

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA - AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL - BACHARELADO

JÉSSICA LIMA OLIVEIRA SANTOS

**USO DA METODOLOGIA BIM EM OBRAS PÚBLICAS: REDUÇÃO DE CUSTOS
ATRAVÉS DO PROCESSO CLASH DETECTION**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020

JÉSSICA LIMA OLIVEIRA SANTOS

**USO DA METODOLOGIA BIM EM OBRAS PÚBLICAS: REDUÇÃO DE CUSTOS
ATRAVÉS DO PROCESSO CLASH DETECTION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Edmilson Raimundo de Oliveira Júnior

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020



ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E CULTURA - AVEC

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL

COORDENAÇÃO DE TCC DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ATA DE DEFESA

Nome do Acadêmico: JÉSSICA LIMA OLIVEIRA SANTOS

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: USO DA METODOLOGIA BIM EM OBRAS PÚBLICAS: REDUÇÃO DE CUSTOS ATRAVÉS DO PROCESSO CLASH DETECTION

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Edmilson Raimundo de Oliveira Júnior.

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a Presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou nos seguintes termos:

Professor: _____

Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Professor: _____

Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Professor: _____

Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Nota Final: _____. Situação do Acadêmico: _____. Data: ____/____/____

MENÇÃO GERAL: _____

Coordenador de TCC do Curso de: Engenharia Civil.

Prof.^a Ma. Anna Regina Tschá

Credenciada pela Portaria nº 644, de 28 de março de 2001 – D.O.U. de 02/04/2001.

Endereço: Rua do Estudante, nº 85 – Bairro Universitário.

CEP: 55612-650 - Vitória de Santo Antão – PE

Telefone: (81) 3114.1200

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo esforço investido e a minha família que sempre esteve comigo. Agradeço aos meus preceptores de estágio, que foram peças-chaves nessa reta final, obrigada pela paciência, apoio e conhecimento repassado.

Agradeço ao little Shelby que me fez companhia em tantas madrugadas, e a Rui que se fez presente em todos os momentos. Agradeço ao meu orientador Prof. Edmilson, por sempre acreditar e conduzir o meu trabalho em meio a todo esse caos.

“Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes”

(Albert Einstein, 1950.)

RESUMO

Uma das grandes mudanças do setor da construção civil nos últimos anos foi o desenvolvimento e aumento da utilização da tecnologia de modelagem de informação da construção. A utilização da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) tem se destacado como um novo desafio para o desenvolvimento de obras brasileiras, sendo considerado um dos maiores avanços tecnológicos na área da construção civil. A metodologia BIM destaca-se pelo seu grande potencial de otimização de processos construtivos e compatibilização projetos, permitindo simulações virtuais da obra e apresentações de interferências, detalhadas ainda na fase de planejamento, trazendo para o setor da construção civil melhoria na qualidade de projetos, economia de tempo, redução de orçamento e otimização na gestão da obra durante todo o ciclo de vida da construção. Dentro dessa realidade podemos destacar o processo *clash detection*, conhecido também como processo de detecção de conflitos, o qual permite a verificação de forma automática das interferências entre os elementos de diferentes etapas do projeto de uma obra. Diante dos problemas que atingem as obras públicas no Brasil, a adoção da metodologia BIM traz o conceito de organização e transparência, requisitos indispensáveis no planejamento e fiscalização de obras públicas. Trata-se de uma mudança necessária para o setor da construção civil visando melhorias e otimização nos processos construtivos. O uso da tecnologia BIM em obras públicas será exigido como requisito obrigatório a partir de 2021 através do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Assim, esta monografia surge com o objetivo de evidenciar o potencial da aplicação da metodologia BIM na gestão de obras públicas, cujo objetivo trás a redução de custos através do processo *clash detection*. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas revisões bibliográficas sobre os conceitos de BIM, processos de detecção de conflitos nos projetos e benefícios do uso da plataforma para obras públicas e pesquisa do tipo exploratória. Também foi analisado o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 o qual oficializa o uso do BIM em obras a partir de 2021. Foi realizado um estudo de caso acerca do projeto de um edifício residencial, importado para um software de modelagem BIM. O projeto apresentado em modelo tridimensional foi confrontado no software Navisworks, possibilitando a detecção de interferências em várias etapas de desenvolvimento da obra, ainda em fase de projeto. Após a análise foi possível identificar os conflitos que somente seriam identificados depois de executados, evitando assim gastos extras e erros no processo de execução.

Palavras-Chave: BIM. Obras públicas. Interferências.

ABSTRACT

One of the major changes in the civil construction sector in recent years has been the development and increased use of construction information modeling technology. The use of the BIM methodology has stood out as a new challenge for the development of Brazilian works, being considered one of the greatest technological advances in the area of civil construction. The Building Information Modeling (BIM) methodology stands out for its great potential for optimizing construction processes and making projects compatible, allowing virtual simulations of the work and interference presentations, detailed even in the planning phase. Bringing to the civil construction sector an improvement in the quality of projects, time savings, budget reduction and optimization in the management of the work throughout the construction life cycle. Within this reality, we can highlight the clash detection process, also known as the conflict detection process, which allows the automatic verification of the interference between the elements of different stages of the project design. In view of the problems affecting public works in Brazil, the adoption of the BIM methodology brings the concept of organization and transparency, essential requirements in the planning and inspection of public works. This is a necessary change for the civil construction sector with a view to improving and optimizing construction processes. The use of BIM technology in public works will be required as a mandatory requirement from 2021 through Decree No. 10,306, of April 2, 2020. Thus, this monograph appears in order to highlight the potential of applying the BIM methodology in the management of public works, whose objective is to reduce costs through the clash detection process. For the development of the work, bibliographic reviews were carried out on the concepts of BIM, conflict detection processes in the projects and benefits of using the platform for public works and exploratory research. Decree No. 10,306, of April 2, 2020, which made the use of BIM in works from 2021 onwards, was also analyzed. A case study was carried out on the design of a residential building, imported into BIM modeling software. The project presented in a three-dimensional model was compared in the Navisworks software, making it possible to detect interference at various stages of the work's development, still in the design phase. After the analysis, it was possible to identify conflicts that would only be identified after they were executed, thus avoiding extra expenses and errors in the execution process.

Key-Words: BIM. Public Works. Interference.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| FIGURA 01 - Representação da baixa produtividade da construção civil..... | 14 |
| FIGURA 02 - Dimensões BIM..... | 17 |
| FIGURA 03 - Fluxograma de Classificação BIM..... | 19 |
| FIGURA 04 - Fases do ciclo de edificação com a utilização da ferramenta BIM..... | 20 |
| FIGURA 05 - LOD aplicado à construção de um prédio..... | 22 |
| GRÁFICO 01 - ROI BIM..... | 24 |
| GRÁFICO 02 - Pré-fabricação BIM vs. não BIM..... | 25 |
| GRÁFICO 03 - Adoção BIM por áreas (Empresas Brasileiras) | 27 |
| GRÁFICO 04 - Resposta das empresas à seguinte pergunta: Em sua opinião, o quanto você acha que o BIM está presente no mercado brasileiro?..... | 33 |
| FIGURA 06 - Modelo arquitetônico da edificação elaborado no Revit e renderizado no Navisworks..... | 35 |
| FIGURA 07 - Listagem das interferências após compatibilização do projeto..... | 37 |
| FIGURA 08 - Escopo geral <i>clash detection</i> da edificação X..... | 38 |
| FIGURA 09 - Exemplo de interferência encontrada entre tubulação de água fria e viga..... | 39 |
| FIGURA 10 - Exemplo de interferência encontrada entre tubulação de água fria e pilar..... | 40 |
| FIGURA 11 - Exemplo de interferência encontrada entre pilar e reservatório..... | 40 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 01 - Ranking de critérios de sucesso do uso do BIM..... | 28 |
| TABELA 02 - Informações sobre o projeto da obra..... | 36 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|--|
| AEC | Arquitetura, Engenharia e Construção |
| AIA | <i>American Institute of Architects</i> |
| AsBEA | Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura |
| BIM | <i>Building Information Modeling</i> |
| CAD | <i>Computer Aided Design</i> |
| CBIC | Câmara Brasileira da Indústria da Construção |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| LOD | <i>Level of development</i> |
| NBR | Norma Técnica Brasileira |
| ND | Nível de Desenvolvimento |
| PAC | Programa de Aceleração do Crescimento |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| ROI | Retorno sobre Investimento |
| USB | <i>Universal Serial Bus</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 2.1 | Tecnologia BIM | 14 |
| 2.1.1 | Dimensões BIM..... | 17 |
| 2.1.2 | Ciclos BIM..... | 18 |
| 2.1.3 | Nível de desenvolvimento do modelo (LOD)..... | 21 |
| 2.2 | Contribuições do uso da plataforma BIM em obras públicas | 22 |
| 2.2.1 | Obras públicas brasileiras com uso de tecnologia BIM..... | 27 |
| 2.3 | Detecções de Interferências com BIM | 29 |
| 2.4 | Diretrizes de implantação da plataforma BIM: Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 | 30 |
| 2.5 | Fatores que dificultam a expansão de tecnologia BIM | 32 |
| 3 | METODOLOGIA | 34 |
| 4 | RESULTADOS | 35 |
| 5 | DISCUSSÃO | 41 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 43 |
| | REFERÊNCIAS | 45 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve um grande avanço no setor da construção civil brasileira, grandes obras foram executadas e o número de empreendimentos e a busca por imóveis vêm crescendo a cada dia. Trazendo essa realidade para o setor público podemos citar as grandes obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), programa este criado em 2007 cujo objetivo foi acelerar o crescimento econômico do Brasil. Além disso, o setor da construção civil se manteve aquecido com a implantação do programa “Minha Casa, Minha Vida”, criado pelo Governo Federal com a finalidade de diminuir o déficit habitacional no Brasil.

Diante desse grande avanço da construção civil nos últimos anos, surge a necessidade de adesão a tecnologia neste setor, especialmente no uso de tecnologia da informação dentro das gestões de obras. A manifestação de impasses e falhas em obras públicas vem sendo bastante evidenciado no cenário brasileiro. Recorrentes erros como: orçamentos superfaturados, desperdício de recursos e atrasos são exemplos comuns das dificuldades que ocorrem nesse tipo de obra. Esses tipos de obstáculos ocorrem devido à falta de comunicação e compartilhamento de informações e dados da obra entre toda equipe de um processo construtivo. Dois grandes aspectos, corriqueiramente, se destacam em relação às obras públicas: inconsistências orçamentárias obtidas através de erros de projeto, e o inoperante planejamento dos ciclos construtivos por fases.

Todos os projetos necessários para a execução de uma obra sejam eles de arquitetura, estruturais ou de instalações, devem ser realizados conforme normas técnicas específicas, com a finalidade de garantir segurança, economia e qualidade de cada projeto individualmente. A metodologia BIM permite compatibilizar as informações de todos esses projetos, proporcionando um resultado de maior qualidade e segurança, oferecendo um cronograma preciso durante todo ciclo da obra através de planejamentos virtuais. Com o uso da metodologia BIM é possível mitigar diversas deficiências de planejamento ainda na fase de projeto das obras públicas e privadas, o que reflete diretamente na transparência de informações dos setores públicos, evitando assim erros devido à falta de compatibilização de projetos e criação de termos aditivos.

O processo de compatibilização de projetos é uma etapa de extrema importância, e a evolução da tecnologia hoje permite a prototipação virtual para detalhamento de projetos, possibilitando um alto nível de acertabilidade nas obras, o que acarreta em um projeto entregue com mais qualidade, tecnologia, e redução de custos final para o cliente.

O grau de maturidade do BIM propõe-se a unificar os processos de trabalho e descrever aos seus usuários o estágio em que eles se enquadram atualmente e o que precisariam realizar e melhorar, surgindo assim como um dos maiores avanços na indústria do setor Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O investimento em BIM se traduz em um investimento de inteligência no processo construtivo e elaboração de projetos, onde as etapas podem ser planejadas e evoluir de forma compatibilizada, possibilitando uma redução de erros os quais interferem diretamente do planejamento orçamentário da obra.

A justificativa da exposta pesquisa, fundamenta-se na necessidade de estudo e compressão da área tecnológica BIM, relacionado a obras públicas. De acordo com os relatórios do Tribunal de Contas da União (TCU), no Brasil, anualmente, são investidos bilhões de reais em obras públicas, a proposta de orçamento de 2021, remete R\$ 28,665 bilhões de reais como investimento. O valor é R\$ 10,38 bilhões superior aos R\$ 18,285 bilhões retido no orçamento de 2020. O texto manteve a verba de R\$ 2 bilhões para o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os lapsos de projetos de engenharia e lentidão dos processos de licenciamento ambiental são as principais causas de paralisações em obras públicas. É contínua a ocorrência de falhas, desvios e incompatibilidades nessas obras, o que consequentemente se transforma em desperdício do recurso público aplicado. Uma das principais causas desses problemas é o conflito de informações e compatibilização de dados ainda na fase de criação do projeto. A tecnologia BIM surge com objetivo de minimizar esses problemas trazendo mais transparência, segurança e economia as obras públicas. Dentro das inúmeras vantagens do uso da tecnologia BIM, destaca-se o *clash detection*, conhecido como análise de interferências, onde é possível prever os futuros problemas de interferências físicas entre as obras, através da simulação virtual da construção ainda na fase de projeto.

O interesse pelo tema abordado surgiu pela atuação no campo de estágio da graduação, o qual foi possível conhecer a execução de diversos projetos em plataforma BIM, relacionando as obras públicas e oportunizando o reconhecimento de melhores alternativas na execução de projetos, encolhimento dos impactos ambientais e a melhoria dos custos.

Desta forma, o objetivo geral desta monografia é analisar a contribuição da utilização da plataforma BIM em obras públicas, verificando sua eficácia como ferramenta de otimização no planejamento e execução de grandes obras, utilizando métodos de compatibilização de projeto proporcionando redução de erros. Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Analisar os fatores relevantes na utilização da tecnologia BIM em obras públicas;

- Analisar a redução de custos da obra através do processo *clash detection*;
- Conhecer a importância e crescimento da tecnologia BIM após implementação do decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020;
- Identificar as dificuldades e limitações quanto à implantação de plataformas BIM em órgãos públicos.

O trabalho é dividido em cinco capítulos, o primeiro capítulo aborda sobre o conceito da tecnologia BIM e sua aplicação no setor da construção civil, como suas dimensões, ciclos e níveis de desenvolvimento do modelo. O segundo capítulo trata sobre as contribuições do uso da plataforma BIM em obras públicas, destacando os benefícios que a metodologia oferece para o setor público brasileiro. O terceiro capítulo aborda sobre as detecções de interferências realizadas pelas ferramentas de *softwares* BIM, com ênfase na compatibilização, integração e previsão de conflitos de forma virtual. O quarto capítulo apresenta as diretrizes de implantação da plataforma BIM com o Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020, o qual torna obrigatório o uso da metodologia BIM para obras públicas federais a partir de janeiro de 2021. E por último o quinto capítulo trazendo os principais fatores que dificultam a expansão da tecnologia BIM no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Tecnologia BIM

O avanço da tecnologia digital vem viabilizando cada vez mais ideias de aperfeiçoamento, integração e redução de recursos nas áreas de projetos arquitetônicos. A esfera da construção civil é bastante sólida a mudanças e além de não absorver vastas modificações no último século, seu rendimento diminuiu. Conforme podemos observar na figura 1, um relatório realizado pela Instituição Mackenzie demonstrou que nos últimos 15 anos a produtividade da construção civil amadureceu somente 1%, sendo confrontada com os países da Malásia, Nigéria e Tailândia, tendo em vista que o percentual da produtividade da economia foi seis vezes maior. Essa diferença gerou uma perda de 1,6 trilhões de dólares, quantia essa que seria considerada para atender metade de toda premência mundial de infraestrutura (BARBOSA *et al*, 2017).

Figura 01 - Representação da baixa produtividade da construção civil



Fonte: Mckinsey & Company. Reinventing Construction 2017.

Os sistemas baseados na metodologia BIM são classificados como um progresso dos sistemas Computer Aided Design (CAD), fundamentando-se pela coordenação da informação no ciclo de vida da obra de maneira mais completa, por meio de um banco de informações específicas e peculiares a um projeto, incorporado à modelagem 3D. Nos sistemas de representação CAD, a representação geométrica 2D cria-se através de coordenadas e elementos gráficos como

arcos, pontos e linhas. A evolução do CAD 2D surge com o sistema *Object-Oriented CAD* (OOCAD) que substitui componentes 2D por elementos de construção (objetos), capazes de representar o comportamento de elementos de construção, que conseguem adquirir individualidades não-gráficas (VANLANDE *et al.*, 2008). À medida em que os projetos avançam em sua complexidade, torna-se necessário o uso de uma metodologia mais completa, que possa integrar e atender todas as informações geradas nas etapas de uma edificação. Desta forma, o sistema CAD mostra-se incapaz de atender as novas necessidades impostas pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). De acordo com Campestrine (2015, p. 2.) BIM é definido como um contemporâneo protótipo de desenvolvimento de empreendimentos de construção, que integra profissionais, sistemas e informações, compreendendo todas as fases do seu ciclo de vida. Indo desde os primeiros momentos ápicos de definição e compressão até a utilização de manutenções, reformas ou demolição.

O setor da construção civil vem se apoiando, desde suas primícias, em representações e desenhos bidimensionais (2D) para estabelecer e desempenhar atividades fundamentais para a elaboração de uma obra. (EASTMAN *et al.*, 2014). De acordo com essa representação, diversos projetos são elaborados de forma isolada, o que dificulta a comunicação, conexão e compartilhamento de informações. Desta forma podemos notar a grande quantidade de erros e atrasos recorrentes em obras no Brasil, em destaque o setor público, o que traz um aumento de insatisfação, gastos não previstos e diminuição da qualidade final do produto. A tecnologia BIM surge como uma ferramenta que possibilita a realização de cálculos normativos executados dentro do projeto, análise de conflitos e compatibilização de dados, etapas essenciais para que se consiga alcançar o objetivo de forma eficiente sem que haja perda de produtividade.

Toda construção possui um determinado percentual de desperdício, e segundo Monteiro (2012), a utilização de metodologia tridimensional em projetos é completa, minimiza erros e proporciona redução de tempo de projeto.

O processo atual de compatibilização nacional atravessa uma fase de inovação, passando de uma metodologia bidimensional para uma tridimensional mais completa. Esse processo é dificultado muitas vezes pelo desconhecimento dos profissionais, que se sentem mais confortáveis utilizando um método já conhecido e amplamente dominado pelos projetistas. Contudo, a utilização da tecnologia de informação pode verificar interferências com mais precisão e facilidade que os métodos tradicionais de desenho 2D. Como é utilizado um banco de dados central da modelagem do edifício, este é utilizado por todas as disciplinas, minimizando erros e

consequente tempo de projeto, além de que os desenhos em 3D são bem mais claros (MONTEIRO, 2012 *apud* COSTA, 2013, p. 15).

De acordo com HERGUNSEL (2005 *apud* SENA 2012, p 46.), a utilização da metodologia BIM ocasiona alguns efeitos para todas as partes inseridas nas fases de projeto de uma edificação, as fases de vida de uma edificação podem ser fragmentadas em três fases: pré-construção, construção e pós-construção,

- Fase de pré-construção: Baseia-se na etapa de compreensão e elaboração de projetos, onde as aplicabilidades da metodologia BIM implicam em uma considerável redução de custos. Nesta fase, a equipe de profissionais ligados a edificação, podem prever, analisar e solucionar falhas e conflitos que resultariam em uma grande repercussão financeira. Nesta fase, considera-se também a redução de tempo com relação ao levantamento de quantitativos e elaboração de orçamentos mais assertivos.
- Fase de construção: Nesta fase, o impacto financeiro com o uso do BIM tem uma diminuição, entretanto, ainda são vastas as aplicações que ele permite. É possível ter um melhor controle dos custos, pois pode-se obter levantamento dos gastos de maneira mais rápida e precisa. Além disso, o controle do cronograma da obra pode ser feito de forma mais eficiente, através da geração de comparativos visuais tridimensionais entre o planejamento elaborado com o que realmente está sendo executado, facilitando a detecção das causas de atrasos e adotando melhores soluções para finalizar a obra dentro do prazo. Nesta fase, as dimensões BIM 4D que diz respeito ao tempo da edificação e BIM 5D que trata sobre o custo da obra, poderão ser utilizadas por estarem ligadas a gestão de tempo da construção, e a análise dos custos da obra, tornando o planejamento e o controle das obras mais eficientes. Os objetos BIM que estão dentro desta fase apresentam um *level of development* (LOD), ou nível de desenvolvimento mínimo de 300-400, lógica de produto.
- Fase de pós-construção: A fase evidencia-se pela gestão de planejamentos das manutenções preventivas e reformas necessárias da obra, neste momento é possível ter acesso e registro de todos os elementos integrados na obra e suas informações associadas.

2.1.1 Dimensões BIM

As dimensões BIM são classificadas como as fases de desenvolvimento de um projeto que vão desde a representação gráfica até itens de segurança e sustentabilidade que irão compor a edificação. As dimensões são fragmentadas em níveis, cada uma é criada com um grau de informação detalhada e complementar ao projeto. Os dados são automaticamente associados a cada elemento que constitui a obra. A incorporação de todos os dados de uma obra em uma equivalente plataforma descomplicam a gestão da informação, permitindo a detecção de interferências e colisões entre partes dos projetos (*clash detection*), concedendo também a alteração em tempo real de todos os dados de planejamento físico e financeiro do projeto. Matos e Miranda (2015) explica que cada dimensão do modelo BIM conduz informações específicas, informações estas que elaboram finalmente, um modelo com dados interligados. O conceito sobre dimensões do BIM é representado através da figura 02 a seguir:

Figura 02 - Dimensões BIM.



Fonte: BIBLUS, 2018

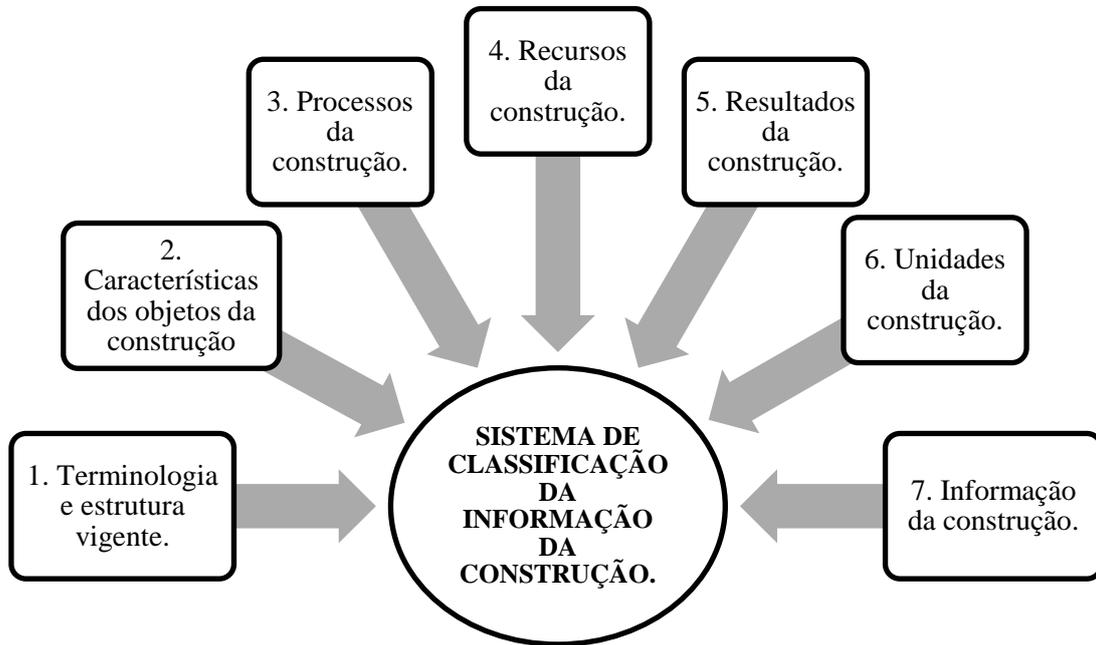
Conforme estabelecido por Campestrini *et al*, (2015) o BIM é composto por sete dimensões:

- BIM 3D: Trabalha com a caracterização dos materiais em três dimensões e dos elementos necessários para o posicionamento espacial na edificação. O mesmo consolida uma unificação de todos os projetos da obra em um único ambiente virtual, permitindo a detecção de incompatibilidades entre os diversos projetos;
- BIM 4D: Constitui-se uma ligação entre os componentes gráficos desenvolvidos no modelo da edificação ao cronogramas de obra. Sendo possível o acompanhamento do avanço físico da obra, mediante representações da construção, o que acarreta uma melhor noção da evolução da obra;
- BIM 5D: Permite a retirada de diversas informações acerca do custo dos serviços da obra, através do controle dos dados referentes ao custo dos serviços como materiais, mão de obra, equipamentos e despesas indiretas;
- BIM 6D: Trabalha com a extração de gastos de operação e manutenção da edificação, por meio da extração de informações referentes ao uso da mesma;
- BIM 7D: Possibilita o acompanhamento e análises da eficiência energética, o acréscimo de dados ao modelo, permitindo a utilização através de vários *softwares* BIM que se aplicam dessas informações para criar tabelas e gráficos que serão utilizados como fonte de estudos de melhorias para a qualidade e eficiência.

2.1.2 Ciclos BIM

A base de informações disponibilizadas em qualquer tipo de projeto é a principal chave para a comunicabilidade ao longo do processo de formação e revisão de um instrumento em construção. As fases de um projeto precisam ser organizadas, agrupadas e armazenadas em profusos momentos do ciclo de vida de uma obra. Conforme NBR 15965-1/2011 – Sistema de classificação da informação da construção, o fluxograma de classificação BIM apresentado na figura 03, define os princípios do sistema de classificação e seus respectivos conjuntos para a programação, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção civil, classificando o sistema de informação da construção em sete partes:

Figura 03 – Fluxograma de Classificação BIM



Fonte: Autor (2020).

Esta classificação serve para nortear os principais parâmetros de avaliação, escopos de projetos, padrões técnicos que envolvem a modelagem da informação da construção. Habitualmente os sistemas da construção são compostos por um esquema de classificação, uma notação da classificação e um índice para facilitar a pesquisa pela informação (TRISTÃO *et al.*, 2004).

O uso do sistema de classificação da informação da construção, é uma importante ferramenta para a gestão de uma construção, traz benefícios a obra, facilitando a interação e colaboração entre os diferentes sistemas dos setores envolvidos, agregando valor às informações do modelo, ou seja, trazendo uma utilidade maior ao projeto, o que atribui um significado padronizado aos conteúdos dos objetos dentro de modelos BIM.

O ciclo de vida de uma edificação divide-se em três fases: pré-obra, obra e pós-obra. A Figura 04 mostra como a aplicação da metodologia BIM pode ser usada durante o ciclo de vida de uma obra, estando presente em todas as fases.

Figura 04 - Fases do ciclo de edificação com a utilização da ferramenta BIM



Fonte: PNM Tecnologia (2017).

Além destas características, Matos e Miranda (2015) lista outras de grande relevância para o entendimento do conceito BIM:

- Armazenamento centralizado das informações: Os dados coletados e inseridos no projeto são armazenados para os posteriores usos e análises de todas as equipes envolvidas, melhorando a resolução de conflitos no processo de concepção;
- Parametrização dos objetos BIM: Um pequeno número de objetos consegue definir um número ilimitado de elementos de construção. É possível se criar relações entre parâmetros individuais por meio de regras inseridas no projeto, permitindo que um projeto BIM seja inteiramente paramétrico;
- Elementos digitais: O processo de modelagem dos elementos digitais descreve objetos físicos que correspondem à produção e organização de cada peça na construção do edifício, gerando um modelo virtual real do projeto. Criando uma relação mais forte

entre a idealização e a execução, antecipando possíveis incompatibilidades e observando previamente o método construtivo;

- Comunicação direta entre o BIM e softwares de fabricação de componentes: é possível o uso da tecnologia de fabricação assistida por computador *Computer-Aided Manufacturing* (CAM), para o controle e análise de peças pré-fabricadas. Uma vez que o BIM gera uma representação digital de cada componente da edificação, que pode ser exportado para diversos *softwares*.

2.1.3 Nível de desenvolvimento do modelo (LOD)

O nível de detalhamento da informação em um projeto é conhecido como *Level of Development* (LOD) ou Nível de Desenvolvimento (ND), sua definição foi instituída pelo AIA - Instituto Americano de Arquitetura, a qual descreve o LOD como a organização do desenvolvimento em uma obra utilizando a metodologia BIM. Situando o nível de informações que é preciso se ter em cada etapa e determinando um grau de confiança para essas informações. O nível de detalhamento das informações dos elementos em um projeto abrange os detalhes e clareza de informações que serão explanadas. Considerando que muitos elementos em sua fase de construção sofrem modificações, esse fator demonstra a necessidade de utilização de um sistema de classificação dos dados e informações.

De acordo com a NBR 6492-1994 - Representação de projetos de arquitetura, a qual aborda conceitos sobre a representação de projetos em arquitetura, um projeto de uma edificação inclui diversas etapas como: estudo preliminar, anteprojeto, projeto executivo e projeto como construído. Em cada uma dessas etapas é necessário obter um nível de detalhamento diferente para que se possa extrair o máximo possível de informações naquele determinado nível da obra.

Diversos países que aderiram o padrão de LOD apresentado pelo AIA, no entanto, alguns países elaboraram seus próprios níveis de desenvolvimento. Atualmente no Brasil temos a particularização de Santa Catarina, estado este que se destaca como referência na utilização da metodologia BIM em suas obras, sendo o excepcional que interliga o LOD às fases do projeto.

O *American Institute of Architects* (AIA), define o LOD em 5 níveis que informa desde a fase de volumetria até a fase construída:

- **LOD 100:** Diz respeito à representação gráfica do modelo com poucos detalhes e informações, além da forma da construção, detalhes do terreno e outras informações preliminares;
- **LOD 200:** Corresponde à etapa de anteprojeto, quando ainda se está planejando em termos gerais, nesta etapa o modelo é representado genericamente com quantitativo, formas, localização e dimensões aproximadas;
- **LOD 300:** Nesta etapa é feito o detalhamento dos projetos executivos, estruturais, arquitetônicos, memórias de cálculo, maquetes e do orçamento, trabalhando o modelo como um sistema a fim de compatibilizar todas as etapas;
- **LOD 400:** Neste nível o projeto é trabalhado em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação;
- **LOD 500:** Corresponde à etapa em que o modelo tem todas as informações de como será executado e a confirmação dos dados em campo;

A figura 05 abaixo exhibe especificadamente os níveis de detalhamento atrelados a modelagem de uma edificação, possibilitando a visualização dos comentados acima.



Fonte: Adaptado de Autodesk.

2.2 Contribuições do uso da plataforma BIM em obras públicas

De acordo com a utilização da modelagem de informação da construção, é possível alcançar benefícios na gestão toda a obra, como à agilidade de prazo para entrega em construções de porte maior e uma melhor performance. A metodologia BIM, quando manipulada em concomitância com as demais partes ligadas ao projeto, isto é proprietário,

arquiteto, engenheiro e construtor, restringe erros e irregularidades de projeto e alterações da obra, resultando em um fluxo de entrega mais ágil e efetivo. (EASTMAN *et al.*, 2014).

Eastman *et al.* (2014) destaca e categoriza em seu guia Manual de BIM, os benefícios proporcionados ao cliente ao utilizar a metodologia BIM:

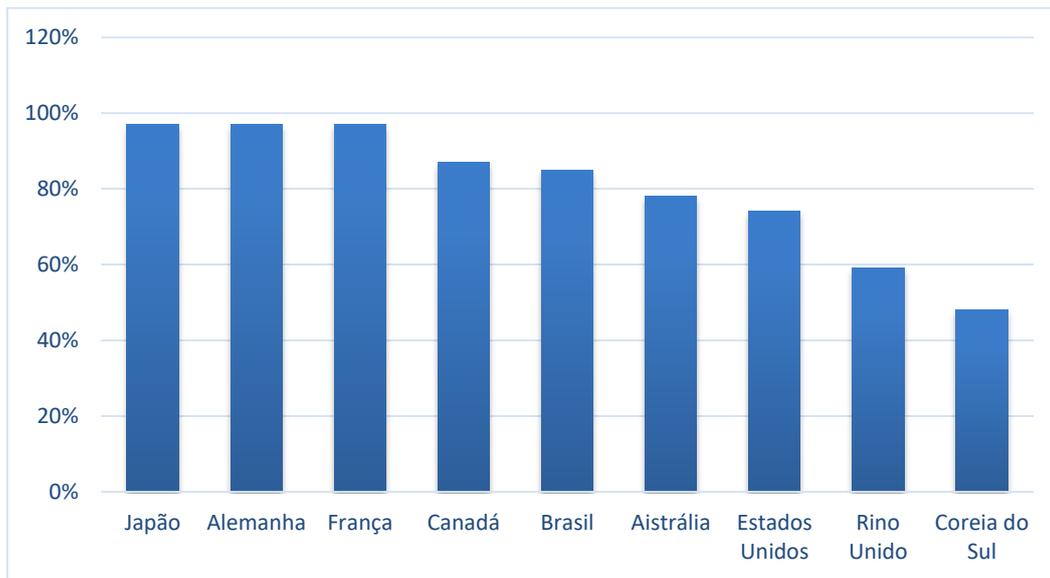
- Aumentar o valor do edifício a partir do projeto e análise de consumo a partir de simulações, visando melhorar o desempenho da edificação;
- Acelerar o cronograma a partir de um modelo eficaz e detalhado da edificação, de forma a reduzir o tempo de execução da obra;
- Alcançar uma estimativa de custos exata a partir de uma análise quantitativa automática fornecida pela modelagem de informação da construção;
- Aprimorar o controle e gerenciamento da edificação.

Tais benefícios evidenciados podem ser aplicados a diferentes tipos de perfis de clientes e para todos os tipos de construções, independentemente de sua dimensão ou característica, seja ela pública, privada ou institucional.

De acordo com a Lei complementar N° 101 de 2000, é função dos administradores buscar sempre a redução de gastos e desperdícios em obras públicas. A ferramenta que deve ser utilizada é o planejamento, uma vez que realizado corretamente propõe a redução de custos decorrente das falhas. No entanto, a maioria dos planejamentos públicos ainda são realizados em plataformas bidimensionais, isolando cada uma de suas fases, surgindo assim erros e inconsistências que muitas vezes só são vistos quando a execução da obra já encontra-se avançada, refletindo diretamente nos prazos e nos custos de toda a obra.

No que se diz respeito a execução de obras públicas, atualmente podemos identificar diversas situações onde identifica-se a dificuldade em cumprir os cronogramas estabelecidos nos projetos iniciais. A falta de planejamento e compatibilização de dados impede a execução de obras com mais agilidade com os métodos e sistemas construtivos tradicionais. No gráfico 01 mostra-se que em diversos países que já lidam com a metodologia BIM na criação de projetos de empreendimentos, obtiveram um Retorno sobre Investimento (ROI) positivo.

Gráfico 01 - ROI BIM



Fonte: Adaptado de McGraw Hill Construction.

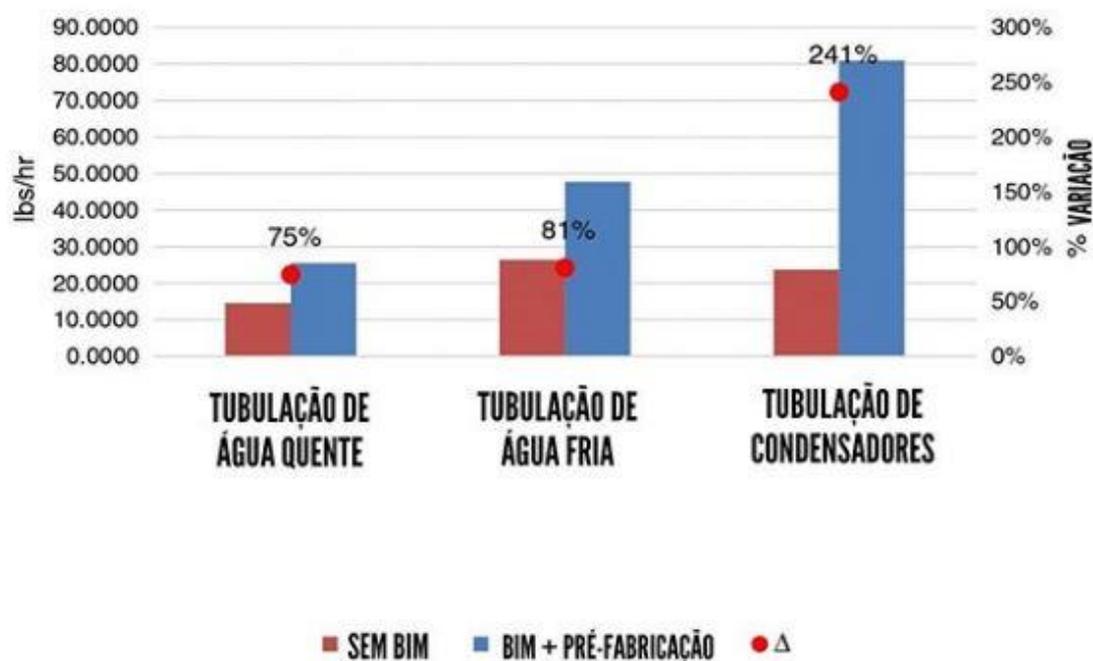
A *Mcgraw-Hill Construction* relata que as empresas que utilizam o BIM, no Brasil, estão usufruindo do mesmo para elaboração de projetos de menor complexidade, e que a taxa referente à manipulação da ferramenta para projetos de alta complexidade é praticamente nula. Uma análise feita pela *Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering*, constatou que 32 projetos nos Estados Unidos elaborados com alto porte, apresentaram reduções significativas reais de orçamento, a partir do uso da metodologia BIM, como:

- Corte de 40% das alterações orçamentárias não previsíveis;
- Estimação de orçamento com imprecisões de até 3%;
- Cerca de 80% de redução de prazo consumido na elaboração de estimativas de custos;
- Cerca de 7% de atenuação no prazo de projeto.

No Brasil, a esfera pública da construção civil é notável por diversas ocorrências de irregularidades o que reflete diretamente no desperdício de verbas e tempo. O Tribunal de Contas da União (TCU) aponta em seus relatórios anuais irregularidades e paralisações em obras públicas brasileiras. Entre as notáveis irregularidades destacadas pelo TCU, os autores Matos e Miranda (2015) apontam que, cerca de 50% dos problemas das obras públicas, estão o superfaturamento, projeto inicial defeituoso ou obsoleto, fiscalização suprimida e a presença de retardo de prazos infundados.

O gráfico 02 a seguir demonstra a taxa de produtividade por sistema Pré-fabricação BIM vs. não BIM.

Gráfico 02 - Pré-fabricação BIM vs. não BIM



Fonte: E.A. Poirier *et al.* / Automation in Construction 58 (2015).

A necessidade de convenção da utilização BIM como pré-requisito para as obras públicas vem se fortalecendo cada vez mais, principalmente após o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Em 2015, o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, juntamente com o Departamento da Indústria da Construção da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Deconcic – Fiesp), difundiu o relatório diálogos setoriais para BIM no Brasil e na União Europeia. Uma das propostas que estava inclusa no relatório intencionava a obrigatoriedade da tecnologia até 2018, para todos os projetos com valor superior a R\$ 3.000.000,00.

“A metodologia BIM simboliza uma eminente mudança de protótipo no setor da construção civil, trazendo um considerável impacto e lucros à sociedade como um todo, e especialmente para a indústria da construção”. (EASTMAN *et al.*, p. 66, 2011).

É necessário frisar que independente da área de atuação da construção civil, seja ela projetos ou execução, deve-se ter o conhecimento e a noção de orçamento de uma determinada obra. É importante pensar em dois pontos importantes: primeiro a viabilidade da

obra em termo de custos e segundo se o projeto é exequível, ou seja, o resultado da obra precisa apresentar um potencial viável, de preferência econômico, apresentando o menor custo possível para o cliente destacando fidelidade ao projeto. Quando esses pontos não são levados em consideração, o ciclo da construção pode apresentar problemas, considerando-se uma engenharia reversa por não atender a necessidade de forma viável. O custo em todas as áreas da engenharia e arquitetura é um fator chave para a viabilidade econômica.

O orçamento é uma das fases mais importantes no planejamento de uma obra, deve ser minuciosamente considerado, levando em relevância a região, realidade e limitações do contratante, instituindo com precisão os valores essenciais para cada serviço e despesa. Nas licitações para execução de obras públicas é imprescindível o registro coerente de todos os serviços que serão executados, para que se chegue a um valor íntegro. (LIMA, 2016).

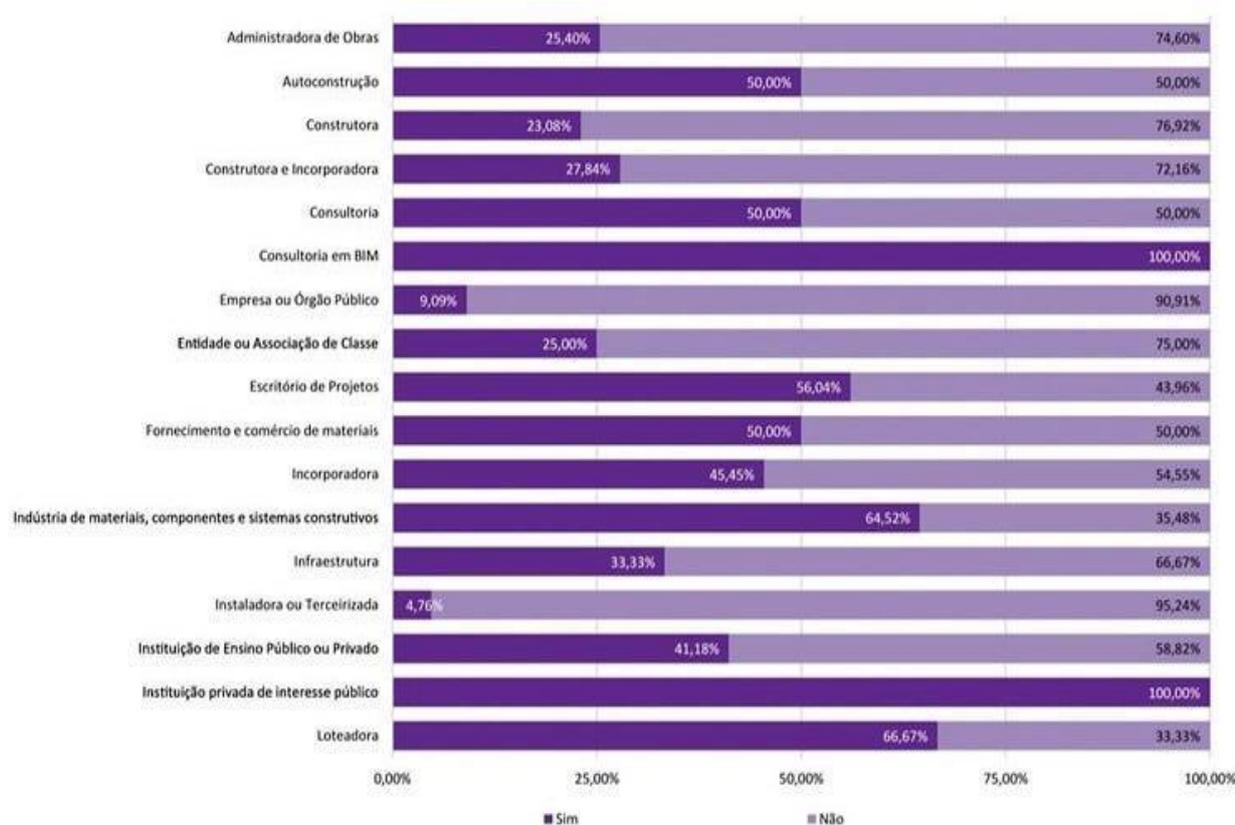
A ausência da valorização e conhecimento sobre a importância da execução de projetos bem elaborados em uma obra se converte em futuros problemas em seu ciclo construtivo como: aditivos, atrasos, e baixa qualidade, decorrente da falta de previsibilidade e correção das incompatibilidades na fase de projeto.

Devido aos recorrentes casos de abandono de obras públicas no Brasil, pode-se afirmar que a falta de planejamento das obras é uma questão cultural, o que acarreta um grave problema que atrasa a indústria da construção. É necessário mudar esse hábito, pois o retrabalho acaba custando mais que o planejamento prévio.

A modelagem de informação da construção civil é relacionada à implantação de processos, políticas e ferramentas digitais, cuja finalidade é conduzir e controlar os diversos projetos das obras civis, por todo seu ciclo de vida. A metodologia BIM é apontada como um elemento facilitador para execução dos projetos de edificações e infraestrutura com maior desempenho, permitindo desta forma mais agilidade, economia e sustentabilidade. Alguns países como: Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Finlândia e Noruega já estabelecem a utilização do BIM na execução de projetos públicos. (AMORIM e KASSEM, p. 59, 2015).

Uma pesquisa sobre a adoção BIM, realizada pelas empresas *Sienge e Grant Thornton*, alega que cerca de 70% das empresas de construção civil brasileiras planeja aplicar a metodologia BIM em até dois anos. O gráfico 03 a seguir mostra os níveis de adoção BIM por áreas.

Gráfico 03 - Adoção BIM por áreas (Empresas Brasileiras)



Fonte: Mapeamento de maturidade BIM Brasil. NOVEMBRO DE 2020. Sienge e Grant Thornton.

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de junho a setembro/2020 com 643 empresas, órgãos públicos, e profissionais da área, cujo objetivo era identificar ao nível de adoção da metodologia BIM no Brasil. De acordo com os dados coletados, cerca de 40% das empresas e profissionais que participaram da pesquisa de mapeamento, já tem implementada a metodologia BIM em alguns setores. Porém, uma grande parcela das empresas afirma uma negativa em relação à adoção da tecnologia, das 643 empresas participantes, 396 declaram ainda não utilizar o BIM.

2.2.1 Obras públicas brasileiras com uso de tecnologia BIM.

No Brasil, a empresa Prolagos ganha destaque quanto a utilização de tecnologia BIM em obras públicas. Ela venceu o prêmio *Be Inspired 2017*, na categoria Redes de Água e Esgoto. O objetivo da premiação promovida pela empresa de *software Bentley* é reconhecer projetos de infraestrutura que utilizam BIM.

De acordo com Bonatto (2015):

A contratação de obras pela Administração Pública deve ser de tal forma que o Estado assumira a responsabilidade de ser indutor de mudanças de padrões de sustentabilidade, pedagógico nos seus métodos, utilize sua capacidade de contratação para estimular obras que possuam critérios ambientais, sociais, culturais, econômicos e políticos. Mesmo por que, acreditamos que sem a efetiva promoção por parte da Administração Pública de critérios que levem a sustentabilidade, não veremos concretizada a possibilidade da construção de uma sociedade sustentável, ao contrário, nos parece que estaremos frente a um ordenamento jurídico que será um cemitério de letras mortas. (BONATTO, p. 72, 2015).

A tabela 01 a seguir, mostra os resultados de um estudo realizado pelos autores Bryde, Broquetas e Volm (2013).

Tabela 01 - Ranking de critérios de sucesso do uso do BIM

| CRITÉRIO DE SUCESSO | Efeitos Positivos | | | Efeitos Negativos | | |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| | Totais de ocorrências | Número total de projetos | % do total de projetos | Totais de ocorrências | Número total de projetos | % do total de projetos |
| Redução de custos ou controle. | 29 | 21 | 60,0% | 2 | 2 | 5,7% |
| Redução de tempo ou controle. | 17 | 12 | 34,3% | 3 | 3 | 8,6% |
| Melhoria da comunicação. | 15 | 13 | 37,1% | 0 | 0 | 0,0% |
| Melhoria da coordenação. | 14 | 12 | 34,3% | 3 | 3 | 8,6% |
| Aumento de qualidade ou controle. | 13 | 12 | 34,3% | 0 | 0 | 0,0% |
| Redução dos riscos negativos. | 8 | 6 | 17,1% | 1 | 1 | 2,9% |
| Esclarecimento do escopo. | 3 | 3 | 8,6% | 0 | 0 | 0,0% |
| Melhoria da organização. | 2 | 2 | 5,7% | 2 | 2 | 5,7% |
| Problemas de software. | 0 | 0 | 0,0% | 7 | 7 | 20,0% |

Fonte: Adaptado de Bryde, Broquetas e Volm (2013).

A partir das informações colhidas pelo estudo realizado, nota-se a sugestão de que a tecnologia BIM é um instrumento eficiente para melhoria de entrega dos projetos de

construção. Deve-se considerar os fatores negativos e desafios para implementação do BIM, onde pode-se destacar o valor de implantação dos *softwares* e *hardwares*. Porém esses são alguns dos vários desafios que podem surgir nas empresas, mas que podem e devem ser superados sempre visando a melhoria do fluxo de trabalho e gestão dos projetos, devendo ter o comprometimento de todos os envolvidos no processo. (BRYDE, BROQUETAS e VOLM, 2013.)

2.3 Detecções de interferências com BIM

Um dos maiores benefícios da tecnologia BIM para os profissionais do setor AEC é a compatibilização e integração de todos os tipos de projetos de forma virtual, o que proporciona permitindo a retirada de informações de modo inteligente, e a identificação de conflitos entre os elementos da obra de forma prévia. (MONTEIRO; MÊDA; POÇAS MARTINS, 2014). As incongruências de projeto representam altos custos de acordo com o seu nível. (PEREIRA *et al.*, 2015).

A integração e compatibilização dos projetos possibilita a detecção de incompatibilidades entre diferentes etapas do planejamento da obra. O termo *clash detection* pode ser traduzido como identificação de interferências o qual prevê possíveis erros da edificação ainda em fase de projeto, que causariam impactos na execução de obra. Quando não detectada com antecedência, uma interferência pode causar atrasos e desperdícios de recursos, diminuindo assim a qualidade do produto final.

Rodríguez (2005) ressalta que a sobreposição com as etapas de planejamento e execução é uma das principais características da fase de projeto no setor imobiliário brasileiro. Os projetos que devem ser executados com o maior nível de detalhamento possível visando minimizar os problemas de execução, em geral, são revisados apenas durante a própria execução da obra, o que pode refletir em graves consequências nas etapas de execução do projeto, diminuindo a qualidade e racionalização de recursos. Eastman *et al.* (2014) afirma que o distanciamento entre o projeto e a obra aumentam gradativamente à medida que os projetos demandam cada vez mais representações complexas para serem enviadas aos canteiros de obras. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2016), algumas soluções de ferramentas são capazes de classificar as interferências como

leves moderadas ou críticas. Além do *clash detection*, que seria as interferências físicas, há programas computacionais que também realizam o *soft clash*, que seria as interferências funcionais. Um exemplo de *soft clash*, explicitado pela CBIC (2016), seria o posicionamento de uma lâmpada entre um projetor e a parede na qual será projetada a imagem do projetor, gerenciando o ciclo de vida de cada colisão, atualizando seu respectivo estado a cada nova detecção.

Durante um processo de desenvolvimento de projetos, considera-se normal a aparição de interferências entre elementos de diferentes disciplinas dentro da edificação. Na metodologia BIM, esses conflitos são nomeados de *clashes*. Os níveis dos conflitos são classificados de acordo com seu grau de amplitude. Segundo o guia da AsBEA, a classificação é dividida em três tipos:

- *Soft clash*: componentes que não cumprem uma distância mínima exigida em relação a outro elemento ou sistema;
- *Hard clash*: componentes que se sobrepõem;
- *Time clash*: elementos que podem colidir-se ao longo do tempo, como durante a construção ou o uso do edifício.

2.4 Diretrizes de implantação da plataforma BIM: Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020.

O Governo Federal vem realizando uma série de esforços para implementação da tecnologia BIM nas obras públicas, cujo objetivo é a minimização de erros de levantamento em uma obra, possibilitando a extração de dados de forma automática com grande precisão.

O Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, torna obrigatório o uso de modelagem 3D em processos de elaboração de projetos de arquitetura e de engenharia. Tornando oficial a utilização da plataforma BIM em execuções diretas ou indiretas de obras. Este decreto simboliza uma estratégia nacional que visa incentivar o uso dessa tecnologia no âmbito nacional como um forte indicador para o mercado, em especial as obras e serviços de engenharia realizados por órgãos e entidades da administração pública federal. O decreto tem como objetivos específicos:

- Difundir o BIM e seus benefícios;

- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- Estimular a capacitação em BIM;
- Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

A aplicação de modelagem BIM em projetos de arquitetura e engenharia traz alguns benefícios ao setor público como: melhor desenvolvimento das obras, qualidade de execução, redução de tempo e desperdício. Ou seja, tais medidas influenciam diretamente em todo processo de gestão da obra, principalmente no melhor aproveitamento do recurso público investido na obra. A obrigatoriedade do uso de modelagem BIM pelos setores do governo federal vem gerando certo efeito sobre os órgãos públicos, despertando o interesse de gestores públicos em fomentar o paradigma em seus estados e municípios.

O Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, define a implementação gradual do BIM em 3 fases:

1º Fase: A partir de janeiro de 2021, o BIM será exigido na modelagem de projetos de arquitetura e engenharia, detecção de interferências e extração de quantitativos;

2º Fase: A partir de janeiro de 2024, será contemplado etapas referentes ao processo de execução do projeto, aplicação do BIM na orçamentação, planejamento da execução da obra, na dimensão das construções novas, reformas ampliações ou reabilitações quando consideradas de grande relevância;

3º Fase: A partir de janeiro de 2028, serão incluídos os serviços de gerenciamento e manutenção dos empreendimentos na etapa pós-construção cujos projetos e obras tenham sido desenvolvidos com uso do BIM. Estão vinculados às exigências do decreto o Ministério da Defesa, por meio do Exército Brasileiro, da Marinha do Brasil e da Força Aérea Brasileira; e o Ministério da Infraestrutura, através da Secretaria Nacional de Aviação Civil e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (BRASIL, 2020a).

2.5 Fatores que dificultam a expansão de tecnologia BIM

Sabe-se que alguns processos de mudanças sempre geram certo nível de desconforto, ainda que elas sejam positivas. A mão de obra desqualificada é um dos principais fatores que dificultam a expansão da tecnologia BIM.

A manipulação de *softwares* BIM traz inúmeros benefícios na gestão de uma obra. Um dos principais é a possibilidade de interação multidisciplinar de forma colaborativa, porém existem algumas dificuldades quanto seu uso. Atualmente a falta de profissionais especializados em ferramentas de modelagem BIM restringe a efetividade da implementação da metodologia BIM. Coelho (2017), destaca que as dificuldades de implantação da metodologia BIM nos projetos, são:

- Alto Investimento;
- Ausência de conhecimento entre os profissionais e as partes envolvidas;
- Obstinação cultural;
- Ausência na percepção dos benefícios imediatos;
- Ausência de aspectos legais, relacionados aos direitos autorais.

No Brasil, em 2002, uma das primeiras utilizações da plataforma BIM foi realizada pelo escritório do arquiteto Luiz Augusto Contier. Mesmo assim, o avanço da plataforma continuou de forma lenta, destacando-se apenas nas fases de projeto de edifícios do setor privado (RADÜNS E PRAVIA, 2013). Uma pesquisa realizada por Barreto *et al.* (2016), a qual envolveu 100 empresas do ramo de AEC, mostrou que apenas 31 dessas empresas utilizavam com frequência a metodologia BIM desde que a tecnologia foi implementada. Entre as demais, 8 empresas alegaram o uso da metodologia somente durante um período de testes, e as 61 empresas restantes declararam não possuir qualquer tipo de experiência no desenvolvimento de projetos em BIM. De acordo com os dados coletados é evidente a comodidade e a preferência entre as empresas brasileiras na utilização dos projetos e processos tradicionais comparados ao BIM. Analisando os números da pesquisa, 51 das empresas que participaram do estudo acreditam que menos de 20% dos projetos no país façam uso desta tecnologia, conforme apresenta o gráfico 04.

Gráfico 04 – Resposta das empresas à seguinte pergunta: Em sua opinião, o quanto você acha



que o BIM está presente no mercado brasileiro?

Fonte: Barreto *et al.*, 2016.

De acordo com BARRETO *et al.* (2016) a maneira como que a concepção da metodologia do BIM é introduzida nas universidades brasileiras é um dos principais fatores que limitam o conhecimento, implantação e difusão da tecnologia no país. Fato este que reflete diretamente na restrição dos estudos da modelagem da informação no Brasil, os quais se classificam de caráter predominantemente introdutório e restrito. Neste contexto, muitas escolas ensinam apenas algumas ferramentas ou ainda não iniciaram o processo de implementação de BIM, a experiência de ensino voltada para ferramentas de gerenciamento e simulação tem sido pouco recorrente, impossibilitando em muitos casos, a abordagem do ciclo de vida da edificação como um todo. Outro fator importante é o cenário das pesquisas sobre o BIM no Brasil, que ainda é muito recente e trata de poucos aspectos da plataforma (Barreto *et al.*, 2016).

No ano de 2007, o BIM Fórum realizou uma pesquisa em oito instituições de ensino nos Estados Unidos e três instituições internacionais. A maioria delas (82%) ensina ou discute BIM em cursos ou projetos. A minoria (18%) começou a introduzir BIM no currículo em 2002, outros (27%) já introduziam BIM antes de 2002 e a maior parte delas (55%) começou a introduzir BIM a partir de 2007.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para esta monografia é a pesquisa bibliográfica, a qual proporciona um maior grau de amplitude da compressão sobre o tema abordado, sendo desenvolvida a partir de materiais já elaborados, como livros e artigos científicos, possibilitando o levantamento de dados e análise da temática dos assuntos relacionados ao tema da pesquisa. Inicialmente foi realizada uma pesquisa sobre a dimensão da metodologia BIM, atribuindo suas definições e conceitos. Posteriormente, realizou-se o levantamento bibliográfico sobre as principais obras públicas que utilizaram a metodologia BIM em seu processo de desenvolvimento. Este tipo de pesquisa serviu de base para iniciar a fundamentação teórica. Utilizou-se também a pesquisa do tipo exploratória, buscando assim estabelecer a compreensão do contexto geral de um problema ainda pouco explorado (PRESTES, 2008).

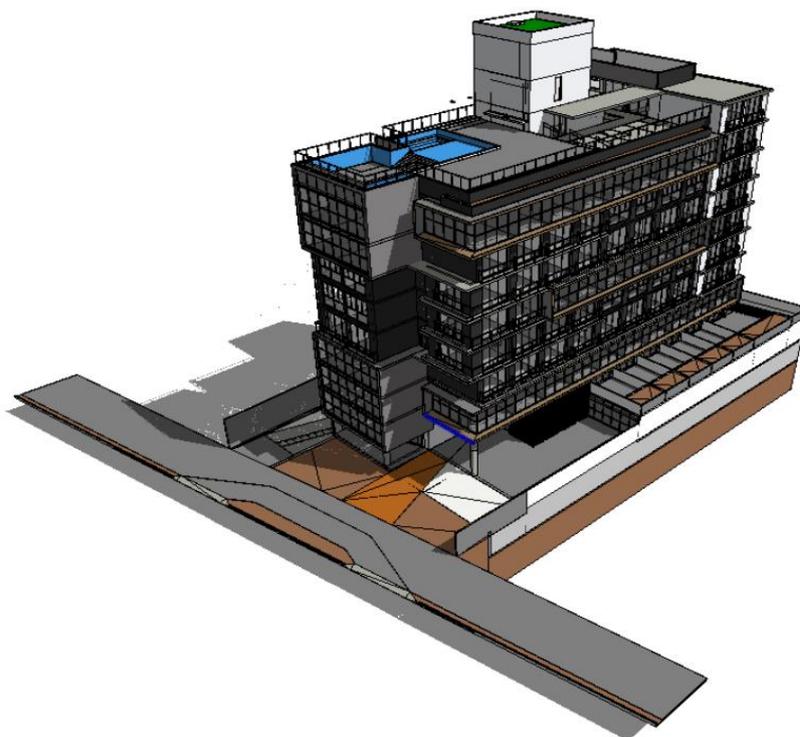
O estudo exploratório se concentra na busca para entender os benefícios do uso da metodologia BIM em obras públicas, destacando o processo de *clash detection* o qual proporciona uma redução de custos considerável e a previsão de erros ainda em fase de projeto, através de um estudo comparativo entre projetos que foram desenvolvidos em *softwares* de modelagem 3D e 2D.

Foi realizada uma coleta de dados de forma primária quantitativa no que se refere ao levantamento de dados dentro do objeto de estudo. A partir do projeto da edificação analisado em planta 2D em arquivos de extensão DWG e/ou PDF, o projeto foi importado para o *software* Autodesk Revit 2019. Após a modelagem, foi possível detectar os pontos de incompatibilizações, prevendo assim os futuros erros que seriam executados no desenvolvimento da obra, sendo possível fazer as correções e adaptações necessárias ainda em fase de projeto sem que houvesse perdas, ofertando a redução de custos a obra.

4 RESULTADOS

A edificação utilizada como objeto de estudo de caso, é considerada como o primeiro empreendimento do estado da Paraíba com apartamentos multiconectáveis. Atualmente está em fase de construção, com previsão de conclusão em 2023. O projeto foi desenvolvido utilizando como base uma das maiores tendências mundiais da construção civil, que são as unidades moduláveis e o conceito *Smart Home*, incluindo fechaduras digitais, tomadas *Universal Serial Bus* (USB) e automação de iluminação. A construção possui onze pavimentos e inicialmente foi desenvolvida no *software* Autodesk AutoCAD®. A Figura 06 apresenta o modelo tridimensional BIM da edificação, utilizado como estudo de caso.

Figura 06 – Modelo arquitetônico da edificação elaborado no Revit e renderizado no Navisworks.



Fonte: Elaborado pela empresa Xmak (2020).

O *Smart Home* é a aplicação da tecnologia com o intuito de assingelar e automatizar serviços convencionais de um determinado ambiente (LULIU, 2018). O mercado de *Smart Home* está crescendo rapidamente com a entrada de mais empresas de eletrodomésticos, tais

como Samsung e LG , bem como empresas de TI, como o Google. (WITHANAGE *et al.*, 2014).

Na tabela 02, mostram-se algumas informações sobre a obra.

Tabela 02 – Informações sobre o projeto da obra.

| Informações sobre o projeto | |
|-----------------------------|--|
| Área do Terreno | 1.427,65 m ² |
| Área Privativa | 3.720,00 m ² |
| Área Construída | 9.644,28 m ² |
| Taxa de Ocupação | 35,1% |
| Pavimentos | 11 Pavimentos |
| Tipo de Empreendimento | Residencial |
| Localização | João Pessoa - PB |
| Módulos Multiplicáveis | 19,63 m ² a 30 m ² |
| Índice de Aproveitamento | 2,63 |
| Número de Unidades | 147 |

Fonte: Autor (2020).

Após a importação do projeto 2D para o modelo tridimensional como mostra na figura 06, foi realizada a compatibilização dos dados e a análise das interferências detectadas no projeto, para isto utilizou-se o *software* de gerenciamento de projeto Navisworks Manage, o qual define-se como um *software* de coordenação da Autodesk, sendo considerado um dos mais utilizados na área. Foi utilizada a ferramenta *Clash Detective* do Navisworks, a qual representa uma poderosa função, possibilitando a visualização e análise de detecções de conflitos e coordenação de projetos em plataformas BIM ainda na fase do planejamento da obra. A ferramenta permite também confrontar diferentes componentes dentro do mesmo modelo. Também foi utilizado o comando *Walk* para identificação de interferências, o qual permite a visualização das interferências existentes pela navegação virtual na edificação projetada. Este trabalho limitou-se apenas à análise da quantidade de interferências identificadas no modelo 3D do projeto. Os resultados foram satisfatórios para cumprir os objetivos propostos.

Figura 07 – Listagem das interferências após compatibilização do projeto.

The screenshot shows the Clash Detective software interface. At the top, there are menu options like 'File Options', 'Selection', 'All', 'Same', 'Tree', and 'Sets'. Below that, the main window title is 'Clash Detective' and the project name is 'EST - PILAR X ARQ - PORTAS'. The 'Last Run' is noted as 'terça-fe'. A table lists the following clash categories:

| Name | Status | Clashes | New | Active | Review |
|--------------------------------|--------|---------|-----|--------|--------|
| EST - PILAR X ARQ - PORTAS | Done | 18 | 18 | 0 | 0 |
| EST - VIGAS X ARQ - ESQUADRIAS | Done | 23 | 23 | 0 | 0 |
| EST - PISOS X ARQ - ESQUADRIAS | Done | 158 | 158 | 0 | 0 |
| EST X AGF | Done | 237 | 237 | 0 | 0 |
| EST X COM | Done | 5 | 5 | 0 | 0 |
| EST X ELE | Done | 129 | 129 | 0 | 0 |
| EST X SAN | Done | 282 | 282 | 0 | 0 |
| EST X CLI | Done | 8 | 8 | 0 | 0 |

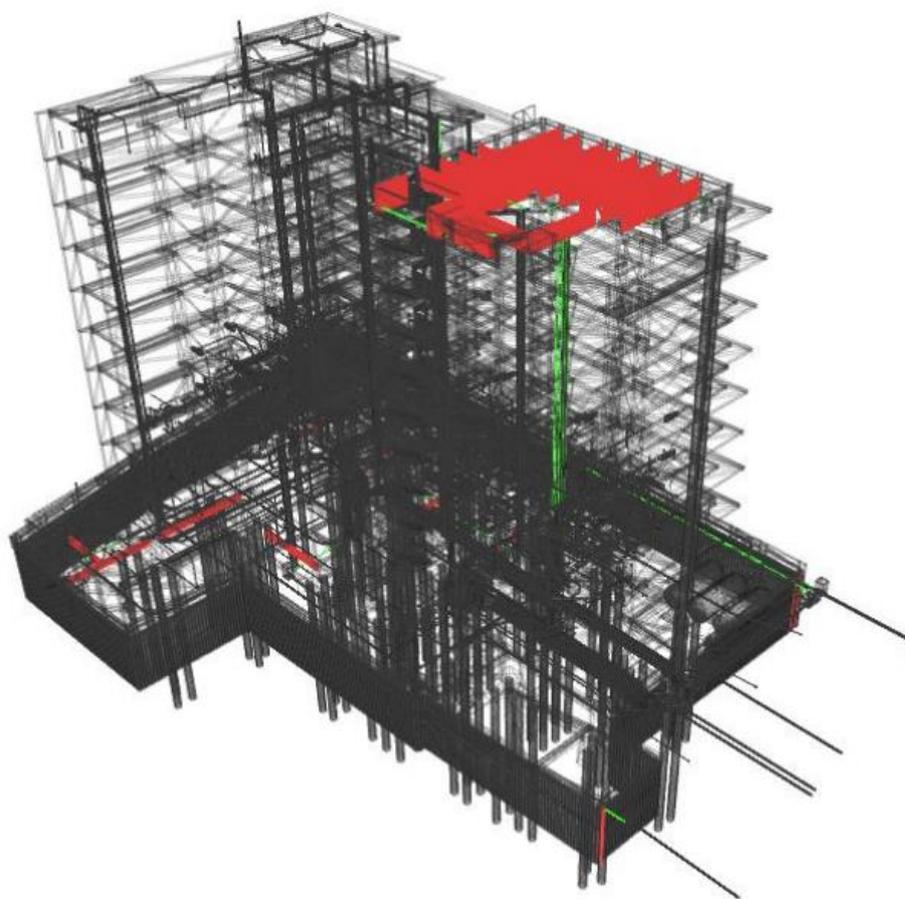
Below this table are buttons for 'Add Test', 'Reset All', 'Compact All', 'Delete All', and 'Update All'. There are also tabs for 'Rules', 'Select', 'Results', and 'Report'. At the bottom, there is a detailed view of specific clashes:

| Name | Status | Level | Grid |
|--------|--------|------------------------|---------|
| Clash1 | New | 02- TÉRREO (NO) (2) | ER-X(8) |
| Clash2 | New | 11- COBERTURA (NO) (1) | ER-X(- |
| Clash3 | New | 11- COBERTURA (NO) (1) | ER-X(- |
| Clash4 | New | 11- COBERTURA (NO) (1) | ER-X(1 |
| Clash5 | New | 11- COBERTURA (NO) (1) | ER-X(- |

Fonte: Elaborado pela empresa Xmak (2020).

Examinando os resultados obtidos da figura 07, detectou-se ao todo 860 interferências, as quais não estavam previstas durante a execução do projeto 2D. Nota-se que onde ocorreram mais interferências foi entre os elementos do projeto estrutural e hidrosanitário. Na Figura 08 apresenta-se um escopo geral das interferências identificadas no modelo tridimensional da edificação X, visível pelo comando *Clash Detective*.

Figura 08 - Escopo geral *clash detection* da edificação X.



Fonte: Elaborado pela empresa Xmak (2020).

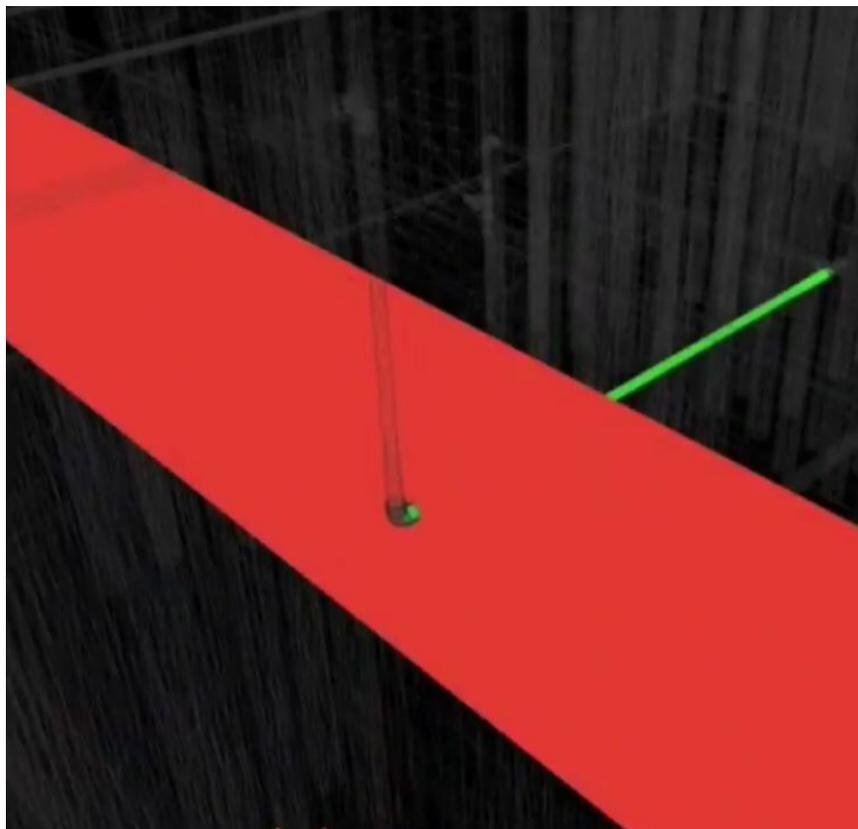
No processo de detecção de conflitos para construtoras, através da coordenação de projetos, detecção de conflitos e compatibilização, construtoras e incorporadoras economizam significativamente, adiantando problemas e eliminando a necessidade de improvisos. O projeto desenvolvido para o empreendimento destacado com uso da metodologia BIM, garante a economia da obra com itens como: adiantamento de decisões sobre furos em lajes, pilares, vigas e livramento de conflitos entre as várias disciplinas. Além de custos óbvios como o valor gasto para furar em obra, reduz-se, também, custos indiretos e com os vários outros itens das composições orçamentárias. Esse tipo de compatibilização capta 25% mais conflitos do que de forma tradicional em 2D, fazendo com que o retorno sobre um investimento neste serviço possa passar de 10.000%. Em outras palavras, se o serviço custar R\$5.000, pode-se economizar R\$500.000.

As etapas para verificação de interferências utilizadas foram:

1. Preparação de modelos;
2. Ajuste de coordenadas;
3. Análise visual e conceitual;
4. Percurso virtual;
5. Detecção de conflitos entre modelos BIM.

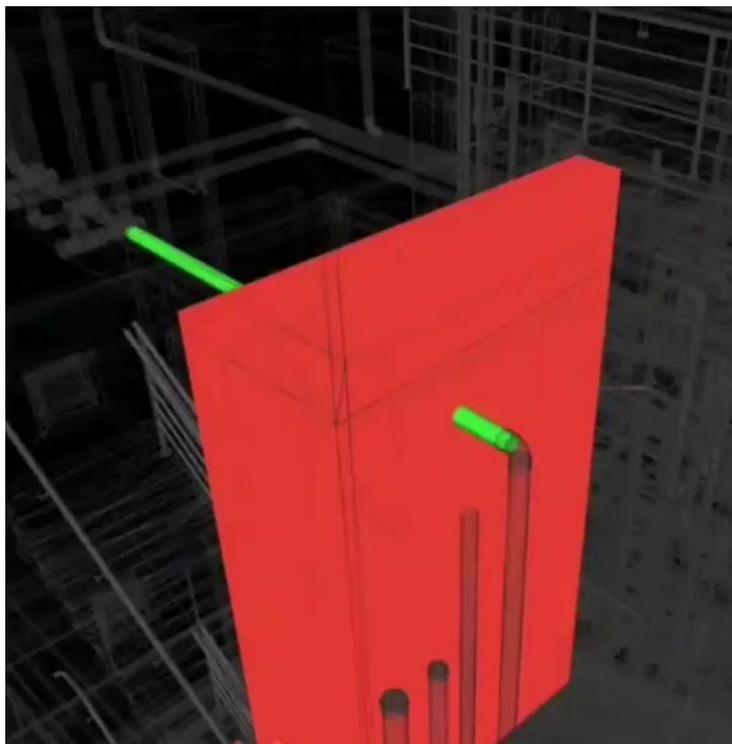
Analisando os números de interferências obtidos, percebe-se que o desenvolvimento do projeto em *softwares* 2D propicia uma maior ocorrência de erros, os quais irão interferir diretamente no cronograma da obra. Após a compatibilização entre os modelos estrutural e hidrossanitário do projeto, detectou-se uma alta quantidade de interferências, apresentando 282 conflitos referentes somente aos elementos de tubulações, vigas e pilares. As figura 09, 10 e 11 a seguir destacam exemplos detalhados de interferência detectadas entre alguns módulos do projeto.

Figura 09 - Exemplo de interferência encontrada entre tubulação de água fria e viga.



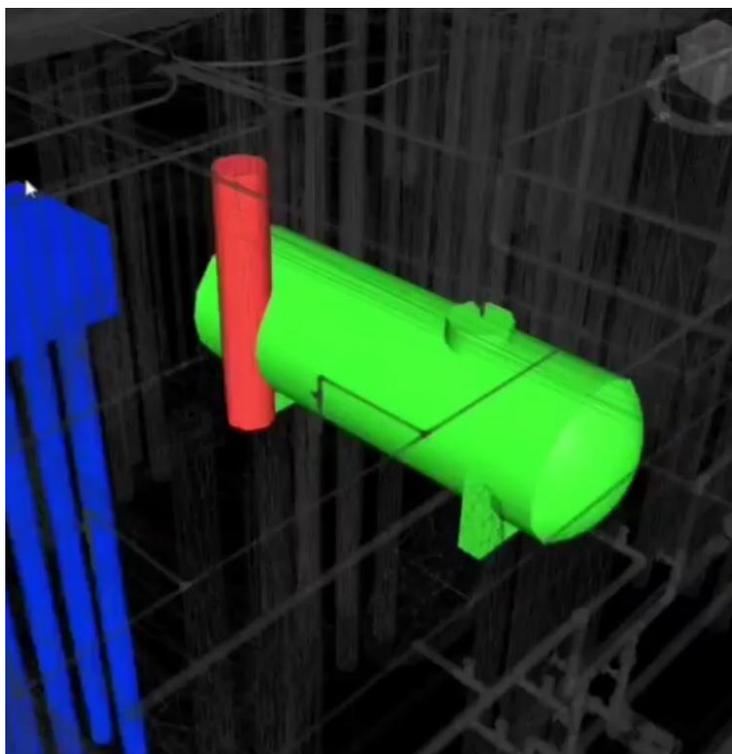
Fonte: Elaborado pela empresa Xmak (2020)

Figura 10 – Exemplo de interferência encontrada entre tubulação de água fria e pilar



Fonte: Elaborado pela empresa Xmak (2020).

Figura 11 - Exemplo de interferência encontrada entre pilar e reservatório.



Fonte: Elaborado pela empresa Xmak (2020)

5 DISCUSSÃO

A construção civil é um dos setores que mais tem resistência à adesão de tecnologias, visivelmente é mais utilizado trabalhadores do que máquinas. A produção da construção civil brasileira enfrenta crises pela ausência de investimentos, mão de obra qualificada ou pela baixa demanda em tempos de recessão. A construção civil tem um histórico de avanço lento, estando muito atrás de outros setores quando o foco é inovação e aumento de produtividade em seus métodos construtivos. É preciso pensar em longo prazo. O investimento em equipamentos tecnológicos não irá trazer resultados imediatos, porém após alguns meses será possível notar melhorias na produtividade e fluxo financeiro da empresa. A utilização de equipamentos modernos, cujo objetivo é substituir métodos arcaicos de construção é uma realidade nas construtoras que buscam a tecnologia para melhorar seus processos. No Brasil aos poucos a construção civil vem demonstrando mais abertura para a tecnologia e inovações na área.

Uma pesquisa realizada pela CMAA *Emerging Technologies Committee Members: Soad*, afirma que mais de 30% dos custos globais na construção civil são gastos em campo devido aos erros de coordenação, desperdício de material, ineficiência do trabalho e outros problemas na abordagem atual da construção. Tendo em vista os pontos destacados, o governo visa melhorar a situação com o aumento da implantação da metodologia BIM, e assim espera-se que cerca de 50% do PIB da construção civil utilize a metodologia até 2024.

Os *softwares* de modelagem BIM possibilitam o trabalho de uma forma mais híbrida, trazendo sincronia, evolução, controle de gestão e segurança desde etapas como descarte de resíduos até a entrega final da edificação. Atualmente um dos maiores desafios da utilização da metodologia BIM é a falta de qualificação na área, é necessário investir fortemente na especialização de funcionários com treinamentos adequados. A construção é feita por pessoas, ou seja, é necessário investir nas pessoas para que se possa alcançar a evolução de processos e métodos de trabalho. A seguir listam-se alguns pontos destaques da metodologia BIM

Diferenciais BIM:

- Construção Virtual;
- Melhora na eficiência de suprimentos;
- Agilidade no planejamento da obra;
- Mitigação de riscos;

- Transparência nas informações entre contratante e contratado.

O presente trabalho traz uma revisão bibliográfica de conceitos que evidenciam os benefícios da adoção da metodologia BIM em obras públicas. A proposta de utilização da metodologia BIM e *softwares* de modelagem 3D, visa à melhoria e otimização na fiscalização de projetos e de obras públicas. A utilização do *software* Naviswork evidencia a utilidade e economia da obra, através da antecipação de conflitos e interferências ainda na fase de projeto.

Diante do exposto, a incorporação do uso da tecnologia BIM em obras públicas evidencia ganhos expressivos que vão desde a qualidade dos projetos, tempo e logística da execução até o acompanhamento durante todo o ciclo de vida da obra. A metodologia BIM oferece uma conexão entre todas as informações na modelagem de projetos, todas as etapas são compatibilizadas, conseqüentemente os erros prováveis de ocorrer diminuem o que reflete diretamente na redução do custo previsto da obra. Existem níveis de detalhamentos com relação à modelagem BIM, cada um possibilita uma forma mais profunda de análise do projeto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu alcançar os objetivos inicialmente traçados. A partir da pesquisa bibliográfica puderam-se evidenciar os benefícios que a metodologia BIM traz ao setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), com ênfase principalmente nas obras públicas. É evidente que o setor da construção civil precisa estar preparado para os novos desafios da tecnologia disruptiva que a metodologia BIM traz. O intuito é de melhorar a produtividade do setor com a utilização das ferramentas BIM, sendo possível realizar criações e análises de diversos projetos, permitindo o desenvolvimento e conexão das informações da construção com alto grau de sofisticação entre todas as partes envolvidas, incluindo a sustentabilidade durante todo o ciclo da obra, proporcionando redução significativa de tempo no planejamento da obra. A metodologia BIM propicia através de simulação, reduzir previamente os riscos de uma obra pública. Além disso, mesmo em construções em andamento consegue antecipar futuros obstáculos e incompatibilidades construtivas. A utilização da metodologia BIM, torna-se cada vez mais imperativa para o desenvolvimento de uma engenharia de alto padrão no Brasil.

Após a avaliação do projeto arquitetônico da edificação utilizado como estudo de caso, observou-se uma clara vantagem a partir da utilização da metodologia BIM quanto à qualidade do projeto elaborado. Durante o processo de identificação de interferências através do uso da ferramenta *class detection* disponível no *software* Navisworks Manage, foi possível observar ainda em fase de projeto, as futuras interferências que iriam ocorrer na obra, prevenindo assim gastos desnecessários, atraso do cronograma da obra e economia de insumos. Trazendo ganhos significativos no processo de projeto, comparado aos métodos tradicionais. Através deste exemplo verifica-se que a inclusão do sistema BIM na administração pública, refletirá diretamente na gestão orçamentária da obra trazendo transparência e um controle mais assertivo no cronograma físico-financeiro, garantindo economia de insumos, redução de atrasos e detecção de interferências prévias. A presente pesquisa limitou-se apenas à análise da quantidade de interferências identificadas no modelo 3D do projeto. Os resultados foram satisfatórios para cumprir os objetivos propostos.

Portanto, conclui-se que a utilização da metodologia BIM agregou benefícios a todo cronograma da obra, uma vez que as interferências detectadas foram solucionadas previamente, trazendo uma economia de tempo e custo para a construção e assim permitindo um melhor gerenciamento durante todas as etapas da obra. Porém, para que esta tecnologia

possa se expandir no mercado da construção civil é necessário que as empresas tenham um bom planejamento e organização quanto à implementação desta nova metodologia, investindo na capacitação da equipe de profissionais, para que ocorra de maneira adequada, agregando todos os benefícios disponibilizados pela tecnologia BIM.

Com isto, conclui-se a evidência dos inúmeros benefícios que metodologia BIM traz para o setor da construção civil, em destaque para o setor público o qual necessita dessa inovação para melhoria dos processos e resultados. Sendo a identificação de interferências uma ferramenta de grande importância para detecção de conflitos prévia, a qual interfere diretamente no custo da obra, trazendo economia de recursos e insumos. Como recomendação de trabalhos futuros sugere-se um estudo sobre investimentos quanto à implantação da metodologia BIM em empresas públicas e privadas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Sergio R. Leusin de; KASSEM, Mohamad. **BIM- BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPEIA**. Brasília: Diálogos Setoriais União Europeia- Brasil, 2015. 162 p. Disponível em: <http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

BARBOSA, Felipe; WOETZEL, Johnathan; MISCHKE, Jan; RIBEIRINHO, Maria João; mukund, Sridhar; PARSONS, Matthew; BERTRAN, Nick e BROWN, Stephanie. 2017. **Reinventando o Setor de Construção por Meio de uma Revolução na produtividade**. Relatório. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution/pt-br>. Acesso em: 03 nov. 2020.

Barreto, B. V; Sanches, J. L. G; Almeida, T. L. G; Ribeiro, S. E. C (2016) **O Bim no Cenário de Arquitetura e Construção Civil Brasileiro**. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4811/2442>. Acesso em: 19 out. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 65, p. 5-7, 3 abr. 2020a.

BRYDE, D; BROQUETAS, M; VOLM, J. A. The project benefits of Building Information Modelling – BIM. **International Journal of Project Management** 31, 2013.

BONATTO, Hamilton. **Critérios éticos para a Construção de Edifícios Públicos Sustentáveis**. Negócios Públicos: Curitiba, 2015.

CAMPESTRINI, Thiago Francisco; GARRIDO, Marlon Câmara; MENDES, Ricardo; SCHERR, Sérgio; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. **Entendendo BIM**. 1 ed. Curitiba, Paraná: 2015.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). Estabelecimentos na Construção. **Estabelecimentos na Construção**. 2016. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/emprego-formal-caged>. Acesso em: 19 out. 2020.

COELHO, Karina Matias. **A Implementação e o Uso da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**; São Paulo. 2017

EASTMAN, C *et al*. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 1ª ed. 483 p. 2014.

HERGUNSEL, M. F. **Benefits of Building Information Modeling for construction managers and BIM based scheduling. Thesis for Degree of Master of Science in Civil Engineering.** WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, 2011. Acesso em: 25 jul. 2020.

LIMA, T. **Orçamento na construção civil: porque elaborar um?** Sienge Platform, Construção Civil, out. 2016. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/orcamento-naconstrucao-civil-por-que-elaborar-um/> Acesso em: 25 jul. 2020.

LULIU, Hatieganu; Babes, Bolyai. **Smart Homes for older people involved in rehabilitation activities- reality or dream, acceptance or rejection.** University of medicine and Pharmacy; Faculty of Economics and Business Administration, Department of Business Information Systems. 2018.

MATOS, Cleiton Rocha de; MIRANDA, Antonio Carlos de Oliveira. **Uso do Bim no Combate às Irregularidades em Obras Públicas.** Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas - Enaop, Campo Grande /ms, p.1-11 nov. 2015.

Maturidade BIM no Brasil. Grant Thornton, 2020. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/sala-de-imprensa/maturidade-bim-no-brasil/>. Acesso em: 21 nov. 2020.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Owners.** 2014b. Disponível em: [http://i2sl.org/elibrary/documents/Business_Value_of_BIM_for_Owners_SMR_\(2014\).pdf](http://i2sl.org/elibrary/documents/Business_Value_of_BIM_for_Owners_SMR_(2014).pdf). Acesso em: 15 jul. 2020.

MONTEIRO, A.; MÊDA, P.; POÇAS MARTINS, J. **Framework for the coordinated application of two different integrated project delivery platforms.** Automation in Construction, v. 38, p. 87–99, 2014

MONTEIRO, A. BIM. 2012. Artigo publicado no site, disponível em: <http://dharmasistemas.wordpress.com/2010/11/01/voce-sabe-o-que-e-bim-2/>. Acesso em out. 2020

PEREIRA, L. M. *et al.* Estudo exploratório comparativo da eficácia entre protótipos físico, analítico 2D e 3D na identificação de inconsistências de projetos. **Gestão e Tecnologia de Projetos.** v. 10, n. 1, p. 29–47, 2015.

PRESTES, Maria Luci de Mesquita. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à Academia.** 3ª ed., Ed. Rêspel, São Paulo, 2008.

RADÜNS, C; Pravia, BIM: **O BIM da infraestrutura. Infraestrutura Urbana: Projetos, Custos e Construção,** set. 2013. Disponível em: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoestecnicas/30/biim-o-bim-para-obras-de-infraestrutura-os-beneficios-294311-1.aspx> Acesso em: 19 set. 2020.

RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação Técnica de Projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005. Acesso em: 30 ago. 2020.

TRISTÃO, A.M.D; FACHIN, G.R.B; ALARCON, O.E. **Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento.** Ciência da Informação, Brasília, v. 33, n. 2, p. 161-171, 2004. Acesso em: 15 set. 2020.

VANLANDE, R., NICOLLE, C. & CRUZ, C. 2008. **IFC and building lifecycle management, Automation in Construction** v. 18, n. 1, p. 70-78, 2008. Acesso em: 14 set. 2020.

WITHANAGE, C. *et al.* **A comparison of the popular home automation technologies.** IEEE Innovative Smart Grid Technologies Asia (ISGT ASIA) IS. p. 600 – 605. ISSN 2378-8534 VO. 2014

