

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído**

**Lúcia Vieira Machado**

**BIM 7D: A METODOLOGIA BIM APLICADA À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE  
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

**Belo Horizonte,  
2023**

**Lúcia Vieira Machado**

**BIM 7D: A METODOLOGIA BIM APLICADA À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE  
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientadora: Prof. Dra. Danielle Meireles de Oliveira**

**Belo Horizonte,  
2023**

M149b

Machado, Lúcia Vieira.

BIM 7D [recurso eletrônico] : a metodologia BIM aplicada à operação e manutenção de edificações públicas / Lúcia Vieira Machado. – 2023.  
1 recurso online ( 56 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Danielle Meireles de Oliveira.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais”

Apêndice: f. 56.

Bibliografia: f. 51-55.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Modelagem de informação da construção. 3. Projeto estrutural. 4. Manutenção predial. 5. Edifícios públicos. I. Oliveira, Danielle Meireles de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



## ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: LÚCIA VIEIRA MACHADO

MATRÍCULA: 2020722148

### RESULTADO

Aos 25 dias do mês de agosto de 2023 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:  
"BIM 7D: A METODOLOGIA BIM APLICADA À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 90

CONCEITO: A

### BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr<sup>a</sup>. Danielle Meireles de Oliveira

Assinatura

Danielle Meireles de Oliveira:04897576695  
Assinado de forma digital por Danielle Meireles de Oliveira:04897576695  
Dados: 2023.08.25 15:26:45 -03'00'

Nome

Prof. Dr. Aldo Giuntini de Magalhães

Assinatura

Aldo Giuntini de Magalhaes:62593390620  
Assinado de forma digital por Aldo Giuntini de Magalhaes:62593390620  
DNE - Engenheiro de Materiais e Construção  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
e-CPES em 03  
Dados: 2023.08.29 13:46:42 -03'00'

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E AVALIAÇÕES NAS CONSTRUÇÕES"

Belo Horizonte, 25 de agosto de 2023

Antônio Neves de Carvalho Júnior  
Assinado de forma digital por Antônio Neves de Carvalho Júnior  
Dados: 2023.09.01 10:34:35 -03'00'

Coordenador do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, em especial ao Marcos: gratidão pelo apoio incondicional e pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos professores: admiração por exercerem este ofício tão importante e por compartilharem tantos conhecimentos.

Aos colegas: agradecimentos pelo companheirismo e experiências trocadas.

## RESUMO

Ao longo da última década, o mercado brasileiro de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) tem se transformado com a difusão progressiva do *Building Information Modeling* (BIM), em especial no que tange às etapas de projeto, planejamento de custos e cronograma da obra. Dentre os desafios apresentados pela implementação desta metodologia está a integração entre projeto e as fases pós-construção, sobretudo devido às dificuldades na gestão da informação e na colaboração entre os profissionais envolvidos. A dimensão 7D do BIM, referente ao gerenciamento do uso e operação das edificações, ainda é pouco explorada pelos projetistas e consequentemente pelos gestores de ativos. Isso ocorre em um cenário de incentivo governamental e evolução da legislação federal em termos de aplicação desta tecnologia no setor público, incluindo a contemplação do ciclo de vida das construções. Este trabalho aborda o desenvolvimento do BIM como processo de projeto e sua implementação no Brasil, e examina o potencial das ferramentas disponibilizadas pelos *softwares* de projeto e de gerenciamento de *facilities* nas edificações públicas, como forma de tornar mais eficiente, transparente e econômica a gestão dos imóveis públicos. A pesquisa concentrou-se na revisão bibliográfica de autores conceituados, trabalhos acadêmicos recentes, artigos científicos internacionais, normas técnicas, manuais e legislações. A interoperabilidade entre *softwares* de projeto e de gestão apresenta-se como recurso, bem como a maior capacitação e conscientização dos profissionais de projeto e construção quanto à adoção de práticas de planejamento do ciclo de vida das edificações.

**Palavras-chave:** BIM, processo de projeto, gestão de *facilities*, manutenção predial, edificações públicas.

## ABSTRACT

Over the last decade, the Architecture, Engineering and Construction industry in Brazil has undergone transformations with the progressive diffusion of Building Information Modeling (BIM), especially regarding the design process, cost planning and work schedule. Among the challenges presented by the implementation of this methodology is the integration between design and post-construction phases, mainly due to difficulties in information management and collaboration between the professionals involved. The 7D dimension of BIM, that concerns the management and operation of buildings, is still little explored by engineers and architects, and consequently by asset managers. This occurs in a situation of government incentives and evolution of federal legislation in the use of this technology in the public sector, including the life cycle of buildings. This work addresses the development of BIM as a design process and its implementation in Brazil, and examines the potential of design and facilities management softwares regarding public buildings constructions, as a way to make public properties management more efficient, transparent and economical. The research focused on the bibliographic review of renowned authors, recent academic works, international scientific articles, technical standards, manuals and legislation. The interoperability between design and management softwares is presented as a solution, as well as greater training and awareness of design and construction professionals concerning the adoption of planning practices for the life cycle of buildings.

**Keywords:** *BIM, design process, facilities management, building maintenance, public buildings.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dimensões do BIM.....	18
Figura 2 - Níveis de Desenvolvimento (LOD) .....	20
Figura 3 - Gráfico do valor da documentação gerada em BIM x processo tradicional, nas fases de projeto/construção e operação.....	22
Figura 4 - Etapas do Processo de Licitação .....	30
Figura 5 - Evolução do modelo BIM desde o projeto até a Gestão de Facilities .....	34
Figura 6 - Janela de propriedades do Revit™ .....	38
Figura 7 - Janela de definições do elemento do ArchiCAD™ .....	38
Figura 8 - Modelo 3D da Unidade Ambulatorial USE, na UFSCar .....	42
Figura 9 - Modelo 3D do Laboratório LITPEG, na UFPE .....	43
Figura 10 - Fachada principal do CRAS em Biguaçu, SC .....	44
Figura 11 - Gráfico de resposta à pergunta “Você está familiarizado com o conceito das dimensões do BIM?” .....	46
Figura 12 - Gráfico de resposta à pergunta “Você tem conhecimento da dimensão 7D do BIM - Manutenção, Operação e Gestão de Facilities?” .....	46
Figura 13 - Gráfico de resposta à pergunta “Você trabalha, ou já trabalhou com projetos que consideram o ciclo de vida da obra/edificação?” .....	47
Figura 14 - Gráfico de resposta à pergunta “Você tem conhecimento dos conceitos de manutenção preventiva, manutenção preditiva e/ou manutenção corretiva?” .....	47
Figura 15 - Gráfico de resposta à pergunta “Você sabe o que é, ou já teve contato com um Plano de Manutenção?” .....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estrutura de Plano de Manutenção .....	29
---	----

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BCF – *Bim Collaboration Format*

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

CAFM – *Computer Aided Facility Management*

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CMMS – *Computerized Maintenance Management System*

COBie – *Construction-Operations Building Information exchange*

CRAS – Centro de Referência em Assistência Social

EAP – Estrutura Analítica de Projeto

FIIC - Federação Interamericana da Indústria da Construção

FM – *Facilities Management*

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

IFC - *Industry Foundation Classes*

IFMA - *International Facility Management Association*

MIDC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

NBR – Norma Brasileira

LOD – *Level of Development*

PBS - *Public Building Service*

PMOC - Plano de Manutenção, Operação e Controle

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

TCU - Tribunal de Contas da União

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

USE - Unidade Ambulatorial da Unidade Saúde-Escola

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1.	Objetivos .....	13
1.1.1.	Objetivos específicos .....	13
1.2.	Métodos de pesquisa .....	14
1.3.	Estrutura do trabalho .....	14
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1.	A metodologia <i>Building Information Modeling</i> .....	17
2.1.1.	Dimensões do BIM .....	18
2.1.2.	Nível de Desenvolvimento ou <i>Level of Development</i> .....	19
2.1.3.	Benefícios do BIM .....	21
2.1.4.	O estabelecimento do BIM no Brasil .....	22
2.1.5.	Experiência Internacionais .....	24
2.2.	Gerenciamento de <i>Facilities</i> e Manutenção Predial .....	25
2.2.1.	<i>Facilities Management</i> .....	25
2.2.2.	Manutenção Predial .....	26
2.2.3.	Plano de Manutenção .....	27
2.3.	Elaboração de projetos e execução de obras públicas .....	30
2.3.1.	Licitação .....	30
2.3.2.	Elaboração de projetos de arquitetura e engenharia .....	33
<b>3.</b>	<b>BIM E <i>FACILITIES MANAGEMENT</i> EM OBRAS PÚBLICAS</b> .....	34
3.1.	Softwares e ferramentas BIM .....	36
3.2.	Softwares CMMS e CAFM .....	39
3.3.	COBie .....	40
3.4.	Exemplos do uso do BIM em projetos de obras públicas .....	41
<b>4.</b>	<b>O PAPEL DOS PROFISSIONAIS DO MERCADO AEC</b> .....	45
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>7.</b>	<b>APÊNDICE A</b> .....	56

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a implementação e o desenvolvimento da modelagem computacional de edificações com o uso do *Building Information Modeling* (BIM) tem representado uma evolução tecnológica para os setores da construção civil e da arquitetura. De maneira simplificada, pode-se descrever esta metodologia como sendo a produção do modelo virtual de uma construção, fundamentada em informações fiéis sobre seus componentes, que, além de gerar desenhos técnicos, subsidia a elaboração de orçamentos, planilhas de quantitativos, cronogramas, análises de desempenho, dentre outros. A plataforma BIM permite que diversos dados que integram o âmbito da obra, tais como elementos construtivos, materiais, topografia, condições climáticas, parâmetros legais e indicadores de desempenho possam ser inseridos na modelagem digital, potencializando o processo de projeto e tornando o trabalho de construção mais eficiente e assertivo. Destaca-se também o aspecto colaborativo deste método, que permite a participação simultânea de diversos profissionais, facilitando a troca de conhecimento, a associação de informações e a tomada de decisões em conjunto (DOMINGOS, 2020).

O grande volume de dados gerado através deste processo não precisa, entretanto, ser empregado somente durante a fase de elaboração dos projetos e execução da obra. De acordo com Eastman et al. (2014, p.18), “o BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento.” De fato, o sistema BIM incorpora diversas “dimensões” além da 2D e 3D, englobando todo o período de vida útil de uma construção. Não obstante a importância das etapas de projeto e execução, nenhuma delas supera em termos de tempo e de custos a fase de uso e operação de uma edificação (SANTOS, 2017). Em vista disso, faz sentido que a base de dados e o modelo virtual resultantes dos trabalhos de arquitetura e engenharia fiquem à serviço da gestão de *facilities* e do planejamento da manutenção após a construção. Os objetos paramétricos que compõem o modelo podem, ao longo do ciclo de vida da edificação, ter novos dados inseridos ou criados, contemplando manutenções corretivas, preventivas e preditivas (GARCIA et al., 2019), de forma a alimentar constantemente essa base digital a ponto de automatizar tarefas e rotinas.

Araújo Neto (2015) afirma que a constituição de um banco de dados é bastante relevante no planejamento de um programa de manutenção predial. Este mesmo autor aponta que a degradação de uma edificação pode ter início na fase de projeto, com informações deficientes, incompatibilidades de disciplinas, especificações de materiais inadequadas, e

por fim, com a desconsideração de aspectos que impactam na manutenção dos espaços construídos (ARAÚJO NETO, 2015). Muito embora a plataforma BIM não esteja completamente desenvolvida para apoiar a Gestão da Manutenção (EASTMAN et al. 2014), é possível afirmar que grande parte dos problemas que envolvem a acurácia das informações, serviços e especificações, integração entre especialidades, e histórico da construção, podem ser evitados ou amenizados com o uso desta tecnologia. Além disso, a introdução do BIM na manutenção e operação das edificações aumenta a possibilidade de garantia do cumprimento dos requisitos de durabilidade e desempenho previstos nas fases de projeto e planejamento.

Neste sentido, o modelo virtual pode operar como interface para o monitoramento do funcionamento dos diversos sistemas que integram uma edificação. Esta prática é possibilitada pela interoperabilidade entre plataformas, através do uso de arquivos em formato aberto, e pela utilização de ferramentas de organização e extração de dados específicos para operação e manutenção. Estes dados podem ser automaticamente inseridos em *softwares* de gerenciamento de *facilities*, em contraposição ao processo manual de catalogação, armazenamento e registro de informações. Como consequência, a digitalização propicia maior eficiência e confiabilidade, conformando espaços mais seguros para os usuários em termos de habitabilidade, e reduzindo custos na medida em que otimiza o planejamento das manutenções.

No Brasil, a difusão da metodologia BIM foi impulsionada pelo Governo Federal por meio do Decreto Federal 9.377 de 17/05/2018 (BRASIL, 2018), que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (BIM BR). Dentre outros objetivos, a Estratégia BIM BR busca estruturar o setor público para a implementação desta tecnologia (BRASIL, 2018), indo de encontro ao estabelecimento da obrigatoriedade do uso do BIM em obras públicas, através do Decreto nº 10.306 de 2020 (BRASIL, 2020). Estas medidas se justificam não somente pela demanda de modernização da construção civil, mas principalmente pela necessidade de se combater o desperdício de dinheiro público nos processos de licitação. A estruturação do projeto em BIM impõe procedimentos mais organizados e precisos, evitando erros de planejamento (custos e cronograma) e diminuindo a demanda por aditivos contratuais, resultando em maior transparência no processo licitatório e na construção.

O Brasil possui um histórico de obras públicas mal planejadas e mal executadas. Quando finalizadas, muitas são preservadas inadequadamente e recebem o mínimo de manutenção para possibilitar seu funcionamento, quando tanto – quase sempre recebem somente manutenções corretivas. Colabora com este cenário o fato das fases pós-obra geralmente

não serem consideradas por arquitetos e engenheiros. A implementação da Norma de Desempenho (NBR 15575:2013), e a demanda cada vez maior pela renovação de edificações antigas nos grandes centros urbanos são indicadores de uma transformação que se inicia neste quadro. É papel dos projetistas contribuir para esta mudança de mentalidade, através da busca por soluções que facilitem e reduzam custos de operação, e, em última instância, do maior comprometimento com o planejamento do ciclo de vida da edificação (MANZIONE et al., 2021). Da mesma forma, cabe ao governo estimular a adoção do BIM através da estruturação do setor público, criação de novas regulamentações para compras, revisão de normas, ampliação das redes de dados, e melhoria do ambiente de negócios (MIRANDA, 2019).

O aprimoramento dos processos de gestão da manutenção e de gerenciamento de *facilities* é uma questão de interesse coletivo, uma vez que envolve investimentos públicos e impacta no bem estar e na segurança de milhões de cidadãos usuários de instituições de ensino, hospitais, bibliotecas, tribunais, prédios administrativos, etc. Em um país de porte continental como o Brasil, onde o gasto com a conservação de bens é significativo, a adoção das ferramentas disponibilizadas pelo BIM pode representar uma economia relevante para o erário. Além disso, sendo o setor da construção civil um dos mais importantes para a economia nacional, a adoção da dimensão 7D na prática de projeto e na execução das obras significa um avanço tecnológico expressivo para um ramo reconhecidamente conservador em termos de inovação.

## **1.1. Objetivos**

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a dimensão 7D da metodologia BIM desde seu advento, suas limitações atuais e seu potencial de utilização em obras do setor público. Visa oferecer aos profissionais de projeto - arquitetos e engenheiros -, construtores e governantes subsídios para adoção do BIM como ferramenta de melhoria na gestão de ativos públicos.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

Os propósitos específicos do trabalho se constituem em: analisar as ferramentas disponibilizadas pelos programas que utilizam a plataforma BIM com potencial de auxiliar na formulação de Planos de Manutenção e ações de gestão para edificações públicas; investigar como se dá a integração entre *softwares* de plataforma BIM e programas de gerenciamento de *facilities*; e por fim, debater o papel dos profissionais projetistas na qualidade, desempenho e ciclo de vida das construções.

## 1.2. Método de pesquisa

Este trabalho possui um viés essencialmente teórico, sendo composto predominantemente por revisão bibliográfica dos seguintes temas: a metodologia BIM e sua dimensão 7D, os conceitos compreendidos pela disciplina de Gestão de *Facilities* com foco na atividade de manutenção, e o desenvolvimento de obras públicas no Brasil. Quanto à natureza do objeto, trata-se de uma pesquisa básica, com o intuito de explorar a integração entre os assuntos pesquisados. É, portanto, uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa.

A pesquisa bibliográfica foi feita a partir de livros, artigos científicos, normas técnicas, manuais e legislações. Também foram examinados *softwares* que trabalham com a plataforma BIM (mais especificamente o Revit™, da Autodesk, e ArchiCAD™, da Graphisoft), e sistemas de gerenciamento de *facilities* e manutenção de edificações.

Destaca-se que a pesquisa parte da perspectiva prática da autora, que trabalha no mercado de projetos de arquitetura em plataforma BIM há 13 anos. Neste sentido, algumas entrevistas informais foram realizadas com colegas e parceiros profissionais, de forma a averiguar experiências e pontos de vista a respeito desta tecnologia. Estes depoimentos são representativos em termos de análise da atuação dos profissionais com impacto no ciclo de vida das edificações, bem como na visão da evolução do mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) com a incorporação do BIM e o abandono dos processos “tradicionais” de projeto.

O trabalho foi desenvolvido de acordo com as etapas descritas a seguir:

- 1) Levantamento e investigação de dados;
- 2) Estudo e interpretação do material obtido na primeira etapa;
- 3) Redação final do trabalho.

## 1.3. Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, descritos a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: Este capítulo contextualiza o tema da pesquisa, expondo os prognósticos que levaram à sua definição como objeto de investigação. Apresenta a situação do mercado AEC diante da implementação do BIM no Brasil a partir de incentivos governamentais, bem como o cenário atual da construção e manutenção de obras públicas. Como ponto de partida, este capítulo também introduz alguns aspectos do processo de

projeto em BIM com potencial de interface com a gestão de *facilities*, para posterior desenvolvimento no trabalho.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica: O segundo capítulo está subdividido em cinco itens que fundamentam o escopo do trabalho, e cujos conceitos são essenciais para a compreensão do conteúdo apresentado nos capítulos 3 e 4.

- A Metodologia *Building Information Modeling*  
São descritos os conceitos básicos que integram a metodologia BIM, e seu surgimento como processo de projeto. Este item aborda também a implementação da tecnologia no Brasil, incluindo as ações governamentais que incentivam seu desenvolvimento e fomento na indústria da construção.
- O estabelecimento do BIM no Brasil  
Este item resume o histórico da implementação do BIM no país, através dos marcos legislativos e incentivos governamentais, bem como ações de diversas associações e instituições privadas.
- Experiências Internacionais  
Em paralelo ao desenvolvimento da tecnologia no mercado brasileiro, são apresentados os cenários de alguns países que se destacaram na implementação do BIM em obras públicas.
- Gerenciamento de *Facilities* e Manutenção Predial  
Introdução aos conceitos de Gerenciamento de *Facilities* com foco nos diversos tipos de manutenção que fazem parte da operação de uma edificação, e análise das ferramentas digitais disponíveis para esta atividade.
- Elaboração de projetos e execução de obras públicas  
Este item aborda o contexto do desenvolvimento das obras públicas no país, expondo as dificuldades relativas à elaboração dos projetos, compras de suprimentos e contratação de serviços, gestão pelos órgãos públicos, etc. Neste sentido, descreve o funcionamento da Lei de Licitação e legislação relacionada.

Capítulo 3 - Integração entre BIM e Gerenciamento de *Facilities*: Este capítulo trata da interoperabilidade entre *softwares* BIM e sistemas digitais de gestão de *facilities*. Desta forma, aborda a integração entre as etapas de projeto/planejamento e uso/operação das construções, considerando as ferramentas digitais disponíveis com potencial de auxiliar na formulação de Planos de Manutenção. Com isso, busca-se aproximar o trabalho teórico das práticas em curso no mercado que consideram todo o ciclo de vida da edificação.

Capítulo 4 - O papel dos profissionais de arquitetura e construção: O quarto capítulo expõe questões acerca do envolvimento dos profissionais do mercado AEC no planejamento do ciclo de vida das edificações, discorrendo sobre o processo de projeto e seu impacto nas etapas pós-obra, através da experiência prática da autora. São apresentados os resultados da pesquisa informal realizada com colegas e parceiros, acerca das implicações da adoção do BIM no desempenho do ambiente construído.

Capítulo 5 - Considerações Finais: O capítulo que encerra o trabalho apresenta algumas reflexões acerca dos benefícios do uso do BIM na gestão de obras públicas, e dos obstáculos enfrentados na implementação da metodologia, em especial em termos mercadológico. Além disso, destaca a importância do trabalho colaborativo para além das limitações tecnológicas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para compreender o potencial do uso da tecnologia BIM na gestão de ativos públicos, é fundamental conhecer os conceitos que a fundamentam, seu histórico de implementação, as noções de gerenciamento de *facilities* e o panorama do desenvolvimento de obras públicas no Brasil.

### 2.1. A metodologia *Building Information Modeling*

As noções que embasaram o desenvolvimento da metodologia BIM (*Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção em português) surgiram na década de 1970, época em que os *softwares* de CAD (*Computer Aided Design*) específicos para a arquitetura e construção foram objeto de pesquisa de grupos acadêmicos dos Estados Unidos e Inglaterra (KALAY, 2004). Charles M. Eastman é o mais conhecido teórico do BIM, tendo escrito a respeito de vários preceitos da metodologia ainda em 1974, no âmbito da pesquisa “*An outline of the building description system*”. Em relatório publicado neste mesmo ano, Eastman e seus colegas de pesquisa mencionam o desenvolvimento de um modelo computadorizado detalhado, constituído por um banco de dados contendo informações sobre os elementos construtivos. Este modelo integrado poderia ser modificado, sem que fosse necessário alterar os desenhos técnicos gerados a partir dele, um por um (EASTMAN et al., 1974). Dentre outras ferramentas disponíveis atualmente nos *softwares* BIM, o artigo cita o levantamento de quantidades, análises qualitativas, e a verificação de incompatibilidades no protótipo virtual.

Embora a teoria remonte há quase cinco décadas, Jerry Laiserin afirma que a terminologia BIM foi utilizada como *Building Information Model* pela primeira vez em 1992, por Nederveen e Tolman (1992 apud EASTMAN et al., 2014). O próprio Laiserin popularizou o termo corrente – *Building Information Modeling*, tendo sido responsável também pelo desenvolvimento dos primórdios desta tecnologia no fim da década de 1980, com seu trabalho como especialista em Tecnologia da Informação na Universidade de Princeton (ADDOR et al, 2010). Desde então, muitos *softwares* surgiram no mercado, a metodologia avançou em termos de usabilidade, e atualmente se encontra em disseminação na prática de projetos de arquitetura e engenharia.

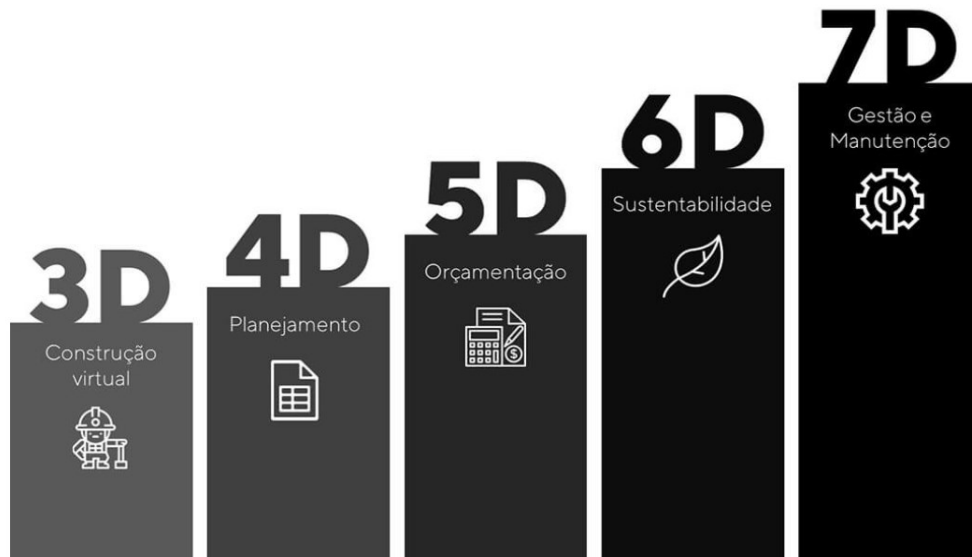
Para além de um método, Menezes (2011) descreve o BIM como sendo uma filosofia, que compreende o trabalho integrado de todos os profissionais envolvidos no processo de projeto para a criação do modelo digital. A autora ressalta a diferença entre a modelagem 3D e o BIM, apontando a parametricidade como característica fundamental da metodologia

(MENEZES, 2011). A existência de elementos editáveis, que possibilitem a modificação automática do projeto como um todo e do banco de dados que o subsidia, seria, portanto, o grande avanço apresentado pelo BIM no exercício do projetista.

### 2.1.1. Dimensões do BIM

De forma a organizar a aplicação da metodologia nas diversas etapas de projeto, convencionou-se dividir o BIM em diferentes “dimensões”, cada uma associada a um tipo de informação, como representado na Figura 1. Cada “dimensão” complementa o modelo 3D com o intuito de extrair determinados dados, podendo ser aplicada de forma independente (DOMINGOS, 2020).

Figura 1 - Dimensões do BIM



Fonte: Ramos (2020), Plus Arquitetura (consultado em 21/04/2023).

Conforme descrito por Balz et al. (2021), as dimensões BIM se distinguem em:

- 2D: Representação ou Documentação - trata-se do detalhamento do projeto em desenhos, similar aos métodos tradicionais de trabalho em CAD.
- 3D: Modelo Paramétrico - o modelo arquitetônico é apresentado nas três dimensões, sendo definido a partir de seus componentes individuais e a interação entre eles, pois toda a geometria está associada.
- 4D: Tempo e Planejamento de Execução da Obra - as atividades e tarefas necessárias à execução da obra estão ligadas ao modelo 3D, sendo possível visualizar o processo de construção por etapa.

- 5D: Análise de Custos - cada elemento do modelo possui uma informação vinculada de custo e dados orçamentários, auxiliando na estimativa geral dos valores, uma vez que, a partir do modelo, também é possível obter os quantitativos em metragem, área, volume, etc.
- 6D: Avaliação da Sustentabilidade - esta dimensão foca no desempenho ambiental das edificações, demandando a associação dos componentes do modelo aos dados relativos à sustentabilidade, conforto ambiental, acústico, luminoso, etc.
- 7D: Manutenção e Operação - os componentes do modelo devem armazenar informações que dêem suporte às atividades de manutenção e operação após a entrega da obra.
- 8D: Segurança e Prevenção de Acidentes - a dimensão 8D prevê a utilização do modelo como interface para análise de riscos na operação da edificação, com os elementos vinculados às normas de segurança aplicáveis, de forma a atuar preventivamente na ocorrência de acidentes com os usuários da edificação.

Já existem também classificações para o BIM 9D – *Lean Construction* (ou Construção Enxuta), e para o BIM 10D - industrialização da construção. Estes conceitos recentes já estão sendo difundidos e aplicados em alguns segmentos da indústria civil, refletindo a evolução constante da metodologia em face dos avanços tecnológicos dos últimos anos.

### **2.1.2. Nível de Desenvolvimento ou *Level of Development* (LOD)**

A ideia de Nível de Desenvolvimento (LOD) dentro da metodologia BIM foi inicialmente divulgada como Nível de Detalhe (*Level of Detail*), tendo o conceito sido ampliado posteriormente pelo Instituto Americano de Arquitetos (COSTELLA, 2022). Esta ampliação se deu com o propósito de abranger não somente as características geométricas - ou seja, informações quantitativas - como também as propriedades gerais do elemento. Em síntese, o LOD visa categorizar o modelo de acordo com o nível de informações nele contidas, com o intuito de facilitar o processo de projeto e a comunicação entre projetistas, construtores e clientes.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2016, p.113), o LOD consiste em:

[...] uma referência que possibilita que os agentes atuantes na indústria da construção civil especifiquem e articulem, com clareza, os conteúdos e níveis de confiabilidade de modelos BIM, nos vários estágios do processo de projeto e construção. Possibilita que os autores de Modelos BIM definam os usos e níveis de confiabilidade dos seus modelos para que outros usuários

que estejam mais a jusante no fluxo de desenvolvimento possam compreender com clareza quais os limites de utilização dos modelos que eles estão recebendo.

Atualmente, são considerados seis níveis de LOD, conforme descrito por Domingos (2020) e exposto a seguir:

- LOD 100: modelo convencional, limitado a uma representação genérica do edifício, ou seja, demonstra a existência de um componente, mas sem informações de forma ou representação geométrica.
- LOD 200: geometria aproximada, consiste em elementos genéricos com informações geométricas e não geométricas aproximadas.
- LOD 300: geometria precisa, todos os elementos são modelados com a sua quantidade, tamanho, localização e orientação.
- LOD 350: documentação de construção, onde inclui a relação entre todos os sistemas de construção.
- LOD 400: o modelo incorpora informações adicionais como detalhe, fabricação e instalação.
- LOD 500: conforme construído, os elementos do modelo são uma representação real em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. O modelo e a informação associados são adequados para a operação e manutenção das instalações.

A autora destaca ainda que o grau do LOD se aplica aos elementos, e não ao modelo; sobem na medida em que existem mais exigências associadas, de acordo com cada etapa do projeto, e que tais graus são cumulativos, ou seja, atendem aos requisitos do nível específico e dos anteriores (DOMINGOS, 2020). A Figura 2 demonstra a representação do modelo de acordo com cada nível.

Figura 2 - Níveis de Desenvolvimento (LOD)



Fonte: Darós (2019), Utilizando BIM (consultado em 01/05/2023).

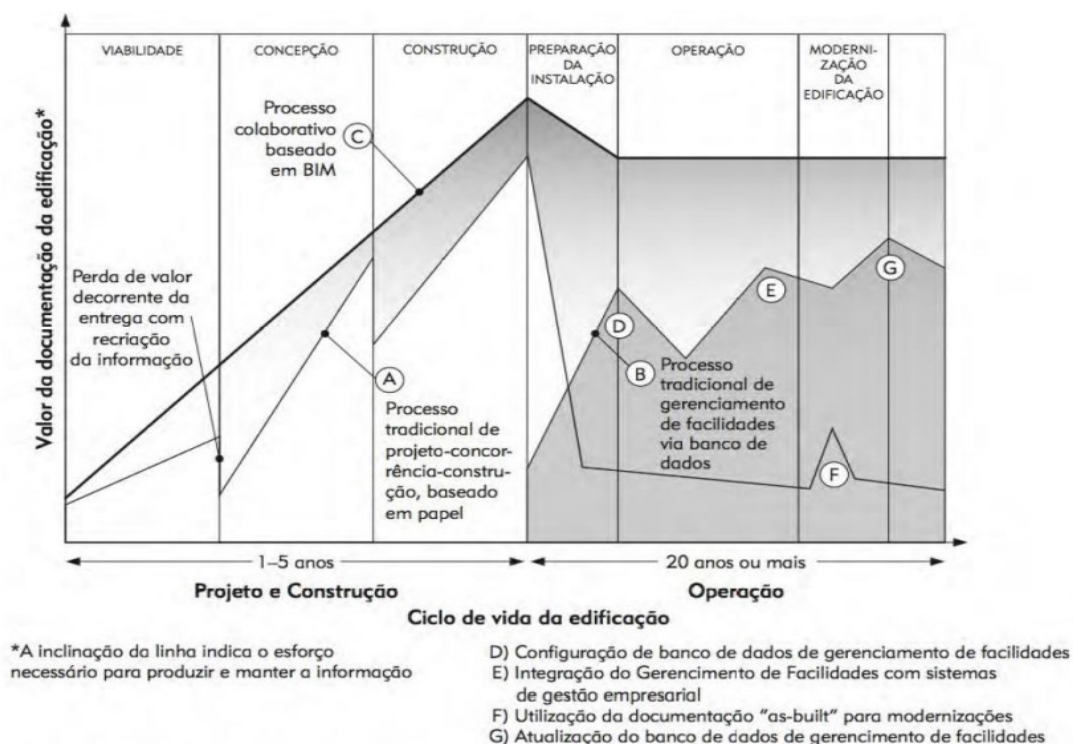
### **2.1.3. Benefícios do BIM**

As vantagens da implantação do BIM em processos de projeto são patentes a partir da visualização da edificação em 3D. Em um primeiro momento, o modelo virtual da construção permite a maior compreensão dos aspectos técnicos e da linguagem arquitetônica adotada por projetistas, fornecedores e clientes. Com o desenvolvimento dos projetos complementares, torna-se mais fácil a detecção de incompatibilidades entre as diversas disciplinas, trazendo mais eficiência e segurança para a tomada de decisões acerca de possíveis soluções. A automatização de tarefas como a extração de quantitativos, e as atualizações automáticas de desenhos no caso de alterações minimizam a possibilidade de erros, tornando as informações que chegam à obra mais confiáveis. A colaboração entre a equipe de projeto e a possibilidade de trabalho simultâneo no modelo também são características vantajosas da metodologia. O uso do modelo para realização de simulações e ensaios de desempenho também deve ser ressaltado, uma vez que aumenta a qualidade do produto final e traz benefícios para os usuários.

Este último aspecto corrobora com o fato do BIM não se resumir a uma ferramenta de projeto, podendo ser utilizado também na gestão do processo construtivo e da operação da edificação - o modelo virtual e o banco de dados compilado na fase de projeto podem ser empregados nas fases pós-obra, devendo, idealmente, englobar todo o ciclo de vida da edificação (DOMINGOS, 2020).

Embora o uso da tecnologia dependa essencialmente do trabalho de profissionais capacitados, e aumente consideravelmente o tempo gasto na fase de planejamento em comparação aos métodos tradicionais de projeto, é inegável que o BIM representa uma evolução da indústria AEC. No caso do BIM 7D, o valor agregado da nova metodologia é demonstrado no gráfico da Figura 3, que explicita a vantagem da sua aplicação não somente na fase de projeto e construção, mas também na operação.

Figura 3 - Gráfico do valor da documentação gerada em BIM x processo tradicional, nas fases de projeto/construção e operação



Fonte: Eastman et al. (2014, p. 95).

#### 2.1.4. O estabelecimento do BIM no Brasil

No Brasil, o BIM se estabeleceu como método de trabalho no fim da década de 2000, com a aplicação das dimensões 2D e 3D. Ainda que o potencial da plataforma não fosse completamente explorado a princípio, é possível afirmar que a sua implementação trouxe a perspectiva de maior eficiência e assertividade para o processo projetual e para a construção. Isso ocorreu em um cenário de *boom* econômico no setor, com o Produto Interno Bruto (PIB) alcançando índices de crescimento superiores a 11% nesta década (CBIC, 2021), alavancados por investimentos massivos tanto públicos quanto privados na construção civil.

Nesta perspectiva, em 2009 o então Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), iniciou estudos acerca da implementação e fomento do BIM no Brasil, resultando na criação da norma ABNT NBR 15965-1:2011 (FREITAS, 2020). Em conformidade com as regulamentações internacionais, esta norma visa classificar as informações de projeto que subsidiam a criação das Estruturas Analíticas de Projeto (EAPs), facilitando o trabalho em plataformas BIM. Esta norma técnica marcou o início de uma coletânea de normas sobre a aplicação do BIM, atualmente ainda em desenvolvimento e atualização pela ABNT.

Em 2017, o Governo Federal criou o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling* - CE-BIM, com o intuito de “formular uma estratégia que pudesse alinhar as ações e iniciativas do setor público e do privado, impulsionar a utilização do BIM no país, promover as mudanças necessárias e garantir um ambiente adequado para seu uso” (BRASIL, 2018, p. 6). Esta iniciativa culminou na instituição da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (BIM BR), através do Decreto Federal 9.377 de 17/05/2018 (BRASIL, 2018), cujo objetivo principal é fomentar a inovação na indústria da construção, cujo desempenho é de grande impacto na economia nacional (CBIC, 2021). Em paralelo, busca estruturar o setor público para a implementação desta tecnologia, apresentando também como propósitos a melhoria dos processos licitatórios, da gestão de compras públicas, dos processos de manutenção e de gerenciamento de bens imóveis do governo federal.

Em consonância com estes objetivos, o Decreto nº 10.306 de 2020 (BRASIL, 2020) estabeleceu a obrigatoriedade do uso do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia prestados à administração pública federal. Efetivamente, o decreto se aplica às obras dos Ministérios de Defesa e Infraestrutura, sendo o objetivo final a adoção do BIM nos serviços prestados a todos os demais órgãos públicos federais. A legislação subdivide em fases a implementação da metodologia, conforme descrito a seguir:

- 1ª fase – Projeto – em vigor a partir de 1ª de janeiro de 2021: elaboração de modelos de arquitetura e engenharia; compatibilização entre disciplinas; extração de quantitativos; geração de desenhos e documentos técnicos.
- 2ª fase – Gestão da obra - em vigor a partir de 1º de janeiro de 2024: orçamentação, planejamento e controle da execução de obras; elaboração de “as built”.
- 3ª fase - Gestão da construção - em vigor a partir de 1º de janeiro de 2028: gerenciamento e manutenção do empreendimento pós-obra (comissionamento, operação, manutenção, reforma).

Tem-se, portanto, como o objetivo de longo prazo do Decreto, a adoção do BIM na fase de uso e operação das edificações públicas, questão que deve ser legislada em detalhes nos anos por vir.

Em paralelo, instituições como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), desenvolveram diversas ações nos últimos anos com o intuito de difundir a tecnologia, como seminários, cursos e publicações. Parcerias entre os

setores público e privado consolidam a adoção de inovações como o BIM, trazendo benefícios para toda a cadeia produtiva.

### **2.1.5. Experiências internacionais**

Os Estados Unidos foram pioneiros na adoção de medidas de incentivo ao uso do BIM e emprego desta metodologia no setor público, através da exigência de sua utilização no Serviço de Edifícios Públicos (*Public Building Service* - PBS) em 2003 (FREITAS, 2020). Apesar disso, a fragmentação entre os Órgãos federativos e os Estados (que caracteriza o sistema de governo do país) fez com que a transformação da indústria da construção perdesse força, uma vez que não existem padrões ou normas que nivelem nacionalmente o processo de projeto e construção em BIM. O setor privado americano, por outro lado, destaca-se por ser líder mundial em termos de uso de *softwares* e inovação.

O Reino Unido estabeleceu no ano de 2016 a obrigatoriedade do uso desta tecnologia em todos os projetos e construções públicas, em um trabalho iniciado em 2011 por meio do Plano Estratégico Governamental para a Construção. Este plano instituiu etapas que instituíram a necessidade das empresas do setor em capacitar e treinar equipes, concomitantemente ao desenvolvimento de normas e padrões pelo governo (FREITAS, 2020). Em 2020, o país iniciou a implantação da terceira e última etapa para consolidação do BIM no mercado de construção, e é atualmente reconhecido como um dos mais avançados em termos de difusão e maturidade. Alguns países como Alemanha, Austrália e Nova Zelândia seguem o modelo de implantação britânico.

Na Itália, um país com grande número de edificações históricas com alta demanda de manutenção e histórico de negligência por parte do poder público, a preservação e gestão dos edifícios não é mais tida como uma tarefa de menor importância, mas sim como uma estratégia de prolongamento da vida útil dos ativos, de grande importância cultural (BONELLI et al., 2018). Para este tipo de edificação, planeja-se a criação de um sistema de informações digital, contendo todas as informações específicas, com auxílio da tecnologia BIM. Em 2017 foi instituído um decreto, prevendo a obrigatoriedade progressiva do uso do BIM a partir de 2019, para novos edifícios públicos e projetos de infraestrutura de grande escala.

A Finlândia é um caso particular de desenvolvimento do BIM no seu mercado nacional, uma vez que não contou com incentivos governamentais, sendo a digitalização da construção na qual se encontra atualmente promovida pelo setor privado. A inovação digital faz parte da

cultura do país, que, através da interoperabilidade de *softwares* e processos de construção e projeto, alcançou grande maturidade no nível de implementação da metodologia em empresas e universidades (CBIC, 2023). Outros países escandinavos como Noruega e Dinamarca também apresentam bons níveis de desenvolvimento neste aspecto.

A Coreia do Sul estabeleceu o uso do BIM em projetos públicos com orçamento superior a 50 milhões de dólares, desde 2016. Também na Ásia, Singapura lidera nos métodos ágeis de construção, tendo exigido utilização da tecnologia BIM em projetos superiores a 20.000 m<sup>2</sup> em 2013, e 5.000 m<sup>2</sup> no ano de 2015.

Na América do Sul, o BIM teve disseminação tardia, sendo Chile, Colômbia e Peru países bastante avançados na implementação em relação aos demais. Na maior parte dos casos a aplicação prática é bastante lenta, e países como Argentina, Brasil e México, apesar do trabalho intenso de instituições públicas e privadas, também assistem ao lento desenvolvimento da tecnologia em seus mercados.

Em comum, nota-se que todos os países sofrem pressões para aumentar a eficiência, produtividade, qualidade e sustentabilidade nas construções. Desta forma, a implementação do BIM, independente do alcance atual, deve ocorrer nos anos por vir em escala mundial.

## **2.2. Gerenciamento de *Facilities* e Manutenção Predial**

O serviço de Manutenção Predial e as diversas tarefas que o compõem está inserido na atividade de Gerenciamento de *Facilities*, que por sua vez abrange um conceito mais amplo no âmbito da gestão do imóvel construído.

### **2.2.1. *Facilities Management***

Existem alguns entendimentos sobre o significado de *Facilities Management* (FM), a depender do autor e do país em questão. Seu conceito, entretanto, está manifestamente ligado à gestão de edifícios, e, dada a complexidade das construções e instalações, é possível afirmar que se trata de uma atividade relacionada a diversas disciplinas. A *International Facility Management Association* (IFMA) corrobora com essa visão, ao afirmar que a FM compreende diferentes conhecimentos, de forma a garantir a funcionalidade, conforto, segurança e eficiência do ambiente, levando em consideração as pessoas, os processos e a tecnologia envolvida, conforme descrito por Costella (2022, apud IFMA, 2022). Segundo Domingos (2020, p. 33), “esta atividade serve de suporte às organizações no sentido de libertar os ocupantes da construção de problemas que não estão diretamente

associados ao seu negócio principal. Ao conjugar a qualidade das instalações ao controle ativo de custos, o FM permite aumentar a eficiência da organização que utiliza o edifício e melhora a eficiência do trabalho [...]”.

No Brasil, a atividade formal a que se denomina gestão de *facilities* é recente, tendo sido regulamentada pela ABNT no ano de 2020 com a publicação da norma ABNT NBR ISO 41001:2020 – *Facility management* — Sistemas de gestão — Requisitos com orientações para uso, e outras normas relacionadas. Além de definir termos e conceitos, esta regulamentação esclarece as aplicações e benefícios da gestão de *facilities*, além de abordar o processo de compras e fornecer orientações de boas práticas.

Um espaço construído demanda administração do seu funcionamento e ações que viabilizem a sua operação. Ainda que esta prática ocorra sempre a partir do momento em que uma obra é finalizada e ocupada, a normatização da atividade de gestão é de grande importância, na medida em que impacta na cultura do mercado AEC, sobretudo nas fases de planejamento de projeto. A atividade de manutenção predial, como parte integrante da FM, é uma das mais atingidas pela desconsideração da vida útil do empreendimento durante a sua concepção, uma vez que possui grande participação nas despesas globais de operação, como será exposto adiante.

### **2.2.2. Manutenção Predial**

De acordo com a NBR 5462:1994, o conceito de manutenção compreende “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT, 1994, p. 7). Diferentemente de outros artigos, que podem ser descartados ou substituídos quando não são mantidos adequadamente, as edificações são itens de alto valor, concebidas e construídas para serem utilizadas por um longo período de tempo. São constituídas por uma diversidade de sistemas, com parâmetros de desempenho distintos, o que as torna produtos complexos. Some-se a isso o fato de que o uso inadequado e a falta de manutenção impactam diretamente no conforto e na segurança dos usuários (ARAÚJO NETO, 2015).

A NBR 5674:2012, que aborda a manutenção predial, cita a importância desta atividade e sua assimilação como serviço técnico, cuja execução deve estar a cargo de profissionais capacitados. A adoção de um sistema de manutenção baseado em métodos, que incluem um planejamento financeiro e visam a satisfação dos usuários de acordo com as condições oferecidas pela edificação, garantem maior eficiência na sua administração (ABNT, 1999).

Desta forma, rejeita-se a informalidade e a maneira improvisada com a qual muitos gestores realizam este tipo de serviço.

Os procedimentos que envolvem a manutenção predial distinguem-se em:

- Manutenção corretiva: serviços executados após a ocorrência de falhas inesperadas, que demandam ações imediatas por parte dos gestores;
- Manutenção preventiva: intervenções planejadas de acordo com critérios técnicos, com o objetivo de evitar falhas e garantir o bom desempenho de elementos construtivos ou equipamentos;
- Manutenção preditiva: inspeções programadas de acordo com as recomendações do construtor ou fabricante, para monitoramento do funcionamento de determinado componente ou sistema, sem necessariamente envolver uma intervenção.

Antonioli (2003) afirma que, ainda que sejam realizadas manutenções preventivas e preditivas, a ocorrência de ações corretivas é comum, uma vez que nem sempre é possível prever incidentes ou circunstâncias que ocasionam danos à construção. Ainda assim, é desejável e ideal que o Gerenciamento de *Facilities* considere em seu planejamento a realização de manutenções preventivas e preditivas, evitando maiores impactos no bem estar dos usuários e minimizando custos (ANTONIOLI, 2003).

Neste sentido, destaca-se a importância da elaboração de um Plano de Manutenção, que inclua a realização periódica de inspeções prediais. Este tipo de fiscalização tem o intuito de averiguar o estado de conservação dos diversos sistemas que compõem a edificação, de acordo com parâmetros de desempenho, segurança, funcionalidade, vida útil, dentre outros aspectos (IBAPE, 2012), de forma que seja possível identificar e sanar problemas.

### **2.2.3. Plano de Manutenção**

A elaboração de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) tornou-se obrigatória no Brasil a partir de 2018, com a Lei 13.589, restrita às edificações que contam com sistema de climatização. No entanto, em 2013 a norma de desempenho para edificações habitacionais ABNT NBR 15575:2013<sup>1</sup> já citava a importância da elaboração de um documento orientativo aos usuários, contendo as informações relativas ao uso, manutenção e conservação de ambientes e equipamentos. Este documento poderia receber diferentes denominações - manual do proprietário, manual do usuário, manual de utilização ou manual do síndico, sendo este último para as áreas de uso comum. (ABNT, 2021).

<sup>1</sup> A versão atual da norma data do ano de 2021.

Segundo Leite (2009, p. 53), “o Plano de Manutenção é um conjunto de especificações elaboradas no âmbito do processo de manutenção no sentido de definir previsões e planejar ações de manutenção”, e nele devem constar os seguintes aspectos:

- determinação da vida útil de cada elemento construtivo;
- definição de níveis de qualidade mínima;
- definição de anomalias relevantes, causas possíveis e mecanismos de degradação;
- prevenção e definição de sintomas de pré-patologia;
- definição de um sistema de seleção de operação de manutenção;
- estabelecimento de rotinas de inspeção;
- definição de estratégias de atuação;
- análise de registos históricos e comparação com registos de comportamentos de outras experiências;
- registos de custos de operações;
- registos de todas as intervenções e gestão de informação;
- recomendações técnicas de produtos e soluções.

O Plano de Manutenção deve ser elaborado de maneira objetiva, contendo informações técnicas estritamente necessárias ao desenvolvimento das atividades de operação, uso e manutenção das edificações, conforme descrito na NBR 14037:2014 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Segundo esta publicação, são objetivos do Plano:

- informar aos usuários as características técnicas da edificação construída;
- descrever procedimentos recomendáveis para o melhor aproveitamento da edificação;
- orientar os usuários para a realização das atividades de manutenção;
- prevenir a ocorrência de falhas e acidentes decorrentes de uso inadequado;
- contribuir para o aumento da durabilidade da edificação.

A norma NBR 14037:2014 contém a estruturação de um manual como sugestão, com o conteúdo apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Estrutura de Plano de Manutenção

<b>Apresentação</b>	Índice
	Introdução
	Definições
<b>Garantias e assistência técnica</b>	Garantias e assistência técnica
<b>Memorial descritivo</b>	
<b>Fornecedores</b>	Relação de fornecedores
	Relação de projetistas
	Serviços de utilidade pública
<b>Operação, uso e Limpeza</b>	Sistemas Hidrossanitários
	Sistemas Eletroeletrônicos
	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
	Sistemas de ar-condicionado, ventilação e calefação
	Sistemas de automação
	Sistemas de comunicação
	Sistemas de incêndio
	Fundações e estruturas
	Vedações
	Revestimentos internos e externos
	Pisos
	Coberturas
	Jardins, paisagismo e áreas de lazer
	Esquadrias e vidros
Pedidos de ligações públicas	
<b>Manutenção</b>	Programa de manutenção preventiva
	Registros
	Inspeções
<b>Informações Complementares</b>	Meio ambiente e sustentabilidade
	Segurança
	Operação de equipamentos e suas ligações
	Documentação técnica e legal
	Elaboração e entrega do manual
	Atualização do manual

Fonte: adaptado de ABNT NBR 14037:2014.

O quadro evidencia a complexidade da constituição de uma edificação, tendo em conta a integração entre os diversos sistemas que a compõem. Os itens listados são um ponto de partida para os dados que devem constar em um modelo BIM e seus diversos elementos, no caso de sua utilização na gestão da manutenção de uma construção.

### 2.3. Elaboração de projetos e execução de obras públicas

De acordo com a cartilha do Tribunal de Contas da União (TCU), é considerada obra pública qualquer construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público (BRASIL, 2014). Nesta categoria, se encontram edificações e infraestruturas com finalidades diversas - serviços básicos como saúde, educação e segurança, mobilidade, recreação, prédios administrativos, dentre outros -, executadas para usufruto da sociedade como um todo. Esta variedade faz que todas as etapas da construção, desde a concepção, devam necessariamente seguir os procedimentos legais de forma a contemplar efetivamente a população, e que os recursos provenientes de impostos e investimentos governamentais sejam corretamente empregados neste processo.

De fato, os gestores públicos devem obedecer a uma série de procedimentos que regulamentam e registram o todo o processo, de acordo com a modalidade de realização do empreendimento. As obras públicas podem ser realizadas de forma direta - através do próprio órgão que requer a intervenção - ou indireta - por meio de licitação (BRASIL, 2014). Esta última constitui a modalidade de execução mais comum, e será portanto aprofundada neste trabalho.

#### 2.3.1. Licitação

O processo de licitação, anteriormente regulamentado pela Lei nº 8.666 de 1993, passou por modificações a partir da sanção da Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. A Lei de Licitações e Contratos Administrativos diminuiu a burocracia das contratações públicas, visando promover eficiência, diminuir custos, bem como promover a competitividade entre as empresas prestadoras de serviço. O processo é composto por múltiplas etapas, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Etapas do Processo de Licitação



Fonte: Adaptado de Magnani (2022), Schiefler Advocacia (consultado em 08/06/2023).

A “Fase Preparatória” e a “Divulgação do Edital de Licitação” são de responsabilidade do órgão ou entidade contratante da obra. Desta forma, a licitação propriamente dita tem início com abertura do processo administrativo dentro deste órgão, quando já estão definidos o objeto e os recursos disponíveis para realização do projeto e da obra. A primeira etapa abrange a elaboração dos principais documentos que orientarão os procedimentos administrativos para a contratação dos serviços de execução. Na Fase Preparatória também é definida a modalidade da licitação, conforme a Lei nº 14.133, podendo variar entre concorrência, leilão, pregão eletrônico, concurso ou diálogo competitivo - estas modalidades sofreram alterações em relação à lei de 1993, e estão vigentes desde abril de 2023<sup>2</sup>.

A nova lei inverteu as fases de “Habilitação” e “Apresentação de Propostas” em relação a anterior - o órgão licitante passou a verificar a habilitação dos participantes após o julgamento das propostas recebidas, para depois serem abertos os prazos para apresentação de recursos. Após a homologação da licitação pelo órgão responsável, é celebrado um contrato administrativo para execução da obra com a empresa escolhida, observando-se todas as obrigações da contratada e particularidades previstas por lei. Durante a realização dos serviços é feita a fiscalização periódica pelo contratante, “com a finalidade de verificar o cumprimento das disposições contratuais, técnicas e administrativas em todos os seus aspectos” (BRASIL 2014).

As diretrizes e critérios previstos na legislação devem ser seguidos à regra em todas as fases, de forma a minimizar os riscos para a Administração Pública. A entrega da obra ocorre mediante as garantias do Código Civil de solidez e segurança, bem como obrigação do contratado de corrigir imperfeições ou vícios que porventura surjam após o início da sua ocupação.

A Lei nº 14.133 incorpora algumas inovações tecnológicas, e dentre elas destaca-se a adoção da metodologia BIM, como descrito a seguir:

Art. 19. Os órgãos da Administração com competências regulamentares relativas às atividades de administração de materiais, de obras e serviços e de licitações e contratos deverão:

[...]

§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a

<sup>2</sup> Também foram alterados os modos de disputa, os tipos de sanção, os critérios de julgamento e procedimentos para recursos administrativos.

Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modelling-BIM*) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.

Esta resolução está em consonância com as ações de incentivo e fomento ao uso do BIM pela administração pública federal, que gradualmente passa a estruturar projetos e serviços de arquitetura e engenharia a partir dos modelos digitais, conforme previsto pelo Decreto nº 10.306 de 2020.

Costa (2022) destaca a especial atenção dedicada à fase de planejamento das contratações públicas pela nova Lei de Licitações, cuja Fase Preparatória foca na importância dos estudos técnicos e análise de alternativas, considerando também a apresentação de soluções mais assertivas e precisas de acordo com a realidade do projeto (Costa, 2022). Neste sentido, o autor ressalta a relevância de uma política pública de implantação do BIM no Brasil:

Não há dúvidas quanto à necessidade de o país implantar o BIM como uma política pública que envolva as três esferas da administração, estabelecendo normas, padrões, referências, assim como a promoção e o incentivo para fomentar o uso da plataforma, não como uma nova filosofia, mas como uma realidade na busca da eficiência que a Administração Pública tanto necessita, principalmente numa área em que volume de recursos representa parcela significativa dos investimentos.

### **2.3.2. Elaboração de projetos de arquitetura e engenharia**

A qualidade dos projetos de arquitetura e complementares (estrutural, hidrossanitário, instalações elétricas, etc.) impacta diretamente no êxito da execução de uma obra pública. A elaboração de desenhos e documentação deve ser realizada por profissionais habilitados, com a presença de responsáveis técnicos em todas as etapas. O projeto arquitetônico - ponto de partida para as demais disciplinas - deve ser concebido a partir dos princípios de eficiência, atentando-se ao programa de necessidades e às questões técnicas: condições geográficas e topográficas, parâmetros legais, desempenho de materiais, conforto ambiental, acessibilidade, funcionalidade dos sistemas, segurança, quesitos de manutenção e conservação, impacto ambiental, dentre outros.

De acordo com Muniz (2019), é frequente a contratação de projetos de arquitetura sem definição dos complementares, resultando em falhas no canteiro de obras, dilatação do

prazo e aumento de custos globais. A falta de informações diminui a produtividade e compromete a qualidade do ambiente construído. A documentação completa viabiliza a elaboração de planejamento orçamentário preciso e de um cronograma exequível para a construção.

### 3. BIM E FACILITIES MANAGEMENT EM OBRAS PÚBLICAS

O planejamento de ações de manutenção e gerenciamento de *facilities* como um todo pode e deve ser apoiado por sistemas digitais como *softwares* ou aplicativos, tanto para monitorar a realização das inspeções prediais e práticas de manutenção preventiva, como para apropriação de custos e pagamentos de serviços por medição, resultando em uma gestão mais eficaz e transparente. Atualmente, alguns softwares de FM já fazem interface com modelos BIM, possibilitando a “acumulação, visualização e atualização de informações sobre a operação e manutenção de um edifício, que devem ser completas, organizadas e precisas” (DOMINGOS, 2020, p. 20). A autora destaca como grande desafio a integração das informações obtidas na etapa de projeto com os sistemas já estabelecidos de gestão.

Não sendo tais sistemas concebidos dentro da metodologia BIM, esta integração requer uma adaptação do modelo digital para que seja utilizado na fase de uso e operação. Isso se justifica também pelo fato de que nem toda a informação imputada aos elementos na fase de projeto e execução é útil às atividades compreendidas pela gestão de *facilities* (DOMINGOS, 2020), como é possível averiguar na Figura 5.



Fonte: Brandi et al., 2016.

A linha de evolução demonstra as diferenças entre o modelo BIM desenvolvido ao longo das fases de projeto e construção, o modelo *as built*, e o modelo “final”, a ser utilizado para uso e operação, dentro da seguinte lógica esclarecida por Brandi et al. (2016):

- 1) Fase de projeto: o modelo é desenvolvido pela equipe de projeto de acordo o conceito inicial e premissas pré-definidas, gerando desenhos e documentação que subsidiarão a construção. Materiais e equipamentos são especificados, porém o

empreiteiro tem a liberdade de optar por modelos mais competitivos ou que atendam melhor às demandas apresentadas na obra.

- 2) Fase de construção: o modelo contém informações detalhadas acerca da construção (tais como quantitativos), a fim de reduzir desvios, aumentar a segurança e assertividade, eliminar incompatibilidades e simular possíveis situações.
- 3) Pós-obra - *as built*: contém informações de construção e fabricação de elementos com geometria detalhada e todas as disciplinas inseridas, facilitando a entrega para proprietários.
- 4) Fase de uso e operação: o modelo é derivado do *as built*, sendo removidos detalhes, desenhos e planilhas que não fazem parte do escopo da FM; cômodos, espaços e equipamentos recebem identificadores exclusivos, e então o modelo é ligado à sistemas de gestão.

O modelo BIM funcionará assim como a representação fiel dos aspectos físicos do edifício, incluindo sistema estrutural, vedações, esquadrias, acabamentos, sistema de iluminação, fornecimento de energia, sistema hidrossanitário, sistema de proteção contra incêndio e sistemas de climatização. O modelo em si não irá armazenar ou tratar os dados relativos ao gerenciamento de instalações (BRANDI et al, 2016), funcionando somente como interface de um sistema FM. Os autores enumeram ainda alguns aspectos nos quais o sistema de gestão, e não o modelo, será a fonte do gestor:

- informações imobiliárias, incluindo registros de propriedade e informações de locação;
- números de identificação dos usuários e espaços de trabalho;
- códigos de departamentos e centros de custos;
- informações sobre garantias de equipamento, data de execução de serviços, custos de substituição, cronogramas de depreciação, contatos de serviços e contratos;
- manutenção preventiva de equipamentos: cronogramas e resultados de inspeção, ordens de serviço
- cronogramas e custos de gerenciamento de projetos;
- informações de gerenciamento do ciclo de vida, incluindo serviço vida útil por sistema, custos de substituição, manutenção anual, custos e previsões de orçamento.
- informações sobre sustentabilidade, incluindo certificações e iniciativas de recursos.

Domingos (2020) destaca três métodos de compartilhamento do modelo com sistemas FM:

- integração direta através de arquivos nativos, sem perda de informações, com boa visibilidade do modelo e possibilidade de atualização constante;
- através do formato IFC (*Industry Foundation Classes*), cuja exportação é possível tanto no Revit™ quanto no ArchiCAD™, mas que ocasiona a perda de alguns dados;
- através de uma estrutura de dados criada especificamente para esta interface, denominada COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*), a ser explorada no item 3.3. deste trabalho.

Independentemente do tipo de compartilhamento, a integração entre o modelo e os sistemas de gestão apresenta como grande vantagem o armazenamento de grandes quantidades de informação, e sobretudo o acesso a dados específicos que, em processos tradicionais de gestão, estariam arquivados manualmente e seriam de difícil rastreamento. Não obstante os benefícios evidentes e o interesse do mercado neste tipo de solução para a gestão de edificações, ainda existem limitações para que esta prática se torne realidade. Algumas são decorrentes da complexidade dos procedimentos, outras do fato de que o preenchimento de informações ainda são processos manuais. Existem ainda dificuldades relativas aos tipos de arquivo exportados para os sistemas FM, cujos padrões são genéricos, fazendo com que muitos profissionais do ramo permaneçam relutantes (DOMINGOS, 2020). Destaca-se ainda os altos custos relativos à aquisição de *softwares*, uma realidade que deve ser levada em consideração no Brasil.

### 3.1. Softwares e ferramentas BIM

Atualmente existem disponíveis no mercado uma diversidade de *softwares* que utilizam a tecnologia BIM, disponíveis para projetos de arquitetura e engenharias. Para este trabalho, serão analisados para aplicação da dimensão 7D o Revit™, da Autodesk, e o ArchiCAD™, da Graphisoft. Ambos são certificados pela *buildingSMART*<sup>3</sup>, órgão internacional que fomenta o uso da metodologia BIM, através do gerenciamento e desenvolvimento de formatos de arquivo abertos para troca e manutenção de dados – os padrões *openBIM*. Esta instituição certifica os *softwares* com base na sua interoperabilidade, ou seja, seu potencial de comunicação e colaboração com outros programas e aplicativos. Este intercâmbio é possível com a utilização de formatos abertos como o IFC (*Industry Foundation Classes*) ou o BCF (*Bim Collaboration Format*), que podem ser “lidos” por diversas plataformas.

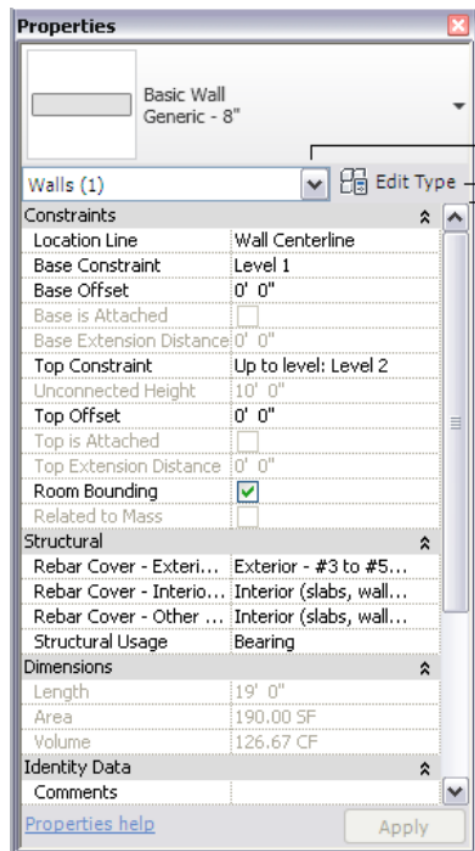
<sup>3</sup> A *buildingSMART* surgiu em 1994 nos Estados Unidos, a partir da união de empresas do setor da construção, inicialmente como *Industry Alliance for Interoperability*, tornando-se pública dois anos depois como *International Alliance for Interoperability (IAI)*. Com o intuito de simplificar o nome para compreensão do público em geral, tornou-se *buildingSMART* em 2005.

Um dos aspectos que caracteriza os padrões *openBIM* é o armazenamento das informações ao longo do tempo, ou seja, a possibilidade de manter os dados do modelo virtual independentemente do *software* utilizado. Este conceito é essencial quando se trata da implementação da metodologia BIM no uso e operação das edificações, quando se considera um tempo de vida útil de décadas.

Na prática, a adoção do BIM neste processo se inicia a partir da definição das informações a serem imputadas nos elementos construtivos, que se relacionam com a atividade de gestão e manutenção. Deverá ser definido também o nível de detalhe das informações disponibilizadas no modelo para o futuro planejamento da manutenção, tratando-se de soluções individuais para cada tipo de obra, uma vez que cada organização e cada uso possui suas demandas e objetivos específicos. A definição das variáveis presentes no modelo é fundamental para o controle dos dados pelo gestor do imóvel. Os ambientes deverão ser identificados e classificados conforme os parâmetros de operação - pavimento, tamanho, departamento, código específico, uso, taxa de ocupação, etc., para que seja possível localizar no modelo os componentes construtivos. Estes deverão constar tais como foram executados ou instalados. Além disso, alvenarias, janelas, portas, luminárias, revestimentos, louças, metais, tubulações, etc. devem conter todas as informações técnicas acerca da durabilidade e dos requisitos de manutenção escolhidos, bem como os dados relativos à instalação em obra, e as referências dos fabricantes e/ou fornecedores.

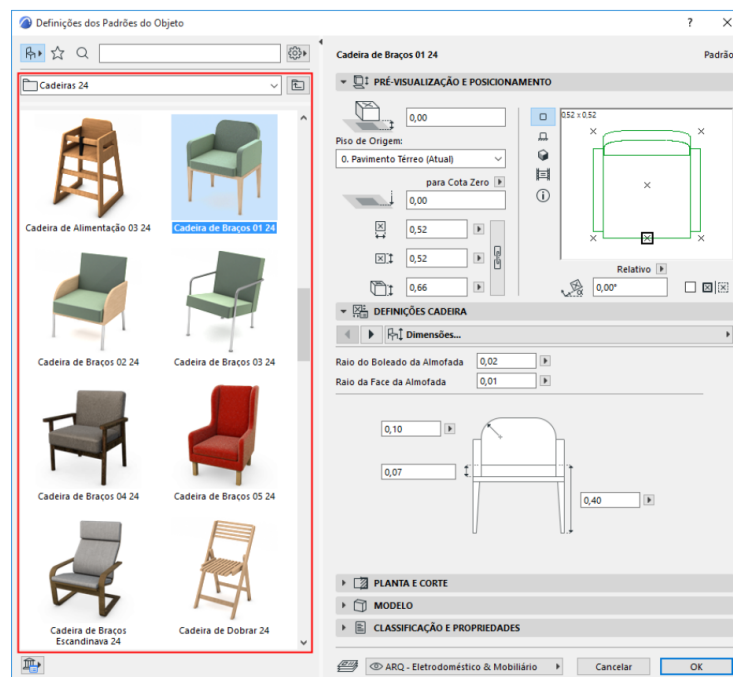
No software Revit™, os componentes do modelo digital recebem o nome de “famílias”, enquanto no ArchiCAD™ são chamados de “elementos”. As “propriedades”, ou “definições do elemento” podem ser extraídos do modelo a qualquer momento, e, integrados aos sistemas constituintes da construção, conformam um banco de dados extenso e bastante útil aos gestores de ativos. Além disso, é possível agregar aos componentes parâmetros relativos à periodicidade das atividades de manutenção, dados que podem ser filtrados e formatados em tabela, facilitando a criação de um plano de manutenção predial preventiva. As Figuras 6 e 7 demonstram como se apresentam os dados inseridos nas famílias e elementos.

Figura 6 - Janela de propriedades do Revit™



Fonte: Autodesk.

Figura 7 - Janela de definições do elemento do ArchiCAD™



Fonte: Graphisoft.

Uma janela, por exemplo, poderá ter inseridos os dados do ambiente em que se encontra (identificação, pavimento, etc.), data de compra, data de instalação, fabricante/fornecedor, custo de aquisição, periodicidade de limpeza, periodicidade de inspeção/manutenção, custo médio para limpeza, custo médio para manutenção, condição de conservação, etc. É possível inserir também *links* para *sites* de fabricantes ou manuais de manutenção. O mesmo poderá ser feito para materiais, mobiliários, elementos como guarda corpos e equipamentos como elevadores. Estas informações podem ser agrupadas em tabelas e classificadas conforme o parâmetro desejado, como por exemplo a periodicidade de manutenção, podendo subsidiar a criação de um cronograma de inspeções.

No Revit™, a inserção de dados nos elementos do modelo e até a geração de geometrias pode ser auxiliada pelo Dynamo™, um *software* de programação visual de código aberto. Através dele, é possível estabelecer relações e definir uma sequência lógica para automatizar tarefas repetitivas. Para o ArchiCAD™, é possível utilizar um *software* semelhante chamado Grasshopper™, que também possui a capacidade de gerenciar e organizar informações através de algoritmos criados pelo usuário.

Projetos arquitetônicos e de engenharia em BIM podem apoiar o planejamento das inspeções prediais e manutenções preventivas e preditivas através da geração de tabelas, complementada pela visualização gráfica no modelo digital, a exemplo de *softwares* de visualização e checagem de conflitos como o Solibri Anywhere™ (Solibri), ou o NavisWorks™ (Autodesk). Estes *softwares* exemplificam a interface entre o modelo digital e os dados disponíveis dos elementos construtivos.

### **3.2. Softwares CMMS e CAFM**

Em geral, gestores de ativos utilizam programas dos sistemas designados *Computer-Aided Facility Management* (CAFM) e *Computerized Maintenance Management System* (CMMS). Os programas CMMS e CAFM auxiliam na organização, execução e monitoramento de atividades relacionadas à gestão de ativos, serviços de manutenção preventiva, corretiva e algumas atividades administrativas. Toda a documentação relativa ao uso e operação da edificação - manual de uso, notas fiscais, certificados de garantia, folhas de dados e especificações técnicas, ordens de serviço, etc. - são armazenadas e administradas.

Carvalho (2016) ressalta que um sistema CMMS deverá ainda ser capaz de permitir o acesso aos registros e descrição de como as falhas foram detectadas, identificação de eventuais causas e recursos utilizados para combater as falhas e arquivamento de informações relevantes para ocorrências futuras.

Para Barata (2004), são seis funções essenciais deste tipo de *software*:

- 1) Permitir a gestão simples de ordens de trabalho;
- 2) Definir ações de planejamento;
- 3) Interagir as ações de manutenção no tempo (calendário/agenda);
- 4) Orçar ações e determinar previamente custos (diretos e indiretos);
- 5) Gerir estoque;
- 6) Permitir criar indicadores chave de desempenho.

Diferentemente da atividade projetual, não existem atualmente *softwares* que possam ser considerados líderes de mercado ou mais utilizados na prática de gestão de ativos. Isso se justifica pela diversidade de usos das edificações, cada tipo contendo suas particularidades e propriedades de funcionamento. Desta forma, cada gestor deverá adotar o sistema que melhor se adequar às funções desempenhadas no seu cotidiano.

Como princípio de funcionamento, os sistemas CAFM e CMSS têm o armazenamento e tratamento de dados diversos relativos à gestão da edificação. A interpretação e direcionamento destas informações são essenciais para a eficiência do processo de gestão, que poderá ser potencializado com a utilização da metodologia BIM. Uma das ferramentas que vêm sendo disseminadas com esta finalidade é o COBie, que, como elucidado a seguir, auxilia na integração entre as plataformas de projeto BIM e os sistemas CMMS.

### **3.3. COBie**

De acordo com Rocha (2020), o COBie (*Construction Operations Building information exchange*) é uma ferramenta que agrega as informações geradas ao longo das etapas de projeto e execução da construção, para posterior utilização no uso e operação da edificação. Trata-se de um recurso digital que permite a coleta de dados automatizada e sistemática a partir do modelo BIM, para posterior inserção nos softwares de gestão. O COBie reduz consideravelmente a demanda pelo trabalho manual de transferência de informações, diminuindo o risco de erros e o tempo gasto neste trabalho.

Similar ao formato IFC, é um padrão internacional que garante a interoperabilidade necessária à gestão do ativo ao longo do seu ciclo de vida, se referindo somente às informações úteis à fase pós-obra. Desta forma, pode ser utilizado pelos softwares CMMS, e/ou gerar planilhas em *Excel* para consulta. De forma semelhante ao exemplificado para o item “janela” na descrição dos *softwares* BIM, o COBie seleciona informações de aquisição

e instalação, fabricante/fornecedor, custos, periodicidade de limpeza e de manutenção, etc., funcionando como uma ponte do modelo BIM para os sistemas CMMS.

Segundo Rocha (2020, apud MASANIA, 2015), são objetivos do COBie:

- providenciar um formato simples de troca de informações em tempo real;
- atuar como uma fonte genérica de informação aceitável por todos os grandes e pequenos empreiteiros, fornecedores, proprietários, etc.;
- fornecer uma estrutura de armazenagem de informações para posteriores trocas e recuperações, e possivelmente se tornar um padrão a ser seguido nos documentos contratuais;
- proporcionar economia de tempo dos gerentes de facilidades sem adicionar nenhum custo adicional;
- servir como fonte de dados para os sistemas de gerenciamento de facilidades ou afins.

No Brasil, este recurso ainda é pouco difundido, observando-se reduzida exploração do tema em artigos, e escassa aplicação no setor de projetos arquitetônicos e de engenharia. Este cenário deve ser alterado nos anos por vir, com a implantação progressiva do BIM no mercado AEC e a crescente importância dada à gestão de ativos pelos empreendedores.

### **3.4. Exemplos do uso do BIM em projetos de obras públicas**

A metodologia BIM ainda encontra-se em disseminação no Brasil, por esta razão existem poucos exemplos do seu uso em obras públicas finalizadas. Como já abordado anteriormente, o Decreto nº 10.306 de 2020 deve promover mudanças neste cenário, destacando, no âmbito deste trabalho, a terceira fase de implementação da legislação a partir de 2028, que se refere diretamente ao uso compulsório do BIM no gerenciamento e manutenção das edificações. Diante disso, nota-se cada vez mais o surgimento de trabalhos acadêmicos e discussões no mercado acerca do tema, até mesmo empresas que já oferecem o serviço do uso do BIM para a gestão de edificações privadas.

Em relação às construções de uso público, este trabalho não situou nenhum tipo de experiência em andamento no país que possibilitasse verificar os reais resultados da integração entre BIM e gerenciamento de *facilities* em obras finalizadas. A seguir, estão descritas algumas edificações públicas existentes que foram objeto de pesquisas acadêmicas no campo da manutenção predial com utilização da metodologia BIM, ainda que sem aplicação prática.

- Unidade Ambulatorial da Unidade Saúde-Escola (USE) da UFSCar, São Carlos, SP

Em artigo para o *Brazilian Journal of Development*, Bueno et al. (2019) descreve as potencialidades das ferramentas BIM aplicadas à manutenção predial, com foco em edificações públicas, utilizando como estudo de caso a Unidade Ambulatorial da USE - Unidade Saúde-Escola do campus da UFSCar em São Carlos, SP - ilustrada na Figura 8.

Figura 8 - Modelo 3D da Unidade Ambulatorial USE, na UFSCar



Fonte: Bueno et al., 2019.

Trata-se de uma edificação cujo projeto original foi elaborado em CAD, e a modelagem do *as built* feita pelas autoras em plataforma BIM. O trabalho foi realizado tendo em vista a integração com o sistema informatizado em desenvolvimento pela Prefeitura Universitária, a fim de agilizar os procedimentos de manutenção dos edifícios da instituição.

Foram criados parâmetros para os componentes do modelo relativos ao tempo de vida útil e manutenções já realizadas, como forma de registro do histórico e planejamento de futuras vistorias. O artigo relata também as dificuldades averiguadas junto aos gestores de ativos da Universidade, bem como possibilidades da produção de Planos de Manutenção, como forma de tornar o processo mais eficiente e econômico.

- Laboratório Integrado de Tecnologia em Petróleo e Energia, Recife, PE

O instituto de pesquisa localiza-se no campus da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em Recife, e foi inaugurado em 2019. Para sua dissertação de mestrado, ROCHA (2020) modelou o projeto *as built* em plataforma BIM, representado na Figura 9, com o intuito de extrair dados com o uso do COBie para aplicação futura no Gerenciamento de *Facilities* da edificação. Destaca-se que este projeto não foi originalmente elaborado através de *software* que utiliza a metodologia BIM, o que gerou algumas limitações nas informações não geométricas disponíveis para desenvolvimento do *as built*.

Figura 9 - Modelo 3D do Laboratório LITPEG, na UFPE



Fonte: Rocha, 2020.

Embora este trabalho não apresente resultados acerca da aplicação do BIM na prática de operação e manutenção de uma edificação pública, ele relata o processo de modelagem, inserção de informações e a extração dos dados de saída através da ferramenta COBie (ROCHA, 2020), ilustrando inclusive as deficiências detectadas e as potencialidades da integração entre o BIM e a gestão de facilities.

Como conclusão, o autor ressalta a importância de serem inseridas as informações dos elementos construtivos ao longo das etapas da obra (ROCHA, 2020), tendo em vista o trabalho dos gestores de ativos.

- Centro de Referência para Assistência Social (CRAS), Biguaçu, SC

O projeto padrão do CRAS foi desenvolvido na plataforma BIM, tendo sido analisado por RISSON (2018) sob a ótica da Gestão da Manutenção. O trabalho visa elaborar um Plano de Manutenção Preventiva, com base na análise dos sistemas que compõem a edificação e que poderiam ser trabalhados no modelo. Foram levantadas as variáveis existentes no modelo que impactam nas decisões da equipe de manutenção, que posteriormente deram origem à planilhas constando as informações pertinentes. Desta forma, o trabalho foca na definição de rotinas de manutenção preventiva, com a sugestão dos tipos de informação que devem ser inseridas para cada elemento construtivo. A Figura 10 apresenta a edificação finalizada.

Figura 10 - Fachada principal do CRAS em Biguaçu, SC



Fonte: Portal da Ilha Digital, 2023.

#### 4. O PAPEL DOS PROFISSIONAIS DO MERCADO AEC

Arquitetos, engenheiros, projetistas em geral, construtores, incorporadores e *stakeholders*, todos sustentam um papel na adoção e desenvolvimento do BIM como tecnologia de projeto, construção e gestão. Para Eastman et al. (2014), são duas as principais influências para a implementação da metodologia, sendo a primeira a demanda dos clientes por maior qualidade nos serviços, e a segunda o aumento de produtividade na elaboração de desenhos e documentos. Em projeções futuras, os autores afirmam que, até o ano de 2017, a maior parte dos escritórios, incluindo os pequenos e médios, já teriam adotado a plataforma BIM nos processos de projeto (EASTMAN, 2014).

Em 2020, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Federação Interamericana da Indústria da Construção (FIIC) realizaram uma pesquisa<sup>4</sup> a respeito do nível de maturidade do BIM em 18 países da América Latina, chegando a uma proporção de 79% das empresas entrevistadas já trabalhando em plataformas BIM<sup>5</sup>. Esta pesquisa corrobora com a visão de Eastman et al. (p. 288-289), que descreve ainda diversas modificações nas funções a serem desempenhadas por profissionais de projeto:

Escritórios de arquitetura e de engenharia enfrentarão um ambiente de trabalho com papéis e atividades em modificação. Será exigido dos arquitetos em início de carreira que demonstrem proficiência em BIM como condição para contratação, do mesmo modo que a proficiência em CAD tem sido requisito desde os anos 1990. Algumas reduções de tamanho ocorrerão nas equipes dedicadas às atividades de produção de documentos. Novos papéis emergirão com títulos como Modelador de Edifícios ou Gerente de Modelo, exigindo conhecimentos técnicos e de projeto. O gerente de modelo trabalhará com a equipe de projeto para atualizar o modelo do edifício, garantir a origem da informação, orientação, consistência de formatos e nomes e para coordenar a troca de componentes do modelo entre os grupos de projeto internos e projetistas e engenheiros externos.

O processo de projeto em BIM tornou o trabalho dos profissionais envolvidos mais complexo, e a aplicação desta metodologia nas etapas de obra e pós-obra vem demandar ainda mais habilidades e integração de equipes, além da interoperabilidade de *softwares*,

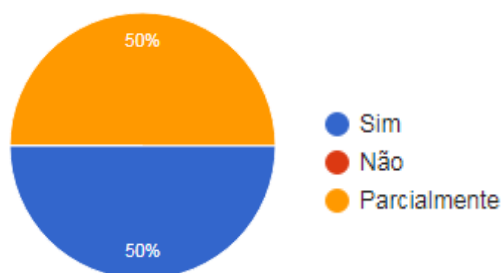
<sup>4</sup> Visão BIM 20/20 LATAM - O Impacto do BIM na América Latina, cujos resultados podem ser conferidos no link <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZGYxMDA5MGYtMjE3Yi00MTM4LWE2ZjAtZmI0NTBINTI2OTIzIiwidCI6ImZhNzk1MzFjLThjZTU0NGJkMy05N2VILTl0NWU2ZWUyNjZiOCJ9>

<sup>5</sup> No Brasil, o levantamento foi coordenado pela CBIC e pelo SENAI

mais investimentos em equipamentos, programas e capacitação, e um trabalho de planejamento ampliado. Antes focados na etapa de projeto, e com pouca participação na tomada de decisões das fases de construção, os profissionais AEC têm agora acesso a uma ferramenta de grande impacto na ocupação da edificação e sua vida útil.

Com o intuito de compreender o cenário atual do mercado de trabalho, através da visão de profissionais de projeto, foram realizadas oito entrevistas informais abordando o tema da aplicação da metodologia na operação e manutenção de edificações, com foco em obras públicas – as questões contempladas nas entrevistas estão apresentadas no Apêndice A. O público entrevistado é formado em sua maioria por profissionais com mais de 5 anos de experiência com a plataforma BIM. Cerca de metade alegou não ser familiarizada com o conceito de dimensões do BIM (3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, etc.), como indicado no gráfico da Figura 11.

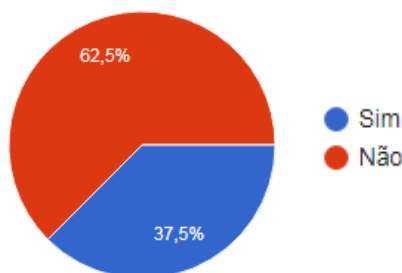
Figura 11 - Gráfico de resposta à pergunta “Você está familiarizado com o conceito das dimensões do BIM?”



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Mais da metade não tem conhecimento da dimensão 7D, ligada à manutenção, operação e gestão de *facilities*, conforme Figura 12.

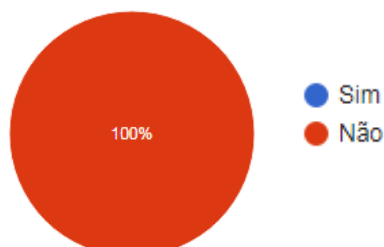
Figura 12 - Gráfico de resposta à pergunta “Você tem conhecimento da dimensão 7D do BIM - Manutenção, Operação e Gestão de *Facilities*?”



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A totalidade deles afirmou nunca ter trabalhado com projetos que consideram o ciclo de vida da obra/edificação, seja ela privada ou pública, como indicado no gráfico da Figura 13.

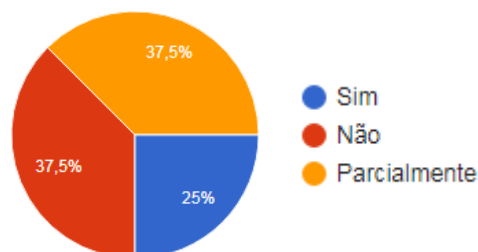
Figura 13 - Gráfico de resposta à pergunta “Você trabalha, ou já trabalhou com projetos que consideram o ciclo de vida da obra/edificação?”



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A respeito dos conceitos de manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção corretiva, o público da pesquisa se dividiu igualmente entre os que têm conhecimento e os que não têm, e uma minoria disse conhecer parcialmente o significado dos termos, como demonstrado no gráfico da Figura 14.

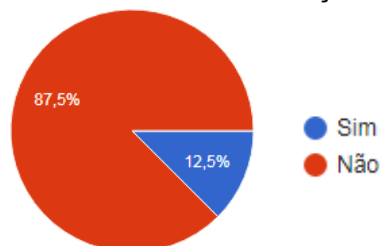
Figura 14 - Gráfico de resposta à pergunta “Você tem conhecimento dos conceitos de manutenção preventiva, manutenção preditiva e/ou manutenção corretiva?”



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Quase 90% nunca teve contato com um Plano de Manutenção, como indicado na Figura 15.

Figura 15 - Gráfico de resposta à pergunta “Você sabe o que é, ou já teve contato com um Plano de Manutenção?”



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

Apesar de ser uma amostra pequena e localizada de profissionais do ramo, as respostas ilustram o contexto em que se encontra o mercado AEC: a implementação do BIM é crescente e avança significativamente no nível de maturidade, porém ainda são escassas as ações que contemplem algum tipo de planejamento do ciclo de vida das edificações. A pesquisa contemplou perguntas abertas acerca da responsabilidade dos envolvidos nesse quesito, e as respostas mostraram a consciência a respeito do potencial do BIM, e por conseguinte, da função dos projetistas neste cenário. Foram citados o foco dos construtores e incorporadores na maximização dos lucros, em detrimento de um planejamento sustentável, e o papel dos fornecedores, ainda incapazes de disponibilizar todas as informações necessárias para apoiar o trabalho de especificação de materiais e serviços. Estes atores possuem participação importante no processo de planejamento de uma obra, com impacto direto no trabalho dos projetistas.

Os entrevistados demonstraram ainda uma visão positiva no que concerne à aplicação prática do BIM nas fases de manutenção e operação de uma edificação, manifestando sugestões sobre a criação de um banco de dados para planejamento de vistorias, arquivamento de informações e registros históricos, com benefícios para gestores e usuários.

Apesar da crença no potencial do BIM, a limitação do trabalho dos profissionais de AEC às etapas de projeto e planejamento de obra se dá por fatores culturais e econômicos. A manutenção de edifícios é considerada uma atividade secundária e improdutiva, consequência da construção de um edifício, e não uma atividade primordial em si (TAVARES, 2009 apud CARVALHO, 2016). No entanto, as atividades de manutenção têm sido cada vez mais vistas como importantes na gestão de ativos, devido ao custo elevado considerando-se a vida útil de um imóvel. Desta forma, faz-se necessário que o planejamento da manutenção preventiva seja prática corrente na etapa de projeto, sendo a manutenção corretiva realizada apenas quando necessário (TAVARES, 2009 apud COSTELLA, 2022). Esta transformação requer uma mudança de mentalidade em toda a cadeia produtiva da construção, além de exigir novas práticas por parte dos gestores de ativos públicos. O trabalho conjunto de órgãos públicos, instituições privadas, sindicatos, associações e comunidade acadêmica é essencial para impulsionar o trabalho dos profissionais no cotidiano de escritórios e canteiros de obras.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia BIM possui os recursos necessários para a concepção de edificações e elaboração de projetos que caracterizam uma obra ou serviço com nível de precisão suficiente para apoiar a execução de construções com qualidade e eficiência. O BIM facilita a determinação da viabilidade técnica da obra, através da avaliação de custos, definição das técnicas construtivas e determinação de prazos. Todos estes fatores são fundamentais para que a administração pública seja capaz de executar obras dentro dos parâmetros legais, fazendo uso adequado dos investimentos públicos. Diante do histórico brasileiro de obras públicas mal planejadas e mal executadas, é possível afirmar que o BIM tem a capacidade de auxiliar os órgãos de controle e fiscalização no combate às irregularidades e falhas, tão comuns na fase de construção, e que resultam em edificações que não atendem o interesse público. O desperdício de recursos não se limita ao período de execução, uma vez que a falta de planejamento impacta diretamente no uso e operação de uma edificação, multiplicando o desperdício pelos anos de vida útil do empreendimento.

Este trabalho focou na importância das fases de projeto e planejamento das edificações para a sua gestão e manutenção, com o intuito de evidenciar as vantagens da aplicação da metodologia BIM para projetos públicos, e como o contexto de sua implementação no Brasil e no mundo tem o potencial de mudar este cenário. Assim como grande parte das novas tecnologias, existem obstáculos de diversas ordens ao seu desenvolvimento: questões regulatórias e de responsabilidade legal dos envolvidos, limitações técnicas tanto no que diz respeito aos *softwares* quanto ao treinamento de profissionais, resistências culturais, entraves financeiros, modelos de negócios ultrapassados, dentre outros.

Apesar dos obstáculos e da lentidão dos processos de mudança, os profissionais de projeto mostram-se empenhados no aprendizado de novas técnicas e assimilação de novas formas colaborativas de trabalhar. Entretanto, mostra-se necessário que os novos métodos cooperativos abarquem também as relações comerciais, uma vez que o acréscimo de habilidades e responsabilidades de arquitetos e engenheiros ainda não estão acompanhados de retornos financeiros, em comparação aos construtores e proprietários. À medida que avança a implementação do BIM, e há maior compreensão dos impactos cotidianos no trabalho projetual - como o maior gasto de tempo e investimentos em capacitação e ferramentas digitais - o mercado deverá alcançar um maior equilíbrio neste sentido, balanceando riscos e benefícios.

Em relação à aplicação prática da tecnologia no uso e operação das edificações, sejam elas públicas ou privadas, destaca-se a carência por ferramentas adequadas de integração entre os *softwares*. Este fator constitui uma barreira ao trabalho colaborativo entre planejadores, construtores e gestores, sendo a interoperabilidade fundamental para a efetivação da integração entre o BIM e o *Facilities Management* em grande escala.

O retardo no desenvolvimento de padrões e novas ferramentas que viabilizem esta realidade não reduzem a importância da participação do gestor de ativos no processo de planejamento de uma obra. Sendo o trabalho do gestor o mais longínquo no âmbito da vida útil do edifício, e sua atuação de grande impacto nas despesas globais de operação, é inerente a este profissional o conhecimento do funcionamento de todos os componentes e instalações. Em termos de modelamento em BIM, é benéfico inclusive que os gestores participem da definição dos requisitos e nível de detalhe das informações disponibilizadas no modelo para fins de planejamento da manutenção. Dito isso, cabe aos profissionais de projeto, construtores e proprietários (ou poder público) compreenderem a dimensão do impacto da participação de gestores na definição de premissas e tomada de decisões.

Em se tratando da gestão pública de ativos, cresce a importância em termos de demanda por transparência e eficiência, em especial diante da participação cada vez mais ativa da sociedade na vigilância e controle de gastos públicos. A metodologia BIM constitui-se de ferramentas com o potencial de auxiliar na redução de custos e melhoria de condições para os usuários futuros. Em vista dos desafios de ordem política e social enfrentados pelo país nos últimos anos, cabe ao setor da construção civil apoiar esta inovação e contribuir para as questões de interesse coletivo.

## REFERÊNCIAS

- ADDOR, M. CASTANHO, M. CAMBIAGHI, H. DELATORRE, J. NARDELLI, E. OLIVEIRA, A. ROUX, A. **Colocando o "i" no BIM**. arq.urb, [S. l.], n. 4, p. 104–115, 2010. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/207>. Acesso em: 24 maio. 2022.
- APARECIDA, G. **Avaliação do uso da tecnologia BIM como ferramenta de fiscalização de obras públicas na etapa de concepção e elaboração de projetos**. Dissertação (graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.
- ANTONIOLI, P. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2003.
- ARAÚJO NETO, F. **A Manutenção Predial nas Edificações Públicas, um Estudo sobre a Legislação**. Engineering and Science – Scientific Journal of FAET and ICET UFMT. Cuiabá, v. 1, ed. 3, p.85-93, junho, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037**. Manual de operação, uso e manutenção das edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**. Edificações Habitacionais – Desempenho: Parte 1 – Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-1**. Sistema de classificação da informação da construção – Parte 1 – Terminologia e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 41001**. *Facility management* – Sistemas de gestão – Requisitos com orientações para uso, e outras normas relacionadas. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**. Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**. Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BALZ, A., PEDROSO, E. SILVA, G. **Eficiência Das Dimensões Dos Processos Building Information Modeling No Ciclo De Vida Das Edificações**. Revista Ingenio - Vol. 3 N° 1, enero-junio 2021, pag. 9-18. Santa Rosa, 2021.

BARATA, J. **GMAC - Computerized maintenance management systems: uma abordagem integrada para PMEs industriais**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2004.

BONELLI, S. BRIZZOLARI, A. MIRARCHI, C. PINTI, S. **Integrated information management for the FM: Building Information Modelling and database integration for the Italian Public Administration**. 12th European Conference on Product & Process Modelling. Copenhage, 2018.

BRASIL. **Decreto 9.377 de 17 de maio de 2018**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling, Brasília, 2018. Disponível em: < <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html>> Acesso em 9 de janeiro de 2022.

BRASIL. **Decreto 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. 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 9 de janeiro de 2022.

BRASIL. **Decreto 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 BIMBR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abrilde-2020-251068946>> Acesso em 9 de janeiro de 2022.

BRASIL. **Lei 13.589 de 4 de janeiro de 2018**. Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13589.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13589.htm)> Acesso em 21 de maio de 2023.

CAMPOS, R. VARGAS, A. **Proposta de um plano de manutenção predial preventiva para um edifício residencial**. Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC -

como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2014.

CBIC. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. - Brasília, 2016.

CBIC. **Informativo Econômico 06/07/2021**. Disponível em: <https://cbic.org.br/aimportancia-da-construcao-civil-para-a-economia-nacional/>. Acesso em: 15 maio de 2023.

CBIC. **Agência CBIC – CBIC debate gestão compartilhada com entidade finlandesa**. Disponível em: <https://cbic.org.br/cbic-debate-gestao-compartilhada-com-entidade-finlandesa/>. Acesso em: 22 junho de 2023.

CARVALHO, C. **A metodologia BIM – Building Information Modeling na Gestão da Manutenção das infraestruturas do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica) - NOVA Information Management School. Lisboa, 2016.

COSTA, A. **A adoção do BIM na nova Lei de Licitações**. Webinar IBRAOP - Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. Disponível em: [www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2021/05/A-adocao-do-BIM-na-Nova-Lei-de-Licitacoes-Aristoteles-Sampaio-TCE-RR.pdf](http://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2021/05/A-adocao-do-BIM-na-Nova-Lei-de-Licitacoes-Aristoteles-Sampaio-TCE-RR.pdf). Acesso em: 08 de junho de 2023.

COSTELLA, L. **Metodologia para a Elaboração de um Manual de Operação e Manutenção com o Auxílio do BIM**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação) - Instituto Politécnico de Viseu. Viseu, 2022.

DOMINGOS, I. **O modelo 7D BIM utilizado na manutenção de edifícios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2020.

EASTMAN, C. FISCHER, D. LAFUE, G. LIVIDINI, J. STOKER, D. YESSIOS, C. **An outline for the description building system**. Research Report N.50. Institute of Physical Planning – Carnegie Mellon University. Pittsburg, 1974.

GARCIA, L. BUENO, C. SILVA, S. **Estudo do potencial de ferramentas bim aplicadas à manutenção predial em edifícios públicos**. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 5, n. 10, p. 17185-17196, outubro, 2019.

BRANDI, W. HAINES, B. SCHLEY, M. ROPER, K. **BIM for Facility Management: v 2.1**. Atlanta: Georgia Institute of Technology; Raleigh: FM:Systems, 2016. Disponível em:

<[https://it.ifma.org/wp-content/uploads/2019/04/BIM-FM-Consortium-BIM-Guide-v2\\_1.pdf](https://it.ifma.org/wp-content/uploads/2019/04/BIM-FM-Consortium-BIM-Guide-v2_1.pdf)>

Acesso em 21 de abril de 2023.

IBAPE. **Inspeção Predial: a Saúde dos Edifícios**. São Paulo, 2012.

JAWADEKAR, S. LAVY, S. **A case study of using BIM and COBie for facility management**. 1ed. LAP. Saarbrücken, 2013.

KALAY, Y. **Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design**. 1 ed. Boston, 2004.

LEITE, C. (2009). **Estrutura de um plano de manutenção de edifícios habitacionais**. Dissertação (Especialização em Construções) - Universidade do Porto. Porto, 2009.

MAGNANI, Victoria. **Entendendo o processo licitatório: as etapas do certame**. São Paulo: Schiefler Advocacia, 2022. Disponível em: <https://schiefler.adv.br/processo-licitatorio/>  
Acesso em: 08 junho de 2023

MANZIONE, L. MELHADO, S. NÓBREGA, C. **BIM e Inovação em Gestão de Projetos**. 1 ed. São Paulo: LTC, 2021.

MENEZES, G. **Breve Histórico de Implantação da Plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 21º sem. 2011, pag.152-171. Natal, 2011.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Estratégia BIMBR – Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM**. Brasília, 2018. Disponível em: < <https://www.gov.br/produtividadee-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategiaBIM-BR-2.pdf>> Acesso em: 5 de janeiro de 2022.

MIRANDA, G. **A utilização do BIM para o combate às irregularidades em obras públicas**. Dissertação (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2019.

MUNIZ, T. **Gestão do Projeto Básico em Obras Públicas: um estudo dos gargalos e recomendações gerenciais para melhoria da eficiência**. Dissertação (Graduação em Administração) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2019.

ROCHA, L. **Manutenção de edifício apoiada no modelo BIM: estudo de caso no LITPEG**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2020.

SACKS, R. EASTMAN, C. TEICHOLZ, P. GHANG, L. SANTOS, E. SCHEER, S. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. 3 ed. São Paulo: Bookman, 2021.

SANTOS, K. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM. enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção**. Dissertação (Pós graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**. 4a edição. Brasília, 2014. Disponível em: Acesso em 12 de junho de 2022.

## APÊNDICE A

### Entrevistas com os profissionais de projeto

Olá! Respondendo a este formulário você estará contribuindo para o meu trabalho de conclusão de curso de pós-graduação em "Gestão e Avaliação nas Construções". Minha pesquisa é focada no uso da metodologia BIM nas etapas pós-obra, mais especificamente na manutenção e gestão de *facilities* de edificações públicas.

O trabalho aborda o desenvolvimento desta tecnologia e sua implementação no Brasil, e examina o potencial das ferramentas disponibilizadas pelos softwares de projeto e de gerenciamento de ativos, como forma de tornar mais eficiente, transparente e econômica a construção e gestão de edificações públicas.

A intenção deste questionário é compreender o papel dos profissionais de projeto no desempenho do ambiente construído e no planejamento do ciclo de vida das edificações.

**1) Qual a sua profissão?**

- a. Arquiteto e Urbanista
- b. Engenheiro
- c. Outro

**2) Você trabalha com softwares que utilizam a plataforma BIM?**

- a. Sim
- b. Não
- c. Não sei

**3) Caso tenha respondido SIM na pergunta anterior, a quanto tempo você trabalha com projetos em plataforma BIM?**

- a. Menos de 2 anos
- b. Entre 2 e 5 anos
- c. Entre 5 e 10 anos
- d. Mais de 10 anos

**4) Você está familiarizado com o conceito das dimensões do BIM? (3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, etc.?)**

- a. Sim
- b. Não
- c. Parcialmente

**5) Você tem conhecimento da dimensão 7D do BIM - Manutenção, Operação e Gestão de Facilities?**

- a. Sim
- b. Não

**6) Você trabalha, ou já trabalhou com projetos que consideram o ciclo de vida da obra/edificação?**

- a. Sim
- b. Não

**7) Em caso positivo, descreva brevemente quais aspectos foram considerados neste(s) trabalho(s) (especificação de materiais, desempenho energético, montagem/demolição, etc.)**

**8) Você trabalha ou já trabalhou com projetos de obras públicas, e/ou participou de projetos de licitação?**

- a. Sim
- b. Não

**9) Você tem conhecimento dos conceitos de manutenção preventiva, manutenção preditiva e/ou manutenção corretiva?**

- a. Sim
- b. Não
- c. Parcialmente

**10) Você sabe o que é, ou já teve contato com um Plano de Manutenção?**

- a. Sim
- b. Não

**11) Você acredita que a plataforma BIM pode ser utilizada na fase de operação e manutenção de uma edificação? Em caso positivo, como?**

**12) O que pensa sobre a responsabilidade dos profissionais das áreas de arquitetura, engenharia e construção (AEC) no ciclo de vida das edificações?**