

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
ARQUITETURA E URBANISMO

**CAMILA FRAZÃO MAIA**

**ADOÇÃO DO BIM EM FACILITY MANAGEMENT EM EDIFICAÇÕES:**  
estudo de caso no Edifício Caiçara

São Luís

2024

**CAMILA FRAZÃO MAIA**

**ADOÇÃO DO BIM EM FACILITY MANAGEMENT EM EDIFICAÇÕES:**

estudo de caso no Edifício Caiçara

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo.

Coorientador: Prof. Dr. Igor Mendes Monteiro.

São Luís

2024

Maia, Camila Frazão.

Adoção do BIM em Facility Management em edificações: estudo de caso no Edifício Caiçara./ Camila Frazão Maia – São Luís, 2024.

95 f.: il.

Monografia (Graduação) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo.

1. Gestão e conservação de edifícios. 2. Arquitetura moderna. 3. Tecnologia BIM. 4. Facility Management. 5. Edifício Caiçara I. Título.

CDU: 721:004(812.1)

**Elaborada por Raimunda Aires - CRB 13/939**

**CAMILA FRAZÃO MAIA**

**ADOÇÃO DO BIM EM FACILITY MANAGEMENT EM EDIFICAÇÕES:**

estudo de caso no Edifício Caiçara

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada em 05 de abril de 2024.

---

Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo (Orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

---

Prof. Dr. Igor Mendes Monteiro (Coorientador)  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

---

Prof. Me. Luís Eduardo Paim Longhi  
Centro Universitário UNDB

Dedico este trabalho a todos que acreditaram em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me dar forças, discernimento e resiliência para persistir nesse sonho.

À minha mãe e melhor amiga, Ane Frazão, por ser minha maior fonte de inspiração, determinação e força. Sem seu amor, incentivo e apoio incondicional, nada disso seria possível. Ao meu pai, Sérgio Maia, que me ensinou o valor da disciplina, do esforço e da dedicação, e que sempre me apoiou e me motivou a buscar sempre o melhor. Aos dois, agradeço por toda a educação, ensinamentos e valores que me deram, pelo carinho, afeto e dedicação em toda minha vida. Devo meu passado, presente e futuro a vocês. Muito obrigada, amo vocês!

Ao meu irmão, Rodrigo Frazão Maia, por ser um dos pilares mais importantes da minha vida. Obrigada por nunca ter deixado de acreditar em mim e por todas as palavras de apoio e incentivo. Obrigada por ser e ter sido a minha fortaleza, principalmente nos momentos difíceis em que tentei desistir.

Ao meu irmão Samuel Candeiras Maia, por todas as palavras de sabedoria, ensinamentos da vida e por ser um exemplo de dedicação.

À minha família, que sempre torceu e orou pelo meu sucesso. Agradeço, em especial, à minha tia Luiza Marques, pela criação regada de ensinamentos e valores que não são encontrados em nenhum livro.

À Sandra Myrelle Penha Maia (in memoriam), minha querida madrastra e amiga, que nos deixou há pouco tempo, mas sempre acreditou em mim e no meu potencial.

A Felipe Coelho (in memoriam), meu eterno amigo, que sempre me guiou e tenho a certeza de que ainda me guia onde quer que esteja. Te recordo, te dedico e te carrego para sempre no meu coração.

À Gabriela Martins, Gabrielle Coelho, Gustavo Almeida, Mariana Melo, Patrick Sousa, Thayane Reis e Verônica Galvão, meus amigos da vida, que estiveram comigo na felicidade e na dificuldade, sempre ao meu lado.

Aos meus amigos da universidade, que me deram suporte em momentos cruciais durante essa jornada, em especial à Isis, que compartilhou comigo momentos de vitórias e desesperos e se mostrou ser uma verdadeira amiga para toda a vida, e à Leticia Martins, Debora Valentim, Michael Mota, Julia Furtado e Mariana de Aquino, amigos que contribuíram em forma de amparo e companheirismo.

Aqueles que compartilharam comigo as experiências profissionais, notadamente a equipe da Superintendência de Patrimônio Cultural do Maranhão – Kássia Oliveira, Giulianne Brito e Eduardo Longhi - merecem meu profundo agradecimento. Obrigada por proporcionarem a oportunidade de vivenciar, aprender e compartilhar sobre o patrimônio cultural, demonstrando confiança em meu trabalho. Além disso, sou grato aos amigos que fiz durante esse período, em especial Alex Kaled, Élcio Sousa, Henrique Rêgo, João Abreu, Marcela Andrade e Yasmim Torres

A Isabella Aguiar, amiga que me acompanha nessa etapa final e me motiva, acreditando em mim e no meu potencial.

A cada professor e integrante do corpo docente da FAU, em que tive a honra de cruzar durante essa jornada acadêmica. Todos foram excepcionais para minha formação profissional e pessoal, me desafiando a buscar o melhor em mim e por compartilharem não apenas seu conhecimento, mas também suas experiências de vida.

Ao meu orientador, o professor Érico Peixoto, pelo constante apoio, interesse, empenho e dedicação. Obrigada por todo conhecimento compartilhado, pela atenção e paciência essencial para a conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador, professor Igor Monteiro, pelas conversas enriquecedoras e pela orientação.

Ao sr. Dilson Tavares e Augusto Barros, síndico e administrador do edifício Caiçara, por terem sido solícitos e prestativos comigo para obtenção de informações referentes ao edifício.

À Florencia Castro, CEO da YouBIM, pela atenção, suporte e disponibilidade.

A todos que contribuíram com essa conquista, direta ou indiretamente, a minha gratidão eterna.

*“Você não deve ceder ao desespero. Se você se permitir ir por essa estrada, vai se render aos seus instintos mais baixos. Em épocas sombrias, temos que nos dar esperança. Esse é o sentido da força interior.”*

Avatar: A Lenda de Aang

## RESUMO

Observa-se hoje uma crescente preocupação com a preservação do passado histórico, incluindo monumentos e edifícios antigos. Nesse contexto, este projeto propõe a adoção de uma abordagem tecnológica alternativa para a gestão das edificações modernas localizadas no centro histórico de São Luís. Para garantir que um edifício atinja o desempenho especificado conforme definido nos projetos e que o custo da fase operacional seja minimizado, é fundamental um planejamento cuidadoso do processo de Gestão da Manutenção. Além disso, é essencial empregar ferramentas e métodos que ajudem a cumprir os requisitos necessários para assegurar a vida útil da edificação. Nesse contexto, a adoção de práticas eficazes de Gestão da Manutenção se torna crucial para otimizar a operação do edifício, mitigar custos desnecessários e prolongar sua durabilidade. A implementação de programas de manutenção preventiva e preditiva, o uso de tecnologias avançadas de monitoramento e a formação de equipes especializadas são algumas das estratégias que podem ser adotadas para alcançar esses objetivos, tornando a administração e manutenção desses edifícios mais eficientes e práticas. A solução proposta consiste na implementação da tecnologia de Modelagem da Informação da Construção (BIM) em um edifício histórico moderno em São Luís, titulada como Edifício Caiçara. O BIM envolve o uso de ferramentas que criam um modelo tridimensional detalhado da edificação, incorporando informações parametrizadas. Além disso, ele promove uma alta interoperabilidade entre todos os envolvidos no projeto, facilitando a colaboração e garantindo a consistência e integridade dos dados. Isso reduz a duplicação de informações e a necessidade de retrabalho. Embora o BIM possa ser aplicado em todas as fases de um projeto de construção, neste trabalho, o foco está na etapa de gestão e manutenção do modelo construído. Para compreender plenamente os benefícios do uso do BIM nesse contexto, é fundamental ter conhecimento dos princípios de *Facility Management* que envolvem atividades específicas para melhorar o desempenho do edifício, adaptadas às características do empreendimento analisado.

**Palavras-chave:** gestão e manutenção; Arquitetura Moderna; Tecnologia BIM; Gestão e conservação de edifícios; *Facility Management*; Edifício Caiçara.

## ABSTRACT

There is currently a growing concern for the preservation of historical past, including monuments and ancient buildings. In this context, this project proposes the adoption of an alternative technological approach for managing modern buildings located in the historic center of São Luís. To ensure that a building achieves the specified performance as defined in the projects and that the cost of the operational phase is minimized, careful planning of the Maintenance Management process is fundamental. Furthermore, it is essential to employ tools and methods that help meet the necessary requirements to ensure the building's lifespan. In this context, the adoption of effective Maintenance Management practices becomes crucial to optimize the building's operation, mitigate unnecessary costs, and prolong its durability. The implementation of preventive and predictive maintenance programs, the use of advanced monitoring technologies, and the formation of specialized teams are some of the strategies that can be adopted to achieve these objectives, making the administration and maintenance of these buildings more efficient and practical. The proposed solution consists of implementing Building Information Modeling (BIM) technology in a modern historical building in São Luís, titled as Caiçara Building. BIM involves the use of tools that create a detailed three-dimensional model of the building, incorporating parameterized information. Additionally, it promotes high interoperability among all involved in the project, facilitating collaboration and ensuring data consistency and integrity. This reduces information duplication and the need for rework. Although BIM can be applied in all phases of a construction project, in this work, the focus is on the management and maintenance stage of the built model. To fully understand the benefits of using BIM in this context, it is essential to have knowledge of Facility Management principles that involve specific activities to improve building performance, adapted to the characteristics of the analyzed project.

**Keywords:** management and maintenance; Modern Architecture; BIM Technology; Building Management and Conservation; Facility Management; Caiçara Building.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A evolução dos projetos. ....	21
Figura 2 – O BIM e o ciclo de vida da edificação. ....	22
Figura 3 – Software demonstrativo do gerenciamento de projetos e obra – SYNCHRO (4D). ....	24
Figura 4 – Compilado de informações visando a sustentabilidade e análise energética ..... 25	25
Figura 5 – Dimensões do Futuro na Construção: de 3D à 10D com o BIM. ....	26
Figura 6 – Nível de desenvolvimento. ....	28
Figura 7 – Simulação do BIM. ....	30
Figura 8 – Definições dos padrões pela ISO. ....	31
Figura 9 - Evolução IFC. ....	32
Figura 10 – Análise no desempenho térmico. ....	34
Figura 11 - Espaço, pessoas, processos e tecnologia. ....	36
Figura 12 – As 11 competências do Facility Management. ....	37
Figura 13 – Processo de avaliação das condições atuais da manutenção. ....	40
Figura 14 – Processos entre o modelo tradicional (esquerda) e modelo BIM (direita). ....	41
Figura 15 – Estrutura COBie. ....	43
Figura 16 – Exemplo de planilha típica de equipamentos COBie. ....	44
Figura 17 - Tipos de manutenção ..... 45	45
Figura 18 – Evolução da manutenção. ....	46
Figura 19 - Processo de atendimento da área de assistência técnica. ....	50
Figura 20 - Influência dos custos. ....	51
Figura 21 – Localização do edifício Caiçara e as áreas de tombamento do Centro Histórico de São Luís. ....	61
Figura 22 – Rua grande com vista para o Edifício Caiçara. ....	62
Figura 23 – Fachada Edifício Caiçara. ....	63
Figura 24 – Hall de acesso aos apartamentos com cobogós. ....	64
Figura 25 – Terraço na cobertura do Edifício Caiçara. ....	65
Figura 26 – Planta baixa disponibilizada pela administração do edifício Caiçara. ....	66
Figura 27 – Vista 3D da modelagem realizada no REVIT. ....	67
Figura 28 – Planilha COBie extraída do REVIT. ....	72
Figura 29 – Upload dos dados ao YouBIM. ....	73
Figura 30 – Interface e visualização 3D no YouBIM. ....	73
Figura 31 – Visualização de componentes escolhidos e importados no YouBIM. ....	74

Figura 32 – Visualização de dados e importação de documentos referente ao ativo. ....	75
Figura 33 – Configuração da ordem de serviço de um componente. ....	76
Figura 34 –Notificação da ordem de serviço via e-mail.....	76
Figura 35 –Visualização das atividades na interface inicial.....	77
Figura 36 –Visualização das ordens de serviço na aba “Work Orders List”.....	77
Figura 37 –Visualização e informações do ativo em destaque.....	78

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis de desenvolvimento em BIM. ....	28
Quadro 2 – Padrões BuildingSMART International.. ....	30
Quadro 3 – Competências FM.....	38
Quadro 4 – Responsabilidades da FM.....	39
Quadro 5 – Plano de manutenção de acordo com os sistemas e componentes existentes no Edifício Caiçara.. ....	69

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIA	The American Institute of Architects
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CMMS	Computerized Maintenance Management Systems
COBie	Construction Operations Building information exchange
FM	Facility Management
GIS	Sistema de Informação Geográfica
GSA	General Services Administration
IFC	Industry Foundation Classes
IFMA	International Facility Management Association
ISO	International Standard Organization
LOD	Level of Development
NIBS	National Institute of Building Sciences

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
1.2	OBJETIVOS .....	18
1.2.1	Objetivo Geral .....	18
1.2.2	Objetivos Específicos .....	18
1.2.3	Delimitações .....	19
1.3	JUSTIFICATIVA .....	19
2	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	20
2.2	Metodologia BIM .....	21
2.3	Dimensões do modelo BIM.....	22
2.4	Benefícios do BIM .....	26
2.5	Objeto Paramétrico .....	27
3	LOD – <i>Level of development</i> .....	27
3.1	Interoperabilidade.....	29
3.2	Interação entre os formatos BIM .....	30
3.3	<i>Industry Foundation Classes (IFC)</i> .....	32
3.4	<i>International Framework Dictionary (IFD)</i> .....	32
3.5	<i>Information Delivery Manual (IDM)</i> .....	33
3.6	Sustentabilidade na Construção Civil.....	33
3.7	Conceito <i>Lean Construction</i> .....	34
3.8	Compatibilização .....	35
4	GESTÃO DE <i>FACILITIES</i> .....	35
4.1	O BIM para gestão da manutenção.....	39
4.2	Tipos de sistema para BIM-FM.....	41
4.3	COBie .....	42
4.4	Tipos de manutenção e conservação atual.....	45
4.4.1	Considerações sobre a Assistência Técnica.....	46
4.4.2	A Integração da Assistência Técnica no Ciclo da Qualidade.....	47
4.4.3	Manual do Proprietário .....	48
4.4.4	Processo de Atendimento da Assistência Técnica.....	49
4.4.5	Custos com Operação e Manutenção.....	51
4.5	Softwares para <i>Facility Management</i> .....	52
4.5.1	EcoDomus FM.....	53
4.5.2	YouBIM.....	54
4.5.3	Onuma System.....	54

4.5.4	ArchiFM .....	54
4.5.5	Archibus .....	55
4.6	Vantagens para aplicação do BIM para <i>Facility Management</i> .....	55
4.7	Desafios para adoção do BIM para Facility Management .....	56
5	NORMAS DE DESEMPENHO .....	57
5.1	Manutenção de Edificações .....	57
6	ESTUDO DE CASO .....	59
6.1	A modernização de São Luís .....	59
6.2	O Edifício Caiçara.....	60
6.3	Levantamento de informações e documentos disponíveis.....	65
6.4	Modelagem do Edifício.....	66
6.5	Escolha da solução BIM-FM .....	67
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	68
7.1	Plano de manutenção .....	69
7.2	Importação de dados do REVIT para o YouBIM .....	72
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS .....	80
	APÊNDICE A - PLANTA BAIXA SUBSOLO .....	86
	APÊNDICE B - PLANTA BAIXA TÉRREO .....	87
	APÊNDICE C - PLANTA BAIXA SOBRELOJAS .....	88
	APÊNDICE D - PLANTA BAIXA APARTAMENTO PAV. TIPO.....	89
	APÊNDICE E - PLANTA BAIXA TERRAÇO .....	90
	APÊNDICE F - PLANTA BAIXA CASA DE MÁQUINAS.....	91
	APÊNDICE G - PLANTA DE COBERTURA.....	92
	APÊNDICE H - CORTE AA .....	93
	APÊNDICE I - FACHADAS .....	94
	APÊNDICE J - PERSPECTIVAS.....	95

# 1 INTRODUÇÃO

Para garantir a vida útil de uma edificação e atender às crescentes demandas dos usuários, torna-se imperativo lidar com edificações cada vez mais complexas. Estas demandam uma documentação, detalhamento e especificação de projetos mais rigorosos, uma coordenação aprimorada de sistemas, gerenciamento eficiente de serviços adicionais e instalações, bem como um maior conhecimento por parte da equipe responsável pela manutenção da edificação (Krygiel et al., 2008). Muitas dessas informações essenciais são comumente armazenadas em formatos físicos de documentos, como projetos arquitetônicos, elétricos, estruturais, hidrossanitários, de combate a incêndio, informações sobre equipamentos e registros de manutenção, entre outros. Conforme destacado por Soares (2013), a abordagem tradicional de armazenamento em arquivos físicos impõe desafios consideráveis. A necessidade de deslocamento até o local onde a documentação está arquivada dificulta a consulta eficiente, prejudicando a agilidade no acesso às informações cruciais para a gestão eficaz da edificação.

O principal propósito deste estudo consiste em expor as vantagens e limitações associadas à adoção da tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) em contraste com os métodos e tecnologias atualmente empregados pelos órgãos responsáveis pela gestão e manutenção de edifícios históricos, identificando as etapas necessárias para a prática de *Facilities Management* empregando software específicos, analisando para a escolha das soluções, as vantagens e os desafios para sua implementação no Edifício Caiçara, localizado na Rua Grande da cidade de São Luís, como um exemplo concreto de análise.

## 1.1 METODOLOGIA

As etapas do trabalho poderão ser descritas da seguinte forma:

- a) Revisão Bibliográfica: Inicialmente, será conduzida uma pesquisa bibliográfica abrangente, com a finalidade de coletar informações aprofundadas e consistentes sobre a tecnologia BIM e da gestão de *facilities*. Esta pesquisa incluirá consulta a livros, revistas técnicas, trabalhos acadêmicos e outros materiais relevantes sobre o tema;
- b) Seleção de um edifício histórico para estudo de caso: Entre os edifícios históricos existentes em São Luís, será feita a escolha de um único exemplar como objeto de estudo detalhado. Esta seleção levará em consideração critérios que justifiquem a relevância da edificação para a pesquisa;

- c) Desenvolvimento de um modelo BIM da Edificação: Uma vez escolhida, será articulado o modelamento com o nível adequado de detalhamento que atenda as especificidades da gestão e manutenção proposto.
- d) Escolha do Software para aplicação do *Facility Management*: A escolha da solução implica em analisar as opções disponíveis no mercado, considerando o levantamento de requisitos, avaliação de funcionalidades, demonstração e testes, disponibilidade na versão estudantil, integração com sistemas existentes e requisitos de suporte;
- e) Elaboração do plano de manutenção: seguindo as normas técnicas da ABNT, será elaborado um plano de manutenção de forma estruturada e em conformidade com as informações coletadas e padrões estabelecidos, visando a maximização da eficiência dos resultados do estudo;
- f) Análise dos Resultados e Considerações Finais: Nesta fase, os dados obtidos nas etapas anteriores serão analisados minuciosamente. O diagnóstico buscará avaliar a eficácia da tecnologia BIM no contexto do trabalho proposto, em comparação com os métodos de gestão e manutenção atualmente empregados. Com base neste estudo, serão apresentadas as considerações finais, que resumirão as descobertas do estudo e possíveis implicações para a gestão de edifícios históricos.

Essas etapas fornecem uma estrutura organizada para a condução do trabalho, permitindo uma abordagem sistemática na avaliação do impacto da tecnologia BIM na gestão e manutenção de edifícios históricos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Demonstrar o uso do *Facility Management* na metodologia BIM para a gestão e manutenção do edifício Caiçara, localizado no centro histórico de São Luís.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Demonstrar a viabilidade do gerenciamento de ativos através da tecnologia BIM em edifícios modernos no centro histórico de São Luís;
- b) Integrar as atividades de gerenciamento e informações nos processos de gestão e manutenção;

- c) Desenvolver um método de gerenciamento para a conservação de edifícios históricos modernos.

### 1.2.3 Delimitações

O escopo deste trabalho está restrito à análise exploratória da aplicação da tecnologia BIM em uma única edificação moderna, o Edifício Caiçara, localizado no Centro Histórico na cidade de São Luís.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A cidade de São Luís, localizada no estado do Maranhão, é um tesouro histórico do Brasil, e seu patrimônio arquitetônico é de valor inestimável. Dentro dessa rica herança cultural, destaca-se o Edifício Caiçara, uma construção de arquitetura moderna que ocupa um lugar importante dentro da área de tombamento estadual e da história de São Luís. No entanto, apesar de sua importância histórica e cultural, o estado de conservação do Edifício Caiçara precisa ser monitorado e melhorado.

Uma das principais dificuldades enfrentadas na preservação do Edifício Caiçara é a carência de planos de manutenção para conservação do edifício, além de que há dificuldades em acessar seus dados, registros e informações relevantes relacionados à estrutura e história do edifício. Uma parte significativa dessas informações é tradicionalmente armazenada em arquivos físicos, incluindo projetos arquitetônicos, elétricos, estruturais, hidrossanitários, de combate a incêndios, além de dados sobre equipamentos e registros de manutenção, entre outros. No entanto, como aponta Soares (2013), essa forma de armazenamento acarreta dificuldades na consulta, uma vez que demanda deslocamento até o local onde a documentação está arquivada.

É neste contexto que se apresenta a aplicação do *Facility Management* (FM) em conjunto com a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) para a gestão e manutenção do Edifício Caiçara, visando avaliar a viabilidade e os benefícios da implementação do BIM na sua gestão e manutenção, analisando as vantagens e restrições dessa tecnologia em contrapartida aos métodos convencionais utilizados para preservar e administrar edifícios históricos.

O *Facility Management*, ou Gestão de Facilidades, é uma disciplina que visa aprimorar a eficiência operacional de um edifício ao longo de seu ciclo de vida. Ao incorporar a tecnologia BIM, que permite a criação de modelos digitais tridimensionais, o Edifício Caiçara

poderá ser visualizado em detalhes virtuais, incluindo todos os seus ativos e componentes. Essa abordagem integrada tem o potencial de inovar a forma como o edifício é administrado, abordando problemas críticos de acesso à informação, eficiência na manutenção e preservação da documentação.

Essa integração permitirá uma gestão mais eficiente das operações de manutenção, facilitando o acesso a informações essenciais, como histórico de reparos, projetos arquitetônicos e estruturais, entre outros. Além disso, a aplicação de BIM no Edifício Caiçara permitirá a criação de uma base de dados digital que poderá ser facilmente atualizada e compartilhada entre as partes interessadas, incluindo alunos, pesquisadores, gestores, engenheiros, arquitetos e empresas de manutenção. Dessa forma, a preservação da história e da integridade do edifício será fortalecida, contribuindo para a sua importância contínua dentro da área de tombamento estadual de São Luís.

A integração do *Facility Management* com a tecnologia BIM apresenta um novo modelo de trabalho para os desafios enfrentados na preservação e gestão do patrimônio arquitetônico ludovicense. Explorar e demonstrar como essa abordagem pode otimizar a manutenção, eficiência e acessibilidade das informações relacionadas ao Edifício Caiçara, garantindo sua preservação e importância contínuas no contexto histórico e cultural de São Luís.

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

A sigla BIM origina-se do termo *Building Information Modeling*, que pode ser traduzido como Modelagem de Informação da Construção. Essa tecnologia é caracterizada por um modelo interligado a um banco de dados contendo informações sobre o projeto e todo o processo de construção (The American Institute Of Architects, 2013).

### **2.1 Evolução Histórica do BIM**

O BIM representa um dos avanços mais promissores na indústria de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO). Embora sua popularidade tenha crescido de forma global atualmente, o conceito não é novo. O documento mais antigo encontrado, datado de 1975, é um protótipo chamado "*Building Description System (BDS)*", desenvolvido por Charles M. Chuck Eastman, professor do *Georgia Institute of Technology* (Eastman *et al.*, 2008). Esse

trabalho já incorporava o conceito de design paramétrico, permitindo a geração de desenhos 2D a partir de um modelo com banco de dados, possibilitando visualização e análise quantitativa.

Entre as décadas de 1970 e 1980, o desenvolvimento do BIM se expandiu globalmente, com termos como *"Building Product Models"* nos EUA e *"Product Information Models"* na Europa, convergindo para formar o *Building Information Modeling*. Em 1986, Robert Aish, atual membro da Autodesk Research, documentou o termo *"Building Modeling"*, que possui significado semelhante ao BIM atual. A primeira aplicação prática do BIM, em 1987, estava associada ao conceito de "Edifício Virtual" do ARCHICAD Graphisoft da Nemetschek (CODEBIM, 2014).

Figura 1 – A evolução dos projetos.

Maquetes físicas	Pranchetas	CAD	BIM
			
Sem documentação	Apenas documentos (desenhos)	Apenas documentos (desenhos)	Modelos e documentos

Fonte: CBIC (2016).

Apesar de muitos creditarem a Jerry Laiserin como o criador do termo BIM, ele próprio nega essa atribuição. Laiserin, em sua introdução ao livro *BIM Handbook* (2008), sugere que o título de pai e idealizador deveria ser dado a Chuck Eastman, não a ele.

Jerry Laiserin popularizou o termo BIM como uma representação digital do desenvolvimento de edificações, facilitando o intercâmbio e a interoperabilidade (CODEBIM, 2014).

## 2.2 Metodologia BIM

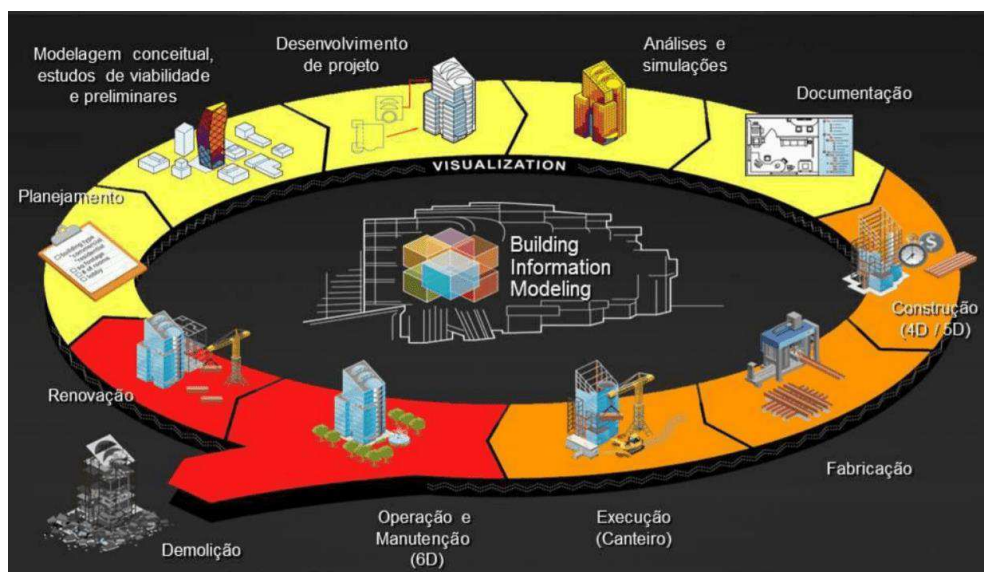
Conforme Eastman et al. (2008), o BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de procedimentos para executar, comunicar e analisar construções. Jernigan (2008) destaca que os sistemas BIM trabalham com um modelo único, paramétrico, rompendo com a abordagem sequencial do processo de projeto, interligando todas as disciplinas para promover facilidade e agilidade nas fases de construção.

A Modelagem da Informação na Construção baseia-se em um modelo tridimensional inteligente, agilizando a criação e gestão de projetos interdisciplinares de maneira mais eficiente e sustentável (Mello, 2012). Mello (2012) ressalta que o modelo BIM assume diferentes características físicas e funcionais ao longo do ciclo de vida do empreendimento, desde a concepção até a operação e manutenção. Cada fase do projeto deve conter dados detalhados, visando informar e orientar os participantes do processo, contribuindo para a redução de erros e otimização de ganhos em todas as etapas da cadeia.

A Figura 2 ilustra a presença do BIM ao longo do ciclo de vida da edificação, destacando as fases de projeto, construção e operação/manutenção (Mello, 2012). Segundo estudos norte-americanos, a fase de projeto representa aproximadamente 5% dos custos totais em um período de 20 anos, enquanto a fase de construção corresponde a cerca de 25%, e a operação/manutenção abrange aproximadamente 70% dos custos totais (Mello, 2012).

Atualmente, com a crescente influência da Tecnologia da Informação (TI), o BIM emerge como uma tecnologia promissora para transformar as áreas de gestão de projetos e execução de obras.

Figura 2 – O BIM e o ciclo de vida da edificação.



Fonte: Autodesk, adaptado Manzione (2013).

### 2.3 Dimensões do modelo BIM

O BIM não se resume apenas a um *software*; é uma evolução em todo o processo de construção de edificações, proporcionando maior quantidade de informações nos projetos e

favorecendo a interação entre diversos colaboradores, conforme pode ser verificado na Figura 2 (Hardin, 2009).

Os modelos BIM vão além das representações tridimensionais do espaço euclidiano, sendo caracterizados como "nD". A modelagem nD é uma extensão do BIM, incorporando diversas informações relevantes ao longo do ciclo de vida do empreendimento, como acessibilidade, sustentabilidade, economia de energia, conforto térmico e acústico, custos, entre outros (FU et al., 2006). A tecnologia BIM evoluiu para dimensões 4D, 5D, 6D e 7D, e segue em expansão de seus conceitos para as dimensões 8D, 9D e 10D do BIM, ferramentas mais avançadas que abordam áreas emergentes e avançadas da indústria da construção.

A Teoria das 10 Dimensões BIM, segundo Arnal (2018), estabelece um ciclo abrangente que redefine a forma como encaramos o processo de construção. Esse ciclo incorpora uma gama de ferramentas, meios e finalidades que se combinam para proporcionar uma compreensão mais profunda e eficiente do processo de construção. No cerne desse ciclo está a adoção de ferramentas digitais de modelagem tridimensional, juntamente com a integração de um banco de dados robusto. O objetivo final é promover uma nova forma de trabalho colaborativo que envolve todos os participantes do ciclo de vida de uma construção ou infraestrutura, culminando no estágio de construção industrializada.

As dimensões propostas por Arnal podem ser resumidas e representadas da seguinte maneira:

- **Dimensão 3D - Modelagem paramétrica:** combinam dados gráficos e não gráficos, proporcionando uma visão tridimensional rica e imersiva, introduzindo a dimensão espacial ao plano, permitindo a visualização dinâmica de objetos. Um modelo 3D é aplicável na representação perspectiva de um empreendimento, na pré-fabricação de componentes e em simulações de iluminação. No contexto do BIM, cada componente em 3D contém atributos e parâmetros que o identificam como parte integral de uma construção virtual, não se limitando apenas à representação visual;
- **Dimensão 4D - Planejamento:** integrando o tempo, é utilizada no planejamento para vincular atividades construtivas em horários e datas específicas, permitindo simulações gráficas em tempo real do progresso da obra. Isso facilita a visualização e intervenção eficaz em questões temporais por parte dos participantes do projeto, principalmente do empreiteiro responsável pela gestão da obra. A Figura 4 exemplifica um software de gerenciamento de projetos (4D) (Kamardeen, 2010);

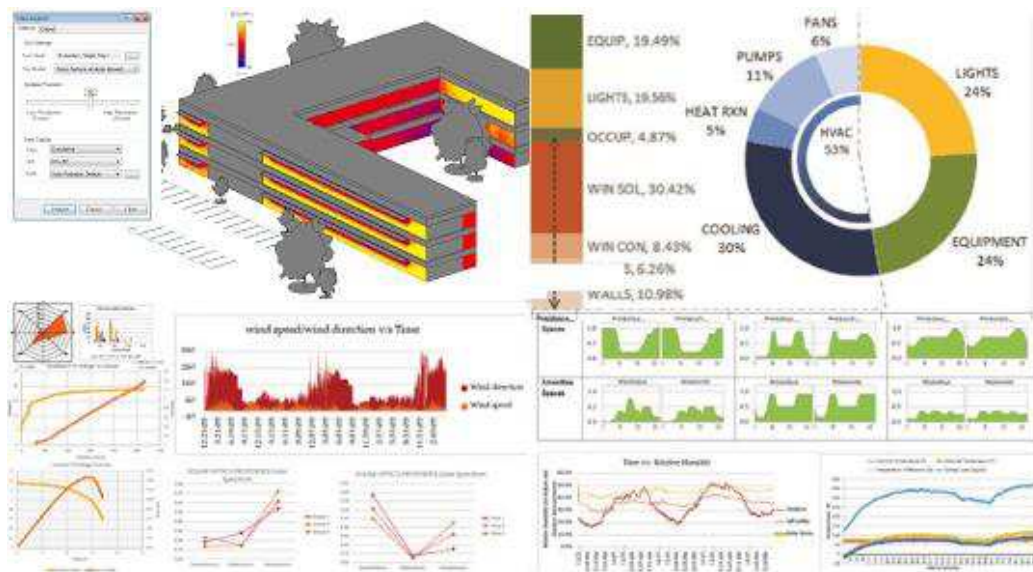
Figura 3 –Software demonstrativo do gerenciamento de projetos e obra – SYNCHRO (4D).



Fonte: Autodesk, adaptado Manzione (2013).

- Dimensão 5D - Orçamentos:** incorpora o custo ao processo, possibilitando a geração instantânea de orçamentos e gastos financeiros, fornecendo representações gráficas do modelo ao longo do tempo. Isso contribui para a precisão das estimativas, minimizando incidentes e prejuízos causados por planilhas mal elaboradas. O uso de quantificação automática e precisa permite a minimização da variabilidade na orçamentação, acelerando o processo e aumentando a exatidão. A tecnologia BIM trabalha com objetos paramétricos, garantindo a atualização automática de todos os desenhos e quantitativos relacionados à documentação com cada modificação no projeto. Isso proporciona um melhor controle sobre o valor final da obra, facilitando a análise de custos em todas as etapas do empreendimento e a tomada de decisões (Kamardeen, 2010);
- Dimensão 6D - Sustentabilidade:** introduz as análises detalhadas conduzindo para estimar com precisão o consumo de energia, vinculando-se fortemente à sustentabilidade. Essa abordagem permite uma visão abrangente dos gastos energéticos desde o início do processo, identificando oportunidades para otimização. Ao considerar fatores como eficiência de equipamentos e comportamento do usuário, o 6D contribui para a redução da pegada de carbono e dos custos operacionais, promovendo um futuro mais consciente e sustentável;

Figura 4 – Compilado de informações visando a sustentabilidade e análise energética



Fonte: SDS Educa (2019).

- **Dimensão 7D – Gerenciamento:** Acrescenta a dimensão operacional ao modelo, permitindo que o usuário final obtenha informações sobre o funcionamento geral do empreendimento, suas características específicas e os procedimentos de manutenção em casos de falhas ou defeitos;
- **Dimensão 8D – Segurança e saúde:** adiciona informações relacionadas à segurança ao modelo geométrico, implementando o conceito de Acidente Zero, promovendo segurança e saúde durante todas as fases do projeto e manutenção das construções com a previsão de riscos no processo de construção, identificando atividades para melhorar a segurança no trabalho e prevenir acidentes;
- **Dimensão 9D – Construção Enxuta (*Lean Construction*):** Introduce a filosofia de gestão enxuta no setor de construção, conhecida como construção enxuta permitindo otimizar e racionalizar todas as etapas envolvidas na fase de construção de um projeto, através da digitalização dos processos.
- **Dimensão 10D: Construção Industrializada:** Integra todos os aspectos envolvidos na digitalização de uma obra, tornando assim o objetivo comum de todas as outras dimensões, incorporando dados físicos, comerciais, ambientais e outros, de forma a promover a produtividade e industrialização do setor AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação) a fim de otimizar cada fase do ciclo de vida da obra: projeto, construção e gerenciamento de infraestrutura ou equipamentos.

Essas dimensões formam um arcabouço abrangente que visa aprimorar todos os aspectos do processo de construção, desde a concepção até a manutenção, com o objetivo final de tornar a indústria da construção mais eficiente e sustentável.

Figura 5 –Dimensões do Futuro na Construção: de 3D à 10D com o BIM.



Fonte: BibLus, adaptado Zigurat (2023).

## 2.4 Benefícios do BIM

De acordo com Jacoski e Lamberts (2002), a adoção do BIM promove maior intercomunicação e redução de atritos entre informações, uma vez que os documentos são acessíveis a todos os participantes do processo. Esses elementos contribuem para a redução do tempo e dos custos, melhorando a eficiência e a qualidade do trabalho.

Birx (2006) destaca alguns benefícios do BIM:

- Facilidade na administração de projetos, identificando interferências por meio da compatibilização;
- Maior detalhamento e qualidade do resultado final;
- Aprimoramento da gestão de projetos, tornando o BIM uma referência centralizada;
- Expansão da presença da empresa no mercado;
- Educação de jovens projetistas para desenvolverem soluções construtivas;
- Facilitação na tomada de decisões.

## 2.5 Objeto Paramétrico

No decorrer do desenvolvimento de projetos para empreendimentos, é comum realizar revisões e modificações em áreas específicas dos desenhos, o que pode impactar em todo o processo. Isso frequentemente exige correções nos desenhos, mesmo quando já estão finalizados. Para abordar esse problema, foi criado um elemento integrado a sistemas gráficos computacionais, baseado em hierarquia e parâmetros, denominado objeto paramétrico (Florio, 2007).

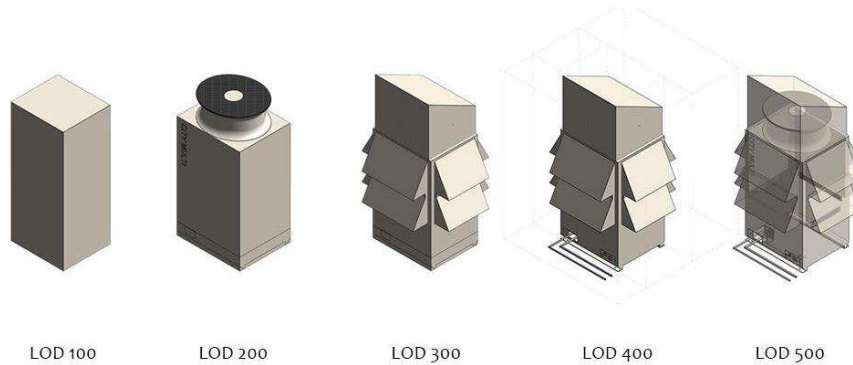
Um projeto paramétrico possibilita a geração de uma ampla variedade de informações sobre o desenho, abrangendo aspectos construtivos, detalhes e especificações de materiais. Por exemplo, a representação de uma parede em um software paramétrico difere dos modelos convencionais, pois vai além da simples representação de linhas, incorporando um conjunto de informações embutidas. Isso inclui dimensões da alvenaria, tipo de revestimento em ambas as faces e outros fatores que enriquecem o projeto (Andrade; Ruschel, 2011).

Cada componente construtivo possui atribuições e representações específicas. O sistema CAD reconhece esses objetos como se fossem elementos reais e pode identificar incompatibilidades, além de realizar automaticamente representações ortogonais, tabelas de quantitativos e orçamentação com base nas informações do desenho paramétrico. Assim, quando o objeto é modificado, todas as suas representações e dados associados são atualizados automaticamente (Costa, 2013).

## 3 LOD – *Level of development*

O LOD (*Level of Development*), ou Nível de Desenvolvimento, é um conceito fundamental dentro do BIM, com o objetivo de avaliar o estágio de desenvolvimento de um projeto e descrever o grau em que a completude de um elemento.

Figura 6 – Nível de desenvolvimento








Fonte: BibLus, adaptado Zigurat, (2023).

O comitê BIMForum (2011) começou a desenvolver a especificação do LOD reunindo diversos especialistas em design e construção, interpretando as definições básicas do AIA (The American Institute of Architects). Nessa publicação, o objetivo é definir a estrutura do LOD e padronizar seu uso, tornando-o uma ferramenta de comunicação eficaz. Embora os níveis a serem alcançados ao longo do projeto não sejam especificados ou definidos, o progresso do modelo é esclarecido ao usuário. Os principais objetivos incluem auxiliar o usuário ou proprietário a especificar as entregas do BIM, definir e especificar as informações que devem ser fornecidas e armazenadas, e padronizar os planos de execução. do modelo é alcançada (CBIC, 2016a).

O LOD é geralmente classificado em uma escala numérica, que varia de 100 a 500, sendo 100 o nível mais baixo de desenvolvimento e 500 o mais alto, representados no seguinte quadro:

Quadro 1: Níveis de desenvolvimento em BIM.

NÍVEL	REP.	DESCRIÇÃO
<b>LOD 100</b> Conceitual		Representa elementos conceituais no modelo BIM, como formas básicas e representações geométricas simples. É usado nas fases iniciais do projeto para apresentar ideias e conceitos gerais.
<b>LOD 200</b> Geometria Aproximada		Reflete elementos com mais detalhes do que o LOD 100, incluindo formas e tamanhos mais definidos, mas ainda sem informações precisas sobre quantidades ou especificações de produtos. Pode ser utilizado para estudos de espaço e análises preliminares.

<b>LOD 300</b> Geometria Precisa		Apresenta elementos modelados com precisão específica, incluindo informações sobre dimensões, localização, orientação e quantidade. É adequado para planejamento detalhado e coordenação entre disciplinas.
<b>LOD 400</b> Fabricação		Oferece um modelo BIM detalhado o suficiente para suportar a fabricação e a construção, incluindo detalhes específicos de produtos, como números de peça e fabricantes.
<b>LOD 500</b> As-built		Representa o modelo BIM com o maior nível de detalhamento e precisão, incluindo informações operacionais e de manutenção. É usado para gerenciamento de instalações e manutenção ao longo do ciclo de vida do edifício.

Fonte: Bimprous, adaptado pela autora (2023).

### 3.1 Interoperabilidade

A falta ou dificuldade de comunicação entre os participantes envolvidos é o principal desafio na idealização e construção de uma obra. Arquitetos, engenheiros civis, eletricitas e outros profissionais envolvidos podem ter diferentes concepções e preocupações no desenvolvimento de um projeto, o que destaca a necessidade de um modelo generalizado capaz de auxiliar todos os envolvidos (Alves *et al.*, 2012).

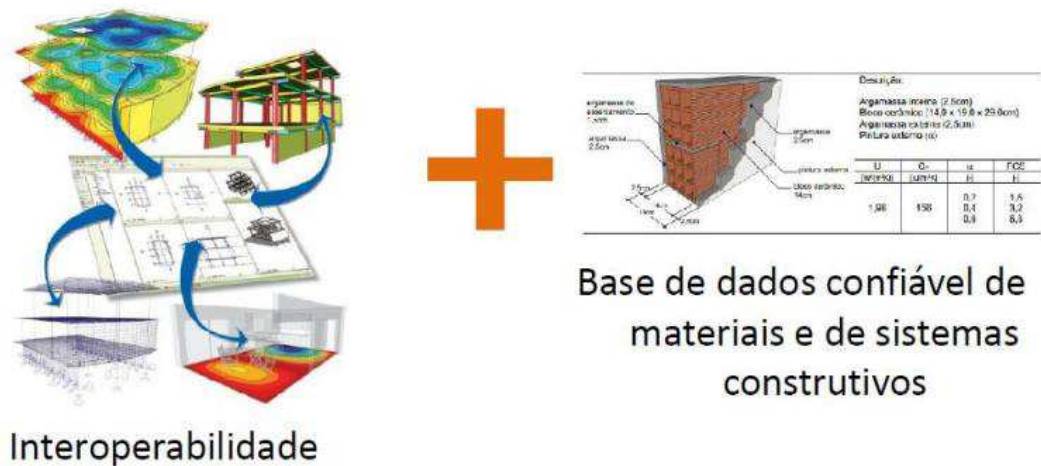
A interoperabilidade é um dos requisitos fundamentais do BIM, referindo-se à capacidade de reconhecer e trocar dados e informações entre diferentes aplicativos utilizados ao longo do processo de projeto. Essa capacidade permite uma colaboração eficiente e ágil entre profissionais de diversas disciplinas, facilitando o intercâmbio e a agregação de informações ao modelo (Eastman *et al.*, 2008).

Krygiel e Nies (2008) destacam que, por meio da interoperabilidade dos modelos BIM, é possível exportar o modelo geométrico, quantitativos e estabelecer uma comunicação efetiva, permitindo que informações de diferentes partes do edifício sejam repassadas conforme a necessidade de cada profissional.

A implementação de um protocolo de trocas de informações entre os aplicativos computacionais ao longo do processo de projeto é essencial para garantir uma boa interoperabilidade. Dois dos principais modelos de trocas de dados na construção civil são o *CIMsteel Integration Version 2 (CIS/2)* e o *Industry Foundation Classes (IFC)* (Andrade; Ruschel, 2011).

A Figura 7 ilustra uma simulação BIM, a interoperabilidade entre diferentes disciplinas conciliando com o banco de dados.

Figura 7 – Simulação do BIM.



Fonte: GDP (2023).

### 3.2 Interação entre os formatos BIM

A inter-relação entre os modelos BIM deve conter informações relevantes, explicativas e abrangentes ao longo de todo o processo de construção, manutenção e operação (Costa, 2013).

Para empreendimentos internacionais envolvendo várias empresas de diferentes partes do mundo, a criação de normas de serviços torna-se essencial para promover a compatibilização das informações. Esses padrões pré-estabelecidos, como o *International Framework Dictionary* (IFD), sincronizam-se com o *Industry Foundation Classes* (IFC), facilitando o compartilhamento de dados e dependem de três especificações essenciais: um formato de intercâmbio, uma biblioteca de referência e requisitos de informações (Maria, 2008).

Quadro 2: Padrões BuildingSMART International.

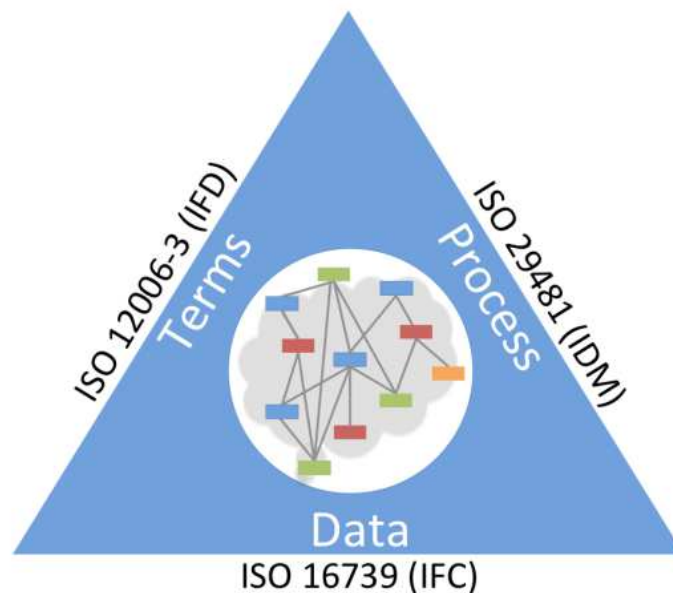
<b>IFC</b> (DADOS)	Refere-se a um formato de arquivo neutro e aberto que permite a troca de informações entre diferentes softwares BIM. O IFC é um padrão internacional para representar dados de construção e de infraestrutura de maneira interoperável. Esses arquivos permitem que diferentes softwares BIM se comuniquem, compartilhem e usem informações de projeto sem perda de dados.
-----------------------	--

<p><b>IDM</b> (PROCESSOS)</p>	<p>Manual que descreve como as informações devem ser trocadas, compartilhadas e gerenciadas ao longo do ciclo de vida de um projeto de construção BIM. Ele estabelece padrões e protocolos para garantir a consistência e a precisão das informações durante todas as fases do projeto, desde a concepção até a operação e manutenção do edifício</p>
<p><b>IFD</b> (TERMOS)</p>	<p>O IFD é uma parte do IDM que detalha as informações específicas que devem ser entregues em determinadas etapas do projeto de construção. Ele descreve os requisitos de informação para cada fase do projeto, incluindo os tipos de dados, formatos de arquivo e níveis de detalhe necessários para suportar as decisões e atividades relacionadas à construção.</p>
<p><b>MVD</b> (MAPEAMENTO)</p>	<p>Especificação que define quais aspectos do modelo de informação são relevantes para uma determinada aplicação ou processo. Ele descreve quais partes do modelo são necessárias para atender a objetivos específicos, como análise estrutural, simulação energética ou planejamento de construção. O MVD ajuda a garantir que o modelo contenha apenas as informações necessárias para as tarefas em mãos, evitando a sobrecarga de dados e simplificando a colaboração entre os membros da equipe.</p>

*Fonte: Elaborado pela autora (2023).*

A ISO (*International Standards Organization*) iniciou um subcomitê em Genebra com o objetivo de criar um padrão específico para a exportação de dados de um produto, conhecido como ISO 10303. Esse padrão é composto por três elementos principais: *Industry Foundation Classes* (IFC) para dados, *International Framework of Dictionaries* (IFD) para termos e *Information Delivery Manual* (IDM) para processos, conforme pode ser verificado na Figura 7 (Eastman et al., 2011).

*Figura 8 – Definições dos padrões pela ISO.*



*Fonte: BSI, Building Smart (2011).*

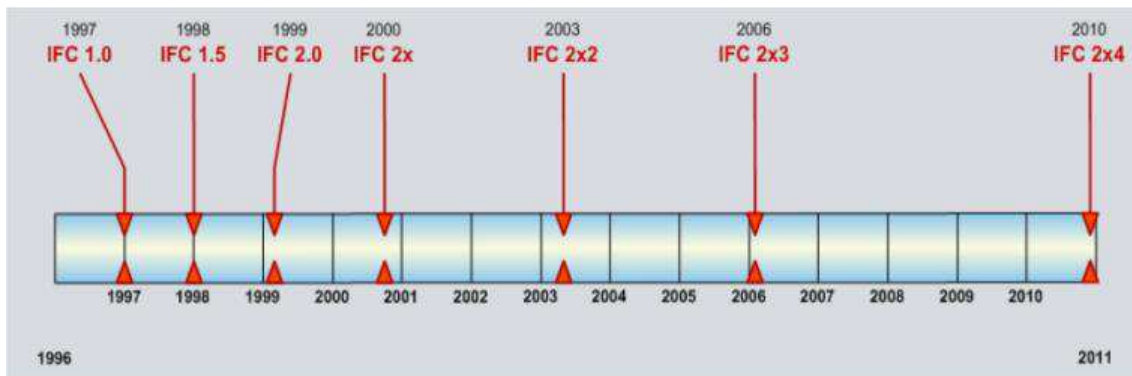
### 3.3 Industry Foundation Classes (IFC)

As *Industry Foundation Classes* (IFC) representam um formato internacional utilizado para a troca de documentos entre todos os softwares BIM. Trata-se de um padrão de padronização mundial exclusivamente para a troca de dados de produtos e compartilhamento, proporcionando interoperabilidade entre os diversos serviços da indústria da AECO (Costa, 2013).

Iniciado em 1994 pela *International Alliance of Interoperability* (IAI) e atualmente pertencente ao *Building Smart*, o IFC passou por diversas versões desde seu início (Lima, 2011).

Certificado pela ISO em 2002, o formato tem evoluído continuamente, sendo a última versão conhecida como IFC 2x4, conforme pode ser verificado na Figura 9 (Checcucci et al., 2011). O IFC é um arquivo neutro que permite uma variedade de abordagens de classes genéricas, desempenhando funções satisfatórias para descrever e representar os principais dados dos modelos (Ayres Filho, 2009).

Figura 9 - Evolução IFC.



Fonte: BSI, BUILDING SMART (2011).

### 3.4 International Framework Dictionary (IFD)

O *International Framework Dictionary* (IFD) pode ser definido como um mecanismo que possibilita a comunicação entre um software BIM e um banco de dados com características internacionais. Trata-se de um dicionário que contém definições e terminologia de projetos de edificações, relacionando-se com as entidades IFC.

Enquanto o padrão IFC descreve os objetos, suas conexões e a maneira de trocar e armazenar informações, o padrão IFD aborda especialmente os objetos, discriminando suas propriedades, unidades e valores, garantindo interoperabilidade ao permitir que o modelo aberto se associe com diversas fontes (Checcucci et al., 2011; Costa, 2013).

### **3.5 *Information Delivery Manual (IDM)***

O *Information Delivery Manual (IDM)* atua como um manual do usuário, especificando detalhes essenciais para o funcionamento real da construção (Carvalho, 2012).

Esse manual facilita a interação entre os profissionais responsáveis pela obra e os softwares, promovendo a troca integral de dados entre os envolvidos e contribuindo para a padronização dos documentos. A comunicação de informações na AECO está diretamente relacionada às definições dos modelos, derivadas dos processos de *workflows* e dos dados relevantes fornecidos (Carvalho, 2012; Pissarra, 2010).

### **3.6 *Sustentabilidade na Construção Civil***

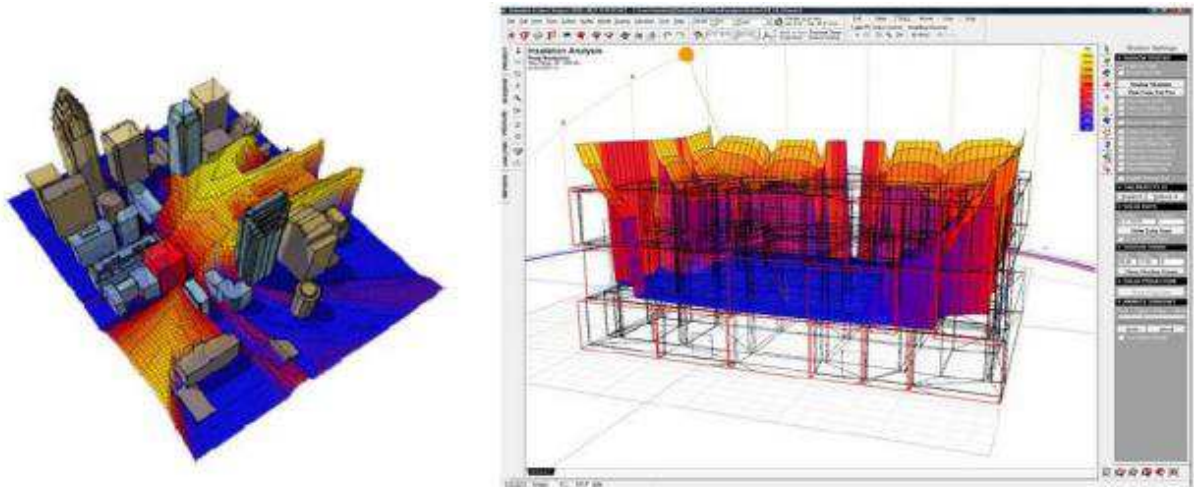
A construção civil mundial desempenha um papel significativo nas emissões de gases de efeito estufa, consumo de energia, uso de recursos naturais e produção de resíduos. A busca pela sustentabilidade na construção civil está alinhada ao conceito de desenvolvimento sustentável, que visa atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras.

O setor da construção está cada vez mais adotando ferramentas e tecnologias sustentáveis para reduzir o consumo de recursos e promover a conscientização (UNEP, 2009).

De acordo com Eastman et al. (2008), a tecnologia BIM desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade em projetos de construção. As aplicações do BIM na forma e no sistema funcional do edifício incluem a orientação solar adequada, simulação de iluminação e ventilação natural e artificial, eficiência energética, captação e reutilização de águas pluviais e de lavatórios, energia solar e telhados verdes, utilização de materiais ecológicos e recursos renováveis.

A interoperabilidade do BIM permite a submissão do modelo virtual a várias simulações por meio de softwares específicos, como *Ecotect*, *GreenBuilding Studio*, *IES Virtual Environment*, *EnergyPlus*, entre outros (Eastman et al., 2008). A Figura 10 mostra a análise do desempenho térmico.

Figura 10 – Análise no desempenho térmico.



Fonte: GDP (2023).

### 3.7 Conceito *Lean Construction*

Na década de 1980, muitas empresas de construção civil buscavam sistemas de qualidade para aprimorar seus serviços e obter certificação ISO 9000. Inicialmente, a Gestão da Qualidade Total (TQM) foi empregada, mas não atendia completamente à eficiência do sistema de produção. Nos anos 1990, um novo paradigma surgiu com a gestão das fases da construção civil, marcada pela aplicação da filosofia *lean construction*. Essa abordagem, baseada na teoria TFV (transformação, fluxo e valor), envolve tanto o projeto (*Lean Design*) quanto a construção (*Lean Construction*) (Formoso, 2002; Koskela, 1992).

O conceito *lean construction*, conforme Koskela (1992), tem três pontos principais: eliminação de desperdícios, formação de parcerias e estruturação do contexto. Além dos conceitos básicos a construção enxuta apresenta princípios para a gestão do processo de construção:

- Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor (também chamados de resíduos);
- Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar reduzindo o número de passos, partes e ligações;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;

- Controle sobre o processo completo;
- Construir a melhoria contínua no processo;
- Melhoria do fluxo de equilíbrio com a conversão.

O modelo BIM é uma ferramenta valiosa para implementar as técnicas *lean*, fornecendo quantitativos essenciais para cada etapa da obra, incluindo materiais, equipamentos e mão de obra. Em conjunto com a teoria TFV, o BIM pode proporcionar benefícios significativos para a obra (Eastman *et al.*, 2008).

### **3.8 Compatibilização**

Atualmente, a detecção de conflitos em projetos é frequentemente realizada manualmente, utilizando sobreposição de desenhos 2D ou modelos 3D baseados em desenhos geométricos, sem informações detalhadas. Esses métodos manuais são lentos e suscetíveis a erros, dependendo de desenhos atualizados. A compatibilização de projetos por meio da tecnologia BIM oferece vantagens substanciais em relação aos métodos convencionais. Os sistemas BIM possibilitam a identificação automática de conflitos, informando as partes do projeto que precisam de mais detalhes. Isso permite a detecção de interferências em qualquer nível de detalhamento e com qualquer número de disciplinas, seja arquitetura, estrutura ou instalações (Eastman *et al.*, 2008).

O BIM é uma ferramenta fundamental ao longo do processo de construção, evitando falhas, retrabalhos e perdas de tempo e material. Proporciona a determinação de métodos construtivos, planejamento do canteiro e das fases da obra, resultando em um melhor custo-benefício (Eastman *et al.*, 2008).

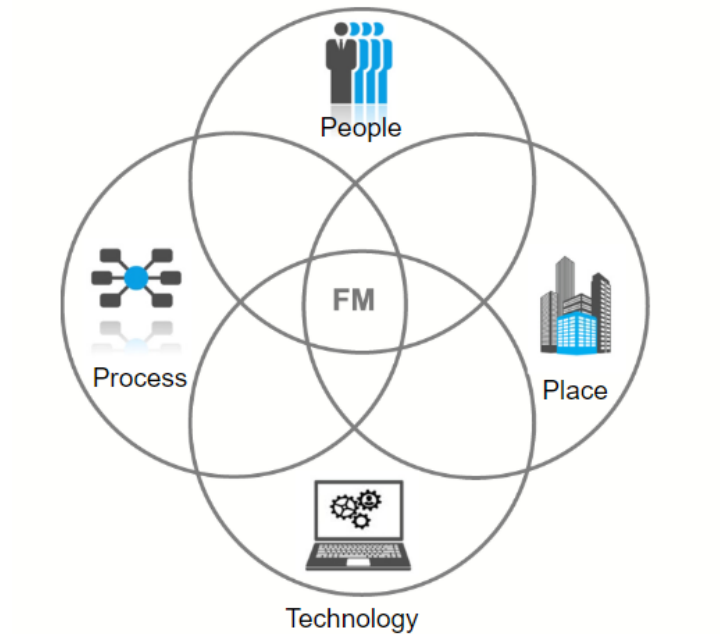
## **4 GESTÃO DE FACILITIES**

Durante a fase de operação e uso de edificações, a gestão assume um papel fundamental, conhecido como *Facility Management* (FM), traduzido como Gestão de Facilidades. Este enfoque visa aprimorar a produtividade das organizações por meio da redução de custos operacionais (Falorca, Rodrigues e Silva, 2011).

Segundo a *International Facility Management Association* (IFMA), o FM abrange todas as ações técnicas, administrativas e de gestão ao longo do ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo em condições de desempenhar sua função, conforme pode ser verificado

na Figura 11, no qual mostra os elementos principais e comuns e relacionamento do FM na indústria de transformação (IFMA, 2018).

*Figura 11 - Espaço, pessoas, processos e tecnologia.*



*Fonte: IFMA (2018)*

De maneira geral, as responsabilidades do gerenciamento de operações iniciam-se com a entrega da edificação após a construção, estendendo-se até a eventual demolição (Hungu, 2013). Durante essa fase, é crucial possuir dados precisos, estruturados e acessíveis, originados nas fases de projeto e construção, que devem ser mantidos ao longo da operação e manutenção (Thabet; Lucas, 2017).

A IFMA identifica 11 competências do FM, conforme pode ser verificado no Quadro 3, destacando-se, neste contexto, a competência número 2, que se concentra na operação e manutenção (IFMA, 2018).

Figura 12 – As 11 competências do Facility Management.



Fonte: IFMA adaptado pela autora (2018).

Quadro 3 - Competências FM

COMPETÊNCIAS	DEFINIÇÃO
1. GERENCIAMENTO DE PROJETO	Planejamento
	Concepção do Projeto
	Execução e Entrega
	Avaliação
2. LIDERANÇA E ESTRATÉGIA	Planejamento estratégico e alinhamento com a demanda da organização
	Políticas, procedimentos e conformidades
	Gestão individual e em equipe
	Liderança
	Gestão de relacionamento e gestão de conflito
	Gerenciamento de mudanças
	Responsabilidade social corporativa
3. OPERAÇÕES E MANUTENÇÃO	Fatores políticos, sociais, econômicos e setoriais que afetam o gerenciamento de instalações
	Edifícios
	Sistemas de construção
	Infraestrutura
	Mobiliário
	Segurança
	Gerenciamento das operações
	Gerenciamento das atividades de manutenção
4. NEGÓCIOS E FINANÇAS	Sistemas de gerenciamento de trabalho
	Reforma e restaurações
	Orçamento operacional e de capital
	Processo de tomada de decisão baseado em evidências
	Aquisições
5. SUSTENTABILIDADE	Contratações
	Análise financeira e relatórios
	Gestão de energia
	Consumo de energia
	Eficiência energética
	Gestão de água
	Uso de água
	Pegada hídrica e avaliação do seu impacto
Materiais e gestão de consumo	
6. COMUNICAÇÕES	Gestão de resíduos
	Gestão do local de trabalho
	Planejamento
7. OCUPAÇÃO E FATORES HUMANOS	Entrega
	Avaliação
	Ocupação
	Ambiente de trabalho
8. DESEMPENHO E QUALIDADE	Serviço aos ocupantes
	Saúde, segurança e proteção ocupacional
	Gerenciamento
9. GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES DE INSTALAÇÕES E TECNOLOGIAS	Performance
	Gerenciamento da qualidade
	Avaliação de necessidades
10. IMOBILIÁRIA	Implementação de tecnologia
	Coleta de dados
	Estratégias imobiliárias
	Avaliação imobiliária, aquisição e alienação
	Gestão de ativos e imobiliários
	Ciclo de vida do ativo
11. GERENCIAMENTO DE RISCOS	Gerenciamento de espaço
	Grandes projetos e nova construção
	Planejamento do gerenciamento de risco
	Avaliação de riscos
	Preparação, proposta e recuperação de emergência
	Adaptação de instalações
	Continuidade de negócio

Fonte: IFMA, adaptado pela autora (2018).

O gerente de operações desempenha um papel crucial na supervisão e gestão das operações da instalação, sendo essencial que possua conhecimento prático dos sistemas e estruturas do edifício, garantindo eficiência e conformidade com regulamentos e normas (Swain e Media, 2016). No quadro abaixo apresenta as principais responsabilidades de um gerente de operações.

*Quadro 4 - Responsabilidades da FM.*

GERENCIAMENTO	Executar o planejamento estratégico
	Organizar as operações do dia a dia de um negócio
	Supervisionar aspectos diferentes das operações de uma empresa, desde o gerenciamento de fornecedores e prestadores de serviços até a organização da manutenção
	Buscar formas de reduzir os custos
	Ser capaz de realizar multitarefas
	Gerenciamento de equipes
	Gerenciamento dos requisitos de segurança, incluindo treinamentos de funcionários e inspeções nas instalações.
MANUTENÇÃO	Verificar se os equipamentos e as instalações atendem aos requisitos solicitados
	Gerenciamento do espaço
	Negociação de contratos com clientes e fornecedores
	Fiscalização dos serviços contratados, se foi concluído no prazo e de acordo com as especificações do contrato.
CUSTOS OPERACIONAIS	Gerenciamento dos custos
	Orçamento anual
	Garantir que a empresa esteja orçando de forma eficaz e que cada despesa funcione para criar um ambiente de trabalho mais eficiente.

*Fonte: Swain e Media adaptado pela autora (2016).*

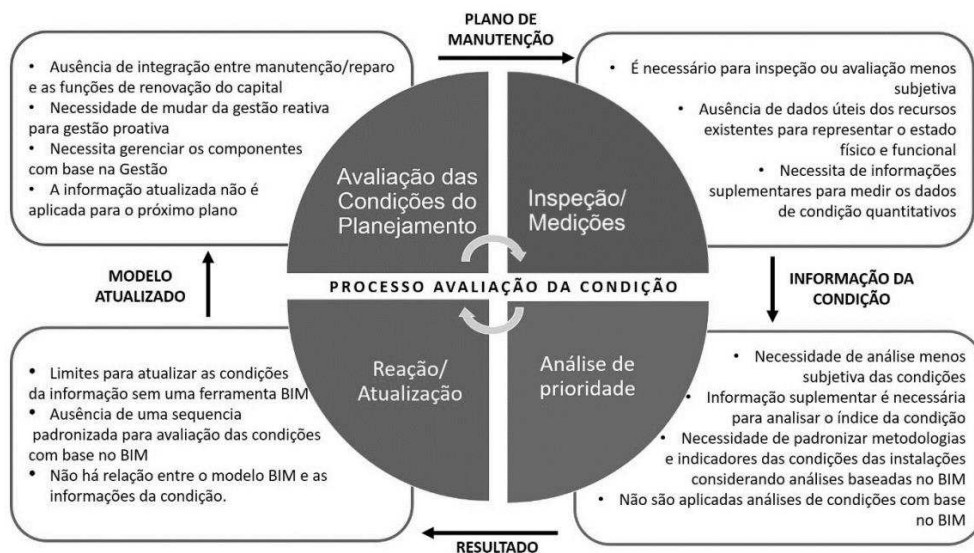
#### **4.1 O BIM para gestão da manutenção**

O uso do BIM oferece diversas oportunidades para aprimorar o processo de operação de edifícios. Um modelo de construção atualizado, contendo todas as informações pertinentes, serve como uma fonte precisa sobre os espaços e sistemas construídos, proporcionando um ponto de partida valioso para o gerenciamento e a operação da construção (Eastman Et. Al, 2014), apresentando um vasto potencial para ser empregado durante toda a vida útil de uma edificação. Uma de suas principais vantagens reside na capacidade de proporcionar uma visualização avançada dos elementos construtivos e dos sistemas instalados, permitindo uma identificação precisa dos locais e das relações entre eles, além de, armazenar

grande quantidade de dados interligados a objetos/elementos da edificação, com representação inteligente e paramétrica (GSA, 2011).

O emprego do BIM não se limita apenas à introdução de uma nova tecnologia, mas abrange também a adoção de novos fluxos de trabalho que promovem a colaboração entre os diversos agentes envolvidos no processo de projeto e construção. Esse novo modelo de colaboração integra recursos avançados de visualização, facilitando a comunicação e a transferência contínua de conhecimento entre construtores, projetistas, contratantes, consultores e demais partes interessadas (Coelho e Novaes, 2008).

Figura 13 – Processo de avaliação das condições atuais da manutenção.

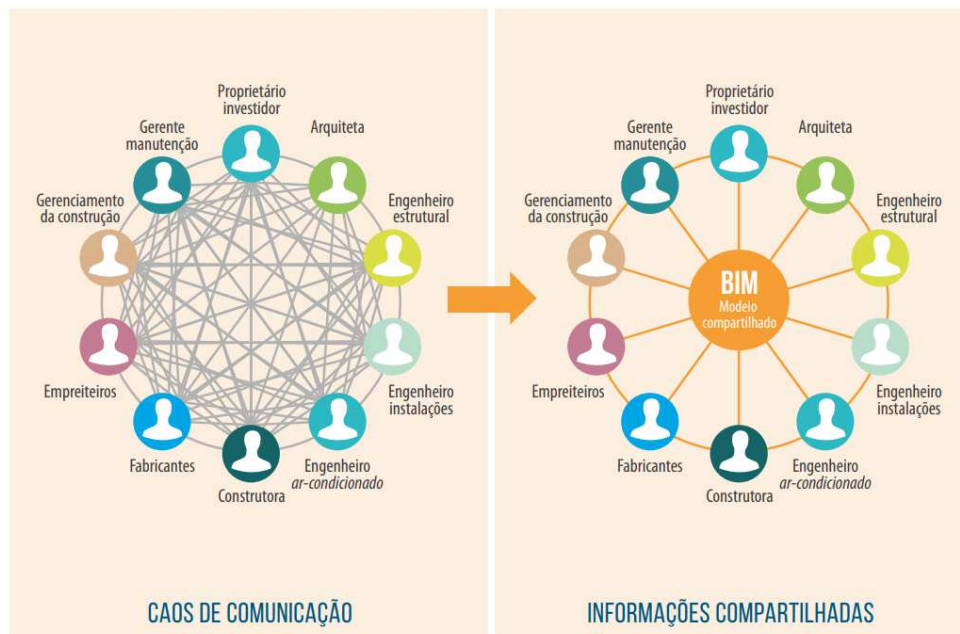


Fonte: Kim e Yu (2016) adaptado Karine de Paula (2017).

As informações são inseridas na plataforma BIM como propriedades e documentos. Isso possibilita a otimização dos processos, como a redução do tempo necessário para consultas de documentação, organização dos dados, otimização do processo de abertura de chamados, planejamento de futuras manutenções, entre outros benefícios.

A Figura 14 ilustra a diferença entre um projeto feito em BIM e um realizado por meio do processo tradicional. No modelo BIM, um único arquivo simula a construção real e contém todas as bases necessárias, permitindo extrair vistas, cortes e documentos sobre o projeto. Além disso, o modelo BIM pode ser alimentado simultaneamente por todos os envolvidos no projeto, enquanto no modelo tradicional, a colaboração ocorre de forma burocrática e demorada, passando de um projetista para outro.

Figura 14 – Processos entre o modelo tradicional (esquerda) e modelo BIM (direita).



Fonte: CBIC (2016)

A aplicação da gestão de *facilities* está diretamente relacionada às rápidas mudanças no contexto empresarial. Para oferecer o suporte necessário e acompanhar a evolução tecnológica, é crucial antecipar as solicitações dos usuários, a fim de evitar a falta de tempo para atendê-las, já que estas se sucedem em intervalos cada vez mais curtos. Isso exige uma mudança de postura em relação à operação e manutenção dos edifícios e de seus sistemas, passando de uma abordagem reativa para uma proativa (Antoniolli, 2003). A mudança de postura tem influenciado sua aplicação principalmente em edificações comerciais e industriais. Weise et al. (2009) ressaltam que essa direção é motivada pelo tipo de exploração da propriedade. Tipicamente, os imóveis residenciais acarretam poucos custos de exploração e manutenção ao longo de sua vida útil, enquanto os imóveis comerciais frequentemente enfrentam despesas operacionais elevadas. No entanto, mesmo os imóveis residenciais, apesar de seus custos de exploração menores, podem acarretar despesas significativas de manutenção quando analisados em conjunto.

#### 4.2 Tipos de sistema para BIM-FM

Dentro do contexto do BIM-FM, várias siglas e sistemas desempenham papéis importantes na gestão eficiente de instalações e ativos. Segundo Meyer e Spencer (2014), os tipos comuns de sistemas para BIM-FM são:

- **CAFM** (*Computer-Aided Facility Management*): O CAFM é um sistema que ajuda na gestão e manutenção de instalações usando tecnologia computacional. Ele oferece funcionalidades para acompanhar o ciclo de vida das instalações, gerenciar espaço, realizar planejamento de manutenção, agendamento de serviços, entre outras tarefas relacionadas ao *Facility Management*.
- **CMMS** (*Computerized Maintenance Management System*): O CMMS é um sistema que auxilia na programação e rastreamento de manutenções preventivas e corretivas de equipamentos e ativos, permitindo o gerenciamento de ordens de serviço, o controle de estoque de peças de reposição, a geração de relatórios de desempenho, e outras funções relacionadas à manutenção.
- **IWMS** (*Integrated Workplace Management System*): O IWMS é uma plataforma que integra diversas funcionalidades relacionadas ao gerenciamento de espaço, instalações e ativos. Ele pode incluir módulos para gerenciamento de imóveis, gerenciamento de projetos, gerenciamento de instalações e recursos, gestão de contratos, entre outros. Um IWMS oferece uma visão integrada e abrangente das operações de *Facility Management*.
- **SaaS** (*Software as a Service*): SaaS refere-se a um modelo de entrega de software onde o aplicativo é hospedado na nuvem e acessado de forma online. Muitos sistemas de CAFM, CMMS, IWMS e outras soluções de gerenciamento de instalações são oferecidos como serviços SaaS. Isso proporciona vantagens como acessibilidade remota, escalabilidade, atualizações automáticas e menor investimento inicial em infraestrutura. Essa nova plataforma pode ser utilizada como uma infraestrutura em 46 sistemas de informações (Lian; Yen; Wang, 2014).

Dentro do contexto do BIM-FM, esses sistemas desempenham papéis cruciais na gestão eficiente de instalações e ativos, permitindo que as equipes de *Facility Management* tenham acesso a informações detalhadas e atualizadas sobre os edifícios e os sistemas que eles contêm. A integração desses sistemas com o BIM pode melhorar a colaboração, aumentar a eficiência operacional e reduzir custos ao longo do ciclo de vida de um edifício.

### 4.3 COBie

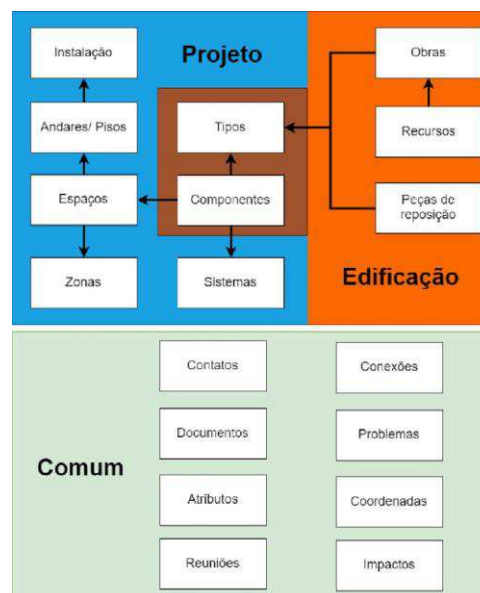
O COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*) é um padrão crucial no contexto da construção civil, facilitando a troca de informações operacionais de uma edificação. Teicholz (2013) explica que o COBie corresponde ao intercâmbio de informações de operações da Edificação, ou de padrões proprietários, que são formatos desenvolvidos pelos

fabricantes dos softwares. Esses padrões integram o modelo 3D BIM com sistemas CAFM e CMMS. O COBie desempenha um papel fundamental ao unir, compatibilizar e compartilhar documentos produzidos durante a construção, geralmente informações não gráficas (Soares, 2013).

Segundo Manzione (2013), o COBie especifica e identifica o conjunto mínimo de informações necessárias para a gestão dos ativos de uma edificação ao longo do ciclo de vida. Esse padrão pode ser visualizado durante as fases de projeto, construção e manutenção por meio de planilhas, em formato Excel (XML), das classes IFC que contêm a relação de especificações do padrão COBie. A organização dessas informações ocorre em uma listagem que engloba instalações, espaços, zonas, tipos, componentes, entre outros.

O COBie é uma especificação baseada em desempenho para a entrega de informações de ativos de uma instalação. Dois tipos de ativos estão incluídos no COBie: equipamentos e espaços (East, 2007). Além disso, a estrutura geral de um conjunto de dados COBie no estágio de entrega de uma construção de um projeto é composta por informações criadas pelos projetistas, pelos contratados e por informações de suporte comuns (Teicholz, 2013).

*Figura 15 – Estrutura COBie.*



*Fonte: TEICHOLZ, adaptado Elis Mayumi (2013).*

Os ativos instalados em uma edificação possuem uma grande quantidade de documentos associados que necessitam ser devidamente armazenados. East e Jackson (2016) enfatizam que esses documentos são entregues aos responsáveis, porém, muitas vezes, são armazenados de forma desfavorável para controle, resultando em perda de eficiência.

O COBie padroniza as informações coletadas durante a elaboração do projeto e sua construção, que serão entregues ao gestor de facilidades para acompanhamento e gestão de equipamentos e espaços. Esta padronização permite que os dados sejam analisados em softwares de manutenção, de projetos ou mesmo em uma planilha, facilitando assim o acesso à informação, armazenamento e custos de implementação.

O NIBS (National Institute of Building Sciences) relata que o COBie foi um projeto iniciado em 2005, onde um comitê de manutenção e operações formou uma equipe de projeto representando diferentes partes interessadas para identificar os requisitos para as trocas de informações necessárias durante a construção para a entrega às operações. Entre 2005 e 2009, o COBie passou de uma ideia inicial para um padrão reconhecido internacionalmente, implementado em software comercial em todo o mundo.

Figura 16 – Exemplo de planilha típica de equipamentos COBie.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Product	Product Type	Room Number	Manufacturer	Supplier	Critical	Installed Model Number	Installed Serial Number	Installed On
2	Fan-CentrifugalRoofExhauster-Downblast-RF01	Fan-CentrifugalRoofExhauster-Downblast	Roof-2	sales@greenheck.com	Email	Moderate	GB101-HP	DHRF001	26-Apr-2012
3	Fan-CentrifugalRoofExhauster-Upblast-SEF01	Fan-CentrifugalRoofExhauster-Upblast	Roof-2	sales@greenheck.com	Email	Moderate	S-Cube-161HP	SJSSEF001	26-Apr-2012
4	Fan-CeilingCabinet-EF2	Fan-CeilingCabinet	108	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO0	26-Apr-2012
5	Fan-CeilingCabinet-EF3	Fan-CeilingCabinet	204	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO1	26-Apr-2012
6	Fan-CeilingCabinet-EF4	Fan-CeilingCabinet	206	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO2	26-Apr-2012
7	Fan-CeilingCabinet-EF5	Fan-CeilingCabinet	208	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO3	26-Apr-2012
8	Fan-CeilingCabinet-EF6	Fan-CeilingCabinet	210	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO4	26-Apr-2012
9	Fan-CeilingCabinet-EF7	Fan-CeilingCabinet	212	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO5	26-Apr-2012
10	Fan-CeilingCabinet-EF8	Fan-CeilingCabinet	214	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO6	26-Apr-2012
11	Fan-CeilingCabinet-EF9	Fan-CeilingCabinet	216	sales@greenheck.com	Email	Moderate	SP-B50	JU8KLO7	26-Apr-2012
12	Fan-InlineCeilingCabinet-EF1	Fan-InlineCeilingCabinet	102	sales@greenheck.com	Email	Moderate	CSP-A190	AK654	26-Apr-2012
13	Fan-InlineCentrifugal-KEF2	Fan-InlineCentrifugal	112	sales@vikingrange.com	Email	Moderate	VINV600	AKSA45	26-Apr-2012
14	Fan-ReliefAir-RAF1	Fan-ReliefAir	Roof-1	sales@greenheck.com	Email	Moderate	FGR	LSODS90	26-Apr-2012

Fonte: NIBS (2015).

O modelo de dados IFC contempla todos os dados de um edifício, enquanto o COBie limita-se às informações necessárias para a operação do edifício, sendo um subconjunto do IFC. Esse conjunto reduzido é definido como *Model View Definition (MVD)* e é homologado pela *BuildingSMART* (2019). Os dados contidos no modelo COBie são basicamente espaços e equipamentos do edifício, elementos que requerem gerenciamento, manutenção e têm peças de consumíveis que necessitam de inspeções.

#### 4.4 Tipos de manutenção e conservação atual

Para efetuar a gestão adequada do sistema de manutenção, é imperativo prever uma infraestrutura abrangente que englobe recursos materiais, técnicos, financeiros e humanos. Essa infraestrutura deve ser capaz de atender às demandas da manutenção rotineira, corretiva e preventiva. Como delineado no subitem 4.1.3 da NBR 5674 (2012, p. 3) e destacado na figura 17, Santos (2017) salienta que o custo elevado associado à manutenção preventiva estimulou a busca por abordagens alternativas, incluindo a manutenção preditiva e a manutenção baseada na condição.

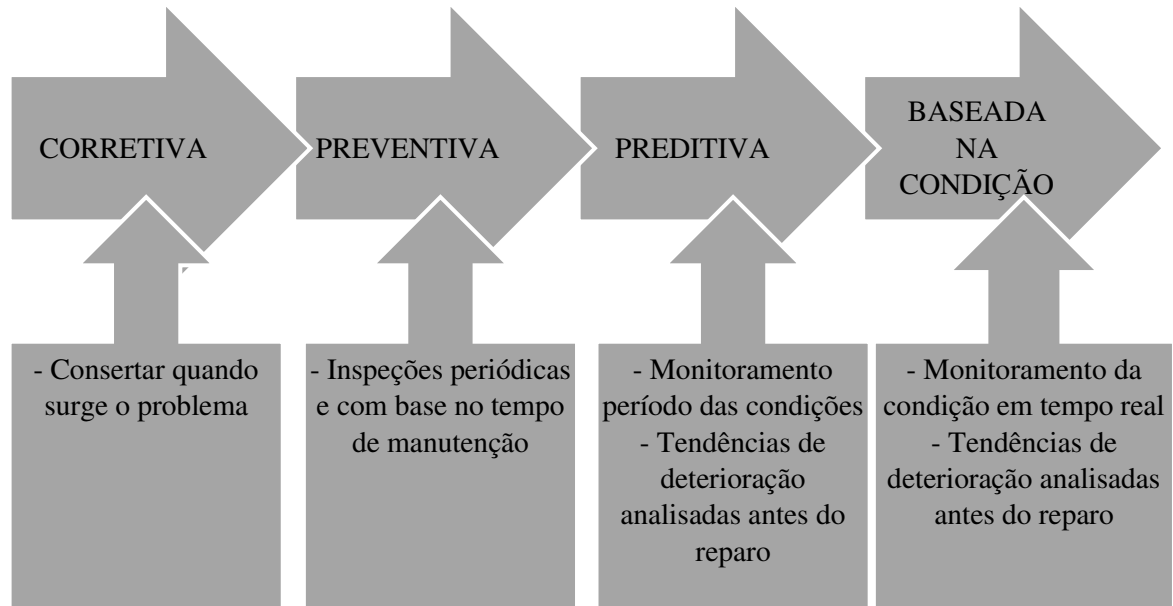
Figura 17 - Tipos de manutenção

<b>Tipos de manutenção</b>	
<b>Rotineira</b>	Fluxo constante de serviços; Padronizados e cíclicos; Exemplos: limpeza geral e lavagem de áreas comuns.
<b>Corretiva</b>	Demandam ação ou intervenção imediata; Permitir a continuidade do uso dos sistemas; Evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários.
<b>Preventiva</b>	É programada com antecedência; Prioriza as solicitações dos usuários; Prioriza as estimativas da durabilidade esperada dos sistemas; Gera relatórios de verificações periódicas sobre o seu estado de degradação.

Fonte: NBR 5674 (2012).

Conforme a perspectiva de Costa (2014), a manutenção preditiva fundamenta-se no estado de conservação dos elementos. Apesar de apresentar um plano de tarefas estruturado de maneira análoga à manutenção preventiva, sua execução ocorre somente quando há alterações nos parâmetros de desempenho. Esses parâmetros são avaliados por meio de inspeções em tempo real das condições dos elementos, determinando assim a real necessidade de intervenção. Caso não haja mudanças significativas, a manutenção pode ser adiada.

Figura 18 – Evolução da manutenção.



Fonte: Adaptado Neelamkavil (2011).

#### 4.4.1 Considerações sobre a Assistência Técnica

O papel importante desempenhado pelo departamento de Assistência Técnica é atender às necessidades dos clientes após a conclusão da obra, durante o período de garantia contratual. De acordo com Cavalcanti (2012), esse departamento pode contribuir para a melhoria dos processos das construtoras e incorporadoras, utilizando os conhecimentos adquiridos no atendimento de chamados e na supervisão dos reparos de itens destacados pelos clientes. Isso, por sua vez, retroalimenta os departamentos de projetos e processos de obras, visando evitar a repetição de falhas em projetos futuros.

Considerando o processo de Assistência Técnica, destacam-se:

- Recebimento dos chamados dos clientes;
- Aplicação da pesquisa de satisfação do cliente;
- Retroalimentação dos serviços prestados pela Assistência Técnica para as demais áreas.

Barlow e Moller (1996) e Rozenfeld et al. (2006) afirmam que os clientes expressam insatisfação em relação a falhas ou aspectos negativos no produto ou na experiência de consumo. Santos et al. (2017) conduziu uma análise das principais reclamações dos usuários de unidades habitacionais, revelando que cerca de 61% das queixas estão relacionadas a questões construtivas, 29% estão associadas a problemas de manutenção, e 10% dizem respeito às relações entre os condôminos.

#### 4.4.2 A Integração da Assistência Técnica no Ciclo da Qualidade

A norma ISO 9001 (ABNT, 2015) serve como referência para certificar os Sistemas de Gestão da Qualidade, estabelecendo requisitos essenciais para a implementação desse sistema. Dentre esses requisitos (conforme subitem 2), destacam-se:

- a) Foco no cliente;
- b) Liderança;
- c) Engajamento das pessoas;
- d) Abordagem de processo;
- e) Melhoria;
- f) Tomada de decisão baseada em evidência;
- g) Gestão do relacionamento.

No contexto dos processos pós-entrega, o subitem 8.5.5 determina que as atividades devem considerar:

- a) Requisitos estatutários e regulamentares;
- b) Consequências indesejáveis associadas aos produtos e serviços;
- c) Natureza do uso e tempo de vida pretendido dos produtos e serviços;
- d) Requisitos do cliente;
- e) Retroalimentação do cliente.

Organizações devem monitorar a percepção do cliente quanto à satisfação de suas necessidades e expectativas, avaliando o desempenho. Além disso, métodos para obter, monitorar e analisar as informações provenientes desse processo devem ser estabelecidos.

Souza (1997) e Fantinatti (2008) ressaltam que, para organizações que investem na implementação da gestão da qualidade, a noção de qualidade está intrinsecamente ligada à satisfação total dos clientes internos e externos. No entanto, ter um sistema de gestão não garante a completa isenção de irregularidades no produto entregue ao cliente.

Na indústria da construção civil, é considerável que as organizações possuam um departamento especializado na correção de problemas após a entrega da obra, durante o período de garantia. Dados obtidos por meio de chamados devem ser retroalimentados para os setores envolvidos, visando a melhoria contínua dos processos. Segundo Fantinatti (2008), a

Assistência Técnica é o elo entre o cliente e a empresa, buscando qualidade e satisfação das necessidades dos usuários.

#### **4.4.3 Manual do Proprietário**

Conforme a NBR 5674 (2012), a responsabilidade de entregar o Manual do Proprietário, contendo especificações, fornecedores e desenhos da construção (*as built*), ao final da construção, recai sobre a construtora/incorporadora.

Essa iniciativa visa orientar os usuários sobre os procedimentos adequados para a utilização e manutenção correta do imóvel, considerando seus sistemas construtivos e materiais empregados. O manual informa sobre os danos decorrentes do mau uso e esclarece os riscos de perda da garantia devido à falta de conservação e manutenção apropriada.

Segundo a ABNT NBR 14037 (2014), o manual do usuário é um documento que reúne todas as informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso e manutenção da edificação. O manual busca informar os usuários sobre as características técnicas da edificação, descrever procedimentos recomendáveis para sua melhor utilização, orientar sobre atividades de manutenção e prevenir falhas e acidentes decorrentes de uso inadequado.

Todos os envolvidos no manual do proprietário têm responsabilidades para implementar e desenvolver práticas operacionais eficientes, evitando a degradação precoce e prolongando a vida útil da edificação. O manual de uso deve ser elaborado e cumprido com a contribuição de diversas áreas, integrando informações de fabricação, projeto, construção e uso.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), construtores e/ou incorporadores devem elaborar o manual de uso da construção, seguindo normas como ABNT NBR 14037, ABNT NBR 5674 e ABNT 15575. O manual deve informar prazos de garantias, apresentar sugestões para o sistema de gestão de manutenção, detalhar o atendimento ao cliente e a prestação de serviços de Assistência Técnica aos usuários e síndicos de edificações. Deve especificar componentes e sistemas, enfatizando durabilidade e manutenibilidade, e proibir modificações sem conhecimento e consentimento prévio do construtor e/ou projetistas. O usuário deve seguir rigorosamente o manual de uso, operação e manutenção, registrando as manutenções e atualizando o manual em caso de modificações no ambiente construído.

#### 4.4.4 Processo de Atendimento da Assistência Técnica

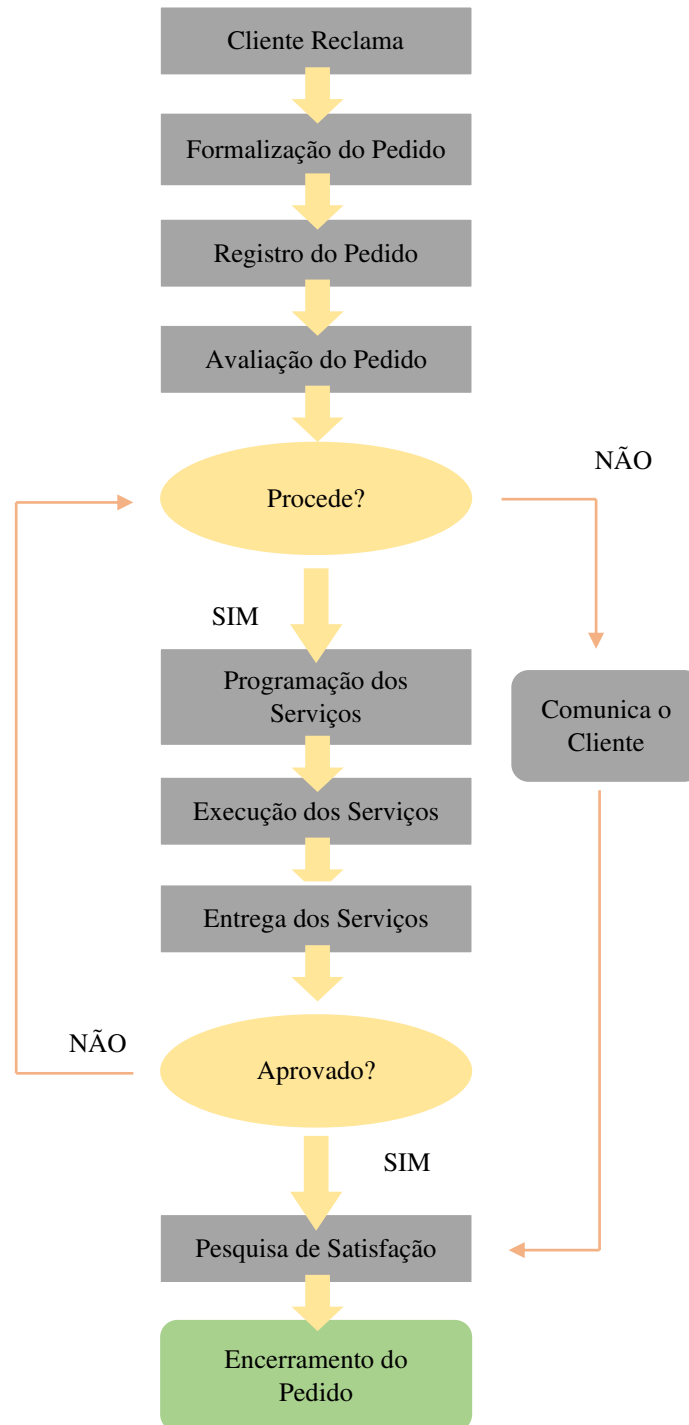
Conforme Cavalcanti (2012), o atendimento no setor de Assistência Técnica de construtoras tem caráter corretivo e segue uma rotina composta por etapas como formalização e análise da solicitação, programação e execução de serviços, e pesquisa de satisfação.

A reclamação do cliente pode ser realizada por meio de um portal ou contato telefônico, sendo formalizada através de um sistema CRM ou equivalente, que gera um número de protocolo. Esse sistema se conecta com as demais áreas envolvidas, permitindo à Assistência Técnica avaliar o chamado com base em manuais, memoriais, projetos e termos de garantia. Se a reclamação for válida, é aberta uma ordem de serviço, e o agendamento com o cliente é realizado. Uma vistoria é conduzida no local, com registros fotográficos da não conformidade, seguida pela execução do serviço sob supervisão da Assistência Técnica. Após a conclusão, os serviços são entregues, e o cliente analisa o reparo. Se tudo estiver satisfatório, o cliente assina a ordem de serviço atestando o recebimento. Adicionalmente, é comum o cliente realizar uma pesquisa de satisfação, levantando pontos importantes para identificação de melhorias durante o processo.

A reclamação do cliente pode ser realizada por meio de um portal ou contato telefônico, sendo formalizada através de um sistema CRM ou equivalente, que gera um número de protocolo. Esse sistema se conecta com as demais áreas envolvidas, permitindo à Assistência Técnica avaliar o chamado com base em manuais, memoriais, projetos e termos de garantia. Se a reclamação for válida, é aberta uma ordem de serviço, e o agendamento com o cliente é realizado. Uma vistoria é conduzida no local, com registros fotográficos da não conformidade, seguida pela execução do serviço sob supervisão da Assistência Técnica. Após a conclusão, os serviços são entregues, e o cliente analisa o reparo. Se tudo estiver satisfatório, o cliente assina a ordem de serviço atestando o recebimento. Adicionalmente, é comum o cliente realizar uma pesquisa de satisfação, levantando pontos importantes para identificação de melhorias durante o processo.

O processo de Assistência Técnica engloba diversas atividades, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Processo de atendimento da área de assistência técnica.



Fonte: Cavalcanti adaptado pela autora (2023).

O Código Civil estipula que a construtora é responsável pela solidez da obra e por vícios ocultos manifestados após o uso da edificação (Resende et al., 2002). Quando se trata de Assistência Técnica na construção civil, a associação à manutenção é comum, abrangendo aspectos preventivos e corretivos (Jobim, 1997). Entretanto, na manutenção preventiva, é

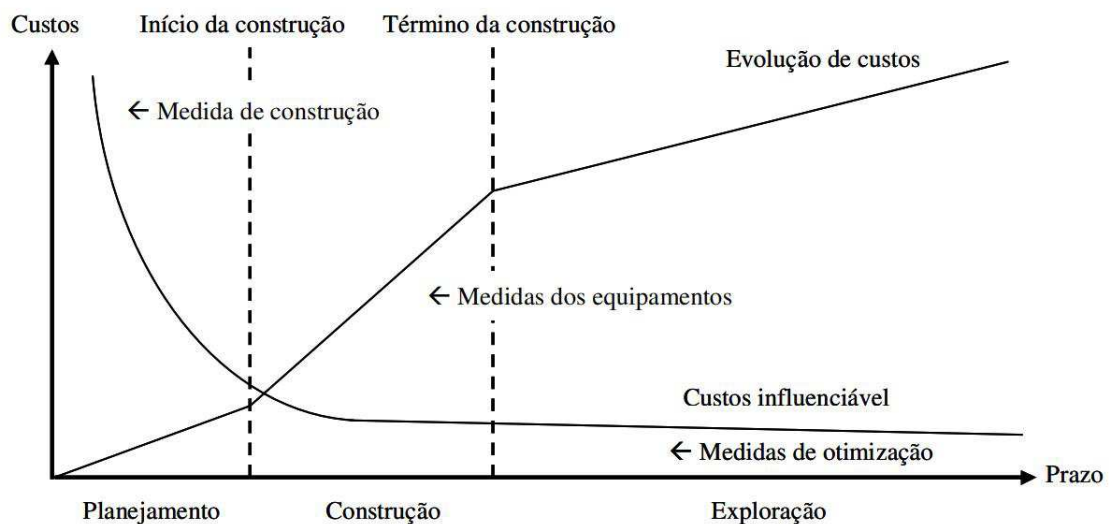
crucial considerar as responsabilidades dos clientes e do condomínio quanto ao uso adequado da edificação e às revisões periódicas dos sistemas, conforme regulamentado pela NBR 5674 (ABNT, 2012).

#### 4.4.5 Custos com Operação e Manutenção

Com base em pesquisas conduzidas em várias nações, abrangendo diferentes categorias de edificações, é evidenciado que os custos anuais associados à operação e manutenção de edifícios em utilização variam entre 1% e 2% de seu custo inicial. Embora esse montante possa parecer modesto, sua acumulação ao longo do ciclo de vida das edificações pode equivaler ou até mesmo superar seu custo de construção, conforme normatizado pela ABNT NBR 5674 (2012).

Numa análise de longo prazo, a fase de operação e manutenção emerge como a de maiores encargos, dada a inserção de variáveis distintas. Os custos operacionais são predominantemente moldados pelas decisões tomadas nas etapas de projeto, planejamento e construção. Uma vez que a edificação entra em operação, qualquer modificação substancial acarreta gastos expressivos, como observado na Figura 20.

Figura 20 - Influência dos custos.



Fonte: Amelung (1996).

A evolução dos custos ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, destacada na Figura 20, sublinha como as decisões em cada fase podem influenciar significativamente

esses custos. De maneira notória, definições tomadas na fase de planejamento e projeto tendem a resultar em custos menores nas etapas subsequentes, se comparadas a decisões tomadas em fases posteriores.

Antoniolli (2003) enfatiza que a efetividade dos custos operacionais desempenha um papel crucial no êxito de empreendimentos no ambiente construído. A prática tem demonstrado que alternativas com baixo investimento inicial nem sempre se revelam as mais eficazes ao longo do tempo. Portanto, a gestão deve ser um elemento presente em todas as decisões relacionadas ao desempenho das funções, atuando em análises econômicas desde a fase conceitual.

A minimização dos custos relacionados à Assistência Técnica e a maximização da satisfação dos clientes podem ser alcançadas por meio do intercâmbio de informações entre as equipes de projetos, execução de obra e Assistência Técnica. A gestão de edifícios está cada vez mais direcionada ao uso do BIM, pois esse permite uma melhor integração entre as diversas disciplinas de projeto e simulação do edifício construído. Isso possibilita a extração rápida de informações, como histórico de manutenção e banco de dados de materiais utilizados, proporcionando benefícios que facilitam e agilizam os processos de maneira geral.

#### **4.5 Softwares para *Facility Management***

Na administração da manutenção de edificações, os desafios primordiais estão associados à disponibilidade de informações, como documentações inadequadamente conservadas, lacunas em registros anteriores referentes ao histórico de ocupação do edifício e desorganização na documentação disponível.

Diversas soluções de software direcionadas à gestão da manutenção, integradas ao BIM, desempenham um papel importante nesse contexto. Exemplos notáveis incluem FM Interact, YouBIM, EcoDomus FM, ArchiFM, Bentley Facilities, ArchiBus e Performa Asset Management System, todos acessíveis online, destinados a gerir manutenção, espaço e ativos.

Durante a fase operacional e de manutenção, é determinante armazenar informações visuais e textuais relacionadas ao edifício, como especificações de sistemas construtivos, relatórios de inspeções e manutenções. Alguns desses softwares, que originalmente não faziam uso da tecnologia BIM, estão sendo adaptados para atender às demandas dos gestores de manutenção.

Dada a complexidade de consolidar todas as informações em um único modelo ou sistema em muitos casos, a interoperabilidade entre diferentes softwares emerge como um fator crucial para a aplicação efetiva do BIM na fase operacional da edificação.

Os modelos salvos no formato IFC (*Industry Foundation Classes*) são uma opção para transferir dados do modelo BIM para sistemas de gestão de manutenção, enquanto o COBie representa um padrão aberto internacional aplicado para a troca de informações.

Os objetivos fundamentais de um sistema de software de gerenciamento de instalações incluem o rastreamento detalhado de ativos e equipamentos, a gestão eficiente de custos de manutenção, a agilidade nas ordens de serviço e manutenção preventiva, além da maximização da vida útil dos ativos e a redução dos custos de espaço e manutenção.

Ao considerar a solicitação do formato de arquivo em um Plano de Execução do Projeto BIM ou em Entregas BIM (CIC BIM), existem duas preocupações principais para uma organização proprietária:

- Interoperabilidade e a transferência de dados para uso próprio;
- Reuso dos dados do modelo, ambos dentro do projeto.

Nas seções a seguir, serão apresentadas descrições de alguns softwares específicos que oferecem suporte à gestão da manutenção e têm integração com o BIM.

#### **4.5.1 EcoDomus FM**

O EcoDomus *FM* tem como objetivo principal integrar dados do edifício desde a concepção e construção até os diversos sistemas utilizados no gerenciamento do ciclo de vida. Estes sistemas incluem Sistemas de Modelagem da Informação (BIM), Sistemas de Automação Predial (BAS), Sistemas de gestão de edifícios (CMMS/CAFM/IWMS) e Sistemas de Informação Geográfica (GIS). Essa integração de dados previamente segregados permite que os gerentes de manutenção analisem dados operacionais de maneira holística, abordando a gestão de ativos, análise de eficiência energética, consumo de água, entre outros.

O EcoDomus FM suporta o formato COBie ao longo do ciclo de vida do projeto de construção e possibilita a inserção e modificação de dados por meio de planilhas Excel, oferecendo uma solução adaptada para pequenos edifícios.

#### 4.5.2 YouBIM

O YouBIM, uma solução em *Software* como Serviço (SAAS) da *Engworks*, baseada em nuvem, permite a visualização do modelo BIM sem a necessidade de software de modelagem. Essa solução facilita o acesso aos dados presentes nos objetos do modelo e permite a anexação de documentos originais de fabricantes vinculados a esses objetos.

O YouBIM oferece suporte à manutenção através de uma agenda que mantém um histórico atualizado das manutenções realizadas e prevê as futuras. Além disso, possibilita a integração com softwares de CAFM, como *Planon-fm*, *Asset Works*, *Accruent*, *TMA* e *ArchiBus*, proporcionando flexibilidade e adaptabilidade.

#### 4.5.3 Onuma System

O Onuma System é uma ferramenta BIM baseada na web, desenvolvida pela Onuma Inc., uma empresa especializada em arquitetura de *software*. Essa ferramenta é construída sobre padrões abertos da indústria, baseados em *cloud computing*, permitindo aos usuários visualizar e editar dados em tempo real através de um navegador da web em diversas plataformas. A abordagem em nuvem facilita a interoperabilidade com várias outras aplicações de software. O sistema Onuma, Inc. utiliza o formato COBie para integrar BIM com FM, proporcionando uma abordagem eficaz para a gestão de edificações.

#### 4.5.4 ArchiFM

O ArchiFM oferece uma abordagem integrada ao reunir todas as ferramentas e dados essenciais para os processos de *Facility Management* em um único produto de *software*. Utilizando um modelo de edifício virtual orientado graficamente, onde dados CAD e informações gráficas de diversos sistemas são logicamente atribuídos às estruturas do edifício, o ArchiFM sincroniza esse modelo com um banco de dados relacional. O *software* fornece módulos para controle de custos, gerenciamento de espaço, gestão de inquilinos, otimização de energia, inventário com captura de código de barras, entre outros. A interface web permite o acesso fácil e seguro a dados e processos essenciais.

#### 4.5.5 Archibus

O Archibus é uma ferramenta online que facilita o planejamento estratégico para o gerenciamento e manutenção de edificações. Suas funcionalidades incluem análises para redução de resíduos, prolongamento da vida útil dos ativos, elaboração eficiente de planos de manutenção e avaliação do impacto das condições físicas em equipamentos. Com agilidade no processamento de ordens de serviço, o Archibus permite tomadas de decisões assertivas, otimizando operações e mitigando riscos ao longo do ciclo de vida do edifício.

#### 4.6 Vantagens para aplicação do BIM para *Facility Management*

De acordo com as conclusões de Kassem (2015), a implementação do BIM para o *Facility Management* oferece uma série de vantagens significativas. Estas incluem:

- **Aprimoramento de Processos Manuais:** A capacidade de otimizar os processos manuais relacionados à informação no ciclo de manutenção;
- **Eficiência nas Ordens de Trabalho:** Aumento da eficiência na execução de ordens de trabalho, abrangendo agilidade, acesso rápido a dados e intervenções locais;
- **Facilitação da Gestão Predial:** Redução de dificuldades relacionadas à gestão de edificações, permitindo estudos de manutenção voltados para o desempenho desejado em diferentes estágios do ciclo de vida;
- **Automatização da Programação de Manutenção:** Capacidade de automatizar a programação de manutenção preventiva e ordens de serviço, prolongando a vida útil dos equipamentos e mantendo um histórico detalhado;
- **Conformidade com Normas e Regulamentos:** Capacidade de anexar dados em conformidade com normas e regulamentos, facilitando relatórios e planejamentos fora do modelo;
- **Análise de Cenários em Projetos de Reformas:** Habilidade para realizar análises de cenários em projetos de reformas em ambiente 3D, incluindo remodelagem, renovação ou demolição de edificações existentes;
- **Aprendizado com Experiências Passadas:** Avaliação de lições aprendidas no passado, armazenando essas informações no modelo BIM para fornecer feedback aos departamentos de projetos e construção, contribuindo para a prevenção e redução de riscos em novas edificações.

Um exemplo prático da eficiência proporcionada pelo BIM é evidenciado no processo de ordens de serviço. A obtenção de informações cruciais, como marca, modelo, garantia, fornecedor, capacidade do equipamento, local de instalação, área do local e histórico de manutenção, é simplificada. Evitar deslocamentos físicos para levantamentos se torna possível, economizando tempo e facilitando as operações logísticas. Dados de Teles (2016) indicam que a utilização do BIM para FM reduz drasticamente (96%) o tempo gasto na localização de itens ou equipamentos.

Além disso, o BIM fornece informações geométricas e não-geométricas mais precisas, contribuindo para a redução de erros, especialmente durante as fases de operação e manutenção, onde a atenção é crucial. Isso resulta em informações de melhor qualidade, acessíveis de maneira econômica (Mohammad e Syed, 2018).

#### **4.7 Desafios para adoção do BIM para Facility Management**

Apesar dos benefícios evidentes, a adoção da tecnologia BIM na fase operacional das edificações enfrenta diversos desafios. Fontes (2014) e Kassem et al. (2015) identificam os seguintes obstáculos:

- **Ferramentas e Processos Padronizados de Gestão de Manutenção:** Ausência de ferramentas e processos padronizados de gestão de manutenção, bem como de informações sobre materiais, equipamentos e histórico de manutenções realizadas;
- **Modelo 3D Parametrizado e Plantas em CAD:** Necessidade de um modelo 3D parametrizado ou plantas em CAD para a criação posterior do modelo BIM 3D;
- **Manutenção Contínua dos Modelos BIM:** Necessidade de constante manutenção dos modelos BIM para mantê-los atualizados;
- **Precisão do Modelo As-Built BIM:** Necessidade de confirmar a precisão do modelo As-Built BIM e revisar erros para o uso na Gestão de Manutenção;
- **Interoperabilidade entre Soluções BIM e Software de Gestão de Manutenção:** Problemas na interoperabilidade entre soluções BIM e software de Gestão de Manutenção;
- **Escassez de Metodologias e Experiência Limitada dos Gestores:** Escassez de metodologias que demonstrem os benefícios tangíveis do BIM na gestão de instalações, associada à experiência limitada dos gestores na tecnologia BIM;

- **Escassez de Bibliotecas:** Escassez de bibliotecas (de materiais, equipamentos e dados) que suportem o modelo, levando a cada empresa criar suas próprias bibliotecas;
- **Custo Elevado de Aquisição de Software e Treinamento:** Custo elevado de aquisição de software e treinamento da equipe.

Hungu (2013) complementa que, apesar do aumento da conscientização sobre os benefícios potenciais do BIM na fase de FM, ainda há falta de clareza sobre como o BIM pode ser aplicado na FM. Os gerentes de instalações frequentemente carecem de conhecimento sobre como assimilar o BIM em seus sistemas e como utilizá-lo de maneira prática no processo.

## 5 NORMAS DE DESEMPENHO

A norma NBR 5674 (2012) - Manutenção de Edificações - Requisitos para o Sistema de Gestão de Manutenção estabelece diretrizes para a gestão do sistema de manutenção de edificações. Considera características específicas, como a tipologia da edificação, seu uso, tamanho e complexidade, localização e entorno.

### 5.1 Manutenção de Edificações

A manutenção, em termos gerais, envolve ações destinadas a manter, preservar ou proteger. No contexto de edificações, seu objetivo é garantir a segurança e o conforto dos usuários, prevenir a deterioração de elementos e sistemas construtivos, e assegurar que a edificação mantenha o desempenho projetado (Fontes, 2014).

A manutenção requer inspeções rotineiras e sistemas para preservar o desempenho da edificação. Entretanto, em alguns casos, devido a interpretações equivocadas das necessidades de manutenção e à falta de recursos financeiros, a manutenção pode ser negligenciada.

Um plano de manutenção é um conjunto de especificações utilizado para programar ações de preservação. Sua finalidade principal é monitorar o desempenho de sistemas, elementos e componentes construtivos, corrigindo constantemente as condições de operação e enfrentando ameaças ou riscos quando necessário (Fontes, 2014).

A norma NBR 5674 (2012) sugere que a elaboração do plano de manutenção deve considerar:

- Tipologia, complexidade e regime de uso da edificação;
- Sistemas, materiais e equipamentos;
- Idade das edificações;
- Expectativa de durabilidade dos sistemas, quando aplicável aos elementos e componentes de acordo com a norma de desempenho NBR 15575;
- Relatório das inspeções, constando comparativos entre as metas previstas e as metas efetivas, tanto físicas como financeiras;
- Histórico das manutenções realizadas;
- Rastreabilidade dos serviços;
- Escala de prioridades entre os diversos serviços;
- Previsão financeira.

A norma também descreve os itens mínimos que o programa deve conter, uma sistematização ou estrutura que contemple:

- Designação do sistema, quando aplicável aos elementos e componentes;
- Descrição da atividade;
- Periodicidade em função de cada sistema, quando aplicável aos elementos e componentes, observadas as prescrições do projeto ou especificações técnicas;
- Identificação dos responsáveis;
- Documentação referencial e formas de comprovação;
- Modo de verificação do sistema;
- Custo.

Para a avaliação da eficiência da Gestão da Manutenção, a NBR 5674 (ABNT, 2012 p. 3) orienta a análise dos seguintes pontos:

- Atendimento ao desempenho das edificações e de seus sistemas conforme descrito na ABNT NBR 15575 (Parte 1 a 6);
- Prazo acordado entre a observação da não conformidade e a conclusão de serviço de manutenção;
- Tempo médio de resposta as solicitações dos usuários e intervenções de emergência;

- Periodicidade das inspeções prediais de uso e manutenção estabelecidas no manual de operação, uso e manutenção da edificação;
- Registro das inspeções.

## 6 ESTUDO DE CASO

Com o intuito de destacar a aplicação da tecnologia BIM na gestão e manutenção de edifícios históricos, é crucial compreender algumas considerações sobre a abordagem adotada neste estudo. Primeiramente, vale ressaltar a inexistência de um modelo preexistente que pudesse servir como referência, conferindo um caráter exploratório a essa pesquisa. Dessa forma, as decisões tomadas ao longo da execução deste trabalho resultaram em desafios não previstos. Além disso, é importante ressaltar que o edifício em questão possui uma longa história e muitos de seus documentos são físicos, guardados pelo síndico do prédio. Essa característica adiciona uma camada de complexidade à gestão e manutenção, uma vez que a documentação pode não estar facilmente acessível.

Neste capítulo, será delineado como o caso em estudo foi estruturado. Sua abordagem será dividida em três fases: levantamento da informação, modelação do edifício e a partilha de informação entre o modelo e o software de gestão, começando pelo histórico da edificação e justificando a escolha do Edifício Caiçara para este estudo.

Este trabalho aborda desafios tanto na modelação quanto na coleta e extração de informações de um modelo BIM, exigindo atenção a diversos aspectos. Embora haja várias abordagens possíveis com a metodologia FM, limitações de tempo impediram a exploração completa de certos caminhos, como elaboração de sistemas elétricos, hidráulicos ou elétricos. É crucial realizar uma avaliação ponderada de todas as possibilidades e fatores envolvidos para especificar claramente a área de intervenção do trabalho.

Será discutido sobre suas características, bem como o material já coletado como base para a pesquisa, seguido pela caracterização e modelagem do projeto compatível com a tecnologia BIM. Por fim, abordaremos a implementação do FM (*Facilities Management*) no modelo estudado.

### 6.1 A modernização de São Luís

Entre as décadas de 1950 e 1970, São Luís, capital do Estado do Maranhão, iniciou um processo de verticalização urbana. Esse fenômeno foi marcado pela introdução de arranha-

céus de características modernas no centro histórico da cidade, conhecido sobretudo por sua arquitetura colonial. Esse movimento resultou em uma transformação significativa na paisagem urbana de São Luís, rompendo com a predominância da horizontalidade que caracterizava a cidade até meados do século XX. Um dos marcos desse processo foi a construção do Edifício Caiçara, uma das primeiras edificações de uso misto - comercial e residencial - em altura com estilo modernista na capital maranhense.

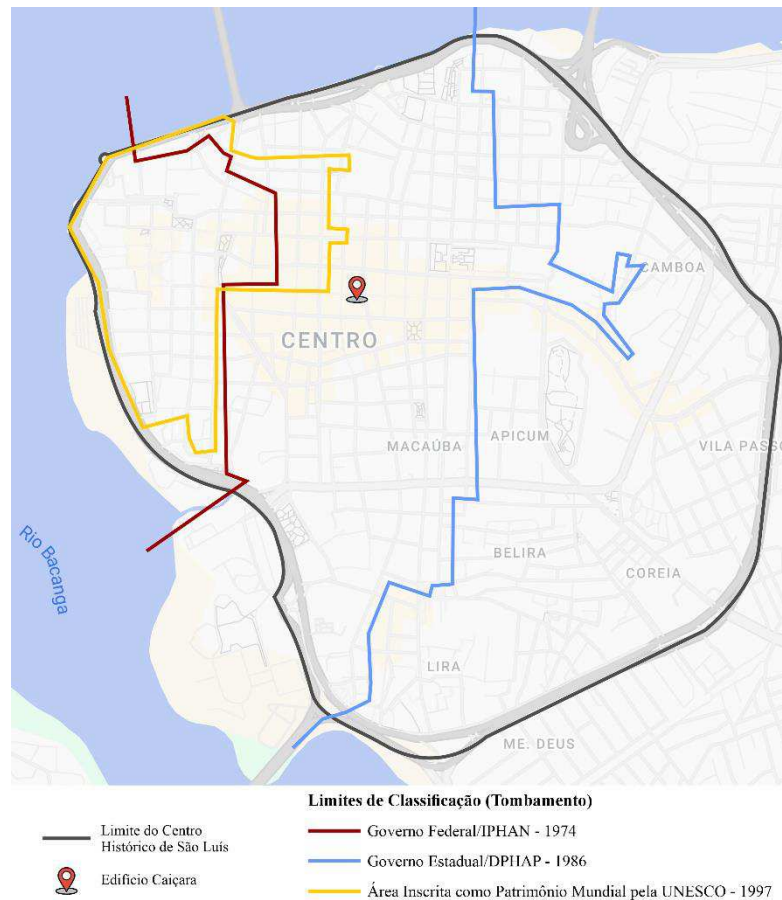
Essas construções representaram o ápice da modernidade na cidade, refletindo avanços técnicos e materiais que possibilitaram a construção em altura. Novas técnicas de fundição de ferro, laminação de madeira, estruturas metálicas e fabricação de vidros ampliaram os horizontes da arquitetura urbana. A evolução desses materiais foi acompanhada pelo desenvolvimento de sistemas elétricos, hidráulicos, elevadores, incineradores, telefones e outros avanços, proporcionando conforto e funcionalidade às pessoas que habitavam ou trabalhavam nessas estruturas (Vaz, 2002).

Os princípios modernistas presentes no Edifício Caiçara remetem aos "Cinco Pontos para uma Nova Arquitetura" propostos por Le Corbusier em 1926. Esses princípios incluem a planta livre, fachada livre, janela em fita, terraço-jardim e pilotis, os quais foram viabilizados pelo uso do concreto armado como principal material de construção, bem como pela adoção de uma setorização rigorosa nos espaços residenciais (Benevolo, 1998 [1976]).

## **6.2 O Edifício Caiçara**

No início dos anos 60, deu início à construção, no centro de São Luís, o seu primeiro prédio em altura de uso misto – residencial e comercial -, o Edifício Caiçara, situado na Rua Oswald Cruz, nº 490, inserido no conjunto arquitetônico, paisagístico e urbanístico tombado pelo Governo Estadual. O Caiçara ocupa um terreno de aproximadamente 767 metros quadrados, situado na esquina entre as Rua Oswald Cruz, popularmente conhecida como Rua Grande e rua São Pantaleão (Rua Sen. Costa Rodrigues).

Figura 21 – Localização do edifício Caiçara e as áreas de tombamento do Centro Histórico de São Luís.



Fonte: Própria autora (2024).

Anteriormente, esse terreno abrigava a Igreja de Nossa Senhora da Conceição dos Mulatos (1805-1939), demolida em 1939 durante o Plano de Remodelamento e Embelezamento da Cidade, liderado pelo Prefeito Pedro Neiva de Santana (1937-1945). A demolição visava alargar a rua para facilitar a circulação de veículos, especialmente dos bondes que transitavam na área, considerando que a igreja estava desalinhada com as construções da Rua Grande, representando um risco para os usuários do transporte coletivo (São Luís, 1992; Barros, 2001).

A construção do arranha-céu foi empreendida pela "Construtora Caiçara", responsável pelo nome do edifício. O início das obras foi registrado e averbado no Cartório de Registro de Imóveis em 1967 (Barros, 2001).

*Figura 22 – Rua grande com vista para o Edifício Caiçara.*



*Fonte: DPHAP [19--].*

O Edifício Caiçara, apresenta as seguintes características: frente e laterais revestidas de pastilhas, construção moderna, sobre colunas e estrutura de concreto armado, lajes de cimento e marquises externa. Possui dez pavimentos, além do subsolo e do terraço. No subsolo, há vinte vagas para carros, insuficientes para atender todas as unidades residenciais. O acesso à garagem, localizado no subsolo, é pela Rua de São Pantaleão, à direita do edifício. Neste nível, estão localizados a sala dos medidores, um depósito, a cisterna com capacidade de 40.000 litros, o elevador social, a escada que conduz ao hall da recepção e o incinerador de lixo, desativado por questões de segurança e saúde. O espaço do incinerador foi convertido em uma lixeira.

*Figura 23 – Fachada Edifício Caiçara.*



*Fonte: Própria autora (2024).*

No pavimento térreo, estão situados a recepção, os elevadores social e de serviço, as escadas de acesso aos apartamentos e à garagem, além de uma galeria com dez lojas e acesso à administração, que abriga a sala do síndico. O corredor que dá acesso às lojas, com entrada pela rua São Pantaleão (rua Sen. Costa Rodrigues), servia como um espaço público conectando-se à Rua de São Pantaleão, atualmente ocupado por diversos estandes de vendas.

No segundo pavimento, encontram-se as sobrelojas e a administração. As lojas e sobrelojas não têm acesso aos apartamentos e apresentam uma volumetria distinta do bloco de apartamentos, que é composto por três blocos interligados por corredores.

Do terceiro ao oitavo pavimento, estão localizadas as 48 unidades residenciais, seis em cada andar. Os apartamentos variam em área, de 97 m<sup>2</sup> (no bloco central) a 102 m<sup>2</sup> (nos blocos laterais). A ventilação e iluminação dos corredores são proporcionadas por cobogós, elementos típicos da arquitetura modernista.

*Figura 24 – Hall de acesso aos apartamentos com cobogós.*



*Fonte: Própria autora (2024).*

Os apartamentos apresentam uma clara setorização em área social, privativa e de serviços, uma abordagem defendida pelo modernismo para uma planta eficiente e ambientes funcionais. A área social inclui a sala de estar integrada à sala de jantar, conectada à cozinha e à circulação que leva ao setor privativo. O setor privativo consiste em três quartos, proporcionando individualidade aos moradores, com um banheiro adicional para visitantes. Os dois quartos nos fundos do apartamento possuem armários embutidos, refletindo uma atenção ao layout do ambiente. O setor de serviços compreende a cozinha, a área de serviço (lavanderia), um quarto e um banheiro de empregados. Todos esses espaços têm ventilação externa, exceto o quarto de empregados, cuja ventilação é direcionada para a área de serviço.

O último pavimento abriga o quarto do zelador (sala, quarto, cozinha e banheiro), o terraço, o salão de festas (funcionando como academia), o depósito do salão de festas e os lavatórios masculino e feminino. Apesar de suas diversas funcionalidades, destaca-se o aproveitamento do terraço como espaço de convívio social, em consonância com um dos princípios de uma nova arquitetura, conforme Le Corbusier: o terraço jardim.

*Figura 25 – Terraço na cobertura do Edifício Caiçara.*



*Fonte: Própria autora (2024).*

Após análise, constatou-se poucas alterações na edificação, incluindo mudanças nos materiais de revestimento de paredes e pisos internos dos apartamentos, do hall social e da recepção. Os pisos em taco e retangulares vermelhos nas áreas molhadas, comuns na época, foram substituídos por cerâmica. O mármore branco usado nas paredes e pisos da recepção foi substituído por pintura e granito. Os vãos dos incineradores, presentes em todos os pavimentos, foram fechados e utilizados como locais temporários de armazenamento de lixo.

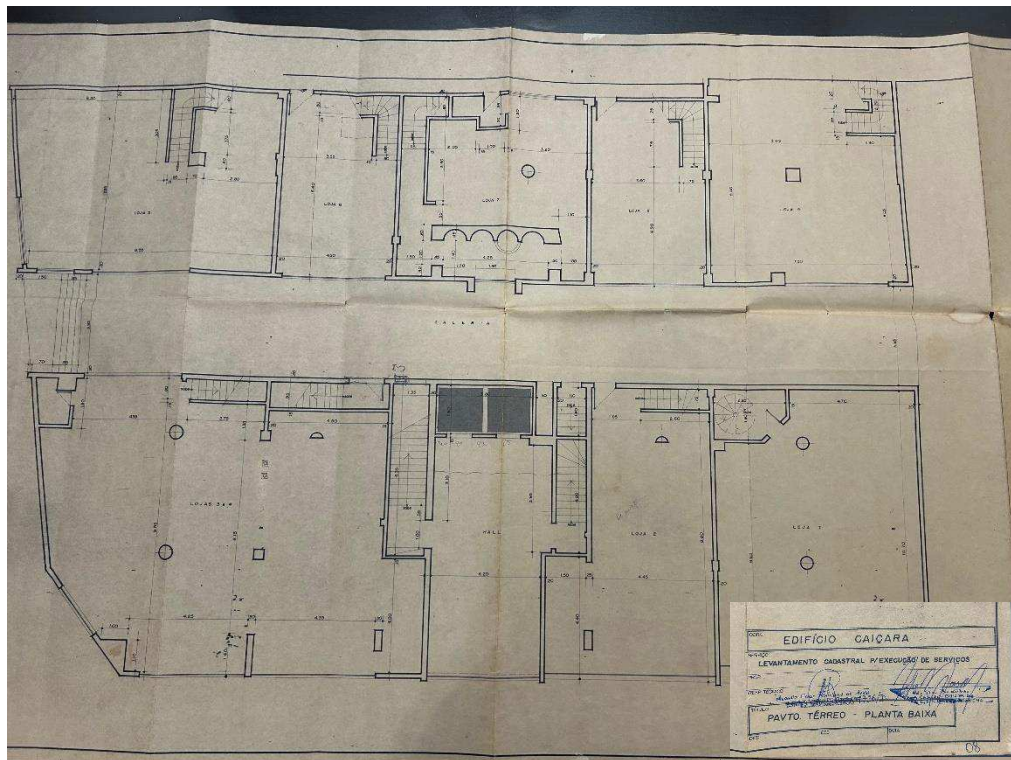
Atualmente, o Edifício Caiçara encontra-se em estado de conservação que requerem cuidados urgentes e demanda um de um plano de manutenção. Conforme relatado pelo síndico do prédio, a maioria dos apartamentos são ocupados por idosos e comerciantes das proximidades.

### **6.3 Levantamento de informações e documentos disponíveis**

Para a coleta de dados, foram considerados os itens conforme descritos na norma de manutenção de edificações (NBR 5674:2012). O ponto de partida para a execução deste trabalho consistiu no levantamento minucioso de informações junto à administração do edifício. Os projetos obtidos durante o levantamento de informações foram utilizados como base para a realização da modelagem.

Considerando que a estrutura do edifício não requer um programa de manutenção frequente, o projeto estrutural não se revelou crucial para este estudo. Além disso, houve a preocupação de evitar a sobrecarga do arquivo de modelagem com informações pouco relevantes para o escopo da pesquisa, resultando na decisão de não abordar a especialidade de estruturas na modelagem. A seleção cuidadosa da informação durante o levantamento sobre o edifício foi relevante, visando o máximo de informações levantadas durante a pesquisa. Infelizmente, não foi possível realizar o levantamento de informações mais sucintas referente às instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias do edifício pois não há documentos existentes referentes aos sistemas complementares da edificação.

*Figura 26 – Planta baixa disponibilizada pela administração do edifício Caiçara.*



*Fonte: Própria autora (2024).*

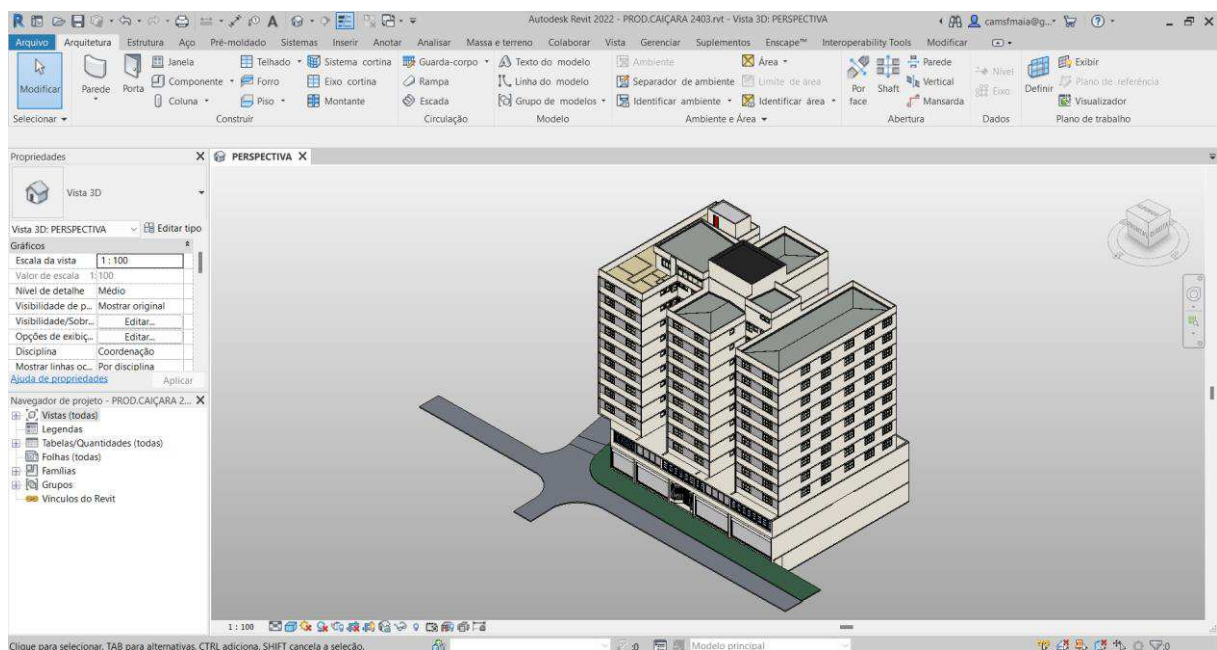
## 6.4 Modelagem do Edifício

Há uma variedade de softwares disponíveis no mercado para realizar modelagem, incluindo REVIT e Navisworks da Autodesk, bem como ArchiCAD (Graphisoft), Edificius (ACCA), Allplan Architecture (Nemetschek Company), AECOsim Building Designer (Bentley), Civil3D (Autodesk) e EdiLus (ACCA). Além disso, existem também Structures da

Tekla, MEP Modeler e EcoDesigner da Graphisoft, e Constructor, Estimator, Control, Cost Manager e 5D Presenter da VICO Software.

Para a modelagem dos modelos BIM, foi utilizado o software Autodesk REVIT 2022, empregando a licença estudantil disponibilizada pelo programa. Essa versão é abrangente e compatível com os programas utilizados no estudo, fornecendo comandos específicos para cada especialidade.

*Figura 27 – Vista 3D da modelagem realizada no REVIT.*



*Fonte: Elaborado pela autora (2023).*

O REVIT apresenta um layout simples e amigável, o que facilita a operação para usuários familiarizados com outros softwares da Autodesk. Outro fator relevante é a maior interoperabilidade entre as ferramentas de *Facility Management* e a popularidade do REVIT em comparação com outras opções disponíveis. Esses aspectos contribuíram para uma experiência mais fluida e eficiente no desenvolvimento do projeto.

## 6.5 Escolha da solução BIM-FM

A escolha do software foi limitada devido à natureza paga de todas as opções disponíveis, exceto pelo YouBIM, que gentilmente ofereceu uma versão de teste gratuita para aplicação no estudo em questão. Infelizmente, outras empresas não responderam ao contato dentro do prazo estabelecido ou disponibilizaram o software apenas como prova de conceito,

impedindo assim verificar a transferência de dados do modelo BIM e os dados de entrada necessários para a utilização do modelo selecionado na pesquisa em um software de *Facility Management*.

O software de FM utilizado nesta pesquisa foi o YouBIM. O YouBIM® é uma solução baseada na nuvem (com a alternativa de instalação em servidores On-Premise locais), que proporciona aos proprietários um banco de dados integrado e acesso imediato a informações sobre ativos e localização por meio de uma interface 2D/3D-BIM acessível pelo navegador de internet (YouBIM, 2019).

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo de caso, foram utilizadas as informações fornecidas pela administração do prédio para a modelagem e organização de dados, alcançando um nível de detalhamento (LOD 350). Além disso, para alguns ativos, foram adicionadas informações não geométricas com o propósito de realizar testes apropriados. Optou-se por não atualizar completamente o modelo para o LOD 500 devido à falta de informações mais específicas para a condução do estudo. Em vez disso, priorizou-se a atualização alguns ativos selecionados, o que se mostrou suficiente para alcançar os objetivos esperados.

O propósito da presente pesquisa é investigar uma estrutura de requisitos voltada para a implementação de sistemas de autoria BIM, com o intuito de gerar modelos apropriados para a gestão da manutenção e operação de edifícios. Com a finalidade de analisar os resultados obtidos, optou-se por selecionar três categorias distintas, escolhendo componentes representativos de cada uma delas para fins de estudo, aplicação e demonstração: 1) Cobertura, lajes e impermeabilizações; 2) Equipamentos de combate a incêndio: Hidrante e Extintores de Incêndio; 3) Equipamentos e máquinas: Elevadores Social e de Serviço; 4) Paredes e revestimentos; 5) Pisos e revestimentos.

No processo, foi empregado os formatos de dados COBie 2.4 e REVIT 2022. Para extrair os dados COBie essenciais, foi utilizado o plugin Interoperability Tools <sup>1</sup>, disponível na loja da Autodesk. Este plugin facilitou significativamente a extração dos dados necessários, otimizando assim o fluxo de trabalho e garantindo a integridade e a precisão das informações.

---

<sup>1</sup> Plugin Interoperability Tools da Autodesk é uma coleção de complementos gratuitos para produtos Autodesk® para ajudar arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários com seu *Building Information Modeling* (BIM) e fluxos de trabalho de dados, disponível na aba de Atualizações de produtos na Autodesk Account.

## 7.1 Plano de manutenção

A sociedade civil reconhece e valoriza cada vez mais a importância fundamental das atividades de uso, operação e manutenção de edifícios para garantir sua durabilidade e preservar suas condições de utilização ao longo de sua vida útil projetada. A elaboração e implementação de programas de manutenção corretiva e preventiva, como abordado neste trabalho, tornam-se essenciais nesse contexto. Esse aspecto se torna ainda mais crítico à medida que as edificações se tornam mais complexas, afastando-se dos padrões convencionais conhecidos.

O proprietário ou condomínio deve elaborar o programa de manutenção. A observação e o cumprimento do programa de manutenção fornecem subsídios para o bom funcionamento da edificação, atendendo às condições de saúde, segurança e salubridade do usuário.

Conforme as informações obtidas a partir do levantamento de dados do edifício, é apresentado no quadro 5 o plano de manutenção para o edifício Caiçara, atendendo a Norma de Manutenção de Edificações NBR 5476 da ABNT e a Norma de Desempenho NBR 15575-1 da ABNT.

*Quadro 5 – Plano de manutenção de acordo com os sistemas e componentes existentes no Edifício Caiçara.*

ITEM	SISTEMA	ELEMENTO/ COMPONENTE	DESCRIÇÃO DA MANUTENÇÃO
A CADA SEMANA			
1	Sistemas hidrossanitários	Reservatórios de água potável	Verificar o nível dos reservatórios e o funcionamento das boias
A CADA 15 DIAS			
2	Sistemas hidrossanitários	Bombas de água potável e água servida	Verificar o funcionamento e alternar a chave no painel elétrico para utilizá-las em sistema de rodízio, quando aplicável
A CADA MÊS			

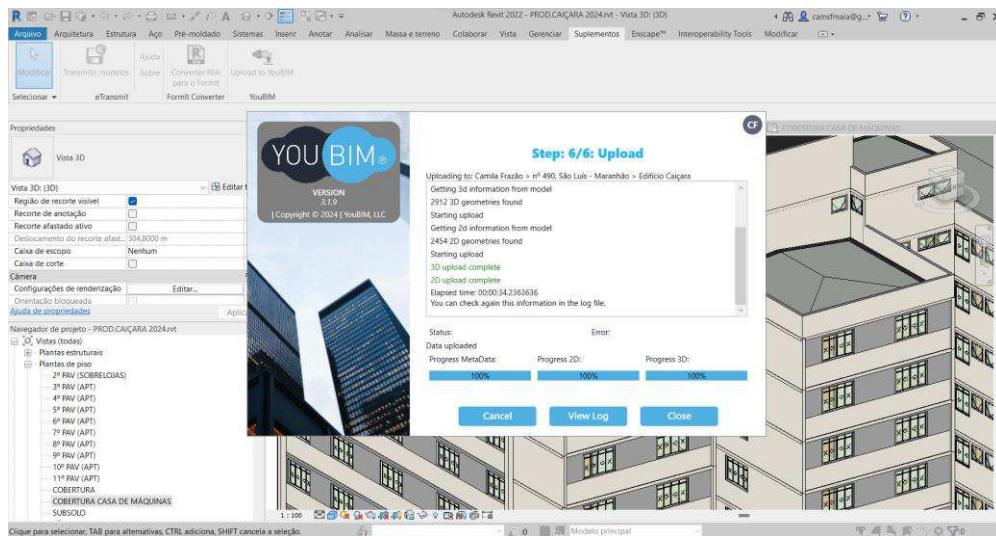
3	Equipamentos industrializados	Iluminação de emergência	Efetuar teste de funcionamento dos sistemas, conforme instruções do fornecedor
4	Sistema de automação	Automação de portões	Fazer manutenção geral dos sistemas conforme instruções do fornecedor
5		Dados, informática, voz, telefonia, vídeo, TV, CFTV e segurança perimetral	Verificar o funcionamento conforme instruções do fornecedor
6	Revestimentos de parede, piso e teto	Pedras naturais (mármore, granito e outros)	Verificar e, se necessário, encerar as peças polidas
7	Sistemas hidrossanitários	Ralos, grelhas, calhas e canaletas	Limpar o sistema das águas pluviais e ajustar a periodicidade em função da sazonalidade, especialmente em época de chuvas intensas
<b>A CADA 3 MESES</b>			
8	Sistemas hidrossanitários	Caixas de esgoto, de gordura e de águas servidas	Efetuar limpeza geral
<b>A CADA ANO</b>			
9	Estrutural	Lajes, vigas e pilares	Verificar a integridade estrutural, conforme ABNT NBR 15575
10	Equipamentos industrializados	Sistema de segurança	Manutenção recomendada pelo fornecedor
11		Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas	Inspecionar sua integridade e reconstituir o sistema de medição de resistência conforme legislação vigente
12			Inspecionar, periodicamente, de acordo com a legislação vigente. Em locais expostos à corrosão severa, reduzir os intervalos entre verificações
13	Desratização e desinsetização (Residencial)		Aplicação de produtos químicos
14	Impermeabilização	Áreas molhadas internas e externas, piscinas, reservatórios, coberturas, jardins, espelhos d'água	Verificar sua integridade e reconstituir a proteção mecânica, sinais de infiltração ou falhas da impermeabilização exposta
15	Rejuntamentos e vedações		Verificar integridade e reconstituir os rejuntamentos internos e externos dos pisos, paredes, peitoris, soleiras, ralos, peças sanitárias, bordas de banheiras, chaminés, grelhas de ventilação, e outros elementos
16	Revestimentos de parede, piso e teto	Paredes externas / fachadas e muros	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário

17		Piso acabado, revestimento de paredes e tetos	Verificar a integridade e reconstituir, onde necessário
18	Instalações elétricas	Quadro de distribuição de circuitos	Reapertar todas as conexões
19	Esquadrias em geral		Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, guarda-corpos, e reconstituir sua integridade, onde necessário.
20			Efetuar limpeza geral das esquadrias incluindo os drenos, reapertar parafusos aparentes, regular freio e lubrificação. Observar a tipologia e a complexidade das esquadrias, os projetos e instruções dos fornecedores.
21	Vidros e seus sistemas de fixação		Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos caixilhos e reconstituir sua integridade, onde necessário
22	Sistemas hidrossanitários	Tubulações	Verificar as tubulações de água potável e servida, para detectar obstruções, falhas ou entupimentos, e fixação e reconstituir a sua integridade, onde necessário
23		Metais, acessórios e registros	Verificar os elementos de vedação dos metais, acessórios e registros
24	Equipamentos de incêndio		Recarregar os extintores
25	Sistema de cobertura		Verificar a integridade estrutural dos componentes, vedações, fixações, e reconstituir e tratar, onde necessário
<b>A CADA 2 ANOS</b>			
26	Esquadrias e elementos de madeira		Verificar e, se necessário, pintar, encerar, envernizar ou executar tratamento recomendado pelo fornecedor
27	Esquadrias e elementos de ferro		Verificar e, se necessário, pintar ou executar tratamento específico, recomendado pelo fornecedor
28	Instalações elétricas	Tomadas, interruptores e pontos de luz	Verificar as conexões, estado dos contatos elétricos e seus componentes, e reconstituir, onde necessário
<b>A CADA 3 ANOS</b>			
29	Fachada	Efetuar lavagem	Verificar os elementos e, se necessário, solicitar inspeção. Atender às prescrições do relatório ou laudo de inspeção

Fonte: Elaborado pela autora (2023).



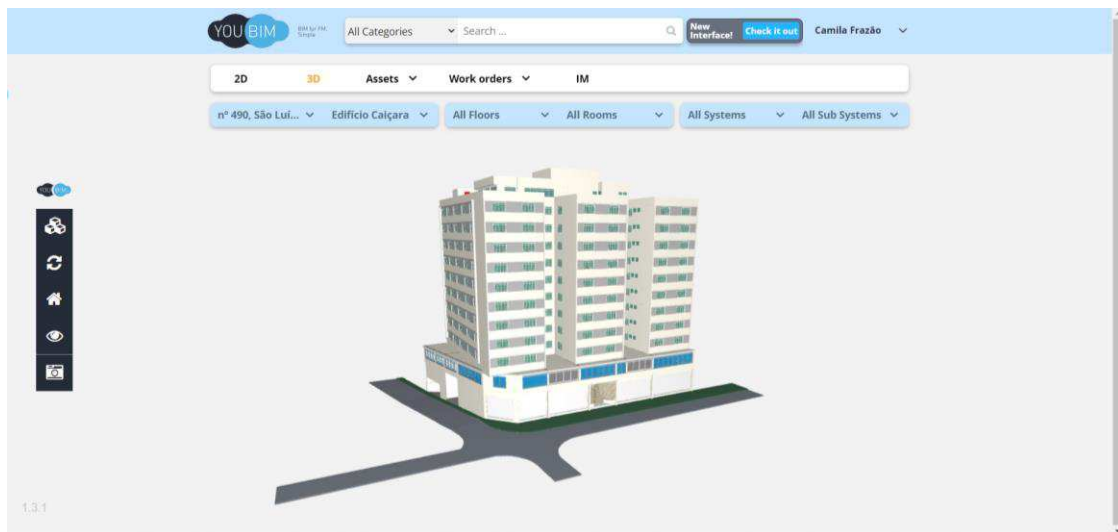
Figura 29 – Upload dos dados ao YouBIM



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após a integração da modelagem com as informações dos ativos selecionados, procedemos com o upload da documentação diretamente no sistema do YouBIM. Foi optado por carregar manuais e fotos de alguns equipamentos específicos apenas para ilustrar o funcionamento do sistema.

Figura 30 – Interface e visualização 3D no YouBIM.

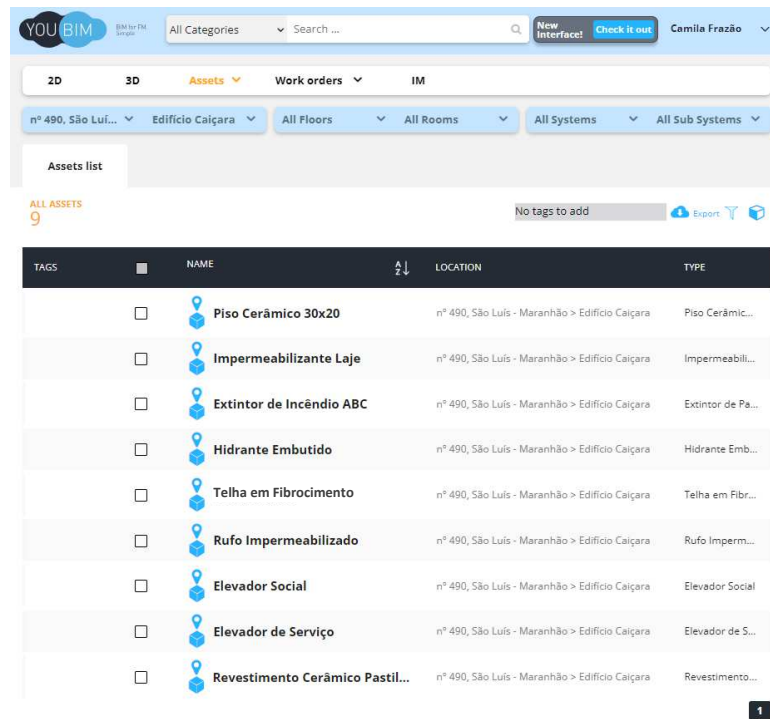


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Neste projeto, a integração total dos documentos de operação e manutenção com o BIM não foi realizada. Os ativos selecionados para a aplicação desse estudo se deram por meio da facilidade de identificar e acessar esses equipamentos durante o levantamento de dados *in loco*. Os ativos selecionados foram: 1) Cobertura, lajes e impermeabilizações; 2) Equipamentos

de combate a incêndio: Hidrante e Extintores de Incêndio; 3) Equipamentos e máquinas: Elevadores Social e de Serviço; 4) Paredes e revestimentos; 5) Pisos e revestimentos.

Figura 31 – Visualização de componentes escolhidos e importados no YouBIM.

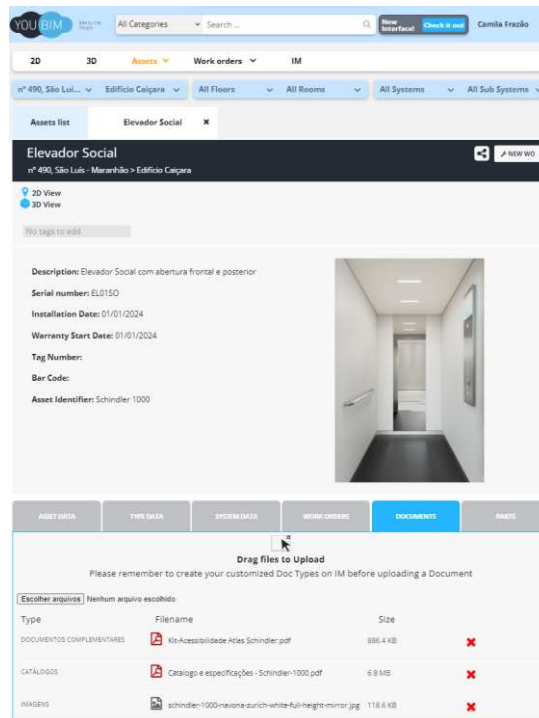


TAGS	NAME	LOCATION	TYPE
<input type="checkbox"/>	Piso Cerâmico 30x20	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Piso Cerâmico...
<input type="checkbox"/>	Impermeabilizante Laje	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Impermeabil...
<input type="checkbox"/>	Extintor de Incêndio ABC	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Extintor de Pa...
<input type="checkbox"/>	Hidrante Embutido	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Hidrante Emb...
<input type="checkbox"/>	Telha em Fibrocimento	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Telha em Fibr...
<input type="checkbox"/>	Rufo Impermeabilizado	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Rufo Imperm...
<input type="checkbox"/>	Elevador Social	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Elevador Social
<input type="checkbox"/>	Elevador de Serviço	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Elevador de S...
<input type="checkbox"/>	Revestimento Cerâmico Pastil...	nº 490, São Luís - Maranhão > Edifício Caiçara	Revestimento...

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na aba de documentos, é possível anexar manuais de instruções, fichas técnicas e imagens do produto/equipamento. Dessa forma, cada documento é vinculado ao seu respectivo objeto ou ativo, facilitando a busca por informações relevantes. Essa organização contribui para uma gestão mais eficiente e permite um acesso rápido e direto aos documentos necessários para operação e manutenção dos ativos do projeto.

Figura 32 – Visualização de dados e importação de documentos referente ao ativo.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quando uma ordem de serviço é solicitada, o YouBIM automatiza o processo de notificação enviando um e-mail diretamente para a pessoa responsável pelo serviço solicitado. Este e-mail contém um link que direciona o navegador ao software, levando-o diretamente para o ativo que requer manutenção, além de enviar também um arquivo ICS, que é suportado para integrar ao calendário ou e-mail. Essa funcionalidade simplifica e agiliza o acesso à informação relevante, garantindo uma resposta rápida e eficaz às solicitações de serviço.

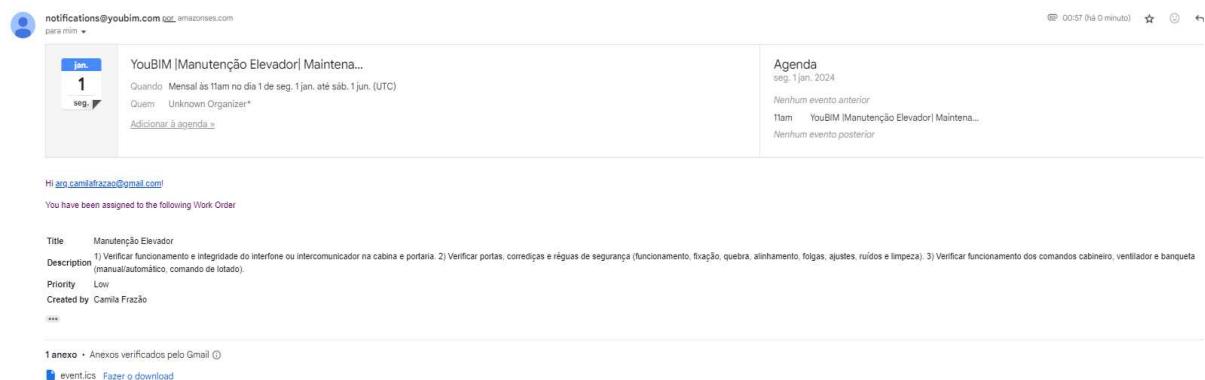
Figura 33 – Configuração da ordem de serviço de um componente.

The screenshot displays the 'New WO' configuration form in the YouBIM system. The form is titled 'Manutenção Elevador' and includes the following fields and options:

- Title:** Manutenção Elevador
- Description:** 1) Verificar funcionamento e integridade do interfone ou intercomunicador na cabina e portaria. 2) Verificar portas, correções e réguas de segurança (funcionamento, fixação, quebra, alinhamento, folgas, ajustes, ruídos e limpeza). 3) Verificar funcionamento dos comandos cabineteiro, ventilador e bandeja. The maximum number of characters allowed is 2000.
- Element:** Elevador Social
- Type:** Elevador Social (with a checked option 'Create WO for all elements in this type')
- Work Order Class:** N/A
- Priority:** Low
- User:** Camilla Frazão
- Start Date:** 01/01/2024 08:00
- Due Date:** 05/01/2024 08:00
- Preventive Maintenance:**
- Repeats:** Months, 1
- Until:** 01/06/2024 08:00
- Select a form to add to this work order:** Select Forms

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

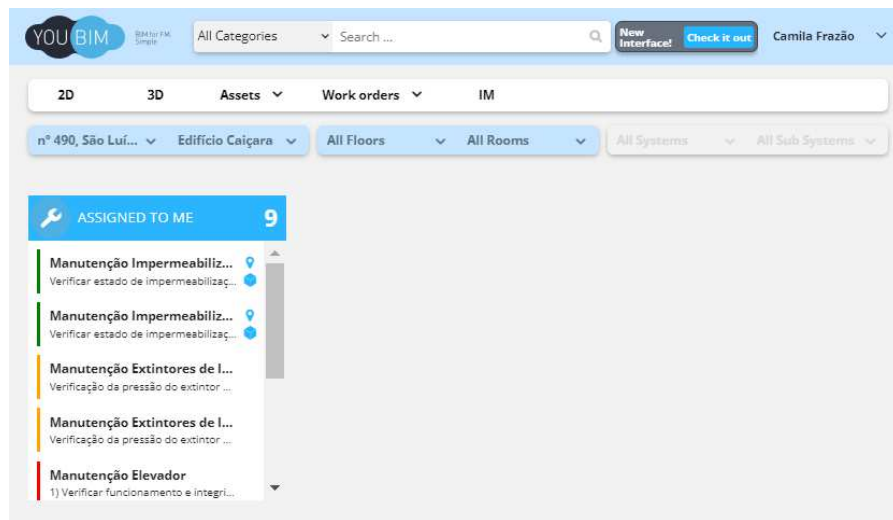
Figura 34 –Notificação da ordem de serviço via e-mail.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Uma alternativa para visualizar as ordens de serviço é na página inicial do YouBIM ou através do item "Work Orders", onde é apresentada uma lista de todas as atividades programadas.

Figura 35 – Visualização das atividades na interface inicial



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, é possível filtrar as atividades de acordo com sua prioridade, utilizando a cor verde para representar "baixa", amarela para "média" e vermelha para "alta". Da mesma forma, é possível visualizar as atividades conforme o status da ordem, que pode ser "Novo", "Aguardando Revisão", "Em Progresso" ou "Finalizado".

Figura 36 – Visualização das ordens de serviço na aba "Work Orders List".

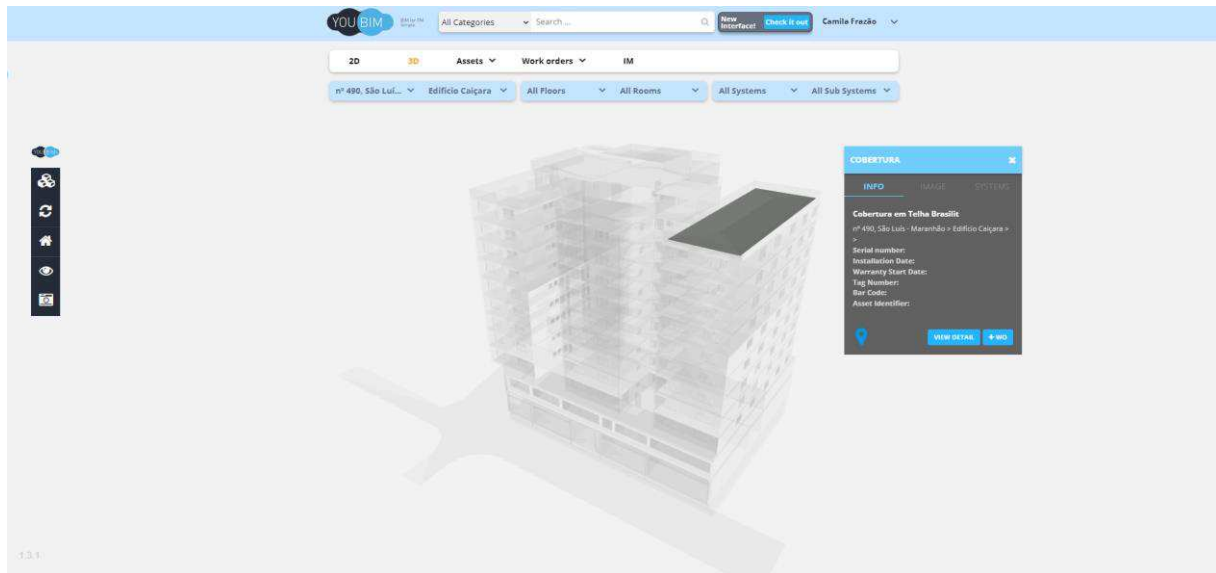
The screenshot shows the 'Work Orders List' table in the YOU BIM interface. The table has the following columns: STATUS, DESCRIPTION, CLASS, START DATE, DUE DATE, and ASSIGNEE. The tasks are color-coded by priority: green for 'baixa', yellow for 'média', and red for 'alta'.

STATUS	DESCRIPTION	CLASS	START DATE	DUE DATE	ASSIGNEE
New	Manutenção Impermeabiliz... Verificar estado de impermeabilizaç...	N/A	Jul 1st 08:00hs	Jul 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Impermeabiliz... Verificar estado de impermeabilizaç...	N/A	Jan 1st 08:00hs	Jan 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Extintores de Inc... Verificação da pressão do extintor de inc...	N/A	Apr 1st 08:00hs	Apr 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Extintores de Inc... Verificação da pressão do extintor de inc...	N/A	Jan 1st 08:00hs	Jan 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Elevador 1) Verificar funcionamento e integridade ...	N/A	May 1st 08:00hs	May 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Elevador 1) Verificar funcionamento e integridade ...	N/A	Apr 1st 08:00hs	Apr 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Elevador 1) Verificar funcionamento e integridade ...	N/A	Mar 1st 08:00hs	Mar 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Elevador 1) Verificar funcionamento e integridade ...	N/A	Feb 1st 08:00hs	Feb 5th 08:00hs	Camila Frazão
New	Manutenção Elevador 1) Verificar funcionamento e integridade ...	N/A	Jan 1st 08:00hs	Jan 5th 08:00hs	Camila Frazão

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A atualização do status de cada ordem de serviço de acordo com o progresso de cada atividade permite um controle mais eficiente das atividades e um gerenciamento mais preciso do processo como um todo. Essa funcionalidade oferece uma visão clara do andamento das atividades, possibilitando uma tomada de decisão ágil e informada.

Figura 37 – Visualização e informações do ativo em destaque.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito primordial deste estudo consistiu em elucidar a aplicação do *Facility Management* na metodologia BIM para a gestão e manutenção do edifício Caiçara, investigando uma estrutura de requisitos para a implementação de sistemas de autoria BIM, visando a geração de modelos adequados para o gerenciamento da manutenção e operação de edifícios. Além disso, buscou-se identificar oportunidades de aprimoramento na gestão de instalações do edifício.

Embora o tema BIM-FM ainda esteja em estágio inicial no Brasil, em outros países, especialmente nos países como EUA e Inglaterra, encontra-se em estágio mais avançado. Esta metodologia desperta interesse significativo devido ao seu potencial para otimizar processos. É crucial ressaltar que, para colher plenamente os benefícios, a coleta de dados deve iniciar-se durante o processo de projeto do edifício. No entanto, realizar tais atividades após a conclusão do projeto ou em instalações antigas, como no caso deste estudo, resultou em desafios

significativos na obtenção e confiabilidade dos dados, muitas vezes exigindo consulta a fornecedores para verificação.

Inicialmente, a coleta de informações foi onerosa devido à ausência de documentos físicos ou digitais relevantes sobre o edifício. A predominância de documentação em formato físico dificulta, também, o acesso prático, demandando deslocamento até o arquivo físico e, por vezes, encontrando-se desorganizada. A digitalização, armazenamento e organização de dados e documentos em formato digital representam uma das principais motivações para a aplicação e solução do FM. A utilização da metodologia BIM durante o ciclo de vida do edifício facilitaria a integração do FM, dado que toda a informação já teria sido coletada e organizada junto ao modelo do edifício. Entretanto, esse não é o caso deste estudo, em que o edifício já está construído e operacional há vários anos.

A implementação do REVIT evidenciou que uma vasta gama de informações pode ser armazenada dentro de um projeto, facilitando a inserção de dados do COBie, proporcionando resultados mais benéficos. A centralização e padronização dos dados, juntamente com a representação do edifício em um software BIM, são aspectos favoráveis para os processos de manutenção e administração de ativos prediais.

A integração entre os softwares de modelagem e FM ainda carece de melhorias. A interação entre os softwares deveria ser direta, sem a necessidade de ferramentas adicionais para a troca de informações. Uma possível solução seria a inclusão do COBie na estrutura do *Industry Foundation Classes* (IFC).

Por fim, esta pesquisa buscou demonstrar, por meio de um estudo de caso, como ocorre o uso e quais são os requisitos necessários de modelagem BIM-FM para projetos. Foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar lacunas nos temas abordados e as ferramentas mais utilizadas em estudos de caso, visando verificar as tendências de utilização das ferramentas e/ou padrões BIM aplicados ao FM.

Conclui-se que os requisitos principais para a utilização prática do BIM-FM são modelos de projetos em BIM em nível de desenvolvimento LOD 500, normas de manutenção e operação, escolha adequada de software e engajamento da equipe na implantação do processo. O uso desta abordagem pode facilitar a localização e visualização de equipamentos, fornecer informações precisas, reduzir erros, agilizar solicitações de ordens de serviço, economizar na gestão das instalações e melhorar o planejamento das atividades de manutenção.

Mudanças de mentalidade são necessárias para que a implementação do BIM-FM seja aceita por todos os envolvidos. Apesar da resistência inicial, é importante ressaltar o potencial colaborativo do BIM, cujo sucesso depende da cooperação de todos os intervenientes.

## REFERÊNCIAS

- \_\_\_\_\_. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 490 p.
- ALVES, C. M. F. et al. **O que são os BIM?** 2012. 16 p. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - Universidade do Porto - FEUP, 2012.
- AMELUNG, V.E. **Baukosten besser einschätzen.** In: Immobilien Manager, p.14–16. 1996.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. **Building Information Modeling (BIM).** In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K., et al. O processo de projeto em arquitetura de teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 421-442.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. **O processo e os métodos.** In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K., et al. O processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 80-100.
- ANTONIOLLI, P. E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** São Paulo, 2003.
- ARNAL, Ignasi Pérez. **Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction.** BIM News Last trends of the AECO sector, BIM Community, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14037. **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.** Rio de Janeiro, RJ, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5674. **Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, RJ, 2012.
- AYRES FILHO, C. **Acesso ao Modelo Integrado do Edifício.** 2009. 149 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- BARLOW, J.; MOLLER, C. **Reclamação de Cliente? Não tem melhor presente: usando o feedback do cliente como uma ferramenta estratégica.** São Paulo: FUTURA, 1996.
- BARROS, VALDENIRA. **IMAGENS DO MODERNO EM SÃO LUÍS.** Stúdio 11, 2001.
- BIRX, G. W. **Getting started with Building Information Modeling.** The American Institute of Architects - Best practices. [S.l]: [s.n.], 2006.
- BORRELLI, ELIS M. Y. **REQUISITOS PARA APLICAÇÃO DE MODELOS BIM NAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE EDIFICAÇÕES.** Dissertação de

Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil. Curitiba, 2020.

Borrelli, Elis Mayumi Yamamoto. **Requisitos para aplicação de modelos BIM nas atividades de manutenção e operação de edificações.** Dissertação- Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil. Curitiba, 2020.

BSI. Building SMART. **International home of openBIM.** [S.l]: [s.n], 2011. Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/>>. Acesso em: 27 dezembro 2023.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção Coletânea Implementação do BIM para Construtora e incorporadoras – **COLABORAÇÃO E INTEGRAÇÃO BIM - COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS.** Volume 3. Brasília – DF, 2016.

CAVALCANTI, G. C. B. **Procedimentos de assistência técnica para construtoras de edificações residenciais.** 2021. 102 p. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

CHECCUCCI, E. S. et al. **Colaboração e Interoperabilidade no contexto da Modelagem da Informação da Construção (BIM).** In: CONGRESSO SIGRADI, 15., 2011, Santa Fé. Anais... Argentina, 2011.

CODEBIM. **A Collaborative, Multidisciplinary Approach to Architecture, Engineering and Construction Education and Training.** In: CODEBIM: Collaborative Design Education using BIM, 2014.

COELHO, KARINA M. **CAFM - Computer-Aided Facilities Management.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. p. 12 – 19, 2015.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de informações para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil.** In: WORKSHOP BRASILEIRO - GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., São Paulo, 2008.

COSTA, E. N. **Avaliação da Metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** 2013. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 589 p.

FALORCA, J.; RODRIGUES, C.; SILVA, M.; **A Utilidade das aplicações informáticas na gestão da manutenção de edifícios.** 2º Fórum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2011: Sistemas de Informação na Construção. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 27 e 28 de outubro de 2011 em Portugal.

FANTINATTI, P. A. P. **Ações de gestão do conhecimento na construção civil: evidências a partir da assistência técnica de uma construtora.** 2008. 148 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008.

FERREIRA, Edgar H.; ALMEIDA, Gustavo M. C. de. **UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÃO 4D PARA VISUALIZAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DO AVANÇO FÍSICO DE PROJETOS.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2020. 1 p. Revista Boletim do Gerenciamento da Escola Politécnica da UFRJ, Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão.

FLORIO, W. **Contribuições do building information modeling no processo de projeto em arquitetura.** In: SEMINÁRIO TIC 2007 - TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 10., 2007. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: TIC, 2007.

FONTES, ALEXANDRE DANIEL R. **Proposta de Sistema de Gestão da Manutenção de edifícios suportado por ferramentas BIM - estudo de caso.** 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014.

FORMOSO, C. T. **Lean construction: princípios básicos e exemplos.** PINI WEB, out. 2002.

FU, C. et al. **IFC Model Viewer to support nD Model Application: automation in Construction.** [S.l]: [s.n.], 2006.

GDP – **Gerenciamento e Desenvolvimento de Projetos. BIM: Um Processo Integrado de Projeto.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.sindusconrio.com.br/Palestras/ApresBim051012.pdf>>. Acesso em: 27 dezembro 2023.

GSA. **3D-4D Building Information Modeling.** 2013. Disponível em [http://www.gsa.gov/portal/content/105075?utm\\_source=PBS&utm\\_medium=printradiao&utm\\_term=bim&utm\\_campaign=shortcuts](http://www.gsa.gov/portal/content/105075?utm_source=PBS&utm_medium=printradiao&utm_term=bim&utm_campaign=shortcuts)

HARDIN, B. **BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows.** Indianápolis: Wiley, 2009. 364 p.

HUNGU, C. F. **Utilization of BIM from Early Design Stage to facilitate efficient FM Operations.** Master of Science Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Construction Management, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2013.

IFMA - INTERNATIONAL FACILITY MANAGEMENT ASSOCIATION. **11 Core Competencies of FACILITY MANAGEMENT.** 2018. Disponível em: <[https://ifmacdn.azureedge.net/sfcdn/docs/default-source/marketing/pd-pages/11-core-competencies\\_oct2020.pdf?sfvrsn=2](https://ifmacdn.azureedge.net/sfcdn/docs/default-source/marketing/pd-pages/11-core-competencies_oct2020.pdf?sfvrsn=2)> Acesso em: 27 dezembro 2023.

JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R. A. **A interoperabilidade como fator de integração de projetos na construção civil.** In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Anais... Porto Alegre, 2002.

**JAWADEKAR, SALIL P. A case study of the use of bim and construction operations building information exchange (COBie) for facility management.** 2012.

**JERNIGAN, F. Big BIM little bim: the practical approach to Buiding Information Modeling integrated practite done the right way.** 2. ed. Salisbury: Finith Jernigan, 2008. 260 p.

**JOBIM, M. S. S. Métodos de avaliação do nível de satisfação dos clientes de imóveis residenciais.** 1997. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

**KAMARDEEN, I. 8D BIM modelling tool for accident prevention through design.** 2010. 9 p. Faculty of Built Environment, University of New South Wales, Australia, 2010.

**KASSEM, MOHAMAD ET AL. BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex.** Built Environment Project and Asset Management, [s.i.], v. 5, n. 3, p.261-277, 6 jul. 2015.

**KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction.** Finland: Stanford University, 1992. 75 p.

**KRYGIEL, E.; NIES, B. Green BIM: succesful sustainable desing with building information modeling.** Indianapolis: Wiley Publishing, 2008. 268 p.

**LAAKSO, M; KIVINIEMI, A. (2012) The IFC standard - a review of history, development, and standardization.** Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 17, pg. 134 - 161, <http://www.itcon.org/2012/9>

**LIAN, J. W.; YEN, D. C.; WANG, Y. T. An exploratory study to understand the critical factors affecting the decision to adopt cloud computing in Taiwan hospital.** International Journal of Information Management, v. 34, n. 1, p. 28-36, 2014.

**LIMA, C. C. N. A. Autodesk Revit 2012: conceitos e aplicações.** São Paulo: Érica, 2011.

**MANZIONE, LEONARDO. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** São Paulo, 2013.

**MARIA, M. M. Tecnologia BIM na Arquitetura.** 2008. Dissertação de Mestrado - Universidade Presberiana Mackenzi, São Paulo, 2008.

**MELLO, R. B. BIM e custos: maximize os dados do modelo com o Navisworks e o Quantity Takeoff.** São Paulo: Autodesk, 2012. 60 p.

**MOHAMMAD, S.; SYED, S. A. BIM for Existing Buildings and its effects on Facility Management.** Master of Science Thesis, Department of Civil and Environmental 75 Engineering, Division of Construction Management, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2018.

**MONTEIRO, Igor Mendes. O uso dos sistemas BIM em projeto de arquitetura: diversificação de soluções versus padronização.** Brasília: UnB, 2012. Dissertação

(mestrado)—Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

NASCIMENTO, Lúcia Moreira do; MENDONÇA, Adriana Silva Santana. **A ARQUITETURA VERTICAL EM SÃO LUÍS: OS ARRANHA-CÉUS E A CONSTRUÇÃO DO MODERNO.** Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. São Luís. Maranhão. 2017.

NATSPEC. **BIM AND LOD, Building Information Modelling and Level of Development.** Construction Information Systems Limited ABN 20 117 574 606, 2013. Disponível em: <[https://bim.natspec.org/images/NATSPEC\\_Documents/NATSPEC\\_BIM\\_LOD\\_Paper\\_131115.pdf](https://bim.natspec.org/images/NATSPEC_Documents/NATSPEC_BIM_LOD_Paper_131115.pdf)>. Acesso em: 27 dezembro 2023.

NEELAMKAVIL, JOSEPH. **Condition-Based Maintenance in Facilities Management.** Computing In Civil Engineering (2011), [s.l.], p.33-40, 16 jun. 2011.

PHALA, Julia. **Integrating physical asset management and facilities management operation and its benefits to the manufacturing industries.** 2019. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia e Ambiente Construído. Johannesburg: University of Johannesburg, 2019.

PISSARRA, Nuno Miguel de Matos. **Utilização de Plataformas Colaborativas para o Desenvolvimento de Empreendimentos de Engenharia Civil.** 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2010.

RESENDE, M. M.; MELHADO, S.B.; MEDEIROS, J.S. **Gestão da qualidade e assistência técnica aos clientes na construção de edifícios.** In: CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL,5., [2002], Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: [s.n.], [2002].

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H. & SCALICE, R.K. **Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTOS, Karine de Paula Bastos. **Gestão da manutenção de edificações com o BIM : enfoque nas manifestações patológicas de elementos de construção.** Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. 2017.

SOARES, JOEL D. R. T. **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático.** 2013. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Gestão da Construção, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2013.

SOUZA, R.; ABIKO, A. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** São Paulo: EPUSP, 1997. 46 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/190.

SWAIN, K.; MEDIA, D. **What does a Facility Manager Manage?** IFMA International Facility Management Association – 2018.

SYNCHRO SOFTWARE. Synchro PRO. Disponível em: <<https://synchro ltd.com/synchropro/>>. Acesso em: 27 dezembro 2023.

TEICHOLZ, P. **BIM for facility managers**. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013.

TELES, R. P. **Sistema de alocação de espaços para a FAUFBA: uma aplicação de Facilities Management**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2016.

THABET, W.; LUCAS, J. D. **A 6-Step Systematic Process for Model-Based Facility Data Delivery**. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), v. 22, p. 104-131, 2017.

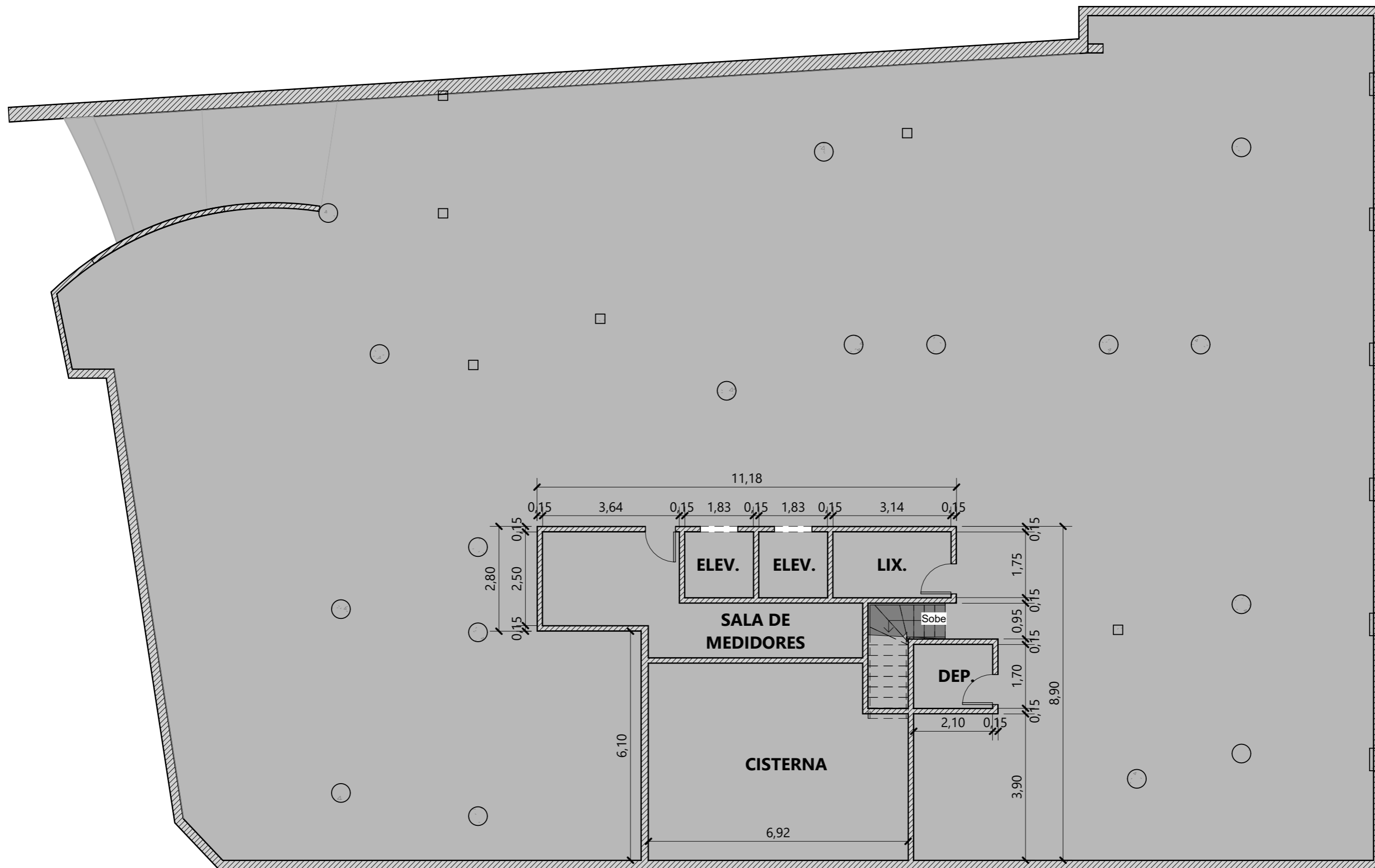
THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Guide, Instructions and Commentary to the 2013 AIA Digital Practice Documents**. The american institute of architects, 2013. Disponível em: <<http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab095711.pdf>>. Acesso em: 27 dezembro 2023.

UNEP. Buildings and Climate Chang Summary for Decision-Makers: United Nations Environment Programme. France: [s.n.], 2009. 62 p.

VAZ, Lilian. Fessler. **Modernidade e Moradia: habitação coletiva no Rio de Janeiro, séculos XIX e XX**. Rio de Janeiro: 7Letras, 2002.

WEISE, A. D. SCHULTZ, C. A. TRIERWEILLER, A. C.; ROCHA, R. A. **A ESTRATEGIA, O MERCADO E AS DIFICULDADES DO FACILITY MANAGEMENT NO BRASIL: PERSPECTAS**. Revista Ingepro, v. 1, n. 6, p. 16-26, ago. 2009. Disponível em: <<https://labegis.paginas.ufsc.br/files/2021/03/2-48-Aestrategiaomercadoeasdificuldaesdofmnobrasil.pdf>>. Acesso em: 29 dezembro 2023.

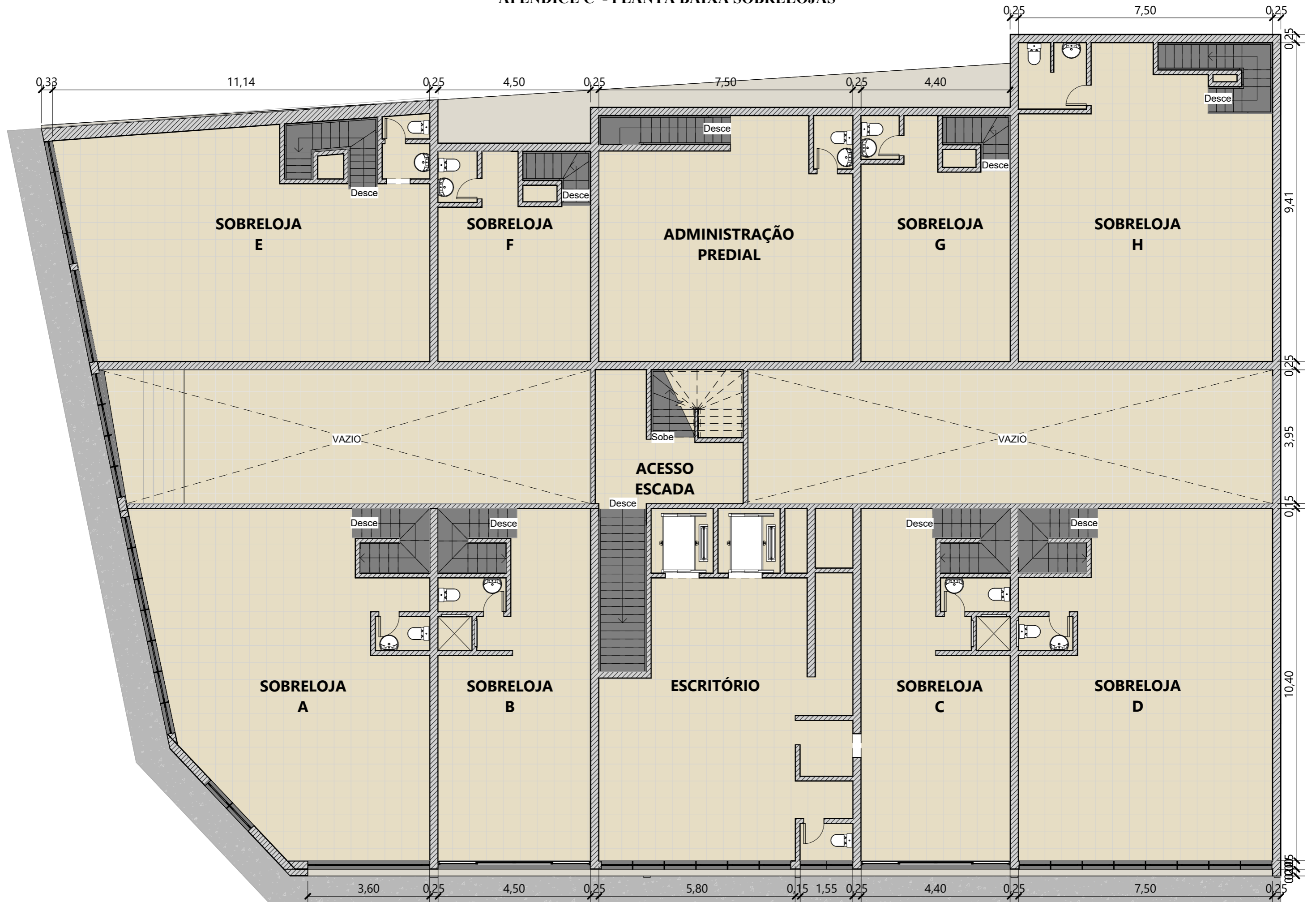
YASUOKA, DIEGO. **O padrão COBie na coleta de informações para o gerenciamento de facilidades: Um estudo de caso em data center**. Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.



1. PLANTA BAIXA - SUBSOLO



2. PLANTA BAIXA - TÉRREO



3. PLANTA BAIXA SOBRELÓJAS



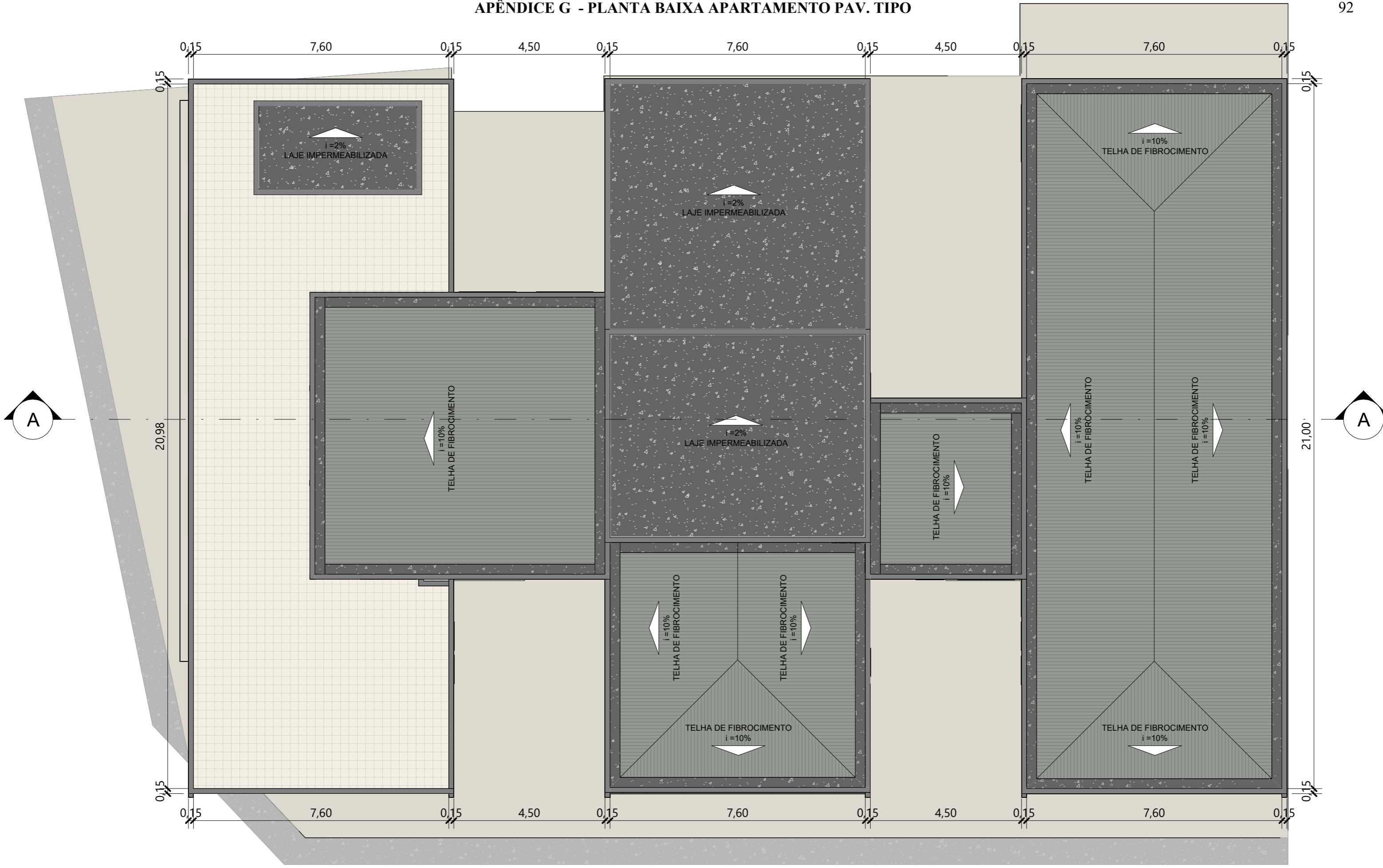
4. PLANTA BAIXA - PAV. TIPO



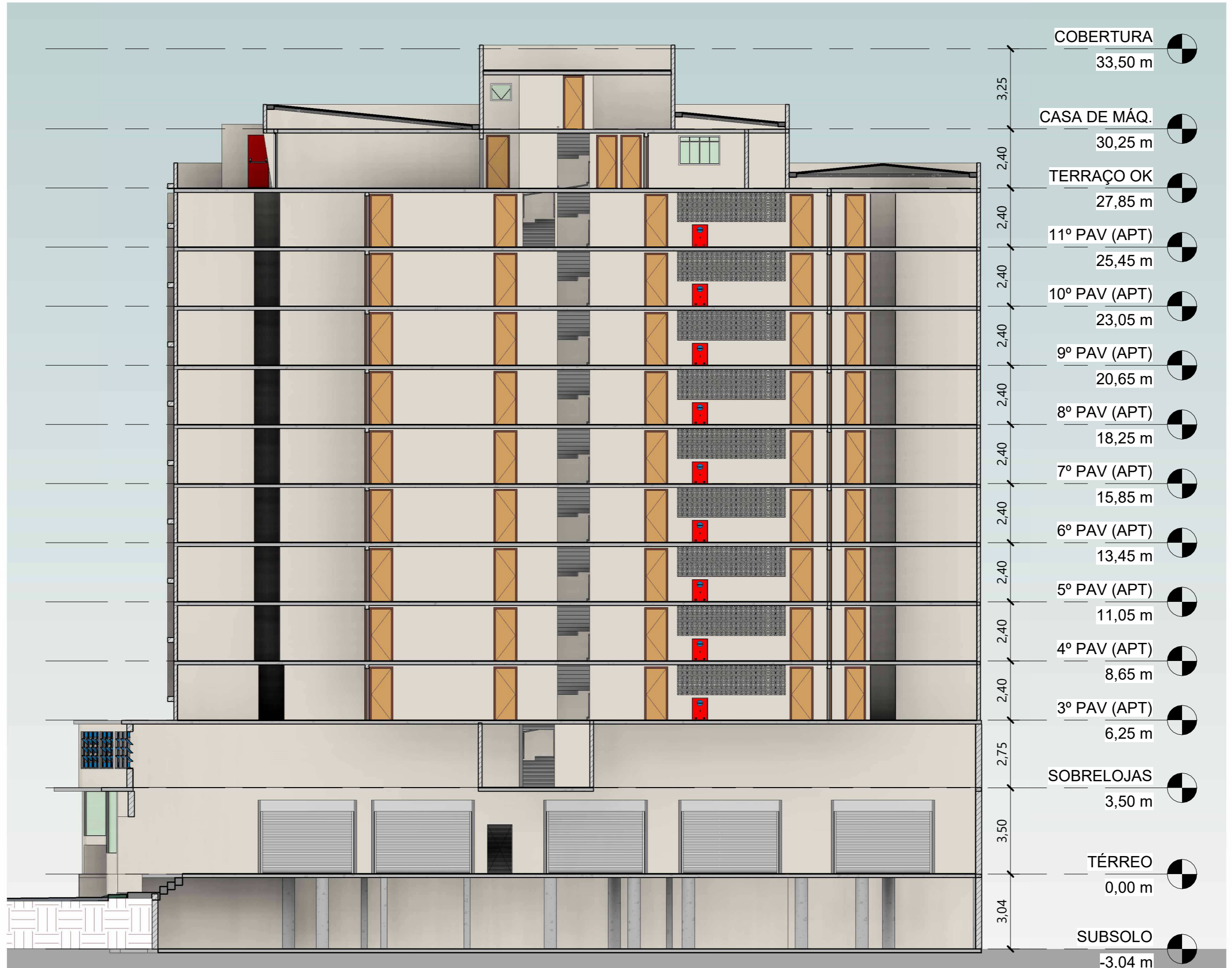
5. PLANTA BAIXA - TERRAÇO



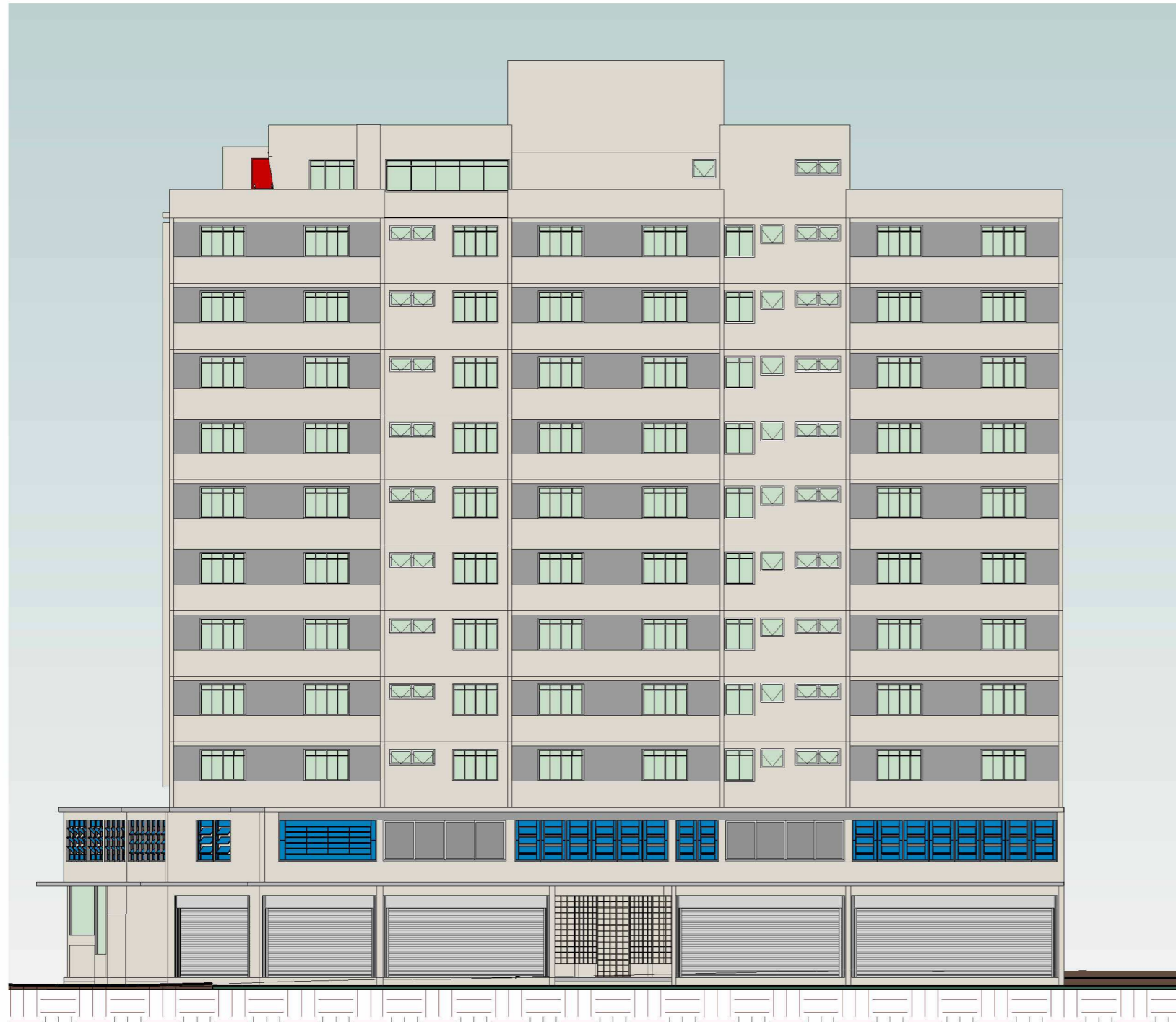
6. PLANTA BAIXA - CASA DE MÁQUINAS



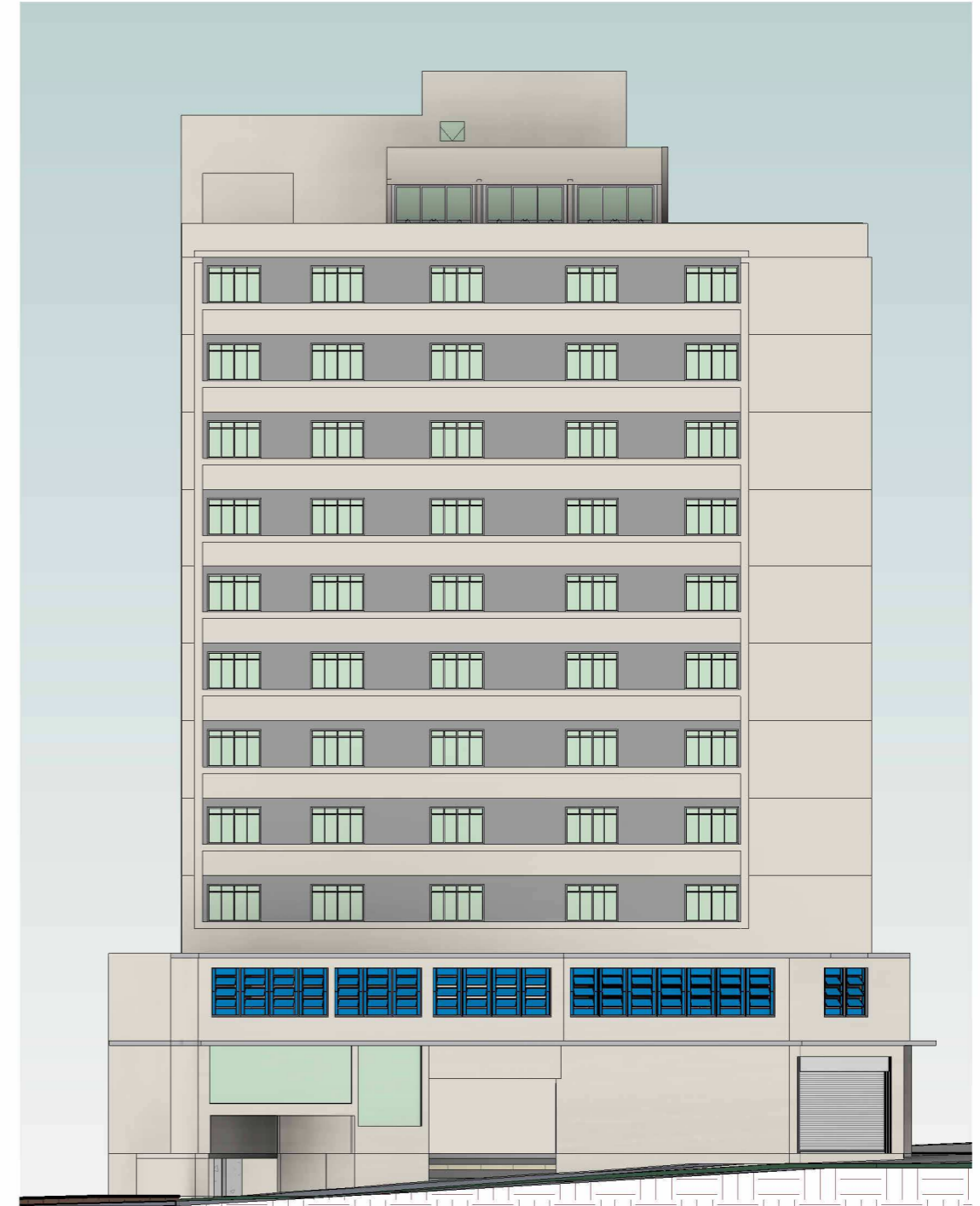
7. PLANTA DE COBERTURA



CORTE AA'



FACHADA RUA OSWALDO CRUZ



FACHADA RUA SÃO PANTALEÃO



8. PERSPECTIVA 1



9. PERSPECTIVA 2