informações digitais | 0                 | 0,00%               |
| <b>Realiza-se terceirização para elaboração de projetos básicos e complementares</b> | Não                             | 0                 | 0,00%               |
|  | Sim, parcialmente               | 6                 | 66,67%              |
|  | Sim, totalmente                 | 3                 | 33,33%              |
| <b>Conhece o BIM</b>   | Não conhece                     | 4                 | 44,44%              |
|  | Sim, conhece                    | 5                 | 55,56%              |
| <b>Disponibilidade de Computadores com configuração básica para trabalhar com 3D</b> | Nenhum                          | 3                 | 33,33%              |
|  | Apenas 1                        | 3                 | 33,33%              |
|  | De 2 a 5                        | 3                 | 33,33%              |
|  | Mais de 5                       | 0                 | 0,00%               |

Fonte: O Autor (2021)

Constatou-se que apenas cinco profissionais alegaram possuir conhecimento básico sobre BIM, sendo que um informou conhecer superficialmente sua definição. Os demais, correspondentes a 44% desconhecem totalmente o que é BIM ou Modelagem da Informação da Construção.

Observou-se que um terço das prefeituras não possui nenhum computador com configuração básica suficiente para trabalhar com projetos 3D, enquanto outro terço possui apenas uma máquina junto ao departamento. Essa situação pode impossibilitar a execução de atividades computacionais simultâneas entre mais de um profissional dentro do ambiente de trabalho.

Quanto aos instrumentos normativos implantados em cada município, apresenta-se na Tabela 03 a seguir, a relação de legislações existentes em cada municipalidade, correlacionando-se com a existência de sistemas de comunicação digital entre os departamentos. Tal análise tem como objetivo verificar se a presença de instrumentos normativos possua correlação com a existência de sistemas comunicativos mais modernos.

**Tabela 03 – Instrumentos Normativos**

| <b>Instrumentos Normativos Existentes</b>       | <b>Quantidade de Prefeituras</b> | <b>Existe Sistema de Comunicação Digital entre departamentos</b> | <b>Valores Absolutos</b> | <b>Valores Percentuais</b> |
|---|----------------------------------|--|--------------------------|----------------------------|
| <b>Planos Diretores</b>                         | 3                                | Sim  | 3                        | 100,00%                    |
|   |                                  | Não  | 0                        | 0,00%                      |
| <b>Código de Obras</b>                          | 2                                | Sim  | 1                        | 50,00%                     |
|   |                                  | Não  | 1                        | 50,00%                     |
| <b>Não possuem nenhum instrumento normativo</b> | 4                                | Sim  | 0                        | 0,00%                      |
|   |                                  | Não  | 4                        | 100,00%                    |

Fonte: O Autor (2021)

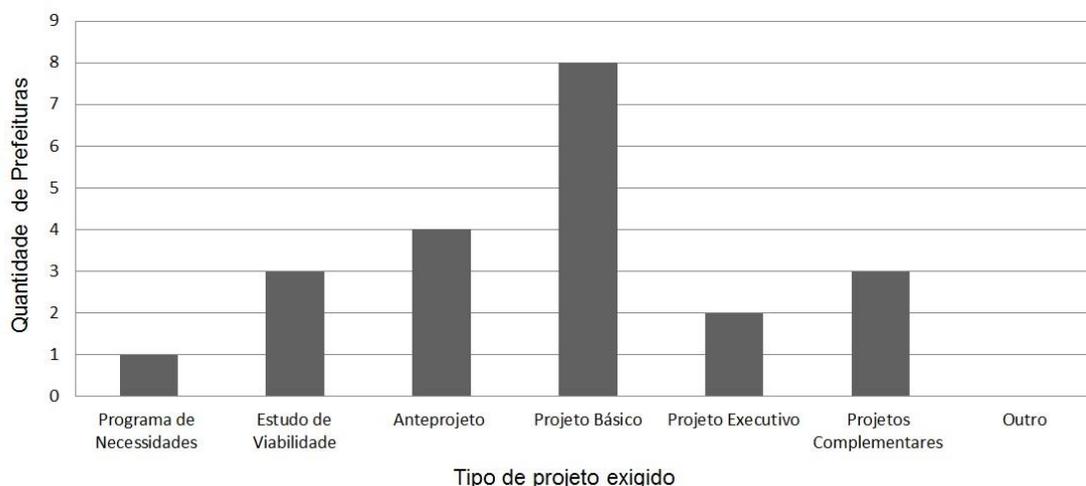
### 6.3.2 Análise do Campo das Tecnologias

Conforme retratado anteriormente, analisando-se a disponibilidade de computadores nos setores de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia das prefeituras e considerados adequados para a operacionalidade com softwares de modelagem 3D, constatou-se que:

- 33% dos municípios não possuíam nenhum equipamento que suportasse o projeto de maquetes 3D.
- Nenhuma prefeitura dispunha de mais de dois computadores com configuração suficiente para trabalhar com maquetes 3D junto ao setor.

Como mencionado anteriormente, analisou-se que o fato das prefeituras possuírem pequena quantidade de computadores junto ao setor de elaboração de projetos significava um obstáculo para que profissionais de diferentes especialidades pudessem trabalhar paralelamente durante o desenvolvimento de um projeto.

Quanto aos tipos de documentos solicitados durante o desenvolvimento de uma nova obra, a Figura 24 a seguir apresenta a diversidade de documentação exigida pelas prefeituras. Ou seja, duas prefeituras fazem licitações com projetos executivos e oito prefeituras se utilizam apenas do projeto básico, enquanto apenas uma prefeitura não elabora projeto básico. Ressalta-se que alguns municípios solicitam projeto básico e executivos para a elaboração dos processos licitatórios.

**Figura 24 – Documentos solicitados durante a elaboração de um novo projeto**

Fonte: O Autor (2021)

Notou-se que a maioria dos municípios adotou apenas a elaboração de projeto básico como única exigência para desenvolvimento de uma obra junto ao setor de projetos. Fator este que, conforme discutido anteriormente, referente às etapas de elaboração e desenvolvimento de um projeto, demonstrou-se insuficiente para cumprimento da NBR 16636-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

Quanto ao meio de disponibilização dos projetos para os demais setores, constatou-se que apenas 44% das prefeituras disponibilizaram os projetos em formato digital com editabilidade, e 11% ainda dispunham somente dos projetos impressos em papel.

89% dos entrevistados realizavam de modo manual a compatibilização entre os projetos de arquitetura e engenharia e demais projetos complementares, não possuindo nenhum software para esta função. Verificou-se que 100% das prefeituras faziam a contratação de empresas terceirizadas para elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia.

Em todos os municípios analisados, os projetos de arquitetura e engenharia elaborados constituíram exclusivamente de projetos em 2D, não sendo verificado nenhuma situação de projetos com maquetes 3D. Do mesmo modo, mais de 70% das prefeituras estabeleceram um fluxo de informação ao longo da elaboração de novos projetos, unicamente por documentos impressos.

### 6.3.3 Análise do Campo de Custos

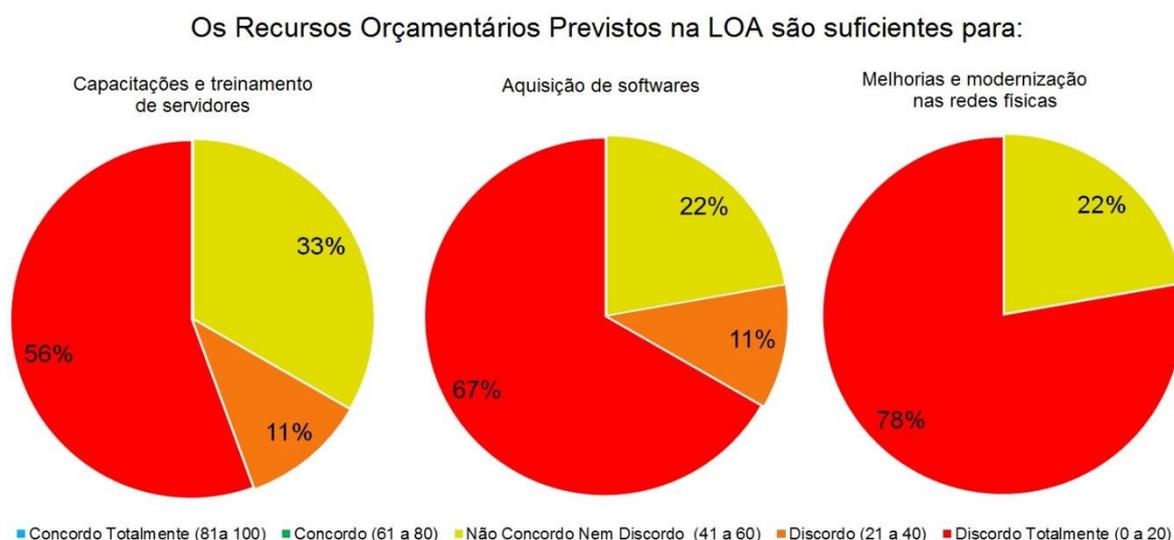
Considerando-se que a Lei Orçamentária Anual (LOA) se trata de uma ferramenta para determinação de despesas e receitas do município ao longo de um exercício, questionou-se os profissionais sobre a existência de planejamento pertinente ao investimento em melhorias físicas e profissionais.

Para isso, eles deveriam responder sobre o grau de concordância com várias afirmações segundo uma pontuação de 0 a 100, seguindo o critério:

- 0 a 20: Discorda Totalmente
- 21 a 40: Discorda
- 41 a 60: Não Concorda Nem Discorda
- 61 a 80: Concorda
- 81 a 100: Concorda Totalmente

Na figura 25 é possível observar que a maioria das prefeituras alega discordar totalmente sobre a suficiência na Lei Orçamentária Anual (LOA) de recursos financeiros destinados para capacitação e treinamentos, aquisição de softwares e modernizações operacionais.

**Figura 25 – Análise sobre os recursos financeiros disponível na Lei Orçamentária**



Fonte: O Autor (2021)

Constatou-se que, as melhorias nas redes físicas correspondem ao índice com maior discordância, entendendo-se que este item é associado pelos entrevistados como o de maior valor para investimento.

Observou-se ainda que 56% dos profissionais das prefeituras discordaram totalmente sobre a disponibilidade de recursos previstos na lei orçamentária, destinados para investir em capacitações e treinamentos.

Quanto à disponibilidade de receita para investir na aquisição e regularização de softwares, 67% dos entrevistados alegaram total insuficiência de recursos.

Conseqüentemente, 75% das prefeituras que declararam ter insuficiência financeira, apresentaram os maiores índices de dúvidas sobre os possíveis retornos de investimento para a adoção de novas tecnologias para a elaboração de projetos.

Apenas uma prefeitura declarou possuir arrecadação financeira suficiente para a realização constante de investimentos tecnológicos para modernização dos serviços prestados, com grau de concordância da afirmação igual a 65%.

#### **6.3.4 Análise do Campo de Gestão**

Analisou-se o processo de gerenciamento de projetos e o histórico de obras públicas dos municípios, observando-se que apenas 22% das prefeituras elaboravam fluxogramas para controle de atividades e de responsabilidades ao longo de um empreendimento.

Observou-se que apenas 33% das prefeituras afirmaram realizar nomeação através de ato oficial para designar responsável pelo gerenciamento dos projetos ou de equipe integrada. Quanto à utilização de ferramentas para gerenciamento, nenhuma prefeitura dispunha de qualquer instrumento para esta finalidade.

A demanda de obras pelos municípios demonstrou-se escassa, executando-se atualmente uma média de cinco obras por cidade, porém, apenas 33% dos profissionais alegaram que a falta de demanda de projetos possa ser uma barreira para investir em novas tecnologias.

Constatou-se que os municípios que apresentaram maiores discordâncias sobre a influência da falta de demanda de projetos para implantação de novas tecnologias, são as cidades com maiores populações dentre os nove municípios analisados.

Verificou-se que mais de 75% dos profissionais afirmaram a realização de aditivos por tempo ou valor durante processos licitatórios de obras públicas realizados na presente gestão municipal. Para 33% dos profissionais entrevistados,

os gestores e responsáveis pela execução de projetos não compreendiam a importância da implantação de novas tecnologias. A maioria dos gestores que compreendiam a importância da modernização tecnológica administravam os municípios que possuíam as maiores populações dentre o grupo analisado.

Constatou-se que os gestores de municípios com maiores populações apresentaram maior receptividade para novos tipos de tecnologias e metodologias de trabalho, não considerando a demanda de projetos como uma barreira.

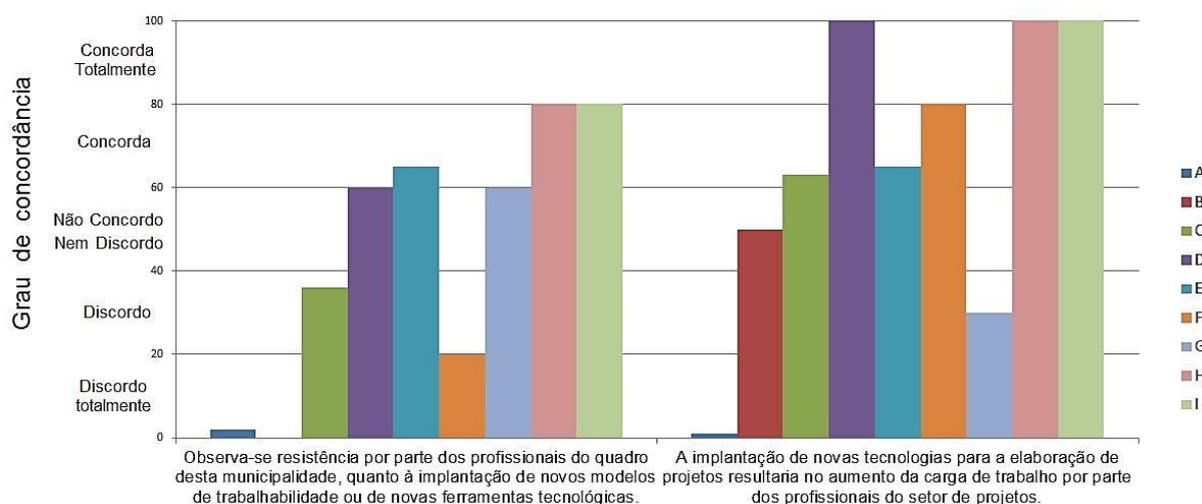
Notou-se que mais de 50% dos entrevistados discordaram da possibilidade de implantação de padronização arquitetônica no setor de elaboração de projetos, via desenvolvimento de projetos modulares e com ambientes simétricos. Observou-se a mesma porcentagem de prefeituras que não compartilharam abertamente todas as informações de um projeto durante a contratação de empresas terceirizadas.

### **6.3.5 Análise do Campo de Pessoal e Recursos Humanos**

Avaliou-se a realização de capacitações e treinamentos em BIM, notando-se que apenas um único entrevistado realizou treinamento, atitude tomada por iniciativa própria, sem apoio de sua respectiva prefeitura. Quanto a existência de planejamento para futuros cursos, observou-se que nenhuma das prefeituras programou-se para a consumação de capacitação de seus servidores em BIM.

Mais de 80% dos municípios não possuíam, ou não souberam informar sobre a presença de profissionais das áreas de tecnologia ou gestão da informação no quadro de servidores municipais. Enquanto 22,2% das prefeituras não dispunham de profissionais empregados diretamente no setor de elaboração de projetos

Na Figura 26 é observado que mais da metade dos entrevistados considerou significativa a resistência por parte dos profissionais para a implantação de novas metodologias de trabalho ou ferramentas tecnológicas. Observou-se que, os municípios que constataram estas maiores resistências também alegaram o possível aumento na carga de trabalho.

**Figura 26 – Avaliação sobre resistência a mudança e aumento na carga de trabalho**

Fonte: O Autor (2021)

Sequencialmente analisou-se a existência de correlação entre a resistência à mudança por parte dos colaboradores e sua percepção do aumento na carga de trabalho devido à implantação de novas tecnologias, apresentando-se os resultados obtidos na Tabela 04, constatando-se que o nível de correlação é moderado, com valor de 0,640.

**Tabela 04 – Análise da existência de correlação da resistência à mudança e aumento na carga de trabalho**

|                                     |                       | Resistência à mudança | Aumento na carga de trabalho |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| <b>Resistência a mudança</b>        | Correlação de Pearson | 1                     | 0,640                        |
|                                     | Sig. (bilateral)      | -                     | 0,063                        |
|                                     | N'                    | 9                     | 9                            |
| <b>Aumento na carga de trabalho</b> | Correlação de Pearson | 0,640                 | 1                            |
|                                     | Sig. (bilateral)      | 0,063                 | -                            |
|                                     | N                     | 9                     | 9                            |

Fonte: O Autor (2021)

Entendeu-se que a suposição de que novas tecnologias possam aumentar a quantidade de trabalho demonstrou-se como um dos prováveis motivos para a resistência contra a aceitação dos profissionais da área de projetos.

### 6.3.6 Análise do Campo de Questões Legais (Área Política)

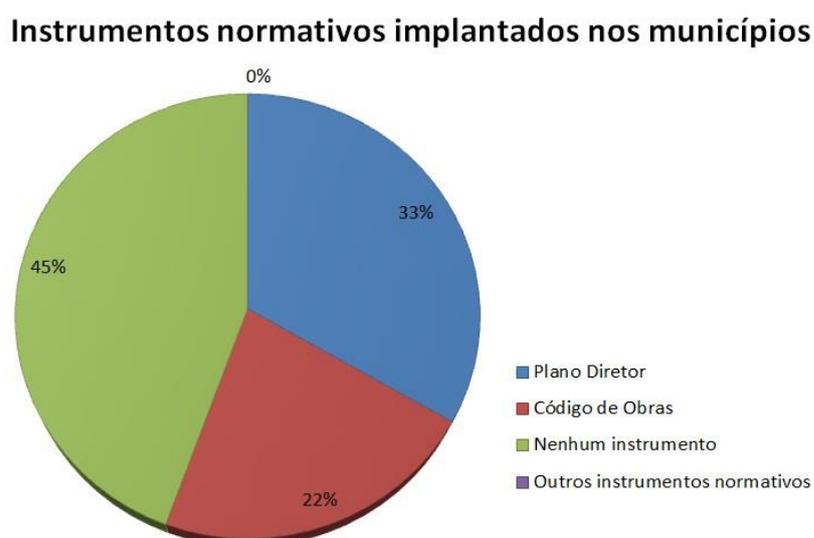
Ao investigar sobre o histórico de processos licitatórios, verificou-se que não há nenhum registro de processos licitatórios para realização de projetos de

engenharia com a obrigatoriedade de utilização do BIM em nenhum dos municípios analisados.

Mais de 50% dos entrevistados confirmaram a ocorrência de erros de compatibilização entre projetos e planilhas orçamentárias e quantitativas, durante processos licitatórios. O restante dos entrevistados desconhecia essa informação.

Na Figura 27 é possível observar que mais de 40% dos entrevistados afirmaram que seus municípios não possuíam nenhum dos instrumentos normativos indicados, ou seja, Planos Diretores, Código de Obras ou quaisquer outros meios regulamentadores pertinentes a realização de projetos de arquitetura e engenharia no município.

**Figura 27 – Instrumentos Normativos Regulamentadores existentes**



Fonte: O Autor (2021)

Constatou-se que as prefeituras que não possuíam instrumentos normativos apresentaram as maiores limitações financeiras para a realização de investimentos tecnológicos.

Observou-se que 60% das cidades que implantaram Planos Diretores ou Códigos de Obras, possuíam as maiores populações do grupo, e consequentemente, maiores arrecadações.

Os municípios que implantaram códigos de obra apresentaram melhores condições de organização gerencial. Designando-se responsável pelo gerenciamento dos projetos e equipe integrada composta por representantes de

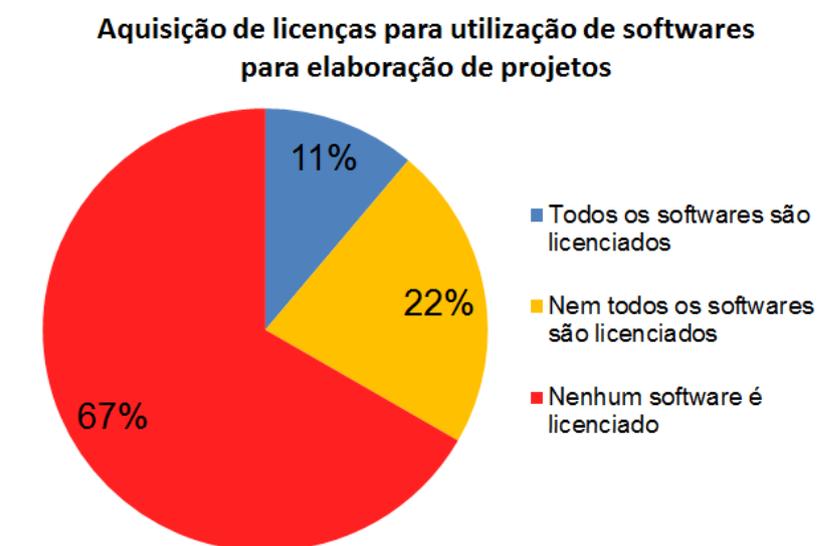
todos os setores envolvidos, além de possuírem sistema digital de comunicação entre os departamentos.

Verificou-se que nenhum município realizava o gerenciamento do fluxo de informações entre os setores relacionados ao processo de elaboração de novos projetos de arquitetura e engenharia.

Quanto ao compartilhamento de informações entre os setores envolvidos aos processos licitatórios, constatou-se que mais de 50% dos municípios não registravam formalmente as alterações ou correções de projetos. Contudo, apenas 11% das cidades não realizavam o arquivamento dos projetos e documentos impressos pelo setor de elaboração de projetos.

Questionou-se os profissionais sobre os softwares utilizados para a elaboração de projetos na prefeitura, avaliando-se a regulamentação da utilização dos mesmos, conforme apresentado na Figura 28.

**Figura 28 – Licenciamento dos softwares utilizados**



Fonte: O Autor (2021)

Para a elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, todos os municípios trabalhavam unicamente com o AutoCAD, software criado e comercializado pela Autodesk, Inc. Constatou-se ainda a utilização de Microsoft Excel e Word para elaboração de planilhas, memoriais e documentos complementares.

Quanto ao licenciamento dos softwares utilizados para a elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, constatou-se que apenas 11% das prefeituras possuíam licença de todos os softwares empregados. 22% das prefeituras possuíam licenciamento de alguns dos softwares empregados e 67% das prefeituras não possuíam licenciamento de nenhum software utilizado.

Questionou-se os profissionais sobre os processos de compra e licitação de obras públicas, verificando-se a percepção sobre possíveis divergências ou pontos a serem trabalhados para melhor receptividade para a implantação do BIM.

Constatou-se que apenas 11% das prefeituras concordavam totalmente com a necessidade de realizar mudanças quanto aos métodos de compra, enquanto mais de 50% apresentavam grau de concordância da afirmação igual ou superior a 50% quanto a indispensabilidade de modificar os trâmites licitatórios e de contratação.

44,44% dos municípios afirmaram não possuir cultura de realizar seguros pertinentes à contratação de serviços tecnológicos em suas prefeituras. Apenas uma prefeitura discordou da possibilidade de implantação de incentivos legais para a contratação de empresas que trabalhem com BIM, ou incentivos financeiros para capacitação de servidores.

#### **6.4 Percepção dos participantes sobre os níveis de intensidade das limitações para implantação do BIM**

Partindo-se do conceito de que cada prefeitura enfrenta situações singulares, assim como, de que os profissionais entrevistados possuam experiências distintas com o setor público e privado na área de elaboração de projetos e obras, analisaram-se suas percepções pessoais sobre as possíveis barreiras a serem enfrentadas pelos municípios.

Apresenta-se a seguir a análise do setor de projetos das nove cidades de pequeno porte, avaliando-se a percepção quanto ao nível de dificuldade para implantação do BIM junto as instituições, questionário este adaptado de Sun *et al.* (2017) e inspirado nas pesquisas de Santos (2016) e Lima (2019).

Os fatores analisados são listados a seguir:

|   |   |
|---|---|
| T1 - Funcionalidade de ferramentas BIM                                | G5 - Falta de cooperação de outros parceiros da indústria     |
| T2 - Acessibilidade de ferramentas BIM                                | P1 - Necessidade de educar profissionais sobre o BIM          |
| T3 - Exigência de dados de design digital de computador               | P2 - Resistência habitual à mudança                           |
| T4 - Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados                | P3 - Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM |
| T5 - Falta de interoperabilidade de dados                             | L1 - Responsabilidade entre as partes interessadas            |
| C1 - Custos com treinamentos e capacitações                           | L2 - Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM        |
| C2 - Custo com software   | L3 - Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais    |
| C3 - Custo com sistemas e infraestrutura                              | L4 - Ambiente contratual                                      |
| G1 - Natureza fragmentada da indústria da construção civil            | L5 - Segurança e confiabilidade da informação do edifício     |
| G2 - Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos      | L6 - Falta de protocolos                                      |
| G3 - Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários    |   |
| G4 - Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados |   |

O questionário consistiu na identificação do grau de dificuldade considerado pelos profissionais para a implantação do BIM nos setores de elaboração de projetos das prefeituras, associando-se o nível de dificuldade aos fatores limitantes sugeridos por Sun *et al.* (2017).

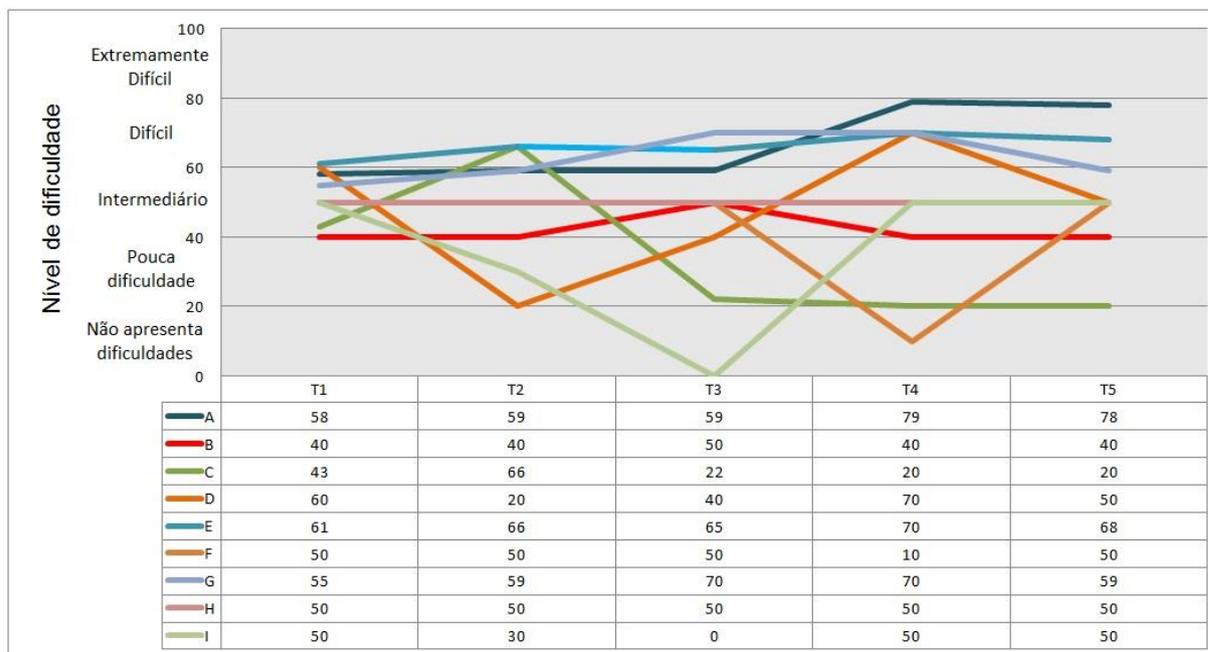
A intensidade do nível de dificuldade foi escalonada em cinco grupos, cada grupo com uma pontuação atribuída pelo autor, representando-se posições proporcionais as seguintes condições:

- Nível 1 = Intensidade de 0 a 19: Não apresenta dificuldades.
- Nível 2 = Intensidade de 20 a 39: Pouca dificuldade, facilmente superado.
- Nível 3 = Intensidade de 40 a 59: Dificuldade intermediária.
- Nível 4 = Intensidade de 60 a 79: Intensidade difícil.
- Nível 5 = Intensidade de 80 a 100: Limitação extremamente difícil, exige grandes esforços.

A primeira categoria analisada é a tecnologia, verificando-se os seguintes pontos: T1 - Funcionalidade de ferramentas BIM; T2 - Acessibilidade de ferramentas BIM; T3 - Exigência de dados de design digital de computador; T4 - Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados; e T5 - Falta de interoperabilidade de dados.

Apresenta-se na Figura 29 os valores correspondentes à percepção dos profissionais entrevistados.

**Figura 29 – Análise por dificuldades associadas à categoria tecnológica**



Fonte: O Autor (2021)

O assunto com maior dificuldade registrado foi a provável necessidade de gerenciamento sofisticado de dados durante a implantação do BIM, considerado como obstáculo de nível difícil por 44% dos entrevistados. Apenas 22% associaram grau de dificuldade difícil às questões de acessibilidade de ferramentas BIM e exigência de dados de design digital de computador.

Notou-se que os profissionais que conheciam o BIM foram os que apresentaram os maiores índices de preocupação quanto às questões de gerenciamento sofisticado de dados e falta de interoperabilidade de dados. Por outro lado, os profissionais que não conheciam ou apenas conheciam superficialmente sua definição, demonstraram menor preocupação com o campo das tecnologias.

Sequencialmente analisou-se a existência de correlação entre o tempo de experiência dos profissionais e o campo tecnológico, verificando-se a intensidade da correlação de Person nesta correlação bivariada. Apresentam-se os resultados obtidos na Tabela 05 a seguir.

**Tabela 05 – Análise da correlação entre o tempo de atuação e o campo tecnológico**

|                         |                       | Tempo de atuação | T 1    | T 2    | T 3    | T 4    | T 5    |
|-------------------------|-----------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Tempo de atuação</b> | Correlação de Pearson | 1                | -0,089 | -0,230 | -0,489 | -0,044 | -0,035 |
|                         | Sig. (bilateral)      | -                | 0,819  | 0,552  | 0,181  | 0,910  | 0,928  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      |
| <b>T 1</b>              | Correlação de Pearson | -0,089           | 1      | 0,000  | 0,401  | 0,743* | 0,779* |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,819            | -      | 1,000  | 0,284  | 0,022  | 0,013  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      |
| <b>T 2</b>              | Correlação de Pearson | -0,230           | 0,000  | 1      | 0,461  | -0,068 | 0,122  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,552            | 1,000  | -      | 0,211  | 0,863  | 0,755  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      |
| <b>T 3</b>              | Correlação de Pearson | -0,489           | 0,401  | 0,461  | 1      | 0,388  | 0,558  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,181            | 0,284  | 0,211  | -      | 0,302  | 0,119  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      |
| <b>T 4</b>              | Correlação de Pearson | -0,044           | 0,743* | -0,068 | 0,388  | 1      | 0,738* |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,910            | 0,022  | 0,863  | 0,302  | -      | 0,023  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      |
| <b>T 5</b>              | Correlação de Pearson | -0,035           | 0,779* | 0,122  | 0,558  | 0,738* | 1      |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,928            | 0,013  | 0,755  | 0,119  | 0,023  | -      |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      |

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

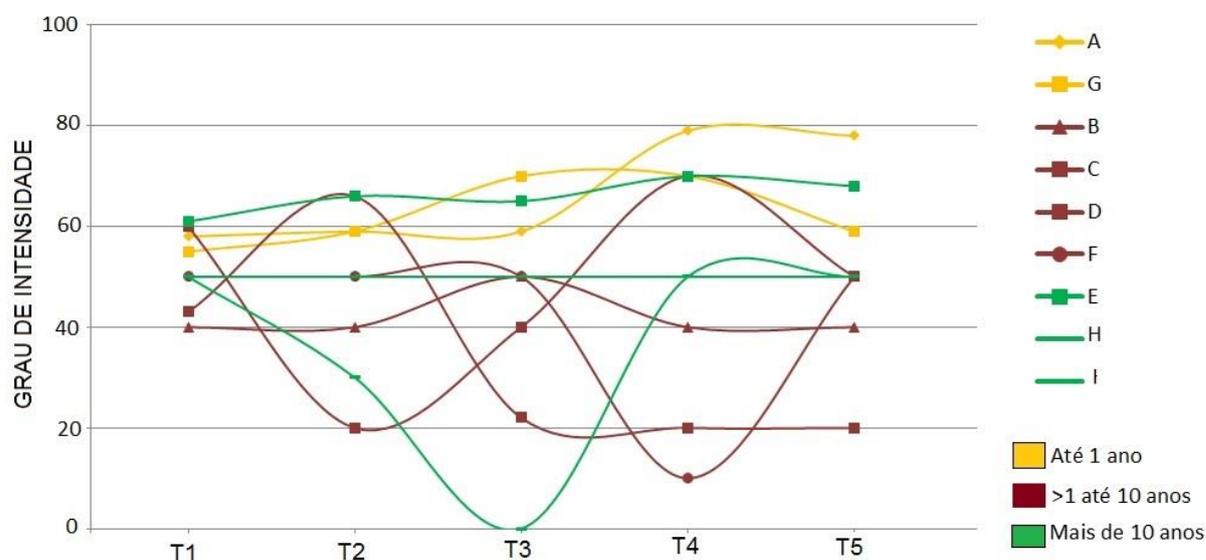
Fonte: O Autor (2021)

Analisando-se os resultados coletados observou-se a existência de correlação negativa moderada entre o tempo de atuação dos profissionais e a exigência de dados de design digital de computador (T3) para implantação do BIM, obtendo-se o valor absoluto do Coeficiente de Correlação igual a -0,489.

Comparando-se os coeficientes entre os cinco fatores limitantes, constatou-se maior força de correlação entre as questões T1 (Funcionalidade de ferramentas BIM), T4 (Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados) e T5 (Falta de interoperabilidade de dados), que apresentando correlação positiva de intensidade forte. Deste modo, entende-se que o nível de percepção de dificuldade desses três fatores é correlacionado, aumentando positivamente.

Apresentam-se na Figura 30 os níveis de dificuldades organizados em razão do tempo de atuação dos profissionais entrevistados.

**Figura 30 – Tempo de atuação profissional e percepção da categoria tecnológica**



Fonte: O Autor (2021)

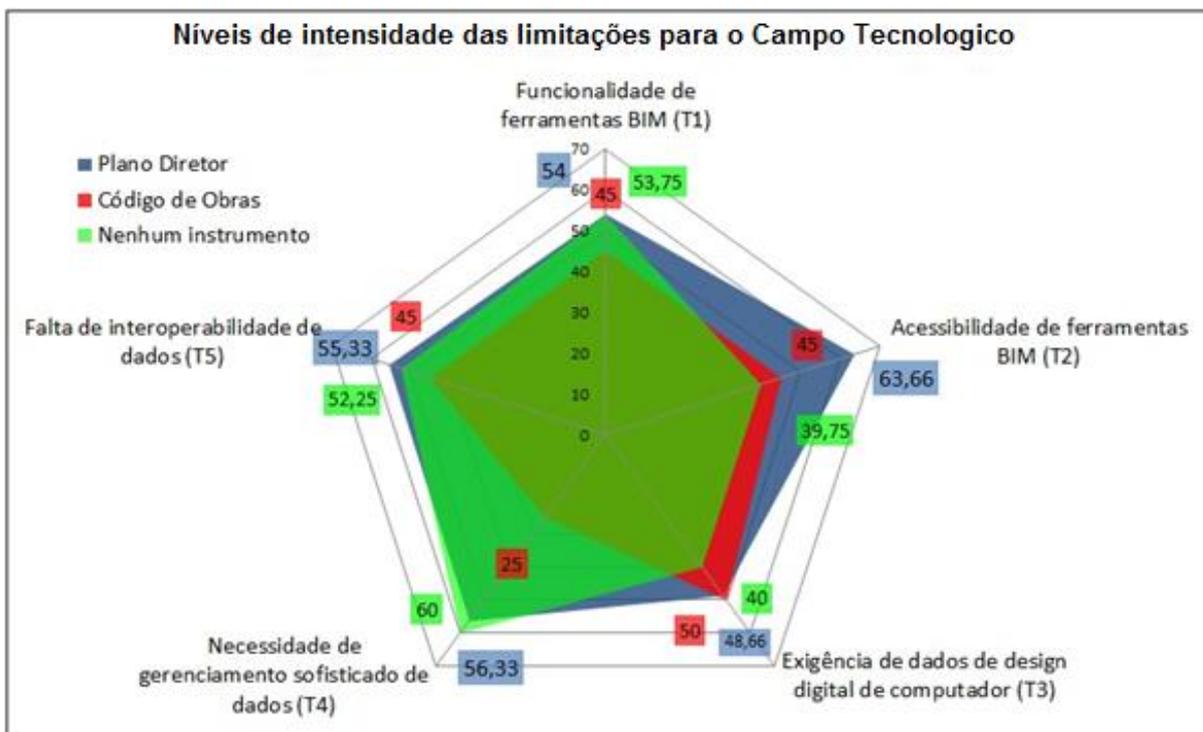
Apesar da correlação negativa de nível fraco na maioria das limitações, observou-se por análise visual e pela somatória das médias dos níveis de dificuldade, que os profissionais com tempo de atuação igual ou inferior a um ano correspondiam ao grupo que associou maior grau de dificuldade a todas as questões pertinentes ao campo tecnológico.

Deste modo, supõe-se que profissionais com pouco tempo de experiência possam apresentar maiores receios quanto à superação de barreiras pertinentes ao campo tecnológico.

Analisou-se a intensidade dos níveis de dificuldades associadas pelos profissionais de acordo com os instrumentos normativos existentes em cada localidade, calculando-se a intensidade média de cada grupo, conforme apresentado na Figura 31.

Dividiram-se os municípios em três grupos: que possuíam plano diretor, que possuíam código de obras, e as que não possuíam nenhum instrumento normativo, apresentando-se os níveis de dificuldade média de cada uma das barreiras limitantes.

**Figura 31 – Níveis de intensidade das limitações segundo os instrumentos regulamentadores e o Campo Tecnológico**



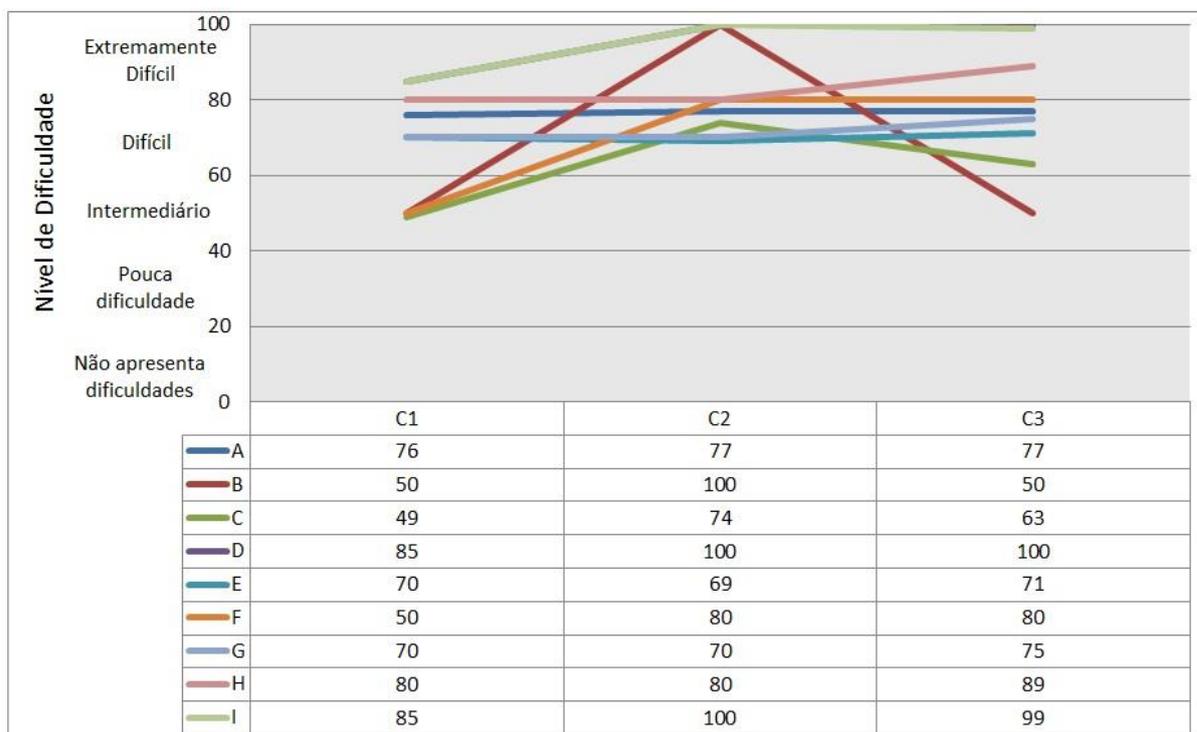
Fonte: O Autor (2021)

Constatou-se que os municípios que possuíam Instrumentos Regulamentadores apresentaram maiores índices de intensidade de dificuldade quanto às questões de acessibilidade de ferramentas e necessidade de dados design digital para BIM. A existência de código de obras condizia com menores níveis de dificuldade para gerenciamento sofisticado de dados, interoperabilidade e funcionalidade das ferramentas BIM.

Supõe-se que os municípios com códigos de obras instituídos possuíam maior familiaridade com a implantação e funcionalidade de ferramentas tecnológicas, enquanto os planos diretores proporcionavam maior percepção da realidade dos municípios e sobre a abrangência das barreiras a serem enfrentadas.

A segunda categoria analisada foi a de custos, verificando-se os seguintes pontos: C1 - Custos com treinamentos e capacitações; C2 - Custo com software; e C3 - Custo com sistemas e infraestrutura.

A Figura 32 a seguir apresenta os valores correspondentes à percepção dos profissionais entrevistados quanto ao campo de custos.

**Figura 32 – Análise por dificuldades associadas à categoria Custos**

Fonte: O Autor (2021)

Os custos necessários para a compra e licenciamento de softwares (C2) corresponderam ao maior grau de dificuldade, tendo sido associado ao nível extremamente difícil por 55% dos entrevistados.

Constatou-se que 75% dos entrevistados que indicaram dificuldade extrema para investir em softwares são os municípios que alegaram maior insuficiência financeira e escassez de recursos previstos em lei orçamentária.

Observou-se ainda que a maioria dos municípios de indicaram grau de dificuldade difícil ou extremamente difícil são as cidades com menores populações, e consequentemente, com arrecadações inferiores.

Os custos pertinentes a investimento em capacitações e treinamentos de pessoal (C1) foi o fator de menor gravidade segundo a perspectiva dos profissionais.

Os dados apresentados no quadro anterior indicam que os custos foram associados pela maioria dos municípios para às três questões impostas com grau de dificuldade difícil ou extremamente difícil. Apenas as cidades B, C e F apresentaram maiores oscilações, sendo que destas três cidades, duas possuíam as maiores arrecadações. Fatores que sugerem que quanto maiores às limitações financeiras

das cidades, maior o receio com os custos necessários para realização de investimentos em BIM.

Sequencialmente analisou-se a existência de correlação entre o tempo de experiência dos profissionais e o campo de custos, verificando-se a correlação de Person nesta correlação bivariada, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 06 a seguir.

**Tabela 06 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo de custos**

|                         |                       | Tempo de atuação | C 1     | C 2   | C 3     |
|-------------------------|-----------------------|------------------|---------|-------|---------|
| <b>Tempo de atuação</b> | Correlação de Pearson | 1                | 0,489   | 0,213 | 0,500   |
|                         | Sig. (bilateral)      | -                | 0,182   | 0,581 | 0,171   |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9     | 9       |
| <b>C 1</b>              | Correlação de Pearson | 0,489            | 1       | 0,228 | 0,813** |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,182            | -       | 0,555 | 0,008   |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9     | 9       |
| <b>C 2</b>              | Correlação de Pearson | 0,213            | 0,228   | 1     | 0,290   |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,581            | 0,555   | -     | 0,449   |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9     | 9       |
| <b>C 3</b>              | Correlação de Pearson | 0,500            | 0,813** | 0,290 | 1       |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,171            | 0,008   | 0,449 | -       |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9     | 9       |

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

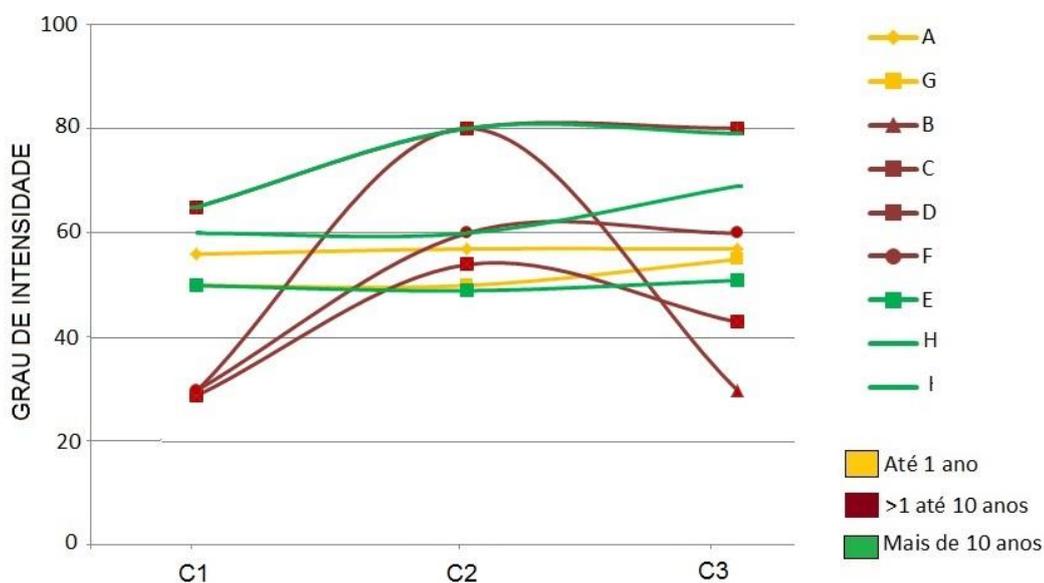
Fonte: O Autor (2021)

Analisando-se os resultados coletados, observou-se a existência de correlação negativa moderada entre o tempo de atuação dos profissionais e as barreiras limitantes C1 (os custos com treinamentos e capacitações) e C3 (custos de atualizações de hardware necessárias), obtendo-se valor absoluto positivo do Coeficiente de Correlação de nível moderado.

Comparando-se os coeficientes entre os três fatores limitantes, constatou-se maior força de correlação entre as questões C1 (custos com treinamentos e capacitações) e C3 (custos de atualizações de hardware), apresentando-se correlação positiva de intensidade forte. Deste modo, entende-se que quanto maior for o nível de dificuldade associado com custos para treinamentos, maior será o nível de dificuldade para custos com hardware, e vice versa.

Observam-se na Figura 33 os níveis de dificuldades organizados em razão do tempo de atuação dos profissionais entrevistados.

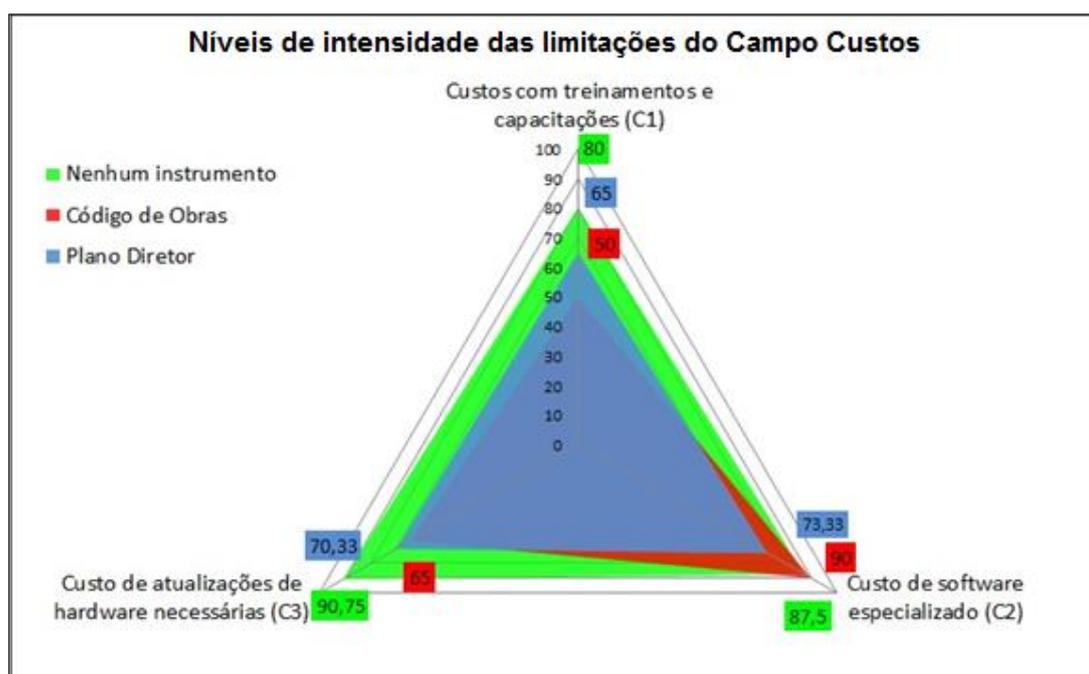
**Figura 33 – Tempo de atuação profissional e percepção da categoria Custos**



Fonte: O Autor (2021)

Analizou-se o nível de intensidade das dificuldades associadas pelos municípios de acordo com os instrumentos normativos existentes em cada localidade, calculando-se a intensidade média de cada grupo, conforme apresentado na Figura 34.

**Figura 34 – Níveis de intensidade das limitações segundo os instrumentos regulamentadores e o Campo Custos**



Fonte: O Autor (2021)

Novamente, dividiram-se os municípios em três grupos: que possuíam plano diretor, que possuíam código de obras, e as que não possuíam nenhum instrumento normativo, apresentando-se os níveis de dificuldade média de cada uma das barreiras limitantes.

Verificou-se que por meio da média das intensidades dos três grupos, que as prefeituras que possuíam instrumentos regulamentadores associaram os menores índices de dificuldade para superar as barreiras pertinentes a investimentos financeiros. Enquanto as cidades que não possuíam instrumentos normativos associaram os três eixos de investimentos como de extrema dificuldade de superação.

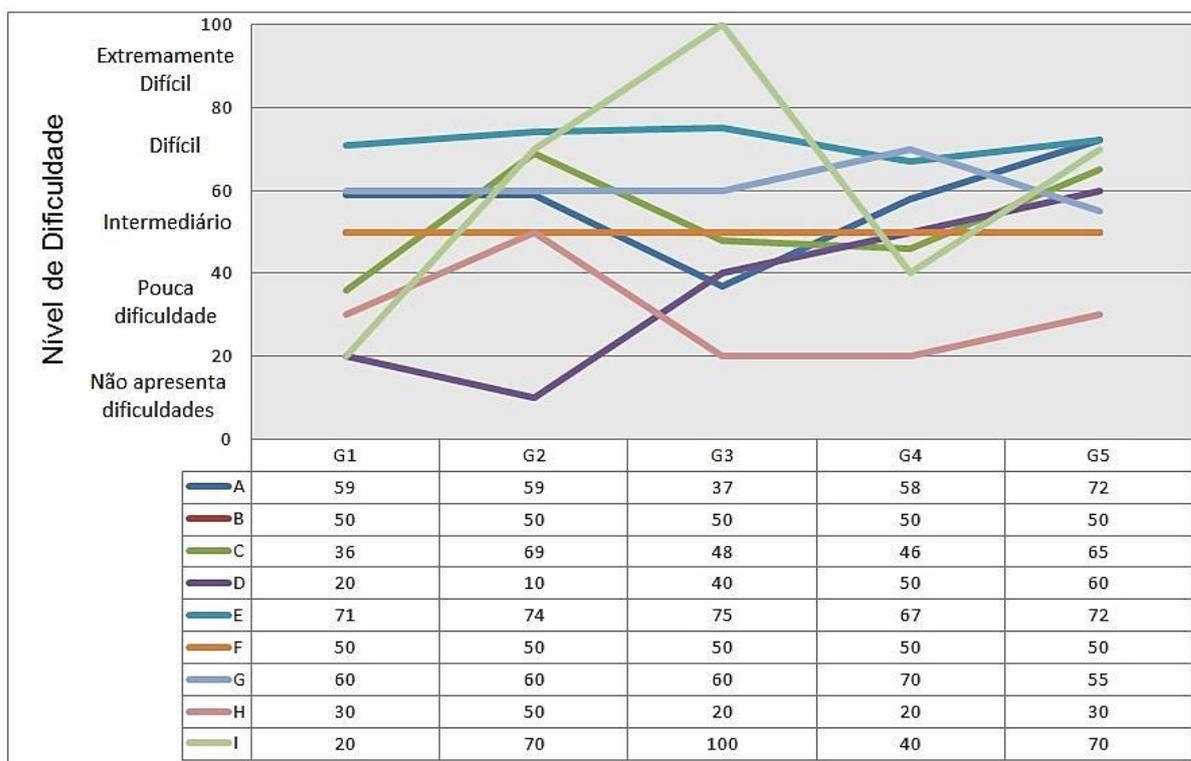
Supõe-se que os instrumentos normativos de planejamento urbano foram implantados por municípios com melhores condições financeiras, ou ainda que, os próprios instrumentos proporcionaram uma maior percepção sobre as dimensões dos investimentos necessários para implantação de novas tecnologias.

A próxima categoria estudada é pertinente ao campo de gestão, verificando-se os seguintes itens: G1 - Natureza fragmentada da indústria da construção civil; G2 - Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos; G3 - Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários; G4 - Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados; e G5 - Falta de cooperação de outros parceiros da indústria.

A Figura 35 apresenta os valores correspondentes a percepção dos profissionais entrevistados quanto ao campo de gestão.

Não houve consenso sobre os assuntos de maior dificuldade, contudo, analisou-se a média e mediana das pontuações, constatando-se que a ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos e a falta de cooperação de outros parceiros da indústria corresponderam as maiores pontuações.

**Figura 35 – Análise por dificuldades associadas à categoria Gestão**



Fonte: O Autor (2021)

Notou-se que a média de todos os itens corresponderam ao grau intermediário de dificuldade, e 44% dos profissionais associaram a natureza fragmentada da indústria da construção civil como barreira de pouca ou nenhuma dificuldade. Constatou-se ainda que apenas 22% dos profissionais entrevistados consideraram todos os fatores ligados à gestão como difíceis.

Sequencialmente analisou-se a existência de correlação entre o tempo de experiência dos profissionais e o campo gestão, analisando-se a correlação de Person nesta correlação bivariada. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 07 a seguir.

Analisando-se os resultados coletados observou-se a existência de correlação negativa moderada entre o tempo de atuação e a limitações G1 (Natureza fragmentada da indústria da construção civil), e ligação de intensidade forte entre o tempo de atuação e a limitação G4 (Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados).

**Tabela 07 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo Gestão**

|                         |                       | Tempo de atuação | G 1    | G 2   | G 3   | G 4     | G 5    |
|-------------------------|-----------------------|------------------|--------|-------|-------|---------|--------|
| <b>Tempo de atuação</b> | Correlação de Pearson | 1                | -0,485 | 0,258 | 0,267 | -0,703* | -0,263 |
|                         | Sig. (bilateral)      | -                | 0,186  | 0,503 | 0,487 | 0,035   | 0,495  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9     | 9     | 9       | 9      |
| <b>G 1</b>              | Correlação de Pearson | -0,485           | 1      | 0,453 | 0,034 | 0,729*  | 0,220  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,186            | -      | 0,221 | 0,931 | 0,026   | 0,569  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9     | 9     | 9       | 9      |
| <b>G 2</b>              | Correlação de Pearson | 0,258            | 0,453  | 1     | 0,509 | 0,176   | 0,341  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,503            | 0,221  | -     | 0,161 | 0,651   | 0,370  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9     | 9     | 9       | 9      |
| <b>G 3</b>              | Correlação de Pearson | 0,267            | 0,034  | 0,509 | 1     | 0,336   | 0,604  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,487            | 0,931  | 0,161 | -     | 0,377   | 0,085  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9     | 9     | 9       | 9      |
| <b>G 4</b>              | Correlação de Pearson | -0,703*          | 0,729* | 0,176 | 0,336 | 1       | 0,601  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,035            | 0,026  | 0,651 | 0,377 | -       | 0,087  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9     | 9     | 9       | 9      |
| <b>G 5</b>              | Correlação de Pearson | -0,263           | 0,220  | 0,341 | 0,604 | 0,601   | 1      |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,495            | 0,569  | 0,370 | 0,085 | 0,087   | -      |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9     | 9     | 9       | 9      |

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

Fonte: O Autor (2021)

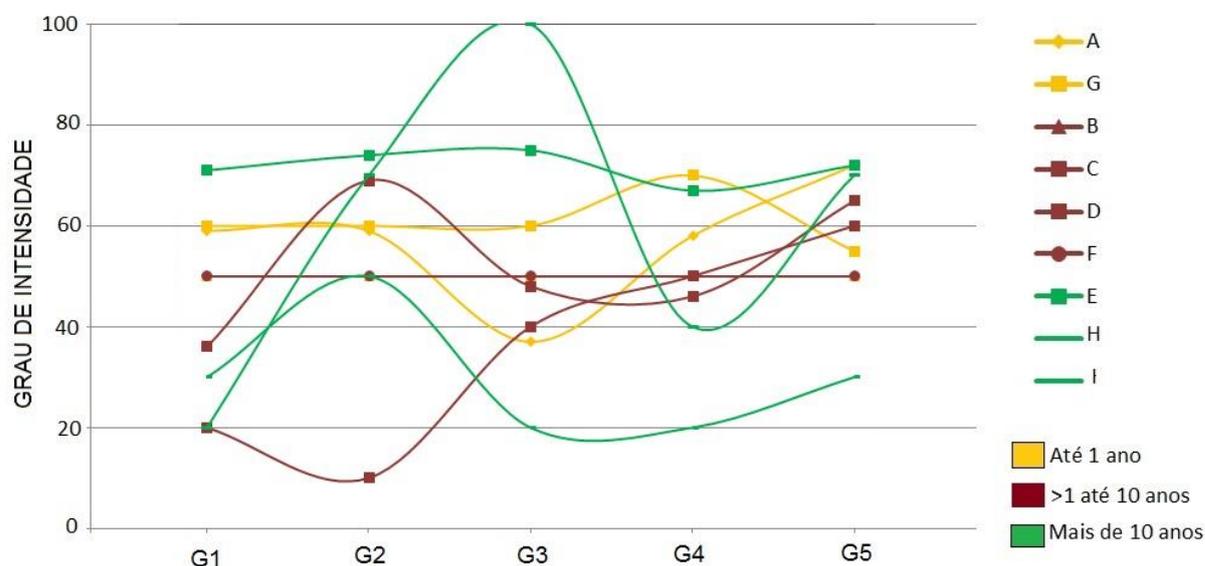
Por meio dos dados apresentados, constatou-se que a mudança nos fluxos de trabalhos e modelos de negócios inadequados no setor da AECO são preocupações de intensidade cada vez menor conforme o aumento do tempo de experiência dos profissionais do setor de projetos.

Analisando-se a correlação entre as cinco barreiras limitantes, destacou-se a correlação entre os tópicos G1 e G4, apresentando-se correlação de Pearson igual a 0,729 e Sig (bilateral) igual a 0,026.

Notou-se que o nível de percepção das dificuldades pertinentes à natureza fragmentada do setor da AECO está positivamente correlacionado aos modelos de negócio inadequado. Quanto ao tempo de experiência e às barreiras G1 e G4, demonstram-se correlação com coeficiente negativo, ou seja, quanto maior o tempo de atuação dos entrevistados, menor será o nível de dificuldade associado à essas limitações.

Observa-se na Figura 36 a seguir os níveis de dificuldades organizados em razão do tempo de atuação dos profissionais.

**Figura 36 – Tempo de atuação profissional e percepção da categoria Gestão**



Fonte: O Autor (2021)

Apesar da correlação de intensidade fraca em três dos cinco fatores analisados, observou-se por análise visual e das médias dos níveis de intensidade dos três grupos, que os profissionais com menor experiência, de até um ano de atuação ou menos, associaram maiores dificuldades devido à natureza fragmentada da construção (G1), falta de colaboração de parceiros do mercado (G5) e mudanças nos fluxos de trabalho (G4). Além disso, foi observado também menores índices de dificuldade para a falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários (G3).

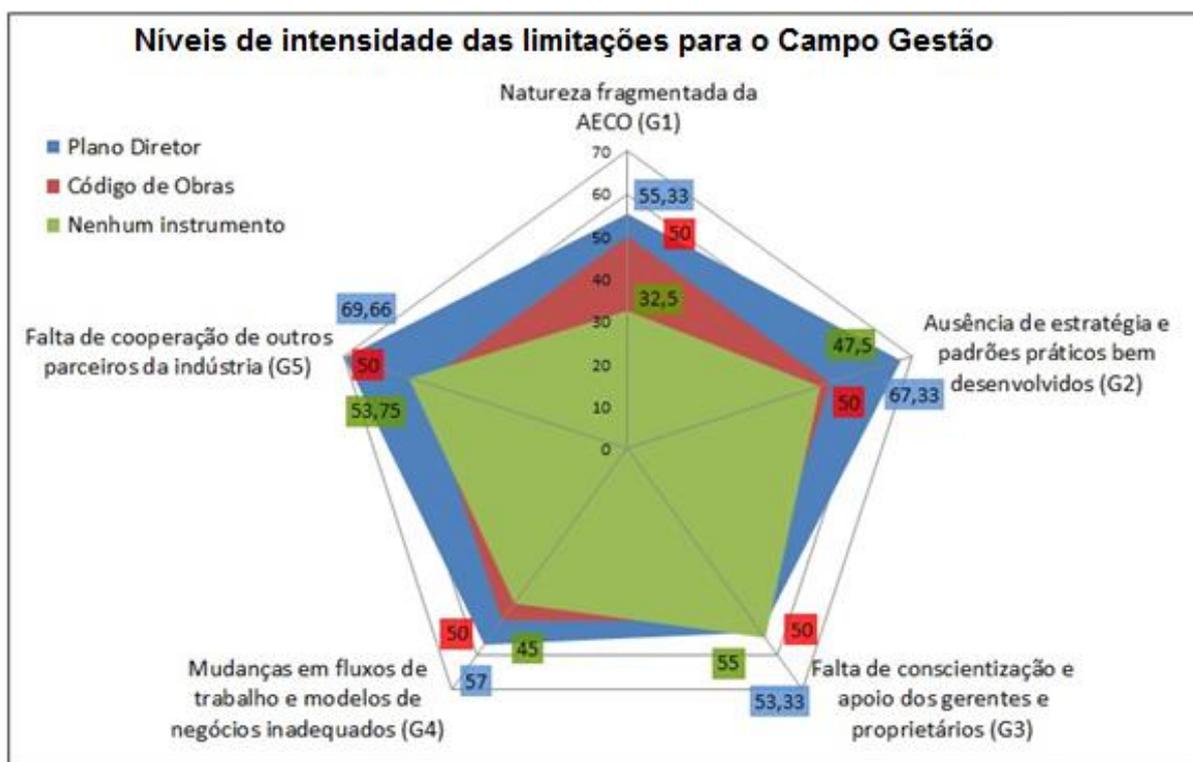
Quanto aos profissionais com tempo de experiência superior a 10 anos, associaram os maiores índices de dificuldade para os itens G3 e G2, e menores dificuldades para G1, G4.

Entende-se que profissionais com menores períodos de atuação apresentaram maiores preocupações quanto a receptividade e parceria do mercado de trabalho, enquanto profissionais com maior tempo de atuação associaram maiores dificuldades no gerenciamento e funcionalidade interna dos órgãos públicos.

Analisou-se o nível de intensidade das dificuldades associadas pelos municípios de acordo com os instrumentos normativos existentes em cada

localidade, calculando-se a intensidade média de cada grupo, conforme Figura 37. Novamente os municípios foram divididos em três grupos, conforme mencionado anteriormente.

**Figura 37 – Instrumentos regulamentadores e a percepção da categoria gestão**



Fonte: O Autor (2021)

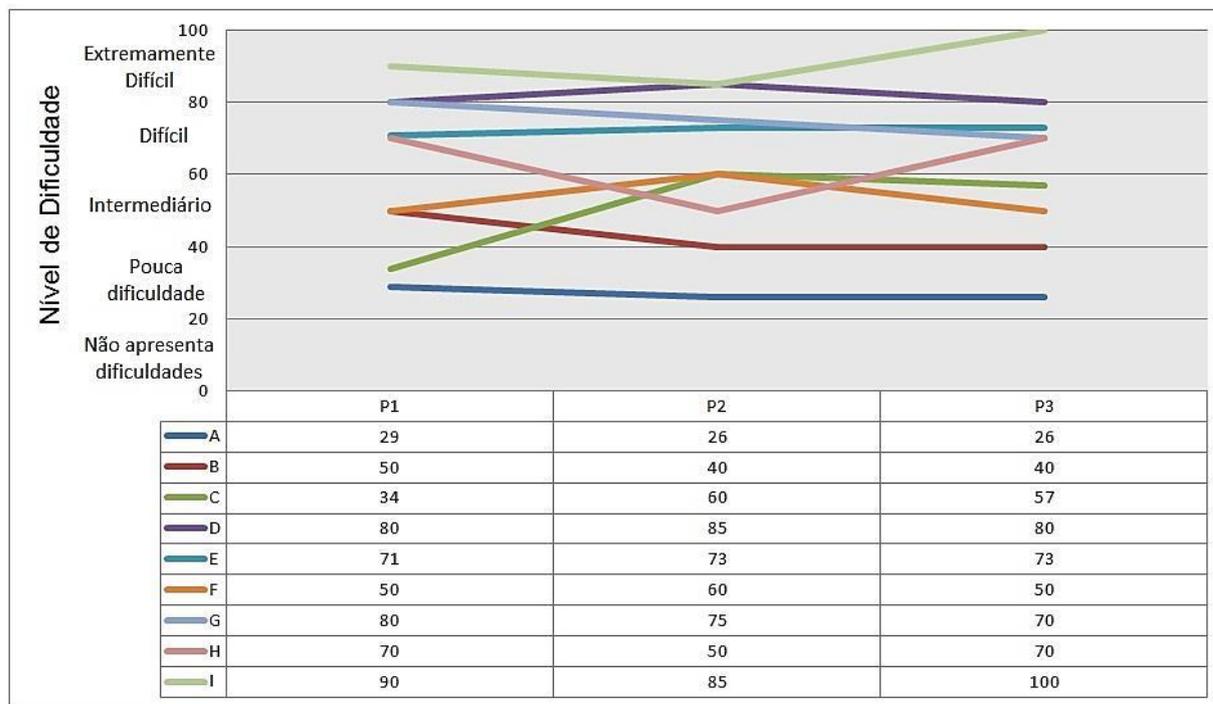
Notou-se que as prefeituras que não possuíam nenhum instrumento regulamentador, ou seja, 44% dos profissionais indicaram os menores níveis de dificuldade para superar questões pertinentes ao campo gestão.

Os municípios que possuíam planos diretores indicaram maiores limitações para superação das barreiras apontadas. Supondo-se que a implantação de planos diretores proporcionou a seus profissionais maiores percepções sobre a natureza e comportamento do setor da AECO.

A penúltima categoria estudada foi pertinente aos recursos humanos envolvidos na elaboração de projetos (campo pessoal), verificando-se os seguintes itens: P1 - Necessidade de educar profissionais sobre o BIM; P2 - Resistência habitual à mudança; e P3 - Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM.

Apresenta-se na Figura 38 os valores correspondentes a percepção dos profissionais entrevistados quanto ao campo pessoal.

**Figura 38 – Análise por dificuldades associadas à categoria de Pessoal**



Fonte: O Autor (2021)

Notou-se que 22% dos profissionais entrevistados consideraram os assuntos envolvendo recursos humanos como de extrema dificuldade de ser superado, enquanto apenas 11% associaram o campo pessoal como de pouca dificuldade.

Analisou-se as dificuldades associadas em função das prefeituras participantes, observando-se que a classificação apresentou pouca oscilação ao longo das três questões, ou seja, a maioria dos participantes considerou de igual gravidade a necessidade de educação (P1), resistência às mudanças (P2) e falta de familiarização com o BIM (P3).

Constatou-se que os profissionais que indicaram menores índices de dificuldade no campo pessoal, apresentaram também os menores índices de resistência quanto à implantação de novos modelos de trabalho.

Sequencialmente, analisou-se a existência de correlação entre o tempo de experiência dos profissionais e o campo de pessoal, verificando-se o nível de intensidade da correlação de Person nesta correlação bivariada. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 08 a seguir.

**Tabela 08 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo Pessoal**

|                         |                       | Tempo de atuação | P 1     | P 2     | P 3     |
|-------------------------|-----------------------|------------------|---------|---------|---------|
| <b>Tempo de atuação</b> | Correlação de Pearson | 1                | 0,512   | 0,236   | 0,619   |
|                         | Sig. (bilateral)      | -                | 0,159   | 0,540   | 0,076   |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9       | 9       |
| <b>P 1</b>              | Correlação de Pearson | 0,512            | 1       | 0,807** | 0,893** |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,159            | -       | 0,009   | 0,001   |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9       | 9       |
| <b>P 2</b>              | Correlação de Pearson | 0,236            | 0,807** | 1       | 0,898** |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,540            | 0,009   | -       | 0,001   |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9       | 9       |
| <b>P 3</b>              | Correlação de Pearson | 0,619            | 0,893** | 0,898** | 1       |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,076            | 0,001   | 0,001   | -       |
|                         | N                     | 9                | 9       | 9       | 9       |

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

Fonte: O Autor (2021)

Analisando-se os resultados coletados observou-se a existência de correlação positiva moderada entre o tempo de atuação dos profissionais e as limitações P1 (necessidade de educar profissionais sobre o BIM) e P3 (Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM).

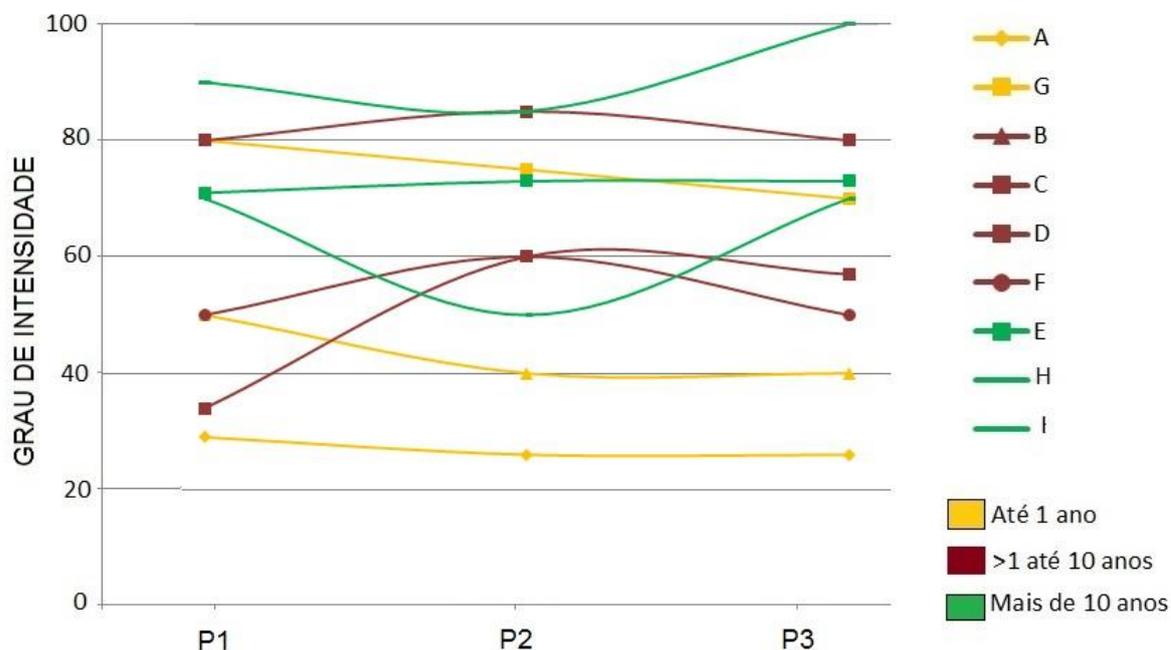
Comparando-se os coeficientes entre os três fatores limitantes do grupo, constatou-se maior força de correlação entre as questões P1 e P2 e entre P1 e P3, com correlação positiva de intensidade forte.

Deste modo, entende-se que apesar da baixa intensidade da força de correlação das limitações com o tempo de atuação dos profissionais, identificou-se forte correlação positiva entre as barreiras, de modo que o aumento dos níveis de percepção da barreira P1 influenciarão em aumento significativo para as barreiras limitantes P2 e P3.

Entende-se por meio da análise das correlações apresentadas, que a percepção de dificuldade quanto à necessidade de educar os profissionais ao BIM (P1) demonstrou-se diretamente associada ao aumento dos níveis de dificuldade para resistência às mudanças (P2) e pouca familiarização com recursos BIM (P3).

Observa-se na Figura 39 a seguir os níveis de dificuldades organizados em razão do tempo de atuação dos profissionais.

**Figura 39 – Tempo de atuação profissional e percepção da categoria de Pessoal**



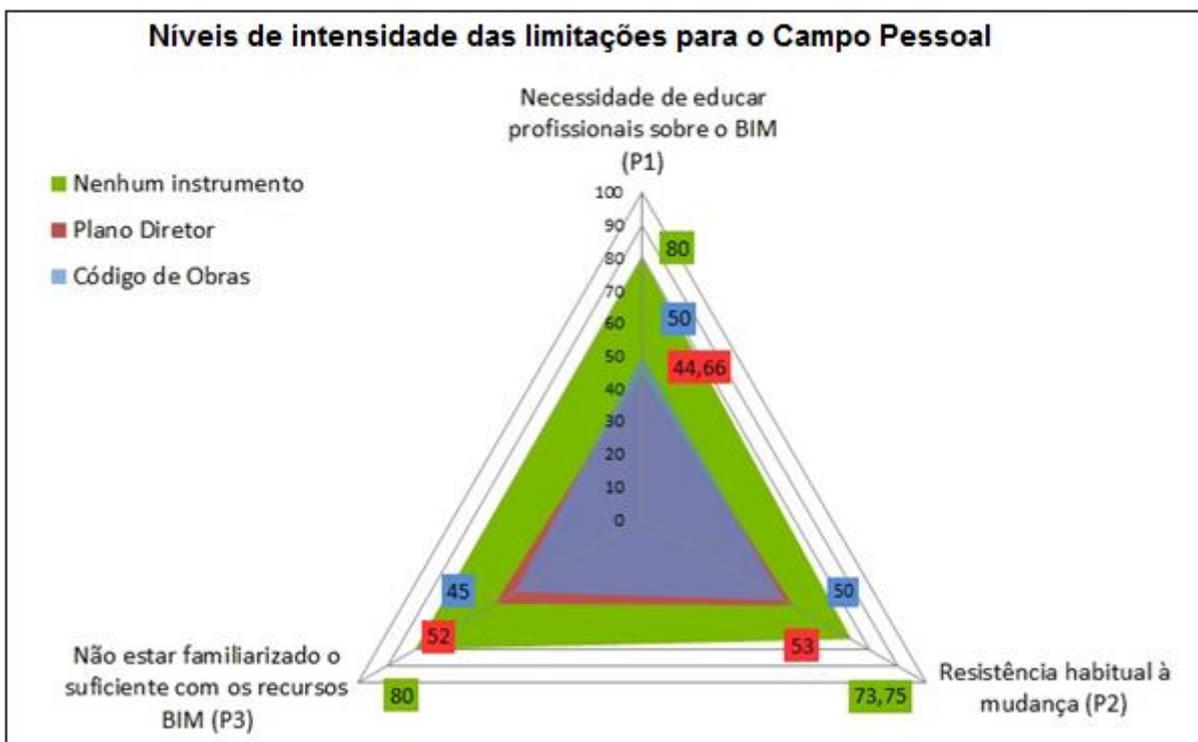
Fonte: O Autor (2021)

Apesar da correlação de intensidade moderada em dois dos três fatores analisados, observou-se por meio de análise visual e das médias das intensidades dos três grupos de tempo de atuação, que os profissionais com menor experiência associaram dificuldades inferiores às questões pertinentes aos recursos humanos.

Supõe-se que o tempo de experiência dos profissionais possa proporcionar modificações em suas percepções quanto à necessidade de educar, familiarização com ferramentas BIM e resistência à mudança.

Analisou-se o nível de intensidade das dificuldades associadas pelos profissionais de acordo com os instrumentos normativos existentes em cada localidade, calculando-se a intensidade média de cada grupo, conforme apresentado na Figura 40. Conforme apresentado anteriormente, dividiram-se os municípios em três grupos: que possuíam plano diretor, que possuíam código de obras, e as que não possuíam nenhum instrumento normativo, apresentando-se os níveis de dificuldade média de cada uma das barreiras limitantes.

**Figura 40 – Instrumentos regulamentadores e a percepção da categoria pessoal**



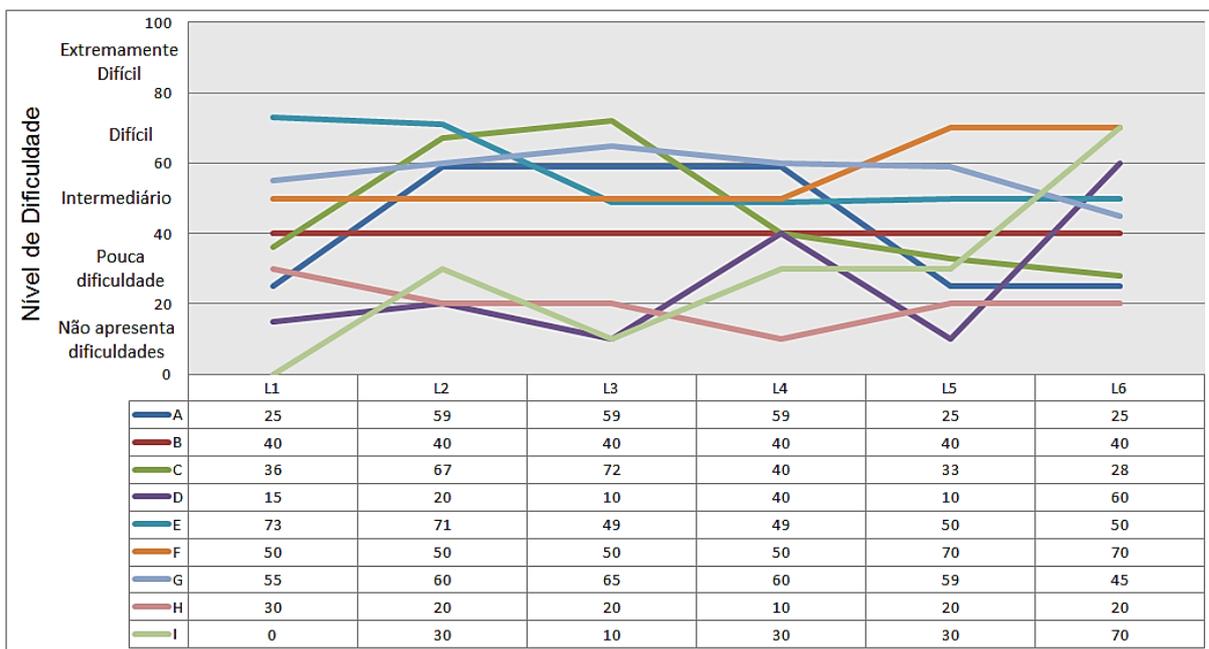
Fonte: O Autor (2021)

Notou-se uma diferença significativa da média dos níveis de percepção dos profissionais de municípios que não possuíam nenhum tipo de instrumento regulamentador, os quais indicaram as maiores dificuldades para superação das questões envolvendo pessoal.

Supõem-se que os instrumentos regulamentadores são pontos de partida para lidar com a mentalidade dos colaboradores para a realização de capacitações e aceitação de novas tecnologias e metodologias de trabalho.

Por fim, analisou-se a categoria pertinente as questões legais e legislativas, verificando-se os seguintes itens: L1 - Responsabilidade entre as partes interessadas; L2 - Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM; L3 - Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais; L4 - Ambiente contratual; L5 - Segurança e confiabilidade da informação do edifício; e L6 - Falta de protocolos.

Calculou-se a média e mediana das respostas em função das cinco questões. Apresenta-se na Figura 41 os valores correspondentes à percepção dos profissionais entrevistados quanto ao campo legal.

**Figura 41 – Análise por dificuldades associadas à categoria de assuntos legais**

Fonte: O Autor (2021)

Notou-se que 55% dos profissionais associaram com pouca ou nenhuma dificuldade as questões de responsabilidade entre as partes interessadas, segurança e confiabilidade da informação do edifício. Porém, constatou-se que estes mesmos profissionais atuavam nas prefeituras que apresentavam os menores índices de cultura de realização de seguros e não dispunham de ferramentas para compatibilização de projetos.

Ressaltou-se que os profissionais entrevistados que indicaram os menores índices de dificuldade com questões legais correspondiam aos municípios com menor número de habitantes dentre as prefeituras analisadas, e 75% deste grupo não possuíam de código de obras ou planos diretores.

Por fim, analisou-se a existência de correlação entre o tempo de experiência dos profissionais e o campo legal, verificando-se o nível de intensidade da correlação de Person nesta correlação bivariada, apresentando-se os resultados obtidos na Tabela 09 a seguir.

**Tabela 09 – Análise da existência de correlação entre o tempo de atuação e o campo legal**

|                         |                       | Tempo de atuação | L 1    | L 2     | L 3     | L 4    | L 5    | L 6    |
|-------------------------|-----------------------|------------------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|
| <b>Tempo de atuação</b> | Correlação de Pearson | 1                | -0,389 | -0,509  | -0,631  | -      | -0,279 | 0,056  |
|                         | Sig. (bilateral)      | -                | 0,301  | 0,161   | 0,068   | 0,009  | 0,467  | 0,887  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |
| <b>L1</b>               | Correlação de Pearson | -0,389           | 1      | 0,685*  | 0,628   | 0,438  | 0,718* | -0,100 |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,301            | -      | 0,042   | 0,070   | 0,238  | 0,029  | 0,798  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |
| <b>L2</b>               | Correlação de Pearson | -0,509           | 0,685* | 1       | 0,901** | 0,711* | 0,581  | -0,170 |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,161            | 0,042  | -       | 0,001   | 0,032  | 0,101  | 0,662  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |
| <b>L3</b>               | Correlação de Pearson | -0,631           | 0,628  | 0,901** | 1       | 0,663  | 0,553  | -0,379 |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,068            | 0,070  | 0,001   | -       | 0,052  | 0,122  | 0,314  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |
| <b>L4</b>               | Correlação de Pearson | -0,803**         | 0,438  | 0,711*  | 0,663   | 1      | 0,517  | 0,176  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,009            | 0,238  | 0,032   | 0,052   | -      | 0,154  | 0,651  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |
| <b>L5</b>               | Correlação de Pearson | -0,279           | 0,718* | 0,581   | 0,553   | 0,517  | 1      | 0,353  |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,467            | 0,029  | 0,101   | 0,122   | 0,154  | -      | 0,351  |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |
| <b>L6</b>               | Correlação de Pearson | 0,056            | -0,100 | -0,170  | -0,379  | 0,176  | 0,353  | 1      |
|                         | Sig. (bilateral)      | 0,887            | 0,798  | 0,662   | 0,314   | 0,651  | 0,351  | -      |
|                         | N                     | 9                | 9      | 9       | 9       | 9      | 9      | 9      |

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

Fonte: O Autor (2021)

Analisando-se os resultados coletados observou-se a existência de correlação negativa forte entre o tempo de atuação dos profissionais e a barreira L4 (Ambiente contratual). Obteve-se ainda correlação negativa moderada com as limitações L2 (Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM) e L3 (Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais).

Notou-se que quanto maior o tempo de atuação dos profissionais menor será menor os níveis de dificuldades associados às questões pertinentes ao ambiente contratual do setor da AECO (L4).

Comparando-se os coeficientes entre os seis fatores limitantes do grupo, constatou-se maior força de correlação entre as barreiras L2 (estrutura de seguro

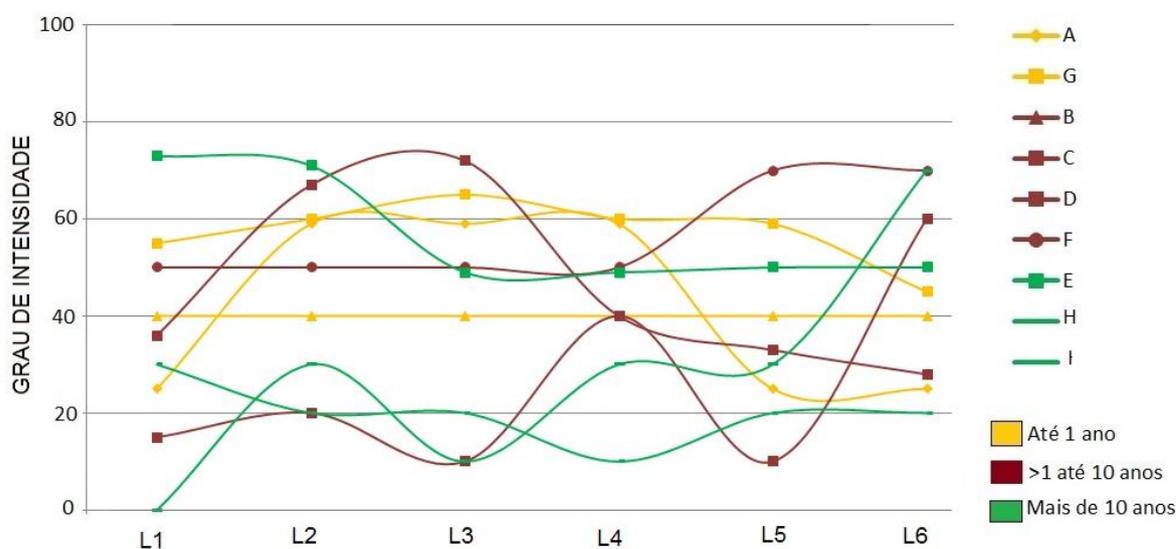
ausente para o aplicativo BIM) e L3 (propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais), com coeficiente igual a 0,901, com intensidade positiva muito forte.

Constatou-se ainda correlação com intensidade forte entre L1 (responsabilidade entre as partes interessadas) e L5 (segurança e confiabilidade da informação do edifício), e entre L2 (estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM) e L4 (Ambiente contratual).

Entendeu-se por meio da análise das correlações apresentadas que a percepção de dificuldade quanto à ausência de estrutura de seguro (L2) está diretamente associada ao aumento dos níveis de insegurança com o ambiente contratual das prefeituras (L4).

Observa-se na Figura 42 a seguir os níveis de dificuldades organizados em razão do tempo de atuação dos profissionais.

**Figura 42 – Tempo de atuação profissional e percepção da categoria Legal**



Fonte: O Autor (2021)

Apesar da correlação de intensidade fraca entre o tempo de atuação e metade das barreiras analisadas no campo legal, observou-se por meio da análise visual gráfica e das médias dos níveis de intensidade dos três grupos de tempo de atuação, que os profissionais com até um ano de atuação associaram maiores níveis de dificuldade para os campos ausência de estrutura de seguros (L2), propriedades autorais (L3) e ambiente contratual (L4).

Quanto maior o tempo de atuação dos profissionais, o campo legal obteve os menores índices de dificuldade associados, fator que pode sugerir que o conhecimento aprofundado da governabilidade dos poderes públicos municipais gerou a sensação de pouca urgência aos assuntos legais. Ou ainda, supõem-se que os assuntos legais não representaram gravidade significativa para a atuação profissional dos entrevistados. Essa percepção foi reforçada com o passar dos anos de atuação dos profissionais entrevistados.

Analisou-se o nível de intensidade das dificuldades associadas pelos municípios de acordo com os instrumentos normativos existentes em cada localidade, calculando-se a intensidade média de cada grupo, conforme apresentado na Figura 43. Dividiram-se os municípios em três grupos: que possuíam plano diretor, que possuíam código de obras, e as que não possuíam nenhum instrumento normativo, apresentando-se os níveis de dificuldade média de cada uma das barreiras limitantes.

**Figura 43 – Instrumentos regulamentadores e a percepção da categoria legal**



Fonte: O Autor (2021)

Observou-se que o nível de intensidade na percepção das barreiras foi nitidamente inferior para as prefeituras que não possuíam qualquer instrumento regulamentar, com exceção apenas da falta de protocolo (L6), que foi associada como de dificuldade intermediária.

Supõe-se que a implantação de código de obras ou planos diretores proporcionou aos profissionais do setor de projetos maior integração com questões legais, como ambientes contratuais (L4) e de seguro (L2). Ou ainda, que esses profissionais possuíam melhores percepções sobre as responsabilidades legais devido à implantação de ferramentas de planejamento urbano.

Notou-se que os ambientes com escassez de planejamento e ausência de orientação de desenvolvimento urbano, apresentaram menores discernimentos sobre a relevância de questões legais e legislativas vinculadas ao setor de projetos.

Dispondo-se todas as respostas coletadas, organizaram-se os valores médios por categoria e por prefeituras participantes, traçando-se as possíveis tendências quanto aos graus de dificuldade associados. No Quadro 16 a seguir mensuram-se as informações coletadas.

Quanto às subcategorias, os custos pertinentes aos investimentos na implantação e regulamentação de softwares apresentou o maior nível médio de dificuldade, 83,33%. Quanto as subcategorias que obtiveram média final superior a 60%, ou seja, atribuição de nível de dificuldade difícil ou extremamente difícil, destacou-se a presença de todas as subcategorias dos grupos custo e pessoal.

Associou-se a menor média final de percepção sobre o nível de dificuldade para o subgrupo L1: Responsabilidade entre as partes interessadas, questão correspondente ao grupo legal. Observou-se que a categoria de maior valor associado (76,63%) foi a de custos (C), demonstrando-se que as prefeituras de pequeno porte consideraram as questões financeiras pertinentes ao processo de implantação de novas tecnologias como o maior entrave.

Quadro 16 - Mensuração das limitações identificadas

| Categorias das Limitações | Subcategorias | Níveis de Intensidade |     |    |     |    |    |    |    |     | Valor médio por |              |
|---------------------------|---------------|-----------------------|-----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----------------|--------------|
|                           |               | A                     | B   | C  | D   | E  | F  | G  | H  | I   | subcategorias   | categoria    |
| Tecnologia (T)            | T1            | 58                    | 40  | 43 | 60  | 61 | 50 | 55 | 50 | 50  | 51,89           | <b>49,71</b> |
|                           | T2            | 59                    | 40  | 66 | 20  | 66 | 50 | 59 | 50 | 30  | 48,89           |              |
|                           | T3            | 59                    | 50  | 22 | 40  | 65 | 50 | 70 | 50 | 0   | 45,11           |              |
|                           | T4            | 79                    | 40  | 20 | 70  | 70 | 10 | 70 | 50 | 50  | 51              |              |
|                           | T5            | 78                    | 40  | 20 | 50  | 68 | 50 | 59 | 50 | 50  | 51,67           |              |
| Custo (C)                 | C1            | 76                    | 50  | 49 | 85  | 70 | 50 | 70 | 80 | 85  | 68,33           | <b>76,63</b> |
|                           | C2            | 77                    | 100 | 74 | 100 | 69 | 80 | 70 | 80 | 100 | 83,33           |              |
|                           | C3            | 77                    | 50  | 63 | 100 | 71 | 80 | 75 | 89 | 99  | 78,22           |              |
| Gestão (G)                | G1            | 59                    | 50  | 36 | 20  | 71 | 50 | 60 | 30 | 20  | 44              | <b>52,06</b> |
|                           | G2            | 59                    | 50  | 69 | 10  | 74 | 50 | 60 | 50 | 70  | 54,67           |              |
|                           | G3            | 37                    | 50  | 48 | 40  | 75 | 50 | 60 | 20 | 100 | 53,33           |              |
|                           | G4            | 58                    | 50  | 46 | 50  | 67 | 50 | 70 | 20 | 40  | 50,11           |              |
|                           | G5            | 72                    | 50  | 65 | 60  | 72 | 50 | 55 | 30 | 70  | 58,22           |              |
| Pessoais (P)              | P1            | 29                    | 50  | 34 | 80  | 71 | 50 | 80 | 70 | 90  | 61,56           | <b>62,0</b>  |
|                           | P2            | 26                    | 40  | 60 | 85  | 73 | 60 | 75 | 50 | 85  | 61,56           |              |
|                           | P3            | 26                    | 40  | 57 | 80  | 73 | 50 | 70 | 70 | 100 | 62,89           |              |
| Legais (L)                | L1            | 25                    | 40  | 36 | 15  | 73 | 50 | 55 | 30 | 0   | 36              | <b>41,46</b> |
|                           | L2            | 59                    | 40  | 67 | 20  | 71 | 50 | 60 | 20 | 30  | 46,33           |              |
|                           | L3            | 59                    | 40  | 72 | 10  | 49 | 50 | 65 | 20 | 10  | 41,67           |              |
|                           | L4            | 59                    | 40  | 40 | 40  | 49 | 50 | 60 | 10 | 30  | 42              |              |
|                           | L5            | 25                    | 40  | 33 | 10  | 50 | 70 | 59 | 20 | 30  | 37,44           |              |
|                           | L6            | 25                    | 40  | 28 | 60  | 50 | 70 | 45 | 20 | 70  | 45,33           |              |
| Média por participante    |               | 53                    | 47  | 48 | 50  | 66 | 53 | 64 | 44 | 55  |                 |              |

Fonte: Adaptado de Sun *et al.* (2017) e inspirado em Santos (2016) e Lima (2019)

O segundo fator limitante com maior pontuação foi da categoria pertinente a questões pessoal (62%), ou seja, ressaltando-se a necessidade de capacitação e familiarização de metodologia BIM, assim como em trabalhar para superar a resistência à mudança por parte dos profissionais. Seguindo a ordem decrescente das médias por categoria, tem-se em terceiro lugar a questão da gestão (52,06%), em quarto estão os assuntos pertinentes a fatores tecnológicos (49,71%) e por último as questões legais (41,46%).

Constatou-se que entre as barreiras atribuídas com intensidade difícil e extremamente difícil encontraram-se em sua totalidade as limitações correspondentes aos grupos de custo e pessoal. Apresentam-se na Tabela 10 as médias e desvios padrões pertinentes a cada uma das questões analisadas do questionário adaptado de Sun *et al.* (2017).

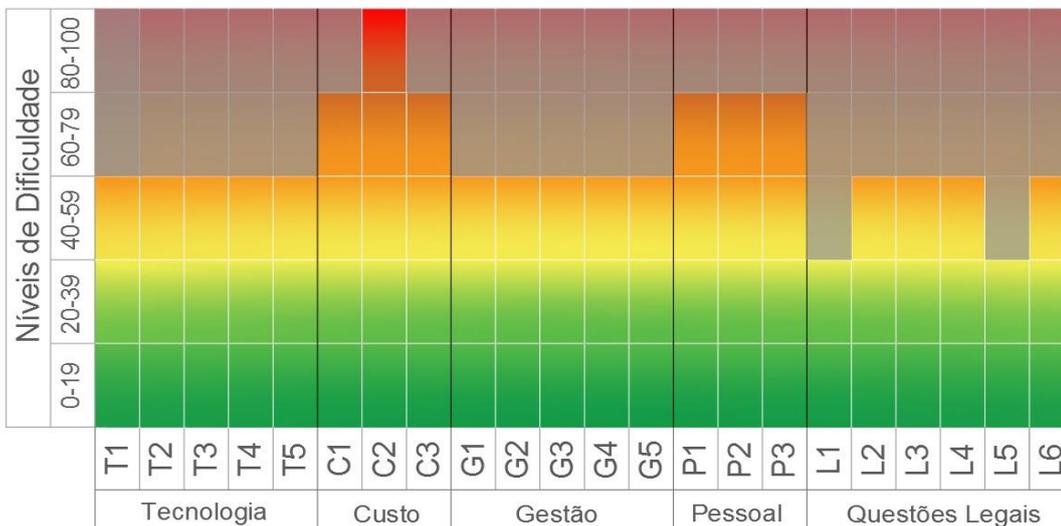
**Tabela 10 – Tratamento dos dados para média e desvio padrão**

| <b>Fator analisado</b>   | <b>Sigla</b> | <b>Média</b> | <b>Desvio Padrão</b> | <b>Maior nota individual</b> | <b>Menor nota individual</b> |
|--|--------------|--------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Funcionalidade de ferramentas BIM                                | T1           | 51,89        | 6,89                 | 61                           | 40                           |
| Acessibilidade de ferramentas BIM                                | T2           | 48,89        | 15,14                | 66                           | 20                           |
| Exigência de dados de design digital de computador               | T3           | 45,11        | 20,75                | 70                           | 0                            |
| Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados                | T4           | 51           | 22,69                | 79                           | 10                           |
| Falta de interoperabilidade de dados                             | T5           | 51,67        | 15,51                | 78                           | 20                           |
| Custos com treinamentos e capacitações                           | C1           | 68,33        | 14,15                | 85                           | 49                           |
| Custo de software especializado                                  | C2           | 83,33        | 12,32                | 100                          | 69                           |
| Custo de atualizações de hardware necessárias                    | C3           | 78,22        | 15,34                | 100                          | 50                           |
| Natureza fragmentada da indústria da construção civil            | G1           | 44           | 17,3                 | 71                           | 20                           |
| Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos      | G2           | 54,67        | 18,02                | 74                           | 10                           |
| Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários    | G3           | 53,33        | 21,85                | 100                          | 20                           |
| Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados | G4           | 50,11        | 14,02                | 70                           | 20                           |
| Falta de cooperação de outros parceiros da indústria             | G5           | 58,22        | 12,95                | 72                           | 30                           |
| Necessidade de educar profissionais sobre o BIM                  | P1           | 61,56        | 20,37                | 90                           | 29                           |
| Resistência habitual à mudança                                   | P2           | 61,56        | 19,09                | 85                           | 26                           |
| Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM         | P3           | 62,89        | 20,97                | 100                          | 26                           |
| Responsabilidade entre as partes interessadas                    | L1           | 36           | 20,65                | 73                           | 0                            |
| Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM                | L2           | 46,33        | 18,53                | 71                           | 20                           |
| Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais            | L3           | 41,67        | 22,03                | 72                           | 10                           |
| Ambiente contratual  | L4           | 42           | 14,55                | 60                           | 10                           |
| Segurança e confiabilidade da informação do edifício             | L5           | 37,44        | 18,18                | 70                           | 10                           |
| Falta de protocolos  | L6           | 45,33        | 17,76                | 70                           | 20                           |

Fonte: O Autor (2021)

Avaliando-se os dados coletados, apresentam-se na Figura 44 os resultados do nível de dificuldade atribuído pelos profissionais do estudo de caso.

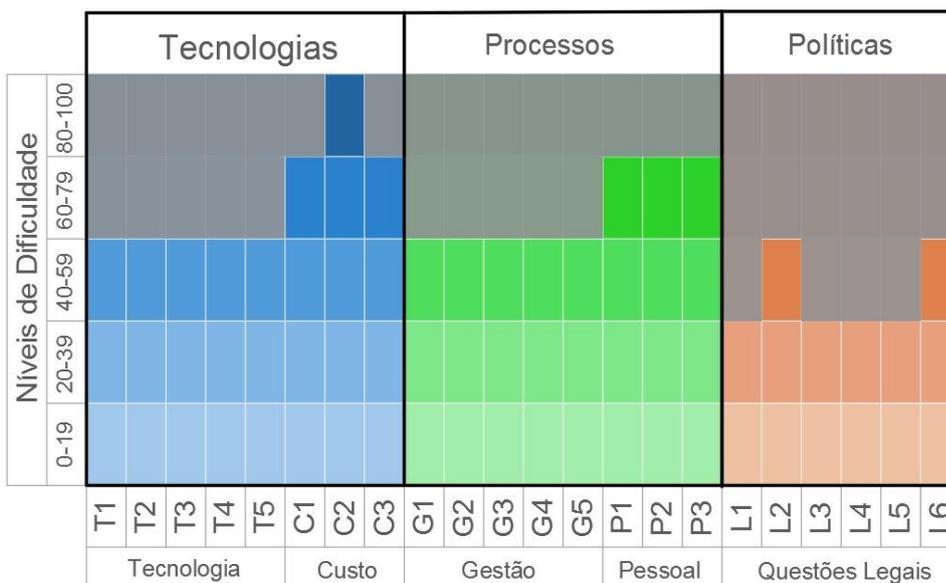
**Figura 44 – Resultado da avaliação sobre a percepção dos níveis de dificuldade**



Fonte: O Autor (2021), baseado em Sun *et al.* (2017) e Succar (2009).

Verificou-se a existência de altos índices de dificuldades para as barreiras C1, C2, C3, P1, P2 e P3. Na Figura 45, classificam-se as limitações analisadas segundo os três grupos definidos por Succar (2009) em relação às tecnologias, processos e políticas.

**Figura 45 – Classificação da avaliação quanto aos campos do BIM**



Fonte: O Autor (2020) baseado em Succar (2009).

Notou-se que, para os profissionais entrevistados a superação das limitações associadas aos campos da tecnologia e de processos demonstraram-se mais desafiadoras do que as barreiras atribuídas ao campo de políticas.

## **6.5 Considerações sobre os dados analisados**

Analisou-se a caracterização dos municípios participantes, notando-se que a arrecadação dos municípios é inteiramente proporcional a seu número de habitantes, fator que pode caracterizar um possível engessamento das cidades quanto à necessidade de repasses do Fundo de Participação dos Municípios (FPM).

Apenas 55,5% dos profissionais conheciam o que é BIM, e não houve registros de qualquer iniciativa dos poderes públicos municipais quanto à realização de futuras capacitações.

A ausência de servidores das áreas de tecnologia ou gestão da informação poderá ser um provável obstáculo para a implantação de novos sistemas tecnológicos nos municípios de pequeno porte. Entende-se que devido a ausência desses profissionais se fará necessária a terceirização para execução, manutenção e acompanhamento dessas tecnologias.

Analisaram-se as condições de receptividade e infraestrutura gerencial para o campo tecnológico, observando-se que um terço dos municípios não possui computadores com sistema básico de hardware para a operacionalidade de modelagem 3D. Fator este que pode representar um obstáculo para que profissionais de diferentes especialidades possam trabalhar paralelamente durante o desenvolvimento de um projeto.

O projeto básico apresentou-se como único item obrigatório para a maioria dos municípios durante a execução de projetos para processos licitatórios, não se elaborando estudo de viabilidade, projetos complementares ou executivos. Este fator pode estar diretamente ligado ao fato de mais da metade dos profissionais entrevistados confirmarem a ocorrência de erros de compatibilização entre projetos e planilhas orçamentárias e quantitativas, devido possível carência de informações.

Constatou-se que mais de 70% dos profissionais confirmaram a realização de aditivos de valor e tempo nos últimos anos, e que todas as prefeituras fazem a

contratação de empresas terceirizadas para elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia.

Apesar de 44,4% das prefeituras disponibilizarem os projetos para os demais setores em formato digital com editabilidade, notou-se que o processo de compatibilização entre os projetos de arquitetura e engenharia e demais projetos complementares, são realizados manualmente.

Observou-se que os municípios de pequeno porte apresentaram carência de profissionais dedicados exclusivamente para a elaboração de projetos complementares, e que todas as prefeituras analisadas trabalhavam exclusivamente com projetos em 2D.

A maioria das cidades possuía sistema de comunicação e controle do fluxo de informações ao longo de um projeto, totalmente baseado em documentos impressos, realizando-se o processo de compatibilização de modo manual. Esses fatores sugerem a possível carência de investimentos para a modernização dos processos de comunicação e desenvolvimento de projetos, dificultando-se a interoperabilidade e compartilhamento de dados com os demais profissionais integrantes do quadro de servidores das municipalidades.

Notou-se que 33,3% das prefeituras declararam total insuficiência financeira dos recursos previstos na LOA, destinados para capacitação de pessoal, investimentos na realização de melhorias e modernização nas redes físicas e para contratação de softwares.

Além disso, nenhum município afirmou possuir dotação orçamentária suficiente para realização de investimentos para modernização do setor de elaboração de projetos. Estes fatores podem representar que a escassez de recursos dos municípios fez com que os mesmos direcionassem a dotação orçamentária existente para outras áreas consideradas como serviços de maior essencialidade.

Observou-se que os profissionais entrevistados consideraram os investimentos para melhorias nas redes físicas (sistemas de comunicação, provedores de rede, banco de dados, equipamentos e periféricos etc.), como a maior fragilidade no planejamento orçamentário dos municípios.

Observou-se que, as mesmas prefeituras que declararam total insuficiência financeira, apresentaram os maiores índices de dúvidas sobre os possíveis retornos financeiros, e associaram a falta de demanda de projetos como uma forte barreira para realização de investimentos em novas tecnologias.

Detectou-se que apenas os municípios com maiores populações do grupo analisado não consideraram a falta de demanda de projetos como uma possível barreira para investimentos tecnológicos na área de projetos.

Supõe-se que os gestores de municípios com menores arrecadações apresentaram maior insegurança para investimentos e modificações em sistemas operacionais, além de considerarem a baixa quantidade de projetos elaborados como insuficientes para viabilizar a obtenção de resultados positivos.

Quanto ao sistema de gerenciamento de informações e acompanhamento de projetos, ressaltou-se que apenas 22,2% das prefeituras elaboraram fluxogramas para controle de atividades e de responsabilidades.

Como possível solução para minimizar os problemas identificados, Esteves e Falcoski (2013) apresentam as seguintes práticas: “reuniões de planejamento, plano de entrega de trabalho, sites de colaboração, e documentos: contratos detalhados, listas de requisitos, painéis visuais de planejamento, checklists de validação das fases de projeto, atas de reunião, relatórios, entre outros” (ESTEVES e FALCOSKI, 2013). Estes fatores podem ser implantados para auxiliar para viabilização da utilização do BIM junto a estas prefeituras.

Notou-se que apenas 33,3% das prefeituras realizavam nomeação do responsável pelo gerenciamento dos projetos ou de equipe integrada via ato oficial. Observou-se que este grupo era composto pelas prefeituras que possuíam Planos Diretores.

Presumiu-se que a implantação de instrumentos de políticas de planejamento urbano resulte em melhorias quanto ao planejamento dos processos de gerenciamento de responsabilidades e maior clareza para determinação de objetivos e metas.

Mais da metade dos profissionais que afirmaram que os gestores compreendiam a importância da implantação de novas tecnologias trabalhavam nos municípios com as maiores arrecadações.

Entendeu-se que a alta variabilidade de tipos de projetos e a baixa demanda de obras possam ser questões significativas para moldar a convicção dos profissionais participantes quanto a implantação de padronização arquitetônica.

Deste modo, entende-se que o desenvolvimento de acervo de projetos padronizados seria uma alternativa para garantir a elaboração de projetos em tempo hábil, principalmente considerando o número restrito de profissionais disponíveis junto ao setor de projetos.

Constatou-se que os mesmos profissionais que consideraram significativa a resistência pelos colaboradores para a implantação de novas metodologias de trabalho ou ferramentas tecnológicas, associaram o provável aumento de carga de trabalho devido a essas medidas.

Até o término da aplicação dos questionários não houve registros de processos licitatórios com obrigatoriedade em BIM. Além disto, não se constatou a realização do gerenciamento do fluxo de informações entre os setores e departamentos municipais.

Apenas 22,2% dos entrevistados confirmaram a necessidade de modificações nos métodos licitatórios e 11,1% dos profissionais reconheceram a necessidade de modificação dos métodos de compra.

Outro ponto extremamente agravante identificado corresponde ao licenciamento dos softwares utilizados. Todas as prefeituras trabalhavam na elaboração de projetos exclusivamente com o AutoCAD. Constatou-se ainda a utilização de Microsoft Excel e Word para elaboração de planilhas, memoriais e documentos complementares. Ressaltou-se a pouca familiaridade com demais softwares para desenvolvimento, gerenciamento e interoperabilidade em BIM.

Enfatiza-se que apenas 11,1% das prefeituras possuíam o licenciamento de todos os softwares empregados, e 67,7% não possuíam licenciamento de nenhum programa computacional adotado pelo setor de elaboração de projetos.

Esses fatores demonstraram a necessidade de regularização da situação dos sistemas de software nas prefeituras de pequeno porte, ponto fundamental para implantação de quaisquer sistemas tecnológicos no setor. A ausência de cultura de seguros também foi registrada em 44,4% dos municípios.

Apenas duas prefeituras discordaram da possibilidade de implantação de incentivos financeiros para que seus servidores se capacitem em BIM, fator que pode sugerir provável insatisfação financeira dos profissionais para realização de capacitações e treinamentos.

Por fim, analisou-se as percepções dos profissionais quanto ao nível de dificuldade que suas prefeituras enfrentariam para a implantação da metodologia BIM, apresentam-se as seguintes considerações:

- ✓ Os investimentos financeiros corresponderam a maior preocupação entre todas as categorias, destacando-se entre eles os valores necessários para melhorias em rede física, fato que enfatizou a preocupação dos profissionais quanto a infraestrutura física existente atualmente em suas prefeituras.
- ✓ Quanto aos fatores tecnológicos, o gerenciamento sofisticado de dados foi apontado como de maior dificuldade, situação provavelmente ocasionada devido ao desconhecimento e pouca familiaridade com a estrutura e funcionamento da metodologia BIM.
- ✓ A ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos e a falta de cooperação de outros parceiros da indústria não corresponderam a obstáculos significativos para os profissionais, mesmo assim, foram os fatores com maior pontuação na categoria gestão.
- ✓ A dificuldade do campo legal referente à resistência dos profissionais quanto à implantação de novos modelos de trabalho demonstrou-se diretamente ligada a percepção do possível aumento da carga de trabalho provocado pela implantação de novas tecnologias.
- ✓ As prefeituras que possuíam os menores índices de cultura para realização de seguros em obras, foram as que associaram menores níveis de dificuldade para as questões de responsabilidade entre as partes

interessadas, segurança e confiabilidade da informação do edifício. A falta de familiaridade com a cultura de seguros pode retratar a pouca percepção sobre os riscos pertinentes as contratações.

- ✓ As questões legais apresentaram os menores níveis de dificuldade entre todas as categorias, e os menores níveis de dificuldade foram apresentados pelos municípios que não possuíam instrumentos legais para normalização de obras em seus municípios.
- ✓ Notou-se que a ausência de planejamento e regulamentações legais proporcionou uma percepção de menor urgência e baixos índices de dificuldade para as questões legais.
- ✓ O tempo de atuação dos profissionais apresentou correlação negativa significativa (quanto maior o tempo, menor o nível de dificuldade indicado) com as seguintes limitações: exigência de dados de design digital de computador (T3); custos com treinamentos e capacitações (C1); custos de atualizações de hardware necessárias (C3); mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados (G4); e Ambiente contratual (L4).
- ✓ Quanto à correlação positiva pertinente ao tempo de atuação dos profissionais e as barreiras limitantes analisadas, destacam-se as seguintes limitações: necessidade de educar profissionais sobre o BIM (P1); e não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM (P3).
- ✓ Quanto à existência de instrumentos regulamentadores nos municípios, não foi identificada correlação estatística com as barreiras, analisando-se apenas pela média dos níveis de intensidade dos fatores limitantes e análise gráfica dos resultados apresentados. Constatou-se que os municípios que não possuíam instrumentos regulamentadores apresentaram maiores níveis de intensidade para os campos de custos e pessoal, enquanto para os campos de gestão e campo legal indicaram os menores níveis de dificuldade.

## 6.6 Propostas para intervenção

Analisando-se os dados coletados por meio de questionário, e correlacionando-os as informações financeiras do campo de caracterização dos participantes, apresenta-se no Quadro 17 a seguir os principais obstáculos e as propostas para mitigação dos problemas identificados para cada uma das nove cidades pesquisadas. Tais observações são realizadas visando a disseminação da metodologia BIM junto a estes municípios.

**Quadro 17 – Propostas para mitigação dos obstáculos identificados**

| <b>Prefeitura</b> | <b>Obstáculos de maior notoriedade</b>   | <b>Medidas propostas</b>  |
|-------------------|--|---|
| A                 | Ausência de ferramenta para gerenciamento de projetos;<br>Equipamentos de hardware com configuração insuficiente para operacionalidade de projetos 3D.   | Realização de investimentos para modernização de equipamentos e sistemas, e contratação de software para compatibilização digital de projetos.  |
| B                 | Projetos disponibilizados apenas impressos em papel;<br>Falta de gerenciamento do fluxo de informações entre os setores e controle de atividades.  | Implantação de sistemas digitais para comunicação e arquivamento de informações;<br>Implantar a cultura de disponibilização de projetos em formato digital.   |
| C                 | Ausência de estudo de viabilidade, necessidades e anteprojeto e de projetos executivos com maiores complexidades;<br>Carência de previsão de recursos financeiros em orçamento para investimentos;<br>Falta de familiarização com BIM.         | Regulamentação da obrigatoriedade do programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto como requisito obrigatório para abertura de editais licitatórios.<br>Inclusão de ficha orçamentária na LOA para realização de investimentos em infraestrutura gerencial, valor compatível com a disponibilidade financeira do município.<br>Realização de capacitações em BIM. |
| D                 | Baixa arrecadação e dificuldades para investimentos tecnológicos;<br>Dúvidas sobre os retornos positivos de novas tecnologias e pouca familiaridade com BIM;<br>Ausência de instrumentos normativos para regulamentação de obras no município. | Almejar a obtenção de emendas parlamentares e recursos do Estado e União para investimentos em melhorias da infraestrutura gerencial;<br>Realização de capacitações em BIM;<br>Iniciar o planejamento para desenvolvimento de Plano Diretor e Código de Obras.  |
| E                 | Ausência de licenciamento de softwares;<br>Baixa arrecadação e dificuldades para investimentos tecnológicos.   | Inclusão de dotação na LOA para regularização das licenças dos softwares utilizados;<br>Almejar a obtenção de emendas parlamentares e recursos do Estado e União para investimentos em melhorias da infraestrutura gerencial.   |
| F                 | Ausência da elaboração de programa de necessidades, estudo de viabilidade e projetos executivos;<br>Ausência de gestão da informação e definição clara de equipes e tarefas.   | Regulamentação da obrigatoriedade do programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto como requisito obrigatório para abertura de editais licitatórios.<br>Implantação de sistemas digitais para comunicação, gerenciamento e  |

| Prefeitura | Obstáculos de maior notoriedade   | Medidas propostas  |
|------------|---|--|
|            |   | arquivamento de informações.   |
| G          | Baixa arrecadação e dificuldades para investimentos tecnológicos;<br>Ausência de gestão da informação e definição clara de equipes e tarefas;<br>Ausência de instrumentos normativos para regulamentação de obras no município.   | Almejar a obtenção de emendas parlamentares e recursos do Estado e União para investimentos em melhorias da infraestrutura gerencial;<br>Implantação de sistemas digitais para comunicação, gerenciamento e arquivamento de informações.<br>Iniciar o planejamento para desenvolvimento de Plano Diretor e Código de Obras.  |
| H          | Ausência de instrumentos normativos para regulamentação de obras no município;<br>Ausência de gestão da informação e definição clara de equipes e tarefas;<br>Ausência de licenciamento de softwares;<br>Ausência da elaboração de programa de necessidades, estudo de viabilidade e projetos executivos. | Iniciar o planejamento para desenvolvimento de Plano Diretor e Código de Obras;<br>Implantação de sistemas digitais para comunicação, gerenciamento e arquivamento de informações.<br>Inclusão de dotação na LOA para regularização das licenças dos softwares utilizados;<br>Regulamentação da obrigatoriedade do programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto como requisito obrigatório para abertura de editais licitatórios. |
| I          | Ausência de licenciamento de softwares;<br>Ausência de instrumentos normativos para regulamentação de obras no município;<br>Ausência de gestão da informação e definição clara de equipes e tarefas.   | Inclusão de dotação na LOA para regularização das licenças dos softwares utilizados;<br>Iniciar o planejamento para desenvolvimento de Plano Diretor e Código de Obras;<br>Implantação de sistemas digitais para comunicação, gerenciamento e arquivamento de informações.   |

Fonte: O Autor (2021)

Os principais fatores limitantes identificados após a aplicação do questionário (Apêndice A) podem ser resumidos conforme Quadro 18, propondo-se possíveis medidas para amenizar ou solucionar os obstáculos detectados, por meio da adequação dos objetivos e metas para a disseminação do BIM.

**Quadro 18 - Lições aprendidas**

| Fatores analisados                 | Limitações e Obstáculos  | Medidas governamentais propostas   |
|------------------------------------|--|--|
| Familiarização com metodologia BIM | A maioria dos profissionais participantes desconhecia a metodologia BIM.                             | Incentivar a realização de capacitações para conscientizações e familiarização dos profissionais do setor de elaboração de projetos.   |
| Gestão da Informação               | Falta de gerenciamento no fluxo das informações entre os setores e ausência de gestão da informação. | Auxiliar os municípios de pequeno porte na implantação de sistemas digitais para comunicação e arquivamento de informações.<br>Implantação de metas para a adoção do BIM na manutenção e zeladoria de prédios públicos municipais. |
| Elaboração de                      | Ausência da elaboração de  | Dispor sobre a obrigatoriedade de  |

| <b>Fatores analisados</b>                                  | <b>Limitações e Obstáculos</b>   | <b>Medidas governamentais propostas</b>   |
|--|--|---|
| projetos   | programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto.   | realização de reuniões de planejamento na fase preliminar ao início dos projetos com recursos do Estado ou União, assim como na inclusão do programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto como requisito obrigatório para abertura de editais licitatórios.                                       |
| Gerenciamento e acompanhamento de obras                    | Possíveis inconsistências no acompanhamento e fiscalização de obras, assim como, no atendimento de cronogramas e metas de execução.<br>Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos   | Intensificação na cobrança dos municípios na elaboração e acompanhamento de cronogramas durante a elaboração e execução de novos projetos.<br>Criação de programa para incentivar os municípios na elaboração de programa para manutenção e conservação de edificações públicas, com lista de requisitos básicos. |
| Rede de infraestrutura existente                           | Equipamentos com configuração insuficiente para implantação de sistema de modelagem 3D, assim como, utilização de softwares incompatíveis com sistemas BIM.  | Desenvolvimento de programas para auxiliar os municípios com investimentos para modernização de equipamentos e sistemas, aquisição de hardware com configuração compatível com sistemas de modelagem 3D, e regularização do licenciamento de softwares.   |
| Realização de aditivos de valor e tempo nas obras públicas | Não cumprimento de prazos e cronogramas, realizando-se reajuste de valor em função de tempo adicional de obra e na realização de retrabalhos e/ou serviços não planejados antecipadamente.           | Implantação da obrigatoriedade de elaboração de projeto executivo para a emissão de autorização para início de obras provenientes de recursos do Estado ou União.<br>Auxiliar os municípios de pequeno porte na implantação de software para compatibilização digital de projetos.                                |
| Legislação vigente e questões legais                       | Ausência de Plano Diretor e legislação municipal específica para código de obras, carência de protocolos e formalização de processos, e legislação para resguardar implantação de novas tecnologias. | Desenvolvimento de Planos Diretores, Código de Obras e legislação para resguardar implantação de novas tecnologias em municípios de pequeno porte. Implantação de protocolo digital e gestão de fluxo de informações.<br>Implantar atas de reunião e acompanhamento de projetos.                                  |
| Planejamento Orçamentário                                  | Dotações orçamentárias insuficientes para realização de investimentos para modernização de rede, contratação de softwares e outros.  | Orientar os municípios para planejar futura reserva de dotação orçamentária para finalidade de investimento de melhorias em infraestrutura e sistema gerencial.<br>No caso de insuficiência orçamentária, almejar o estabelecimento de parcerias com Estado e/ou União para investimentos tecnológicos.           |
| Aceitação dos profissionais                                | Resistência por parte dos profissionais para a implantação de novas metodologias de trabalho ou ferramentas tecnológicas.  | Realização de capacitações e esclarecimentos sobre a funcionalidade da metodologia BIM voltado para servidores públicos municipais.   |

Fonte: O Autor (2021)

Constata-se que apesar de todas as limitações identificadas pela presente pesquisa, iniciativas simples podem auxiliar para melhor adequação da receptividade das prefeituras para uma possível implantação da metodologia BIM.

As diversas limitações no gerenciamento e acompanhamento da elaboração de projetos, assim como dificuldades para modernização de sistemas e aquisição de novos equipamentos demonstram-se altamente impactante em um provável processo de implantação de metodologia BIM.

Considera-se ainda que, as limitações identificadas pertinentes à implantação do BIM por parte dos municípios de pequeno porte, apresentaram potencial para o desenvolvimento de metas para a disseminação dessa metodologia, visando-se suprir as maiores carências do grupo e prepará-los para melhor atender suas demandas.

Entende-se que o desenvolvimento de programas para auxiliar financeiramente as prefeituras de municípios de pequeno porte em investimentos para melhorias na infraestrutura gerencial, demonstra-se significativo para a obtenção de melhores resultados em uma futura disseminação de tecnologias BIM para este grupo.

## 7. Considerações Finais

Apesar dos prováveis benefícios previstos na bibliografia sobre a implantação da metodologia BIM, entende-se que inúmeras barreiras possam atravancar esse processo de disseminação. Verificou-se nítida discrepância para um futuro processo de disseminação do BIM no setor de elaboração de projetos de prefeituras em municípios de pequeno porte quando comparado a realidade a ser enfrentada pelos órgãos federais durante a disseminação da Etapa 1 BIM-BR.

Uma das principais finalidades da Estratégia BIM-BR corresponde na promoção de ambiente adequado para o investimento e difusão do BIM em todo o país (BRASIL, 2019). Contudo, nota-se que a obrigatoriedade em sua utilização, mesmo que de modo escalonado, deu-se início antes da realização de uma análise crítica da estrutura disponível pelo setor público e privado para abranger a esta nova metodologia.

Supõe-se que a criação de condições favoráveis para o investimento em BIM, definidas como objetivo por meio do inciso III, do artigo 2º, do Decreto 9.983/2019, ocorrerá mediante as reações e resultados a serem apresentados pelo poder público e privado ao longo do processo de disseminação.

Constatou-se por meio do estudo piloto e da aplicação de questionário aos nove municípios, que as prefeituras de pequeno porte apresentaram sérias limitações na infraestrutura gerencial e sistemas operacionais existentes. As limitações financeiras para investimentos em melhorias nas redes físicas, realização de capacitações e para a regularização e contratação de softwares, demonstraram-se alguns dos principais obstáculos para a receptividade de novas tecnologias e metodologias de trabalho.

Identificou-se que a maioria das prefeituras não possuía a cultura de designar responsabilidades e compor equipes para o desenvolvimento e monitoramento de novos projetos. A baixa demanda de obras e a incerteza dos retornos financeiros sobre o investimento em novas tecnologias demonstraram-se como prováveis obstáculos para a disseminação do BIM, principalmente pelos municípios com menores arrecadações.

Entendeu-se que a criação de acervo de projetos padronizados, utilizando-se iniciativas como a modulação e padronização de seus templates proporcionaria maior segurança em questão do tempo necessário para a projeção, assim como, auxiliaria na maior adaptabilidade das plantas independente da área disponível para implantação das obras.

A ausência de licenciamento em 67% das prefeituras para os softwares utilizados na elaboração de projetos de arquitetura e engenharia demonstrou-se como uma das questões de maior gravidade para o setor de elaboração de projetos.

Constatou-se que o tempo de experiência dos profissionais possa influenciar diretamente na perspectiva quanto ao nível de dificuldade de diversas barreiras limitantes.

As cidades que dispunham de instrumentos normativos demonstraram melhores condições de gerenciamento e organização de informações, definindo-se equipes e responsabilidades durante a elaboração de projetos com maior clareza.

Quanto à percepção dos profissionais entrevistados sobre ao nível de dificuldade que suas prefeituras enfrentariam para a implantação da metodologia BIM, enfatizou-se maiores preocupações com os campos de custo e de pessoal.

Notou-se que a ausência de uma cultura de realização de seguros e delineamento de responsabilidades, assim como a falta de práticas organizacionais, são prováveis motivos para os baixos índices de dificuldade associados ao campo legal.

Observou-se que municípios com maiores arrecadações apresentaram melhores condições de receptividade para implantação de novas tecnologias, situação independente da demanda de projetos registrada.

A receita dos municípios demonstrou-se um ponto influente para a elaboração de instrumentos normativos, pois, as cidades com maior renda e população possuíam planos diretores ou códigos de obras. Deste modo, constatou-se que as limitações financeiras podem ser influentes para a realização de instrumentos normativos junto a municípios com população inferior a 10 mil habitantes.

Sugere-se como possível medida governamental para ampliar a disseminação do BIM em municípios de pequeno disponibilizar recursos orçamentários para

investimentos em melhorias nas redes físicas, regularização de softwares e capacitação de profissionais.

Entendeu-se que experiências na disseminação de outras tecnologias, como o do geoprocessamento urbano para gestão municipal, devam ser utilizadas como parâmetro para adoção de práticas e iniciativas efetivas durante a disseminação nas gestões públicas municipais.

Sugeriu-se algumas medidas para mitigar os fatores limitantes identificados ao longo da pesquisa, destacando-se entre elas a implantação de sistemas de comunicação digital entre os setores e a inclusão do programa de necessidades, estudo de viabilidade e anteprojeto como requisito obrigatório para abertura de editais licitatórios.

Tendo em vista as diferentes limitações identificadas ao longo de todo o mundo durante o processo de disseminação do BIM, entendeu-se que a promoção do compartilhamento de informações e análise de impactos das iniciativas propostas pelo inciso IV do Decreto 10.306/2020 (BRASIL, 2020) será crucial para direcionar as ações e objetivos durante a disseminação.

Contudo, supõe-se que as orientações iniciais para a estruturação do setor público e o desenvolvimento de condições favoráveis para o investimento em BIM não foram embasadas em estudos diagnósticos sobre a análise da receptividade e condições de implantação no país. Para viabilizar sua implantação, sugeriu-se o acréscimo gradual de dotação na Lei Orçamentária Anual (LOA) destinada para a regularização do licenciamento dos softwares e realização gradativamente de investimentos em melhorias na infraestrutura gerencial existente.

Sugere-se para pesquisas futuras desenvolver possíveis alternativas para viabilizar financeiramente o processo de digitalização das informações pertinentes ao setor de projetos, implementação de melhorias gerenciais, e demais tecnologias vinculadas ao BIM por parte de municípios de pequeno porte.

Recomenda-se ainda a realização de pesquisas para o acompanhamento dos resultados da disseminação da Etapa 1 do BIM -BR, avaliando-se o relacionamento entre poder público, mercado da construção e universidades, visando-se obter lições para a adequação do grupo estudado.

## Referências Bibliográficas

ABDULLAH, S. A.; SULAIMAN, N.; AHMAD LATIFFI, A.; BALDRY, D. **Building information modeling (BIM) from the perspective of facilities management (FM) in Malaysia**. In: CONFERENCE: INTERNATIONAL REAL ESTATE SYMPOSIUM 2014 (IRERS), Ministry of Finance Malaysia, 29-30 April, 2014. DOI 10.13140/2.1.4886.0164. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/261288209>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia: **Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC / Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial**. – Brasília, DF: ABDI, 2017.

ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O'REILLY, K. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**. 2011; 20 (2), p.189–195. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.016>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 12006-2: Construção de edificação - Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 26p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações: arquitetura**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 8p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15965-1: Sistema de classificação da informação da construção - Parte 1: Terminologia e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 6p.

\_\_\_\_\_. **NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico**. Rio de Janeiro: ABNT, jun. 2017. 17p.

\_\_\_\_\_. **Boletim ABNT**. Edição Especial. Bim na infraestrutura [online]. 2020. Disponível em: <[http://www.abnt.org.br/images/boletim/2020/Edicao\\_Especial\\_BIM/Boletim\\_ABNT\\_Edicao\\_Especial\\_BIM.pdf](http://www.abnt.org.br/images/boletim/2020/Edicao_Especial_BIM/Boletim_ABNT_Edicao_Especial_BIM.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2021.

AURORA, D. N. F.; ARANTES, E. M. Automação de verificação de conformidades em licenciamentos de projetos em bim: uma proposta para a gestão pública. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019, Campinas. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <<https://www.antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/145>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

AZEVEDO, G. A. N.; BASTOS, L. E. G.; BLOWER, H. S. Escolas de ontem, educação hoje: é possível atualizar usos em projetos padronizados? In: III Seminário Projetar: o moderno já passado, o passado no moderno. **Anais** [...]. 1. ed. Porto Alegre: PROPARG-UFRRGS, 2007. 9. 59-66. Disponível em: <<http://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/cadernosproarq11.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

AZHAR, S.; HEIN, M.; SKETO, B. Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and Management in Engineering**. 2011. V.11, Issue:3, p. 241–252. Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

AZHAR, S.; KHALFAN, M.; MAQSOOD, T. Building information modeling (BIM): Now and beyond. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, 2012, v.12, n.4, p. 15-28. DOI 10.5130/AJCEB.v12i4.3032. Disponível em: <<https://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB/article/view/3032>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BARROS, P. C. R.; MENDES, A. M. B. Sofrimento psíquico no trabalho e estratégias defensivas dos operários terceirizados da construção civil. **Psico-USF (Impr.)**, Itatiba, v. 8, n. 1, p. 63-70, Jun. 2003. DOI 10.1590/S1413-82712003000100009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-82712003000100009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-82712003000100009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.881, de 27 de agosto de 1981**. Altera a Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, cria a Reserva do Fundo de Participação dos Municípios - FPM e dá outras providências. Brasília, DF: Senado Federal, 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/del1881.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1881.htm)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 jul. 1994, nº 127, Seção 1, p. 10149-10161. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm)>. Acesso em: 20 de mar. de 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. 2001a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)>. Acesso em: 20 de mar. de 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências.. 2001b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10267.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10267.htm)>. Acesso em: 22 de mai. de 2021.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010. Altera as Leis nos 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.958, de 20 de dezembro de 1994, e 10.973, de 2 de dezembro de 2004; e revoga o § 1º do art. 2º da Lei no 11.273, de 6 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 16/12/2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12349.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12349.htm)>. Acesso em: 20 de mar. de 2021.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, de 01/04/2021, Edição Extra-F. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm)>. Acesso em: 03 de abr. de 2021.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União (TCU). Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas. 4. ed. Brasília: TCU, SECOB, 2014. 94 p. Disponível em: <[https://portal.tcu.gov.br/data/files/1E/26/8A/06/23DEF610F5680BF6F18818A8/Obras\\_publicas\\_recomendacoes\\_basicas\\_contratacao\\_fiscalizacao\\_obras\\_edificacoes\\_publicas\\_4\\_edicao.PDF](https://portal.tcu.gov.br/data/files/1E/26/8A/06/23DEF610F5680BF6F18818A8/Obras_publicas_recomendacoes_basicas_contratacao_fiscalizacao_obras_edificacoes_publicas_4_edicao.PDF)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Decreto de 5 de junho de 2017. Institui o Comitê Estratégico de Implantação do Building Information Modelling. **Revogado. 2017.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/dsn/dsn14473.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/dsn/dsn14473.htm)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Revogado. 2018a.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. 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:** seção 1, Brasília, DF, p.2, col.2. de 23/08/2019. ISSN 1677-7042. 2019. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 10.306, de 02 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:** seção 1, Brasília, DF, p. 5, col. 2, de 03/04/2020. ISSN 1677-7042. 2020. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 14.473 de 5 de junho de 2017. Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling. **Revogado. 2017.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/Dsn/Dsn14473.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Dsn/Dsn14473.htm)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Fazenda Secretaria do Tesouro Nacional – STN. **O que você precisa saber sobre as transferências fiscais da União.** Fundo de Participação dos Municípios FPM. 2018c. Disponível em: <[https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2501:9:::9:P9\\_ID\\_PUBLICACAO\\_ANEXO:6370](https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2501:9:::9:P9_ID_PUBLICACAO_ANEXO:6370)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Livroto **Estratégia BIM-BR: Construção Inteligente.** Brasília, DF, 2018b. Disponível em <[http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto\\_Estratgia\\_BIM\\_BR-6.pdf](http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto_Estratgia_BIM_BR-6.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério Público do Distrito Federal e Territórios. Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM (CPGE-BIM). Brasília, 2020. Disponível em: <[https://www.mpdf.t.df.br/portal/pdf/noticias/fevereiro\\_2021/Caderno\\_BIM\\_MPDFT\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_1\\_2020\\_dezembro.pdf](https://www.mpdf.t.df.br/portal/pdf/noticias/fevereiro_2021/Caderno_BIM_MPDFT_Edi%C3%A7%C3%A3o_1_2020_dezembro.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Formas de Contratação BIM – Parte 5:** Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília: CBIC, 2016.

Disponível em: <<https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CAREZZATO, G. G. **Protocolo de Gerenciamento BIM nas fases de construção, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018. 140p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21092018-144640/en.php>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CARVALHO, G. A.; LEITE, D. V. B. Geoprocessamento na gestão urbana municipal – a experiência dos municípios mineiros Sabará e Nova Lima. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25 a 30 abril 2009, INPE, 2009, p. 3643-3650. Disponível em: <<http://martes.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.14.21.52/doc/3643-3650.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2021.

CATELANI, W. **Construção 2030 – Encontro da Cadeia Produtiva**. São Paulo – SP, Sede SECOVI, 04 fev. 2020. Disponível em: <[https://cbic.org.br/inovacao/wp-content/uploads/sites/23/2020/02/Apresentacao\\_Wilton\\_Catelani.pdf](https://cbic.org.br/inovacao/wp-content/uploads/sites/23/2020/02/Apresentacao_Wilton_Catelani.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CHAN, D. W. M.; OLAWUMI, T. O.; Ho, A. M. L. Perceived benefits of and barriers to building information modelling (BIM) implementation in construction: the case of Hong Kong. **Journal of Building Engineering**, vol. 25, 2019. DOI 10.1016/j.jobe.2019.100764. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710218310209?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CHAREF, R.; EMMITT, S.; ALAKA, H.; FOUCHAL, F. Building Information Modelling adoption in the European Union: an overview. **Journal of Building Engineering**, 25, 2019. DOI 10.1016/j.jobe.2019.100777. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710218312257?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CHECCUCCI, E. de S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, fev. 2019. DOI 10.20396/parc.v10i0.8653708. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS – CNM. **Planos Diretores para Municípios de pequeno porte: limites e perspectivas para a aplicação dos instrumentos do Estatuto da Cidade**. – Brasília: CNM, 2015. 44 páginas. ISBN 978-85-8418-005-9. Disponível em: <[https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca\\_antiga/Planos%20Diretores%20para%20Munic%C3%ADpios%20de%20pequeno%20porte%20\(2015\).pdf](https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Planos%20Diretores%20para%20Munic%C3%ADpios%20de%20pequeno%20porte%20(2015).pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

DINIZ, C. R.; SILVA, I. B. da. **Metodologia científica**. Campina Grande, Natal: UEPB/UFRN - EDUEP, 2008, D585, ISBN: 978-85-87108-98-2. Disponível em: <[http://www.ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/metodologia\\_cientifica/Met\\_Cie\\_A\\_04\\_M\\_WEB\\_310708.pdf](http://www.ead.uepb.edu.br/ava/arquivos/cursos/geografia/metodologia_cientifica/Met_Cie_A_04_M_WEB_310708.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

DOS SANTOS, E. R.; SALGADO, M. S.. BIM na verificação de requisitos do PROCEL EDIFICA. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção (SBTIC), 2, 2019, Campinas. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <<https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/149>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

EASTMAN, C. The Use of Computers Instead of Drawings. **Journal of the American Institute of Architects**, March, v. 63, n. 3, pp. 46-50, 1975. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/234643558\\_The\\_Use\\_of\\_Computers\\_Instead\\_of\\_Drawings\\_in\\_Building\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/234643558_The_Use_of_Computers_Instead_of_Drawings_in_Building_Design)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**: a guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons. 2011.

ESTEVES, J. C.; FALCOSKI, L. A. N. Gestão do processo de projetos em universidades públicas: Estudos de caso. **Gestão de Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 67-87, jul./dez. 2013. DOI 10.11606/gtp.v8i2.80950. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/80950>>. Acesso em: 7 mar. 2021.

EU BIM Task Force. Handbook for the introduction of building information modelling by the European public sector. Bruxelles: **EU BIM Task Force**. 2017 Disponível em: <<http://www.eubim.eu/handbook/>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ETZKOWITZ, H. Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. **Social Science Information**, California, v. 42, n. 293-337, 2003. DOI 10.1177/05390184030423002. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/249733214\\_Innovation\\_in\\_Innovation\\_The\\_Triple\\_Helix\\_of\\_University-Industry-Government\\_Relations](https://www.researchgate.net/publication/249733214_Innovation_in_Innovation_The_Triple_Helix_of_University-Industry-Government_Relations)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C., Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48, maio 2017. DOI 10.1590/s0103-40142017.3190003. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000200023&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000200023&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FARINHA, L; FERREIRA, J. J. Triangulation Of The Triple Helix: A Conceptual Framework. **Triple Helix Association**, Working Paper, 2013. Disponível em <<https://www.triplehelixassociation.org/working-papers/triangulation-of-the-triple-helix-a-conceptual-framework#>> Acesso em: 20 mar. 2021.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FDE). **Relatório do Grupo de Trabalho Relativo à tecnologia BIM**. GT-BIM – Grupo de trabalho relativo à Tecnologia BIM. Março 2017. Disponível em: <<http://file.fde.sp.gov.br/portalfde/arquivo/Relat%C3%B3rio%20Final%20GTBIM%20MAR%C3%87O%202017.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (FNDE). **Proinfância** – Projetos Arquitetônicos para construção. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-arquitetonicos-para-construcao>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

GARCIA, L; BUENO, C; SILVA, S. Estudo do potencial de ferramentas BIM aplicadas à manutenção predial em edifícios públicos. **Brazilian Journal of Development**. v. 5, n. 10, p. 17185-17196, oct. 2019. DOI 10.34117/bjdv5n10-001. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3519/5624>>. Acesso em: 23 mai. 2021.

GASPAR (SC). **Edital de Licitação nº 154/2019**. Tomada de Preços N.º 08/2019, de 16/08/19. [Objeto: Contratação de Projetos para construção da UBS Sete de Setembro – Plataforma BIM]. 2019. Disponível em: <<https://www.gaspar.sc.gov.br/licitacoes/index/detalhes/codMapaltem/20798/codLicitacao/146708>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GHAFFARIANHOSEINI, ALI; TOOKEYA, J.; GHAFFARIANHOSEINIB, Amirhosein; NAISMITHA, N.; AZHARD, S.; EFIMOVA, O.; RAAHEMIFAR, K. Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, August, 2017, p. 1046-1053. DOI 10.1016/j.rser.2016.11.083. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116308413?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GRIN, E. Os programas federais de apoio à modernização da gestão municipal: uma análise das políticas partidárias e das ações dos governos do PSDB e do PT. **Ensaios FEE** 1980-2668, Porto Alegre, v. 36, p. 1037-1068. mar. 2016. Disponível em: <<https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/viewFile/2990/3694>>. Acesso em: 22 mai. 2021.

GUIDUGLI FILHO, R. R.; ANDERY, P. R. P. Sistema de garantia da qualidade em obras públicas habitacionais: um modelo para gestão de contratos. *In*: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 22., 2002, Curitiba. **Anais [...]**. ABEPRO, 2002. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002\\_tr19\\_0440.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr19_0440.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

HINKLE, D. E.; WIERSMA, W.; JURIS, S. G. **Applied Statistics for the Behavioral Sciences**, 5th ed. Boston: Houghton Mifflin, 2003.

HIPPERT, M. A. S.; ARAÚJO, T. T. Análise e representação em contextos diversos: projeto, técnica e gestão do ambiente construído - a contribuição do BIM para a representação do ambiente construído. *In*: I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2010, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPARQ, 2010. Disponível em: <<http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq/simposios/173/173-739-1-SP.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Conheça Cidades e Estados do Brasil**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

KASSEM, M.; LEUSIN, S. **Projeto de apoio aos diálogos setoriais União Europeia – Brasil. BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**, Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

KHEMLANI, L. CORENET e-PlanCheck: Singapore's automated code checking system. 2005.

KU, K.; TAIEBAT, M. BIM Experiences and Expectations: The Constructors' Perspective. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 7, p. 175-197, 2011. DOI 10.1080/15578771.2010.544155. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15578771.2010.544155>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

KUNZ, J.; GILLIGAN, B. VDC Use in 2007: Significant Value, Dramatic Growth, and Apparent Business Opportunity. **Center for Integrated Facility Engineering**, Stanford University, 2007. Disponível em: <<https://stacks.stanford.edu/file/druid:bc641nk6928/TR171.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LEYDESDORFF, L. Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *In*: Elias G. Carayannis (Ed.), **Encyclopedia of Creativity, Innovation, and Entrepreneurship**, New York: Springer, New York, NY, 2017. DOI 10.1007/978-1-4614-6616-1\_452-2. Disponível em:

<[https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-6616-1\\_452-2](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4614-6616-1_452-2)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LIMA, L. O. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2019. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4376/3/CT\\_PPGECC\\_M\\_Lima%2C%20Luciana%20de%20Oliveira\\_2019.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4376/3/CT_PPGECC_M_Lima%2C%20Luciana%20de%20Oliveira_2019.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. (Orgs.). **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: SEI, 2010. 250 p. il. (Série estudos e pesquisas, 87). ISBN 978-85-85976-84-2. Disponível em: <[http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/magaldi/REDES\\_URBANAS/conteudos%20novos/cidades%20m%E9dias%20e%20pequenas%20teorias%2C%20conceitos%20e%20estudos%20de%20caso.pdf](http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/magaldi/REDES_URBANAS/conteudos%20novos/cidades%20m%E9dias%20e%20pequenas%20teorias%2C%20conceitos%20e%20estudos%20de%20caso.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. **Ambiente construído**. 2017, Porto Alegre, vol.17, n.4, p. 359-384, out./dez. 2017. DOI 10.1590/s1678-86212017000400202. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212017000400359&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000400359&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 20 mar. 2021.

MAINARDI NETO, A. I. de B.; SANTOS, E. T. Verificação de regras em Modelos BIM: Um estudo de caso sobre projeto de arquitetura de estações metroviárias. In: Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2015. P. 1-13.

MAINARDI NETO, A. I. de B. **Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações do metrô**. 2016. Dissertação (Mestrado profissional em Inovação na Construção Civil). USP, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-24082016-075727/publico/Antoniolvo deBarrosMainardiNetoCorr16.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MANZIONE, L. Verificação Automatizada de Regras em BIM uma Revisão Sistemática da Literatura. 2017. In: **Make BIM**, 05 out. 2017. Disponível em: <<https://www.makebim.com/2017/10/05/verificacao-automatizada-de-regras-em-bim-uma-revisao-sistemica-da-literatura/#:~:text=O%20m%C3%A9todo%20utilizado%20foi%20o,%2B%20code%20checking%2C%20entre%20outras.>>. Acesso em 20 mar. 2021.

MARINHO, A. P. da S.; JORGE, M. A. O planejamento local é mais eficiente? Uma análise de 14 municípios sergipanos de pequeno porte. **Nova econ.**, Belo Horizonte, v. 25, n. 1, p. 123-142, Apr. 2015. DOI 10.1590/0103-6351/2918. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-63512015000100123&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512015000100123&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MCAULEY, B., HORE, A.; WEST, R. (2016) BICP BIM Global Study. **Irish Building Magazine**, v. 3, p 61-65, 2016. Disponível em: <<https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=beschconart>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MCPHEE, A. What Is This Thing Called LOD. [Internet]. In: **Practical BIM**, 01 mar. 2013. Disponível em: <<http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MENEZES, G. L. B. B. de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 18, n. 22, p. 152, maio 2012. DOI 10.5752/P.2316-1752.2011v18n22p152. Disponível em <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/3363>>. Acesso em 20 mar. 2021.

MORESI, E. A. D. **Manual de Metodologia de Pesquisa**. Brasília-DF: Universidade Católica de Brasília (UCB), 2003. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MUKAKA, M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24, n. 3, p. 69–71, 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23638278/>>. Acesso em: 22 mai. 2021.

NAWARI, N. BIM-Model Checking in Building Design. **Structures Congress**, 2012. [s.l], p.941-952, 29 mar. 2012.

OLIVEIRA, D. G. **Uma Metodologia de Avaliação de Concretagens de Lajes Prediais na Ótica da Construção Lean**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp061339.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

REZGUI, Y.; BEACH, T.; RANA, O. A governance approach for BIM management across lifecycle and supply chains using mixed-modes of information delivery. **Journal of Civil Engineering and Management**. 2013, v.19, p.239–58. DOI 10.3846/13923730.2012.760480. Disponível em: <<https://journals.vgtu.lt/index.php/JCEM/article/view/3833>>. Acesso em 20 mar. 2021.

RODRIGUES, A. **Grau de Maturidade BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo**. São Paulo, 2018. 164 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/844984ab9c1c1ac68423a55c0e465be5.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificação**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, 19(5): 641-655, 2010. DOI 10.1016/j.autcon.2010.02.010.

SANTOS, W. R. **Estudos de caso de implantação da modelagem da informação da construção em microescritórios de arquitetura**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2016.

SÃO PAULO. Decreto nº 52.052, de 13 de agosto de 2007. Institui o Programa Estadual de Regularização de Núcleos Habitacionais - Cidade Legal, no âmbito da Secretaria da Habitação e dá providências correlatas. 2007. Disponível em: <[http://www.habitacao.sp.gov.br/downloads-cidadelegal/Decreto\\_52.052\\_de\\_2009\\_criacao\\_do\\_Programa\\_Cidade\\_Legal.pdf](http://www.habitacao.sp.gov.br/downloads-cidadelegal/Decreto_52.052_de_2009_criacao_do_Programa_Cidade_Legal.pdf)>. Acesso em: 22 de mai. de 2021.

SHAFIQ, M. T.; MATTHEWS, J.; LOCKLEY, S. R. A study of BIM collaboration requirements and available features in existing model collaboration systems. **Journal of Information Technology in Construction** - ISSN 1874-4753. ITcon 2013;18:148–161. Disponível em: <<https://www.itcon.org/paper/2013/8>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA CONSULTIVA - SINAENCO. Sabesp enxerga no BIM ferramenta para melhorar a qualidade dos empreendimentos [online]. 2018. Disponível em <<https://sinaenco.com.br/noticias/sabesp-enxerga-no-bim-ferramenta-para-melhorar-qualidade-dos-empreendimentos/>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SOUZA, A. I. de. **As possibilidades de gestão da inovação na implementação da metodologia "building information model" no âmbito do departamento de engenharia e construção**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <<http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/2899>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

STRADIOTTO, J. **Processo BIM em projetos de licitações de obras públicas em obras do CRAS-SC. 2018**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/7457>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, Netherlands, n. 18, p. 357-375, 2009. DOI 10.1016/j.autcon.2008.10.003.

SUCCAR, B. Episode 21: The Eight Components of Market Maturity. In: BIM Thinking Space. Jan. 27. 2015. Disponível em: <<https://www.bimthinkspace.com/2015/01/the-eight-components-of-market-maturity.html>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Building Information Modelling: Point of Adoption, **CIB World Congress**, Tampere Finland, 30 ma. - 3 jun., 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/BIMPaperA9>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SUN, C.; JIANG, S.; SKIBNIEWSKI, M. J.; MAN, Q.; SHEN, L. A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry. **Technological and Economic Development of Economy**, Lithuania, v. 23, p. 764-779, 2017. ISSN 2029-4913, DOI 10.3846/20294913.2015.1087071.

TAVARES, M. M. **Políticas públicas e pequenos municípios: uma avaliação no Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/teses\\_geografia2008/dissertacaomarciotavares.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/teses_geografia2008/dissertacaomarciotavares.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v.12, p. 72-85, 2007. Disponível em: <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/641>>. Acesso em: 17 Jun. 2020.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. Modelling Multiple Views on Buildings. **Automation in Construction**, n. 1, p. 215-224, 1992. DOI 10.1016/0926-5805(92)90014-B.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHUMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and future needs. **Automation in Construction**. Vol. 38: p.109–127, 2014. DOI 10.1016/j.autcon.2013.10.023.

WONG, A. K. D.; WONG, F. K. W.; NADEEM, A. Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 6, p. 288-302, nov. 2010.

WONG, S. Y.; GRAY, J. Barriers to implementing Building Information Modelling (BIM) in the Malaysian construction industry. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 495, 012002. Malaysia, 2019. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/495/1/012002>>. Acesso em 20 mar. 2021.

YOUNG, N. W.; JONES, S. A.; BERNSTEIN, H. M. Transforming design and construction to achieve greater industry productivity: **SmartMarket report on Building Information Modeling (BIM)**. McGraw-Hill Construction. New York, 2008. Disponível em: <[http://images.autodesk.com/latin\\_am\\_main/files/mcgraw-hill\\_construction\\_bim\\_smartmarket\\_report\\_december\\_2008.pdf](http://images.autodesk.com/latin_am_main/files/mcgraw-hill_construction_bim_smartmarket_report_december_2008.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ZHANG, Q.; GUO, B. Discussion on the Development Barriers of BIM Construction Costs in China. **American Journal of Civil Engineering**, Vol. 7, No. 5, p. 133-140, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=229&doi=10.11648/j.ajce.20190705.13>>. Acesso em 20 mar. 2021.

## Apêndice A – Questionário para o poder executivo municipal

- 1 - Após a leitura do TCLE, você concorda em participar voluntariamente desta pesquisa?  
 Caso não concorde, basta fechar a página do navegador.  
 Concordo [Obs.: opção obrigatória para dar continuidade ao questionário]

### INFORMAÇÕES PRELIMINARES

2 - Dados Pessoais

Nome: \_\_\_\_\_  
 Qual cargo exerce: \_\_\_\_\_  
 Função/atividades desempenhadas: \_\_\_\_\_  
 Tempo de atuação no setor: \_\_\_\_\_  
 Cidade/Município: \_\_\_\_\_  
 Número de telefone: \_\_\_\_\_

3 - Qual seu nível de escolaridade/Formação:

- Ensino Fundamental Incompleto  
 Ensino Fundamental Completo  
 Ensino Médio Incompleto  
 Ensino Médio Completo  
 Ensino Superior Incompleto  
 Ensino Superior Completo

4 - Você conhece a Modelagem da Informação da Construção (BIM)?

- Não  
 Sim (Qual o seu nível de conhecimento?) \_\_\_\_\_

### CAMPO DAS TECNOLOGIAS

Este campo corresponde à necessidade de implantação de softwares e hardwares para processamento da metodologia BIM, os quais necessitam abranger uma comunicação horizontal flexível e fracionada, operando-se entre os setores de projeto, construção e execução.

Apresenta-se a seguir os requisitos mínimos correspondentes aos principais softwares BIM utilizados no mercado:

| Sistemas               | Configuração Mínima de Entrada  |
|------------------------|---|
| Sistema Operacional    | Sistema operacional Microsoft® Windows 7 ou 8 de 64 bits  |
| Memória                | 2 a 4 GB de RAM   |
| Processador            | Processador Intel 1.8 MHz   |
| Configuração de Vídeo  | 1280 x 1024 com true color  |
| Tipo de CPU            | Processador de núcleo único ou de múltiplos núcleos Intel® Pentium®, Xeon®, ou i-Series ou o AMD® equivalente com tecnologia SSE2 |
| Adaptador Gráfico      | Intel GMA (integrado) ou 64 MB de memória RAM de vídeo (dedicados)  |
| Espaço em Disco Rígido | 35 GB   |
| Navegador              | Microsoft® Internet Explorer® 7.0 (ou posterior)  |

**5** - Os equipamentos de hardware disponíveis no departamento/setor de engenharia desta prefeitura possuem configuração básica suficiente para a trabalhabilidade com softwares de modelagem 3D? Se sim, qual o número de computadores disponíveis?

- Não
- Sim (Qual a quantidade de computadores?)

**6** - Quais itens são elaborados para a realização de um novo projeto?

- Programa de Necessidades
- Estudo de Viabilidade
- Anteprojeto
- Projeto Básico
- Projeto Executivo
- Projetos Complementares
- Outro (Especifique) \_\_\_\_\_

**7** - Os projetos de arquitetura e engenharia desenvolvidos por esta Prefeitura são disponibilizados para os setores de obras, departamentos licitatórios, construtoras terceirizadas, órgãos concedentes, etc., em formatos digitais com editabilidade, ou apenas impressos em papel?

- Disponibilizados em formatos digitais com editabilidade
- Disponibilizados em formatos digitais sem editabilidade
- Disponibilizados apenas impressos em papel
- Outro (especifique) \_\_\_\_\_

**8** - Utiliza-se software para a compatibilização entre os projetos de arquitetura e engenharia e demais projetos complementares, ou o processo é realizado de modo manual?

- Sim, utiliza-se software específico para a compatibilização
- Sim, a compatibilização é digital, porém não há software específico para o processo
- Não, o processo de compatibilização de projetos é realizado de modo manual
- Outro (especifique) \_\_\_\_\_

**9** - A prefeitura realiza a terceirização para elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia (disciplinas de estruturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas, ventilação e ar condicionado)?

- Sim, realiza-se a terceirização total do serviço de elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia, para todas os projetos desenvolvidos
- Sim, realiza-se a terceirização parcial do serviço de elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia, para todas os projetos desenvolvidos
- Não, os projetos são elaborados exclusivamente pelo corpo técnico desta prefeitura
- Outro (especifique) \_\_\_\_\_

**10** - Durante o processo de comunicação ao longo da elaboração de novos projetos de arquitetura e engenharia, assim como na execução de novas obras (terceirizadas ou não), os fluxos de informação são baseados em:

- Documentos impressos
- Documentos digitais
- Outro (especifique) \_\_\_\_\_



**CAMPO DE GESTÃO**

O gerenciamento ou gestão de pessoas corresponde a inevitabilidade de reorganização de funções e responsabilidades, reestruturadas devido à implantação de novos sistemas organizacionais de trabalho.

**18** - Elabora-se fluxograma para controle das atividades e responsabilidades de cada membro do setor?

- Sim, elabora-se para todas as atividades
- Sim, elabora-se para algumas atividades
- Não

**19** - Utiliza-se alguma ferramenta para gerenciamento de projetos?

- Não
- Sim (Qual?) \_\_\_\_\_

**20** - Atualmente existem obras públicas em execução no município?

- Não
- Sim (Quantas?) \_\_\_\_\_

**21** - Analisando-se os processos licitatórios para execução de obras públicas, foram realizados aditivos de tempo durante o exercício desta gestão municipal? Se sim, em quantas obras?

- Sim, de 1 a 5 obras
- Sim, de 6 a 10 obras
- Sim, mais de 10 obras
- Não foram realizados aditivos de tempo
- Desconheço essa informação

**22** - Analisando-se os processos licitatórios para execução de obras públicas, foram realizados aditivos de valor durante o exercício desta gestão municipal? Se sim, em quantas obras?

- Sim, de 1 a 5 obras
- Sim, de 6 a 10 obras
- Sim, mais de 10 obras
- Não foram realizados aditivos de valor
- Desconheço essa informação

**23** - Realiza-se a nomeação por meio de ato oficial para designar responsável pelo gerenciamento dos projetos?

- Sim
- Não

**24** - Durante a elaboração de um novo projeto, designa-se equipe integrada composta por representantes de todos os principais envolvidos (obras, licitações, finanças, convênios etc.)?

- Sim
- Não

Nas sentenças apresentadas a seguir, assinale o grau de concordância com as afirmações (de 0 a 100):



**33** - A Prefeitura possui em seu quadro de servidores profissionais para suporte em Tecnologia da Informação?

- ( ) Sim, possui  
 ( ) Não possui  
 ( ) Não sei informar

**34** - A Prefeitura possui planejamento para a realização de capacitações futuras em BIM?

- ( ) Não possui  
 ( ) Não sei informar  
 ( ) Sim

**35** - A Prefeitura possui em seu quadro de servidores pessoas empregadas no setor de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia?

- ( ) Não  
 ( ) Sim (Quantos servidores?) \_\_\_\_\_

Em relação a implantação de novos meios de trabalhabilidade, assinale o grau de concordância com as afirmações:

**36** - Observa-se resistência por parte dos profissionais do quadro desta municipalidade, quanto à implantação de novos modelos de trabalhabilidade ou de novas ferramentas tecnológicas.

Discordo totalmente Concordo totalmente

**37** - A implantação de novas tecnologias para a elaboração de projetos resultaria no aumento da carga de trabalho por parte dos profissionais do setor de projetos.

Discordo totalmente Concordo totalmente

### **Campo de Questões Legais (Área Política)**

A categoria legal constitui-se da necessidade de resguardar-se de possíveis ações judiciais, através da regulamentação do acesso e proteção das informações presentes nas tecnologias BIM, criação e aperfeiçoamentos de contratos, regulamentos e legislações.

**38** - Já foi realizado nesta municipalidade algum procedimento licitatório para realização de projetos com a obrigatoriedade de utilização do BIM?

- ( ) Sim  
 ( ) Não  
 ( ) Não sei informar

**39** - Algum processo licitatório já foi prejudicado devido a erros de compatibilidade entre projeto e planilhas orçamentárias e quantitativas?

- ( ) Sim  
 ( ) Não  
 ( ) Não sei informar

**40** - O Município possui Plano Diretor, Código de obras ou Legislação própria referente à realização de obras de arquitetura e engenharia?

- ( ) Plano Diretor  
 ( ) Código de Obras  
 ( ) Nenhum instrumento  
 ( ) Outro (especifique)

- 41 -** Caso não possua Plano Diretor, planeja-se sua elaboração?  
 Sim, planeja-se elaborá-lo nos próximos meses  
 Sim, planeja-se elaborá-lo mas sem data de previsão  
 Não planeja-se sua elaboração  
 O município já possui Plano Diretor
- 42 -** As informações pertinentes às leis, normas e diretrizes para aprovação de projetos junto à esta prefeitura encontram-se disponíveis na internet?  
 Sim  
 Não
- 43 -** Existe sistema digital de comunicação entre os departamentos desta prefeitura?  
 Sim  
 Não
- 44 -** Realiza-se o arquivamento das comunicações entre os setores desta prefeitura?  
 Não  
 Sim (especifique) \_\_\_\_\_
- 45 -** Realiza-se o gerenciamento do fluxo de informações entre os setores relacionados ao processo de elaboração de novos projetos de arquitetura e engenharia? Se sim, de que forma?  
 Não  
 Sim (especifique) \_\_\_\_\_
- 46 -** As solicitações de alteração ou correção de projetos são formalmente registradas e compartilhadas entre todos os setores envolvidos durante um processo licitatório?  
 Sim  
 Não
- 47 -** É realizado o arquivamento dos projetos e documentos impressos pelo setor de elaboração de projetos desta prefeitura?  
 Sim  
 Não
- 48 -** É realizado o arquivamento eletrônico das informações pertinentes aos projetos (plantas, orçamentos, memoriais)?  
 Não  
 Sim (especifique) \_\_\_\_\_
- 49 -** Quais os softwares utilizados para a elaboração de projetos de arquitetura e engenharia? \_\_\_\_\_
- 50 -** Esta prefeitura possui as licenças dos softwares utilizados na elaboração de projetos de arquitetura e engenharia?  
 Sim, todos os software  
 Sim, mas não todos os softwares utilizados  
 Não, nenhum software é licenciado

Em relação à implantação de novos sistemas tecnológicos para desenvolvimento de projetos (BIM), assinale o grau de concordância com as sentenças a seguir:



**58. Exigência de dados de design digital de computador (T3)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**59. Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados (T4)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**60. Falta de interoperabilidade de dados (T5)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**Campo de Custos (C)****61. Custos com treinamentos e capacitações (C1)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**62. Custo de software especializado (C2)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**63. Custo de atualizações de hardware necessárias (C3)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**Campo de Gestão (G)****64. Natureza fragmentada da indústria da construção civil (G1)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**65. Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos (G2)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**66. Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários (G3)**

0 Grau de intensidade das limitações 100

**67. Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados (G4)**

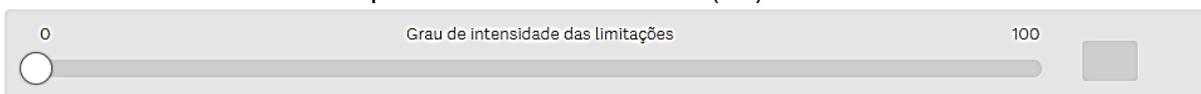
0 Grau de intensidade das limitações 100

**68. Falta de cooperação de outros parceiros da indústria (G5)**

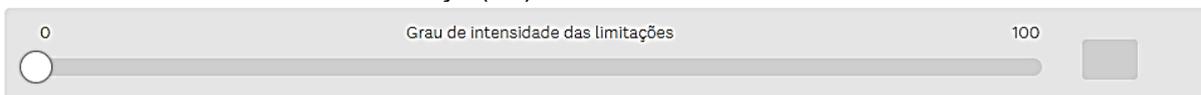
0 Grau de intensidade das limitações 100

### Campo de Pessoal e Recursos Humanos (P)

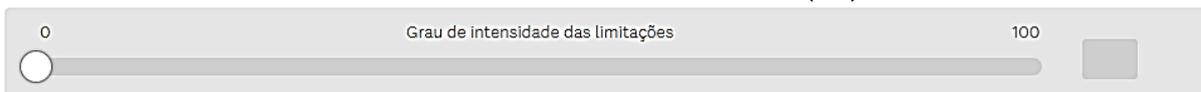
#### 69. Necessidade de educar profissionais sobre o BIM (P1)



#### 70. Resistência habitual à mudança (P2)

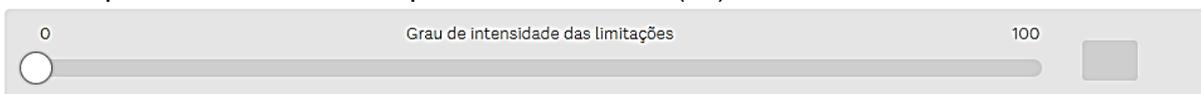


#### 71. Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM (P3)

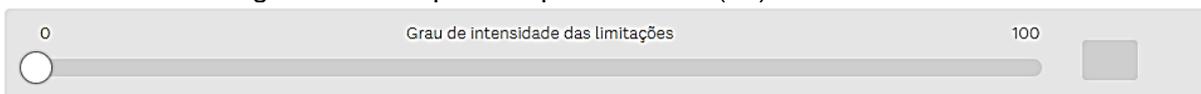


### Campo de Questões Legais (L)

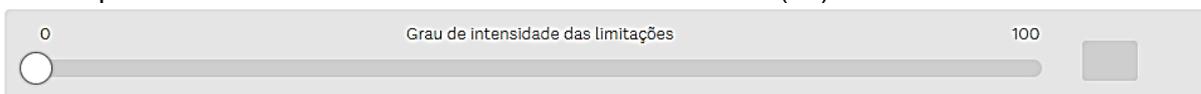
#### 72. Responsabilidade entre as partes interessadas (L1)



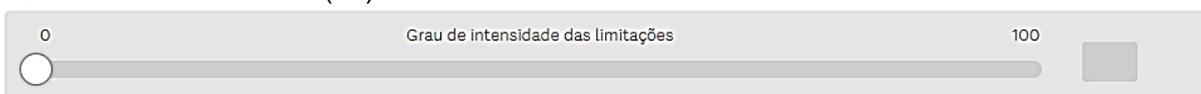
#### 73. Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM (L2)



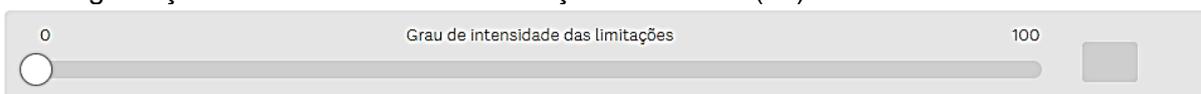
#### 74. Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais (L3)



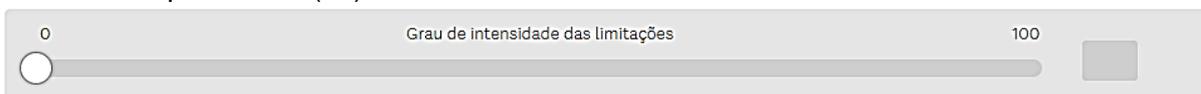
#### 75. Ambiente contratual (L4)



#### 76. Segurança e confiabilidade da informação do edifício (L5)



#### 77. Falta de protocolos (L6)



## Apêndice B – Respostas coletadas

| Questão  | Questão / Opções de resposta     |               | Participantes       |   |   |   |    |   |   |    |    |
|--|----------------------------------|---------------|---------------------|---|---|---|----|---|---|----|----|
|  |                                  |               | A                   | B | C | D | E  | F | G | H  | I  |
| 1. Após a leitura do TCLE, você concorda em participar voluntariamente desta pesquisa?   | Concorda                         |               | X                   | X | X | X | X  | X | X | X  | X  |
|  | Não concorda                     |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| <b>INFORMAÇÕES PRELIMINARES</b>  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| 2.   | Nome                             |               | Informação restrita |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Qual cargo exerce                |               | Engenheiro(a) civil |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Função/atividade desempenhada    |               | Engenheiro(a) civil |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Tempo de atuação no setor (anos) |               | 1                   | 4 | 5 | 3 | 15 | 6 | 1 | 39 | 40 |
|  | Cidade/Município                 |               | Informação restrita |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Contato                          |               | Informação restrita |   |   |   |    |   |   |    |    |
| 3.   | Ensino Fundamental Incompleto    |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Ensino Fundamental Completo      |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Ensino Médio Incompleto          |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Ensino Médio Completo            |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Ensino Superior Incompleto       |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Ensino Superior Completo         |               | X                   | X | X | X | X  | X | X | X  | X  |
| 4. Você conhece a Modelagem da Informação da Construção (BIM)?   | Não                              |               |                     |   | X | X | X  | X | X |    |    |
|  | Sim (Qual o seu nível)           | Básico        | X                   | X |   |   | X  |   | X | X  |    |
|  |                                  | Intermediário |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  |                                  | Avançado      |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| <b>CAMPO DE TECNOLOGIA</b>   |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| 5. Os equipamentos de hardware disponíveis no departamento/setor de engenharia desta prefeitura possuem configuração básica suficiente para a trabalhabilidade com softwares de modelagem 3D? Se sim, qual o número de computadores disponíveis?                                   |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Não  |                                  |               | X                   |   |   |   | X  |   |   | X  |    |
| Sim (Qual a quantidade de computadores?)   |                                  |               |                     | 1 | 1 | 2 |    | 2 | 1 |    | 2  |
| 6. Quais itens são elaborados para a realização de um novo projeto?  | Programa de Necessidades         |               |                     | X |   |   |    |   |   |    |    |
|  | Estudo de Viabilidade            |               | X                   | X |   |   | X  |   |   |    |    |
|  | Anteprojeto                      |               | X                   | X |   |   | X  | X |   |    |    |
|  | Projeto Básico                   |               |                     | X | X | X | X  | X | X | X  | X  |
|  | Projeto Executivo                |               |                     | X |   |   | X  |   |   |    |    |
|  | Projetos Complementares          |               |                     | X |   |   | X  |   |   |    | X  |
|  | Outro (Especifique)              |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| 7. Os projetos de arquitetura e engenharia desenvolvidos por esta Prefeitura são disponibilizados para os setores de obras, departamentos licitatórios, construtoras terceirizadas, órgãos concedentes, etc., em formatos digitais com editabilidade ou apenas impressos em papel? |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Disponibilizados em formatos digitais com editabilidade  |                                  |               | X                   |   | X |   | X  |   | X |    |    |
| Disponibilizados em formatos digitais sem editabilidade  |                                  |               |                     |   |   | X |    | X |   | X  | X  |
| Disponibilizados apenas impressos em papel   |                                  |               |                     | X |   |   |    |   |   |    |    |
| Outro (especifique)  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| 8. Utiliza-se software para a compatibilização entre os projetos de arquitetura e engenharia e demais projetos complementares, ou o processo é realizado de modo manual?   |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Sim, utiliza-se software específico para a compatibilização  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Sim, a compatibilização é digital, porém não há software específico para o processo  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Não, o processo de compatibilização de projetos é realizado de modo manual   |                                  |               | X                   | X | X | X | X  |   | X | X  | X  |
| Outro (especifique)  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| 9. A prefeitura realiza a terceirização para elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia (disciplinas de estruturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas, ventilação e ar condicionado)?  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Sim, realiza-se a terceirização total do serviço de elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia, para todos os projetos desenvolvidos  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
| Sim, realiza-se a terceirização parcial do serviço de elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia, para todos os projetos desenvolvidos  |                                  |               |                     |   |   |   |    |   |   |    |    |
|  |                                  |               | X                   | X | X | X |    | X |   |    | X  |



| Questão   | Questão / Opções de resposta | Participantes |     |     |     |    |    |     |     |     |
|---|------------------------------|---------------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
|   |                              | A             | B   | C   | D   | E  | F  | G   | H   | I   |
| quantas obras?  | Desconheço essa informação   | X             |     |     |     |    |    |     |     |     |
| 23. Realiza-se a nomeação por meio de ato oficial para designar responsável pelo gerenciamento dos projetos?  | Sim                          | X             | X   |     |     | X  |    |     |     |     |
|   | Não                          |               |     | X   | X   |    | X  | X   | X   | X   |
| 24. Durante a elaboração de um novo projeto, designa-se equipe integrada composta por representantes de todos os principais envolvidos (obras, licitações, finanças, convênios, Etc.)?  | Sim                          | X             |     | X   |     | X  |    |     |     |     |
|   | Não                          |               | X   |     | X   |    | X  | X   | X   | X   |
| Assinale o grau de concordância com as afirmações (onde 0 Discordo totalmente e 100 Concordo totalmente)  |                              |               |     |     |     |    |    |     |     |     |
| 25. Realiza-se o acompanhamento do desenvolvimento dos projetos, apresentando-se cronogramas para a confecção de cada etapa.  |                              | 70            | 75  | 100 | 80  | 37 | 50 | 65  | 70  | 40  |
| 26. A falta de demanda de projetos por esta prefeitura corresponde a uma barreira para o investimento em novas tecnologias.   |                              | 02            | 50  | 20  | 100 | 49 | 20 | 45  | 100 | 100 |
| 27. Os gestores e responsável pela execução de projetos nesta municipalidade compreendem a importância da implantação de novas tecnologias e processos, visando-se a modernização do setor.   |                              | 80            | 30  | 100 | 0   | 47 | 80 | 100 | 75  | 0   |
| 28. Há a existência de dúvidas sobre os possíveis retornos de investimento, para a adoção de novas tecnologias para a elaboração de projetos por esta municipalidade.   |                              | 50            | 30  | 30  | 100 | 60 | 50 | 80  | 100 | 100 |
| 29. Durante a contratação de empresas terceirizadas para elaboração de projetos ou execução de obras, realiza-se o compartilhamento de todas as informações pertinentes ao projeto abertamente, incluindo-se informações pertinentes as documentações e licenças para construção. |                              | 100           | 100 | 20  | 70  | 65 | 70 | 50  | 25  | 0   |
| 30. É possível implantar a padronização arquitetônica nos projetos elaborados por esta prefeitura, através do desenvolvimento de projetos modulares e com ambientes simétricos.   |                              | 100           | 100 | 40  | 0   | 67 | 50 | 0   | 20  | 0   |
| <b>CAMPO DE GESTÃO (RECURSOS HUMANOS)</b>   |                              |               |     |     |     |    |    |     |     |     |
| 31. A Prefeitura possui servidores capacitados em BIM (Building Information Modeling)?  | Não possui                   | X             |     | X   | X   | X  | X  |     | X   | X   |
|   | Não sei informar             |               |     |     |     |    |    | X   |     |     |
|   | Sim, possui                  |               | X   |     |     |    |    |     |     |     |
| 32. A Prefeitura possui em seu quadro de servidores profissionais das áreas de tecnologia ou gestão da informação?  | Não possui                   | X             |     | X   | X   | X  | X  |     | X   | X   |
|   | Não sei informar             |               | X   |     |     |    |    | X   |     |     |
|   | Sim, possui                  |               |     |     |     |    |    |     |     |     |
| 33. A Prefeitura possui em seu quadro de servidores profissionais para suporte em Tecnologia da Informação?   | Não possui                   |               |     |     |     | X  |    |     |     | X   |
|   | Não sei informar             |               | X   | X   |     |    | X  | X   |     |     |
|   | Sim, possui                  | X             |     |     | X   |    |    |     | X   |     |
| 34. A Prefeitura possui planejamento para a realização de capacitações futuras em BIM?  | Não possui                   |               | X   | X   | X   | X  | X  |     | X   | X   |
|   | Não sei informar             | X             |     |     |     |    |    | X   |     |     |
|   | Sim, possui                  |               |     |     |     |    |    |     |     |     |
| 35. A Prefeitura possui em seu quadro de servidores pessoas empregadas no setor de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia?  | Não                          |               |     |     |     | X  |    | X   |     |     |
|   | Sim (Quanto servidores?)     | 11            | 01  | 02  | 02  |    | 02 |     | 02  | 02  |
| Assinale o grau de concordância com as afirmações (onde 0 Discordo totalmente e 100 Concordo totalmente)  |                              |               |     |     |     |    |    |     |     |     |
| 36. Observa-se resistência por parte dos profissionais do quadro desta municipalidade, quanto à implantação de novos modelos de trabalhabilidade ou de novas ferramentas tecnológicas.  |                              | 02            | 0   | 36  | 60  | 65 | 20 | 60  | 80  | 80  |
| 37. A implantação de novas tecnologias para a elaboração de   |                              | 01            | 50  | 63  | 100 | 65 | 80 | 30  | 100 | 100 |



| Questão  | Questão / Opções de resposta  | Participantes                              |          |   |                       |                           |                   |                                 |                      |         |                                      |
|--|---|--|----------|---|-----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------|---------|--------------------------------------|
|  |   | A  | B        | C   | D                     | E                         | F                 | G                               | H                    | I       |                                      |
|  | eletrônico das informações pertinentes aos projetos (plantas, orçamentos, memoriais)? (Dissertativa)  | Sim (especifique)                          | Servidor | Plantas, orçamentos, memoriais, e outros. | São arquivados em Hd. | Projetos são salvos em HD | Junto a licitação | Arquivo digital em computadores | COMPUTADOR/SOFTWARES |         | Os projetos são salvos em HD Externo |
|  | 49. Quais os softwares utilizados para a elaboração de projetos de arquitetura e engenharia? (Dissertativa)   |  | Autocad  | CAD, office, e outros                     | Auto Cad              | AutoCAD                   | Auto CAD          | AutoCad, Excel, Word            | AUTOCAD              | AutoCAD | Utiliza-se apenas o AutoCAD          |
|  | 50. Esta prefeitura possui as licenças dos softwares utilizados na elaboração de projetos de arquitetura e engenharia?  | Sim, todos os softwares                    | X        |   |                       |                           |                   |                                 |                      |         |                                      |
|  |   | Sim, mas não todos os softwares utilizados |          | X   |                       |                           |                   | X                               |                      |         |                                      |
|  |   | Não, nenhum software é licenciado          |          |   | X                     | X                         | X                 |                                 | X                    | X       | X                                    |
| Assinale o grau de concordância com as afirmações (onde 0 Discordo totalmente e 100 Concordo totalmente) |   |  |          |   |                       |                           |                   |                                 |                      |         |                                      |
|  | 51. Torna-se necessário realizar mudanças quanto aos métodos de compra.   |  | 50       | 50  | 21                    | 0                         | 58                | 50                              | 100                  | 01      | 50                                   |
|  | 52. Torna-se necessário realizar mudanças quanto aos métodos de licitação e contratação.  |  | 02       | 10  | 20                    | 50                        | 60                | 10                              | 70                   | 98      | 80                                   |
|  | 53. Esta Prefeitura possui a cultura de realização de seguros pertinentes à contratação de serviços tecnológicos.   |  | 01       | 50  | 14                    | 0                         | 59                | 50                              | 30                   | 0       | 0                                    |
|  | 54. É possível a implantação de incentivos legais para a contratação de empresas que trabalhem com BIM (Building Information Modeling)  |  | 100      | 50  | 67                    | 50                        | 63                | 50                              | 40                   | 02      | 50                                   |
|  | 55. É possível a implantação de incentivos financeiros legais para que os servidores do setor de elaboração de projetos se capacitem para trabalhar com BIM (Building Information Modeling) |  | 100      | 50  | 66                    | 100                       | 67                | 50                              | 40                   | 03      | 100                                  |
| <b>PERCEPÇÃO SOBRE OS NÍVEIS DE INTENSIDADE DAS LIMITAÇÕES</b>   |   |  |          |   |                       |                           |                   |                                 |                      |         |                                      |
|  | 56. Funcionalidade de ferramentas BIM (T1)  |  | 58       | 40  | 43                    | 60                        | 61                | 50                              | 55                   | 50      | 50                                   |
|  | 57. Acessibilidade de ferramentas BIM (T2)  |  | 59       | 40  | 66                    | 20                        | 66                | 50                              | 59                   | 50      | 30                                   |
|  | 58. Exigência de dados de design digital de computador (T3)   |  | 59       | 50  | 22                    | 40                        | 65                | 50                              | 70                   | 50      | 0                                    |
|  | 59. Necessidade de gerenciamento sofisticado de dados (T4)  |  | 79       | 40  | 20                    | 70                        | 70                | 10                              | 70                   | 50      | 50                                   |
|  | 60. Falta de interoperabilidade de dados (T5)   |  | 78       | 40  | 20                    | 50                        | 68                | 50                              | 59                   | 50      | 50                                   |
|  | 61. Custos com treinamentos e capacitações (C1)   |  | 76       | 50  | 49                    | 85                        | 70                | 50                              | 70                   | 80      | 85                                   |
|  | 62. Custo de software especializado (C2)  |  | 77       | 100                                       | 74                    | 100                       | 69                | 80                              | 70                   | 80      | 100                                  |
|  | 63. Custo de atualizações de hardware necessárias (C3)  |  | 77       | 50  | 63                    | 100                       | 71                | 80                              | 75                   | 89      | 99                                   |
|  | 64. Natureza fragmentada da indústria da construção civil (G1)  |  | 59       | 50  | 36                    | 20                        | 71                | 50                              | 60                   | 30      | 20                                   |
|  | 65. Ausência de estratégia e padrões práticos bem desenvolvidos (G2)  |  | 59       | 50  | 69                    | 10                        | 74                | 50                              | 60                   | 50      | 70                                   |
|  | 66. Falta de conscientização e apoio dos gerentes e proprietários (G3)  |  | 37       | 50  | 48                    | 40                        | 75                | 50                              | 60                   | 20      | 100                                  |
|  | 67. Mudanças em fluxos de trabalho e modelos de negócios inadequados (G4)   |  | 58       | 50  | 46                    | 50                        | 67                | 50                              | 70                   | 20      | 40                                   |
|  | 68. Falta de cooperação de outros parceiros da indústria (G5)   |  | 72       | 50  | 65                    | 60                        | 72                | 50                              | 55                   | 30      | 70                                   |
|  | 69. Necessidade de educar profissionais sobre o BIM (P1)  |  | 29       | 50  | 34                    | 80                        | 71                | 50                              | 80                   | 70      | 90                                   |
|  | 70. Resistência habitual à mudança (P2)   |  | 26       | 40  | 60                    | 85                        | 73                | 60                              | 75                   | 50      | 85                                   |
|  | 71. Não estar familiarizado o suficiente com os recursos BIM (P3)   |  | 26       | 40  | 57                    | 80                        | 73                | 50                              | 70                   | 70      | 100                                  |
|  | 72. Responsabilidade entre as partes interessadas (L1)  |  | 25       | 40  | 36                    | 15                        | 73                | 50                              | 55                   | 30      | 0                                    |
|  | 73. Estrutura de seguro ausente para o aplicativo BIM (L2)  |  | 59       | 40  | 67                    | 20                        | 71                | 50                              | 60                   | 20      | 30                                   |

| Questão | Questão / Opções de resposta                               | Participantes |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|--|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|         |  | A             | B  | C  | D  | E  | F  | G  | H  | I  |
| 74.     | Propriedade dos dados do BIM e seus direitos autorais (L3) | 59            | 40 | 72 | 10 | 49 | 50 | 65 | 20 | 10 |
| 75.     | Ambiente contratual (L4)                                   | 59            | 40 | 40 | 40 | 49 | 50 | 60 | 10 | 30 |
| 76.     | Segurança e confiabilidade da informação do edifício (L5)  | 25            | 40 | 33 | 10 | 50 | 70 | 59 | 20 | 30 |
| 77.     | Falta de protocolos (L6)                                   | 25            | 40 | 28 | 60 | 50 | 70 | 45 | 20 | 70 |

# **ANEXO A – Parecer final de aprovação da pesquisa junto ao CEP-UFSCar**

## **DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Diagnóstico da disseminação da primeira etapa da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling (BIM) (*\*título inicial*)

**Pesquisador:** Thiago Rodrigo de Oliveira Alves

**CAAE:** 37606720.4.0000.5504

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**Número do Parecer:** 4.473.002

**Situação do Parecer:** APROVADO

**Necessita de aprovação do CONEP:** Não