UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RICARDO MACIEL CASTRO HÜTTL

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA GESTÃO DE *FACILITIES* COM ÊNFASE NA COORDENAÇÃO DE PROJETO

Recife
2023

RICARDO MACIEL CASTRO HÜTTL

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA GESTÃO DE *FACILITIES* COM ÊNFASE NA COORDENAÇÃO DE PROJETO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Orientador: Prof. Dr. Rachel Perez Palha.

Coorientador: Prof. Dr. Angelo Just da Costa e Silva.

Recife

2023

Catalogação na fonte

Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

B239s Hüttl, Ricardo Maciel Castro.

Diretrizes para implementação do BIM na gestão de *facilities* com ênfase na coordenação de projeto / Ricardo Maciel Castro Hüttl, 2023.
105 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.

Coorientador: Prof. Dr. Ângelo Just da Costa e Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2023.
Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia Civil. 2. Building information modeling. 3. Gestão de facilidades. 4. BIM. 5. Gestão das manutenções. 6. Gestão de informações. I. Palha, Rachel Perez (Orientadora). II. Silva, Ângelo Just da Costa e (Coorientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.) BCTG / 2023 - 258

RICARDO MACIEL CASTRO HÜTTL

DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA GESTÃO DE *FACILITIES* COM ÊNFASE NA COORDENAÇÃO DE PROJETO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Estruturas.

Aprovada em 29/08/2023

BANCA EXAMINADORA

participação por videoconferência
Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

participação por videoconferência
Profa. Dra. Naiara Meireles de Souza (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Rondônia

participação por videoconferência
Profa. Dra. Bianca Maria Vasconcelos Valério (examinadora externa)
Universidade de Pernambuco

RESUMO

A etapa de uso e operação de um empreendimento é a mais longa do seu ciclo de vida, representando também os maiores custos. A evolução da arquitetura e engenharia permite a construção de edifícios cada vez mais complexos, aumentando também o volume de dados que precisa ser gerido, sobretudo nessa fase, o que contribuiu para o surgimento da profissão de gerente de *facilities.* A publicação da norma de desempenho (NBR 15575) também ajudou a aumentar o interesse no assunto, uma vez que este documento define as responsabilidades dos construtores, incorporadores, projetistas e usuários, durante todo o ciclo de vida. Neste cenário, a utilização do *Building Information Modeling* (BIM) possibilita uma maior gestão das informações, evitando a perda de dados ao longo das etapas e facilitando o acesso às informações necessárias para as manutenções. Porém, a implementação do BIM na fase de operação, assim como nas demais, requer um planejamento cuidadoso, que leve em consideração uma significativa mudança nos processos da empresa. Assim, o objetivo desta pesquisa é definir as principais diretrizes para implementação do BIM na gestão das manutenções, direcionado para a gestão de projetos. Para tal, foi realizado um estudo da literatura de guias e manuais que abordam boas práticas sobre o assunto, e que serviram de referência para elaboração de quadros de requisitos de informação, que foram utilizados na análise de projetos de arquitetura e instalações de empreendimentos reais, comparando-se as informações encontradas nestes documentos com as necessárias para o pós-obra. Os resultados encontrados reforçam a importância da existência de documentos que visem definir as informações necessárias e seus responsáveis durante o desenvolvimento dos projetos. Posteriormente, foram selecionados dois softwares de mercado, um do setor de gerenciamento de obras em BIM e outro referente à gestão das garantias e manutenções, que foram avaliados para uma possível integração e utilização como sistema de gestão das facilidades, com exemplo de aplicação prática. Por fim, estabeleceu-se fluxogramas, com dados de entrada e saída, para auxiliar a atividade do coordenador de projetos, com ênfase na gestão das facilidades.

Palavras-chave: building information modeling; gestão de facilidades; BIM; gestão das manutenções; gestão de informações.

ABSTRACT

Building operations is the longest stage in its life cycle, in addition to representing the highest costs. The evolution of architecture and engineering allows the construction of increasingly complex buildings, also increasing the amount of data that needs to be managed, especially at this stage, which contributed to the emergence of the facilities manager profession. The publication of “the performance standard” (NBR 15575) has also helped to increase interest in the subject, as this document defines the responsibilities and roles of builders, developers, designers, and users throughout the life cycle. In this scenario, the use of Building Information Modeling (BIM) allows for greater information management, avoiding data loss throughout the stages and facilitating access to the information necessary for maintenance. However, the implementation of BIM in the operational phase, as in the others, requires careful planning, which considers a meaningful change in the company's processes. Thus, the goal of this research is to define the main guidelines for the implementation of BIM in maintenance management, focusing on project management. To this end, a bibliographic review of guides and manuals that address good practices on the subject was carried out, which served as a reference for the elaboration of information requirements tables, which were used in the analysis of architectural and MEP systems designs of real buildings, comparing the information found in these documents is combined with the information needed for operations. The results found reinforce the importance of the existence of documents that aim to define the necessary information and those responsible during design stage. Subsequently, two software were selected, one for BIM construction tracking and other for the management of guarantees and maintenance, which were evaluated for integration and use as a facility management system. A practical application was presented. Finally, flowcharts were established, with input and output data, to assist the project coordinator's activity, considering the implementation of BIM in the management of facilities.

Keywords: building information modeling; facilities management; BIM; maintenance management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Possibilidades de atuação em Gestão de Instalações 17
Figura 2 – Áreas e subáreas da Gestão de Facilidades 18
Figura 3 - Fluxo de documentação das manutenções 21
Figura 4 - Abordagens de manutenção 22
Figura 5 - Classificação dos softwares de gestão de facilidades 24
Figura 6 - Usos BIM apresentados pela PennState 26
Figura 7 - Exemplos de situações do dia a dia de um gestor 29
Figura 8 - Níveis de maturidade BIM na fase de operação 31
Figura 9 - Classificação dos periódicos de publicação 33
Figura 10 - Métodos utilizados nos trabalhos 34
Figura 11 - Tipos de gerenciamento abordados 34
Figura 12 - Níveis de maturidade do processo de implementação BIM 35
Figura 13 - Conjunto de propriedades necessárias 37
Figura 14 - Classificação de registro de ativos 38
Figura 15 - Mapa de processo do cronograma de manutenções 44
Figura 16 - Desenvolvimento do modelo de registro 45
Figura 17 - Metodologia utilizada 49
Figura 18 - Tipologia dos projetos analisados 56
Figura 19 - Formato de concepção dos projetos analisados 57
Figura 20 - Tipologia e formato dos projetos 57
Figura 21 - Grau de conformidade do parâmetro "material da forra" 58
Figura 22 - Grau de conformidade do parâmetro "vazão" 59
Figura 23 - Resumo da conformidade dos elementos analisados 59
Figura 24 - Análise das maiores não conformidades em números absolutos 60
Figura 25 - Painel geral de controle 61
Figura 26 - Visão geral 62
Figura 27 - Calendário de manutenções 62
Figura 28 – Detalhes da garantia 63
Figura 29 – Tela de gestão de chamados 63
Figura 30 – Atividades em atraso 64
Figura 31 – Descrição de atividade 64
Figura 32 – Integração entre o cronograma e modelo BIM 65

Figura 33 – Acompanhamento visual da execução da obra.....65
Figura 34 – Criação de itens de ação em dispositivo móvel 66
Figura 35 - Esquema de inserção de informações no sistema.....67
Figura 36 – Interface de leitura dos parâmetros existentes nos modelos BIM 68
Figura 37 - Tela para inserção dos dados na etapa de construção.....68
Figura 38 - Fluxograma de desenvolvimento de projetos simplificado 71
Figura 39 - Atividade de verificação do modelo federado 72
Figura 40 - Processo de contratação dos projetos.....73
Figura 41 - Esquema de troca de informações e entregáveis 74
Figura 42 - Exemplo de verificação automática.....75
Figura 43 – Elemento com não conformidade.....76
Figura 44 - Diretrizes para implementação.....77
Figura 45 - Perspectiva do projeto exemplo.....78
Figura 46 - Inserção de dados nas famílias do Revit 79
Figura 47 - Exemplo de informações.....80
Figura 48 - Abertura ou registro de atividades 80
Figura 49 - Exemplo de funcionamento com calendário de manutenções 81
Figura 50 - Exemplo de funcionamento com cronograma das manutenções.....82
Figura 51 - Exemplo de verificação automática.....83
Figura 52 - Elemento com não conformidade.....83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Composição do plano de execução BIM 42
Quadro 2 - Exemplo de checklist de manutenibilidade 76
Quadro 3 - Resumo de atendimento dos requisitos das portas 58
Quadro 4 - Conjunto de informações para portas 94
Quadro 5 - Conjunto de informações para janelas 95
Quadro 6 - Conjunto de informações para metais e louças sanitárias 95
Quadro 7 - Conjunto de informações para revestimentos 96
Quadro 8 - Conjunto de informações para bombas de piscina 96
Quadro 9 - Conjunto de informações para bombas de incêndio 97
Quadro 10 - Conjunto de informações para bombas pluviais 98
Quadro 11 - Conjunto de informações para quadros 98
Quadro 12 - Conjunto de informações para aquecedores 99
Quadro 13 - Conjunto de informações para condensadoras 99
Quadro 14 - Conjunto de informações para as fases de obra e operação 100
Quadro 15 - Memória de cálculo arquitetura 102
Quadro 16 - Memória de cálculo instalações 103

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 11

1.2 JUSTIFICATIVA 12

1.3 OBJETIVOS 14

1.3.1 Objetivo geral 14

1.3.2 Objetivos específicos 14

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA 15

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 15

2 REFERENCIAL TEÓRICO 16

2.1 GESTÃO DE *FACILITIES* 16

2.2 MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES 20

2.3 NBR15575 - A NORMA DE DESEMPENHO 22

2.4 SISTEMAS DE GESTÃO DE INSTALAÇÕES E MANUTENÇÕES 24

2.5 *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) 25

2.5.1 Definições e principais conceitos do BIM 25

2.5.2 BIM para gestão de *facilities* 27

2.5.3 Pesquisas em BIM para gestão de *facilities* no brasil 32

2.5.4 Fluxo de informações no BIM e padronização 35

2.6 GUIA PARA UTILIZAÇÃO DO BIM EM GESTÃO DE *FACILITIES* 39

2.6.1 GSA BIM Guide for Facility Management 39

2.6.2 BIM Project Execution Planning Guide 41

2.7 VISÃO CRÍTICA 45

3 MÉTODO 48

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO 49

3.2 ANÁLISE DE PROJETOS REAIS 51

3.3 ESTUDO DA INTEGRAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES 51

3.4 ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES GERAIS E MAPAS DE PROCESSO 52
4 RESULTADOS 54
4.1 ELABORAÇÃO DOS QUADROS DE REQUISITOS DE INFORMAÇÃO 54
4.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE PROJETOS REAIS 56
4.3 ESTUDO DA INTEGRAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES 61
4.3.1 Estado atual do software de gestão das garantias e manutenções 61
4.3.2 Estado atual do software de acompanhamento de obras 65
4.3.3 Diretrizes para a integração entre os softwares 66
4.4 FLUXOGRAMAS E DIRETRIZES DE IMPLEMENTAÇÃO 69
4.4.1 Fluxograma geral 69
4.4.2 Contratação do projeto 72
4.4.3 Trocas de informações 74
4.4.4 Itens de monitoramento 75
4.4.5 Diretrizes para implementação 77
4.5 APLICAÇÃO EM CASO PRÁTICO 78
4.6 VISÃO CRÍTÍCA DOS RESULTADOS 83
5 CONCLUSÕES 86
5.1 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS 87
REFERÊNCIAS 88
APÊNDICE A- QUADROS DE REQUISITOS DE INFORMAÇÃO 94
APÊNDICE B- VERIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS EM PROJETOS.....102

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A indústria da construção civil é, tradicionalmente, conhecida pelo seu conservadorismo e aversão à adoção de novas tecnologias. Segundo Seyrfar, Ateri e Osman (2022), a produtividade no setor apresenta níveis deficientes, em comparação com outras indústrias, em decorrência da pequena utilização da automação e recursos tecnológicos no desenvolvimento dos seus processos, o que se aplica também à etapa de operação e manutenção do ciclo de vida das edificações, de acordo com Becerik-Gerber *et al*. (2012). Uma pesquisa apresentada por Hamza *et al*. (2022) destaca a importância do *Construction Labour Productivity* (CLP) na melhoria da competitividade de pequenas e médias empresas do setor, a partir do estudo de 88 publicações, que indicam os principais fatores envolvidos na análise e produtividade, envolvendo aspectos como gestão ineficiente, motivação dos operários, condições para execução dos serviços, capacitação da equipe de produção, entre outros.

Com base em questionários, Ofori *et al*. (2021) identificaram as estratégias mais efetivas que podem ajudar a alavancar a produtividade na construção. Em primeiro lugar, está a capacitação dos trabalhadores, com sistemas de treinamento eficientes. A segunda abordagem mais importante é o investimento em mecanização, com novos métodos de construção, tecnologias digitais e de automação. Por fim, a terceira estratégia mais importante mostra que a deficiência na produtividade está frequentemente relacionada a projetos incompletos ou omissos, impactando na execução dos serviços.

Segundo Eastman et al. (2011), o BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção, caracterizados por objetos que levam consigo atributos gráficos e de dados computáveis. O BIM foi introduzido com base no conceito de armazenamento e gerenciamento dos vários dados produzidos ao longo do ciclo de vida do edifício de forma integrada (Eastman et al., 2011).As informações geométricas e não-geométricas dos objetos de construção são modeladas com base na resolução de erros de projeto que ocorrem frequentemente durante o projeto convencional baseado em papel e na dificuldade na troca de informações no processo de projeto colaborativo, de acordo com Y.E. Kalay (2004).

Estudos recentes propuseram soluções integradas para fornecer ao gestor de facilidades uma abordagem mais automatizada para gestão dos espaços (Cao, 2022), planejamento e gestão de ativos (Farghaly *et al*., 2019). O BIM também pode auxiliar na gestão das manutenções preventivas, como destacado por Volk, Stengel e Schultmann (2014) e processos de comissionamento (Devetakovic; Radojevic, 2017). Porém, existe uma carência por uma ferramenta que englobe todo o processo, desde o desenvolvimento dos projetos, contemplando a etapa de construção e, por fim, operação e manutenção.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o advento da norma de desempenho, o assunto manutenibilidade passou a atrair ainda mais a atenção dos construtores, incorporadores, projetistas e usuários, que agora possuem suas responsabilidades e papéis bem definidos durante o ciclo de vida de uma edificação. Por diversos motivos, dentre eles razões culturais, as construções não recebem os devidos cuidados na fase de uso e operação, ao contrário do que ocorre em indústrias como a automobilística, em que as revisões dos veículos são tratadas como indispensáveis por muitos proprietários, influenciando inclusive o preço de venda do automóvel. Do mesmo modo, as edificações também precisam ser projetadas, construídas e mantidas de acordo com requisitos mínimos de desempenho e durabilidade, atingindo uma vida útil pré-estabelecida e mantendo a sua funcionalidade. Volk, Stengel e Schultmann (2014) destacam que, o nível de industrialização de um país reflete a intensidade das atividades no setor de construção com foco em modificações, retrofits e desconstrução, principalmente devido às menores taxas de novas construções. A necessidade de gerenciar essas edificações existentes contribuiu para o aparecimento da profissão de gerente de facilidades, que têm evoluído consideravelmente. Além disso, a escassez de recursos e a importância da sustentabilidade nas edificações têm motivado os gestores a buscarem alternativas mais eficientes de gerenciamento (Volk; Stengel; Schultmann, 2014).

A etapa de operação e manutenção das construções pode representar mais de 80% do custo total de um empreendimento (Devetakovic; Radojevic, 2017), reforçando a necessidade de abordagens que considerem itens como a manutenibilidade dos sistemas e armazenamento de dados. Com a evolução da arquitetura, engenharia e dos sistemas construtivos, as edificações estão cada vez mais complexas, gerando uma maior quantidade de informação, que, no método

tradicional, é entregue em forma de plantas e memoriais. Segundo Soares (2013), essa forma de armazenamento dificulta a consulta dos dados quando necessário, pois é preciso o deslocamento até o local em que a documentação se encontra arquivada, no caso de materiais impressos. Alguns gestores aplicam o uso de ferramentas digitais como tentativa de organizar essas informações, mas as ferramentas ainda apresentam grandes limitações. Segundo Becerik-Gerber *et al*. (2012), estima-se que mais de 80% do tempo de um gestor de facilidades seja despendido na busca por informações necessárias para a execução de atividades de manutenção.

O surgimento do *Building Information Modeling* (BIM), com a prototipação e virtualização de edificações, apresenta novas possibilidades para o setor AECO, dentre elas o seu uso na fase de operação e manutenção dos empreendimentos. Os modelos podem ser considerados grandes bancos de dados, capazes de armazenar informações geométricas e atributos não-geométricos, possibilitando o gerenciamento eletrônico das informações ao longo do ciclo de vida de uma edificação (Eastman et al., 2011)..

Atualmente, o BIM tem sido implementado com maior frequência nas fases iniciais, especialmente para documentação e compatibilização de projetos (Volk; Stengel; Schultmann, 2014). Porém, o interesse da indústria em adicionar informações relativas ao pós-obra nos modelos BIM, conforme apresentado por MCGraw Hill (2014), justifica o estudo de como implementar com sucesso o BIM na gestão de *facilities*. Dentro dessa área, existem diversas possibilidades, como gestão de ativos e espaços, monitoramento dos sistemas prediais, gestão de emergências, e controle das manutenções. Em todas elas, é possível observar benefícios do seu uso, embora ainda sejam poucos os casos de sucesso, principalmente no Brasil. Devido a isso, de acordo com Becerik-Gerber *et al*. (2012), apesar dos potenciais benefícios identificados, ainda não está claro como o BIM pode ser usado com esse fim e quais as diretrizes para garantir o sucesso da implementação.

Nesse contexto, este trabalho buscou elaborar diretrizes para implementar o BIM na gestão das manutenções, auxiliando o desenvolvimento de projetos. A intenção é criar uma estrutura consistente e sistemática para a coordenação dos projetos de edificações, residenciais ou comerciais, definindo os processos envolvidos em cada etapa, indicando informações de entrada e saída, e descrevendo as atividades a serem realizadas, assim como seus respectivos responsáveis. Apesar de já existirem guias e manuais que sugerem processos de gestão de projetos com o

BIM, a atenção dada à etapa de pós-obra ainda é reduzida, minimizando os potenciais benefícios do BIM. Com isso, este trabalho pretende aumentar o envolvimento dos profissionais dessa área ainda na concepção do projeto, de forma a facilitar as manutenções das edificações e, consequentemente, reduzir os custos dessa etapa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é criar diretrizes para a implementação do BIM para gestão das manutenções, com ênfase nas preventivas.

1.3.2 Objetivos específicos

Foram estabelecidos como objetivos específicos:

a) realizar estudo teórico sobre gestão de *facilities*, manutenção predial, conceitos e aplicações do BIM, um panorama geral do BIM aplicado ao pós-obra no Brasil e guias existentes que tratam do assunto;
b) desenvolver tabelas exemplo de requisitos de informação para elementos de alguns sistemas prediais, definindo quais dados devem ser inseridos e quem são os responsáveis;
c) analisar o nível de entrega dos projetos atuais, comparando com as tabelas desenvolvidas no item anterior e identificando quais informações têm sido entregues e em que formato;
d) elaborar diretrizes para integração entre dois softwares de mercado a fim de utilizá-los como um sistema de manutenção computadorizado, incluindo o uso de modelos BIM;
e) desenvolvimento de mapas de processo detalhando a troca de informações e definindo o momento de inserção dos dados, assim como seus responsáveis e o formato de entrega;
f) definir indicadores de monitoramento para garantir o correto fluxo da informação ao longo de todo o processo;
g) aplicação prática dos fluxos e mapas desenvolvidos durante o trabalho.

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A dificuldade em se obter projetos cuja concepção foi feita em BIM apresentou-se como obstáculo relevante na definição do tamanho da amostra analisada. A maioria dos projetos ainda é feita em 2D, pelo método tradicional e, então, modelados para 3D, pelo próprio projetista ou empresa terceira.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A primeira seção deste trabalho apresenta uma introdução ao assunto, com a exposição do resultado de algumas pesquisas na área e uma abordagem a respeito da justificativa do tema proposto para o setor da arquitetura, engenharia, construção e operação. Em seguida, são apresentados os objetivos gerais e específicos.

Na segunda parte é apresentada uma fundamentação teórica sobre o tema, desde conceitos básicos de gerenciamento de *facilities*, BIM e manutenção predial, até exemplos de aplicação do BIM nessa área e estudos de guias e diretrizes específicos. Também é contemplada uma pesquisa sobre os trabalhos existentes que abordam o BIM na gestão de *facilities* no Brasil.

O capítulo 3 descreve a metodologia aplicada para atingir os objetivos da pesquisa, demonstrando como foi realizada a análise dos projetos, o estudo sobre a integração dos softwares e a elaboração das diretrizes gerais e fluxogramas.

No item seguinte, são apresentados os resultados da pesquisa, com a identificação do status atual dos projetos, a partir do levantamento realizado e o desenvolvimento dos quadros de requisitos. São apresentados os fluxogramas desenvolvidos que servem de referência para os processos de contratação e desenvolvimento dos projetos, além de uma aplicação prática dos processos propostos.

Por fim, são feitas as considerações finais e sugestões futuras, no item conclusão, seguidas das referências e anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esse capítulo apresenta o referencial teórico sobre os principais conceitos abordados no trabalho. Inicialmente, foi realizado um estudo sobre o surgimento da área de gestão de *facilities* e sua evolução, além de apresentar as principais características dos profissionais que atuam na área. Em seguida, analisou-se os principais conceitos de manutenção das edificações, descrevendo itens da norma brasileira que trata sobre o assunto. Também foi abordada a norma de desempenho, que trouxe, com sua publicação, atenção relevante à etapa de pós-obra de uma edificação. Posteriormente, é apresentada uma visão geral sobre sistemas e softwares de gestão de instalações existentes, introduzindo o próximo tópico, o uso do BIM para o gerenciamento dos empreendimentos. Após isso, foram avaliados dois documentos existentes, que possuem o objetivo de determinar diretrizes para uso do BIM nessa fase do ciclo de vida da edificação, finalizando com uma visão crítica sobre o assunto.

2.1 GESTÃO DE *FACILITIES*

O conjunto de estratégias que fazem o gerenciamento das edificações ao longo da sua fase de uso e operação é conhecido como *Facility Management* (FM), ou gestão de *facilities*, traduzido.

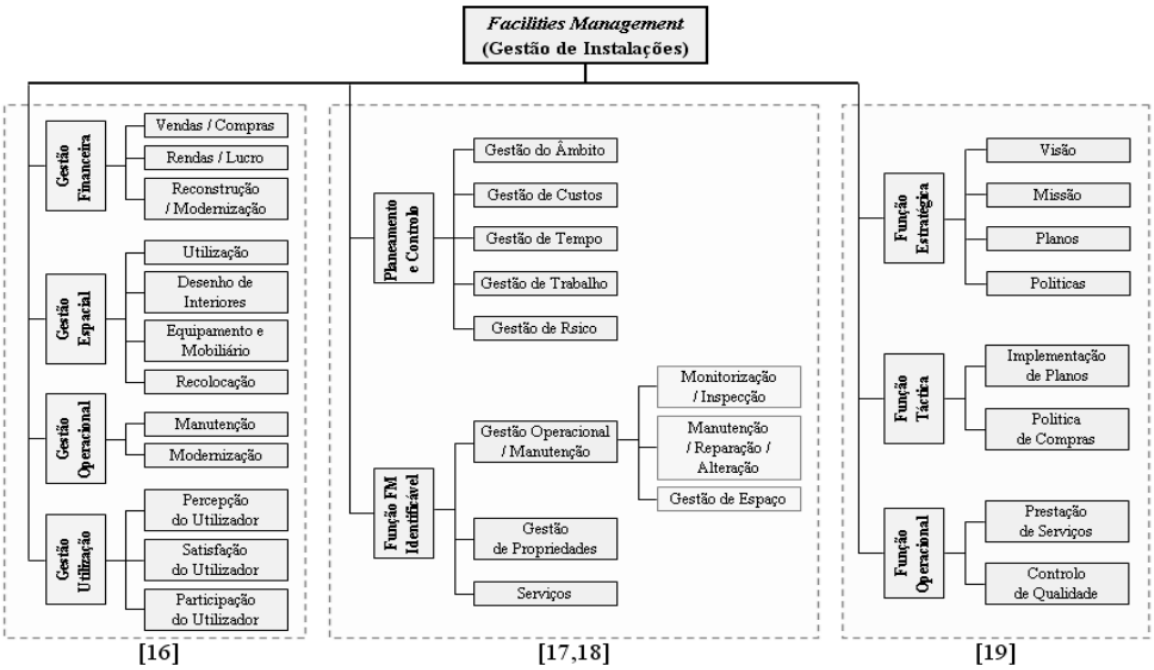
O termo tem origem atribuída a uma era de gestão científica e subsequente crescimento de escritórios de administração por volta de 1900. Porém, foi com a incorporação de computadores nos locais de trabalho, na década de 1960, e com a prática de bancos americanos de terceirizar as responsabilidades de transações de cartões de crédito a fornecedores especializados (Lord *et al*., 2002), que a gestão de facilidades foi ampliada. Na década seguinte, a crise energética que afetou a sociedade forçou as organizações a reavaliarem seus custos de operação, buscando a otimização dos resultados. Em paralelo, houve o desenvolvimento dos computadores e sistemas mobiliários para escritórios, que trouxeram atenção para a área de planejamento do espaço e ambientes de trabalho. Com o objetivo de consolidar esse novo mercado, uma fabricante de móveis, em 1979, reuniu empresários e consultores para discutir a relevância do espaço corporativo no planejamento estratégico das empresas, criando-se um grupo chamado Facility Management Institute (FMI), que lançou as bases para o estabelecimento dessa nova

ciência e atividade profissional. Em 1980, surgiu a National Facility Management Association (NFMA), desvinculada da gestão de mobiliários e espaços, evoluindo, posteriormente, para a International Facility Management Association (IFMA), que caracteriza esse campo de gestão como a integração de pessoas, lugares, processos e tecnologias, com o objetivo de garantir a funcionalidade do ambiente construído.

Existem diversas definições para a área de gestão de *facilities*, assim como especializações que buscam focar em temas específicos, como será apresentado a seguir. A Association of *Facilities* Managers (AFM) define como a gestão de instalações e edifícios em conjunto com o que neles está contido, incluindo o projeto inicial, administração, manutenção, energia e recursos relacionados. Becerik-Gerber *et al*. (2012) listaram algumas tarefas que são responsabilidade de um gestor de instalações, como a manutenção preventiva, preditiva e corretiva, a resolução de problemas do dia a dia, a substituição de itens danificados ou próximo de sua vida útil, a realização de testes preditivos, e inspeções. Cada empreendimento possui suas necessidades específicas, que dependem de fatores como as atividades realizadas nele, e deve receber cuidados individualizados.

Falorca, Rodrigues e Silva (2011) dividem a Gestão de Instalações reunindo a opinião de diferentes autores. A Figura 1 apresenta as possíveis áreas de atuação nessa indústria.

Figura 1 - Possibilidades de atuação em Gestão de Instalações

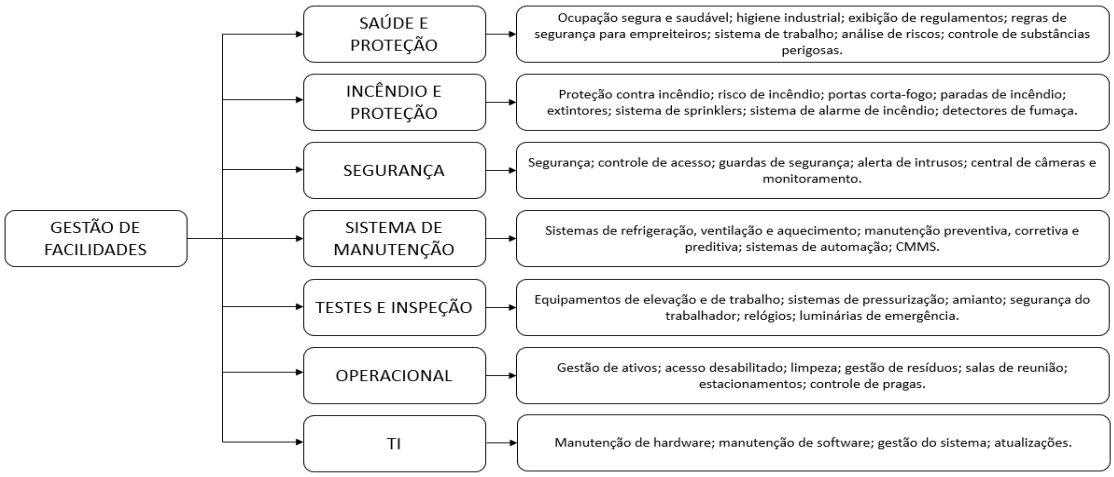


Fonte: Falorca, Rodrigues e Silva (2011).

Kiviniemi e Codinhoto (2014), por sua vez, dividiram a gestão de *facilities* em sete principais áreas, que são segurança, proteção contra incêndio, manutenções, testes e inspeções, operacional, incluindo gestão dos ativos e espaços, proteção e saúde, e tecnologia da Informação, como apoio às demais áreas.

A Figura 2 – Áreas e subáreas da Gestão de Facilidades descreve as subáreas possíveis dentro de cada classificação.

Figura 2 – Áreas e subáreas da Gestão de Facilidades



Fonte: O Autor (2023).

Para Best, Langston e Valence (2003), a Gestão de *Facilities* inclui outros tipos de gestão, como:

a) gestão estratégica: baseada em metas que podem prever futuras necessidades da instalação e desenvolver soluções de forma antecipada (Then, 2003);
b) gestão do espaço: útil para definir a quantidade e as dimensões dos espaços de uma organização, com objetivo de monitorar, realocar e dimensionar (Muir, 2003);
c) gestão da informação: contempla inovações de base tecnológica que automatizam processos e sistemas, como o exemplo de edificações inteligentes, sensores e softwares integrados (Smith, 2003);
d) gestão do risco: processos de identificação e análise de risco (Bajaj, 2003);
e) gestão de recursos humanos: visa atingir o melhor empenho e resultado do trabalho dos funcionários, por meio de práticas motivacionais e treinamentos (Wilkinson; Leifer, 2003);

f) gestão financeira: balanço entre custo e benefício, utilizando ferramentas como previsão econômica, quantificação, contabilidade, comunicação e monitoramento, buscando maximizar o retorno sobre o investimento (Langston, 2003);
g) gestão de operação e manutenção: atividades que permitem que uma organização funcione, de forma ininterrupta e com eficácia, a partir do bom funcionamento dos serviços e equipamentos, considerando sua necessidade de manutenção frequente (Hassanain; Froese; Vanier, 2003);
h) gestão do imóvel: gerenciamento do investimento aplicado ao imóvel, como compra, aluguel, expansão, descentralização ou reforma, a fim de maximizar o retorno do investimento (Dewulf; Depuy; Gibson, 2003);
i) gestão de ativos: gestão de inventários, plantas e equipamentos por meio de registros que listam informações como detalhes de especificação, datas de aquisição, número de série, entre outros (Devine, 2003);
j) gestão da qualidade: visa uma maior qualidade de serviço, a partir da identificação dos principais indicadores de desempenho e do registro de tendências desses indicadores (Valence, 2003);

Independentemente da área de atuação, o profissional que atua em Gestão de *Facilities* precisa ter habilidades específicas no tema, mas também habilidades comportamentais, conhecidas como soft skills. Em 2009, a IFMA, através de pesquisa realizada em 62 países, listou as 11 competências essenciais para as atividades de gestão, sendo elas comunicação, tecnologia, qualidade, operações e manutenção, finanças e negócios, fatores humanos, preparação para emergências e continuidade de negócios, liderança e estratégia, gestão de imóveis e imobiliário, gestão do projeto, e sustentabilidade.

A gestão de *facilities* demanda um profissional multidisciplinar com base em teorias e princípios de engenharia, arquitetura, design, contabilidade, finanças, gestão e ciência comportamental. De acordo com a IFMA, as responsabilidades dos profissionais dessa área estão distribuídas nas seguintes categorias: planejamento, orçamentação, gestão do espaço, planejamento de interiores, planejamento de instalações, serviços de arquitetura e engenharia, manutenção de edifícios e operações (Teicholz, 2001). Keith (1996) indica que a gestão de *facilities* pode ser vista como uma profissão que cria ambientes para a implementação das principais

operações de uma organização, o que é realizado através de uma visão integrada de infraestrutura de serviços que fornece apoio para uma atividade central, e consequentemente, aumenta a satisfação do cliente.

Segundo Sabol (2008), os profissionais da área são constantemente desafiados a melhorar e padronizar a qualidade das informações, tanto para atender às necessidades operacionais diárias, quanto para fornecer dados confiáveis para a gestão e planejamento organizacional.

2.2 MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Segundo Fontes (2014), a manutenção tem como objetivos manter a segurança e conforto dos usuários, além de prevenir a deterioração de elementos e sistemas construtivos, garantindo o desempenho projetado para a edificação, o que envolve inspeções periódicas. Nas edificações é, ainda, uma atividade que enfrenta certa negligência por parte dos usuários, que, muitas vezes, não realizam as tarefas recomendadas para a fase de operação e uso dos empreendimentos. Ao contrário do que se observa em outras indústrias, como a automobilística, percebe-se uma baixa adesão dos moradores das edificações aos planos de manutenção definidos pelos construtores e incorporadores, reforçando ainda mais a importância da figura do gestor de manutenção predial. De acordo com Hamid e Othman (2014), a manutenção rotineira tem enfrentado baixa adesão devido à interpretação errônea das atividades que precisam ser realizadas e limitação de recursos financeiros. A ausência de manutenção acarreta fato apresentado por Costa (2014): o desconhecimento do estado real dos elementos da edificação, gerando intervenções tardias.

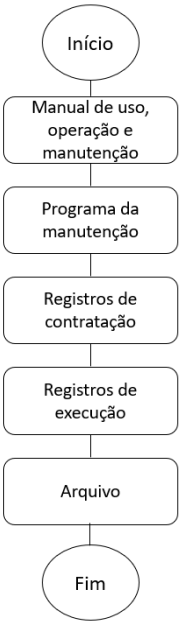
No Brasil, existe uma norma técnica vigente que estabelece os requisitos para a gestão dos sistemas de manutenção das edificações, a NBR 5674 (ABNT, 2012). De acordo com esse documento, a gestão do sistema de manutenção deve considerar as características das edificações, como tipologia da edificação, uso efetivo da edificação, tamanho e complexidade da edificação e seus sistemas, e localização e implicações do entorno da edificação.

Além disso, a NBR 5674 (ABNT, 2012) também define que as diretrizes de manutenção devem preservar o desempenho previsto em projeto ao longo do tempo, reduzindo a depreciação patrimonial, além de estabelecer as informações pertinentes e o fluxo da comunicação, e estabelecer as incumbências e autonomia de decisão dos envolvidos.

A norma cita os documentos que devem estar presentes no programa de manutenção, como os projetos da edificação e seus memoriais, orientações dos fornecedores e fabricantes, e manual de uso, operação e manutenção da edificação. A dificuldade de reunir essas informações é um dos temas deste trabalho.

Por fim, a NBR 5674 recomenda que o condomínio disponha de um fluxo, escrito e aprovado, de documentação, que siga as fases indicadas na Figura 3. Dessa forma, seja qual for a ferramenta utilizada para gerenciamento das manutenções, ela deve seguir as etapas descritas.

Figura 3 - Fluxo de documentação das manutenções



Fonte: ABNT (2012).

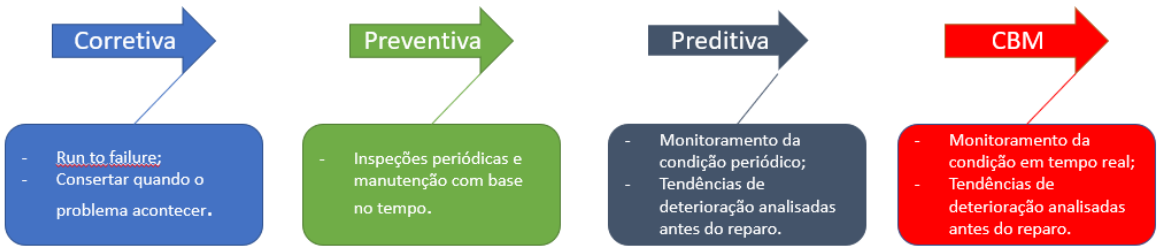
As manutenções prediais, do ponto de vista de estratégia de abordagem, podem ser definidas em três grupos, como preventiva, corretiva e preditiva. A manutenção preventiva contempla atividades desempenhadas seguindo um planejamento existente, independentemente da ocorrência de problemas ou patologias. Deve ser efetuada em intervalos de tempo previamente definidos e tem o objetivo de evitar falhas e degradação dos elementos prediais. De acordo com Lima (2016), a manutenção preventiva ainda não tem a sua devida importância no cenário brasileiro.

Por outro lado, a manutenção corretiva é executada decorrente da abertura de chamados dos usuários a partir da identificação de problemas na edificação. De

acordo com Bonin (1998), esse tipo de atividade acarreta maior esforço técnico e administrativo e, consequentemente, financeiro. Por fim, a manutenção preditiva é a que se utiliza de alguns procedimentos de inspeção para descobrir defeitos em algum componente, e que este, brevemente, poderá gerar uma manutenção corretiva se nada for feito, conforme definido por Nour (2003).

O alto custo da manutenção preventiva causou o desenvolvimento de abordagens alternativas, além da preditiva, como o caso da manutenção com base na condição, correspondente a um monitoramento constante de elementos, componentes e sistemas da edificação. Segundo apresentado por Neelamkavil (2011), essa estratégia faz uso de informações em tempo real das condições dos elementos para identificar quando a manutenção será, de fato, necessária. A Figura 4 resume as abordagens de manutenção.

Figura 4 - Abordagens de manutenção



Fonte: adaptado de Neemlakavil (2011).

2.3 NBR15575 - A NORMA DE DESEMPENHO

A publicação da NBR 15575 - Edificações habitacionais - Desempenho em 2013 (ABNT, 2013) representa um marco na construção civil brasileira. O documento técnico apresenta conceitos de desempenho, durabilidade e vida útil, altamente dependentes de procedimentos de manutenção preventiva ao longo do ciclo de vida da edificação. A norma de desempenho descreve o conceito de incumbência dos intervenientes, que representa a responsabilidade de cada um dos envolvidos no processo da construção, desde os incorporadores, construtores, fornecedores e projetistas, até o usuário. Dessa forma, todas as partes têm suas responsabilidades definidas com um objetivo comum: garantir o desempenho da edificação.

Segundo a norma de desempenho, é obrigação do incorporador ou construtor elaborar e fornecer aos usuários dos imóveis o manual de uso, operação e manutenção da edificação, que estabelece de forma clara as diretrizes de preservação e conservação dos sistemas do empreendimento. Os projetistas e fornecedores devem, em suas atividades, fornecer os dados que servirão para alimentar esse manual, que tem por finalidade: (a) recomendar atividades de manutenção para garantir o atendimento da VUP (vida útil de projeto) especificada para cada sistema; (b) estabelecer diretrizes para prevenção da ocorrência de falhas ou acidentes decorrentes do uso inadequado; (c) informar, de forma didática, as obrigações dos usuários com relação às atividades de manutenção; e (d) descrever as características técnicas da edificação.

Pallaoro *et al*. (2018) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de verificar se os manuais de uso, operação e manutenção das construtoras analisadas definiam os prazos de garantia dos sistemas e as necessidades de manutenção, de modo a atingir o desempenho especificado na NBR 15575 (2013). Os resultados demonstraram que 47% dos manuais avaliados não apresentavam programa de manutenção, além de alguns indicarem frequências maiores para as manutenções do que as previstas em norma. Já os requisitos de garantia foram atendidos em sua maioria, em que 93% dos manuais indicaram o tempo de validade, dos quais 72% atendiam à norma.

A vida útil prevista no projeto da edificação somente poderá ser atingida considerando o seu uso correto e a adoção de processos adequados de manutenção, seguindo fielmente o disposto no manual do empreendimento. De acordo com a NBR 15575, todos os componentes, elementos e sistemas devem manter a capacidade funcional durante a vida útil projetada, considerando intervenções periódicas de manutenção. Para elaboração do manual de uso, operação e manutenção, a norma remete a outras regras específicas da ABNT, as NBR 14037 e NBR 5674. Resumidamente, a NBR 14037 apresenta disposições relativas à linguagem utilizada, registro das manutenções, perdas de garantia, entre outros.

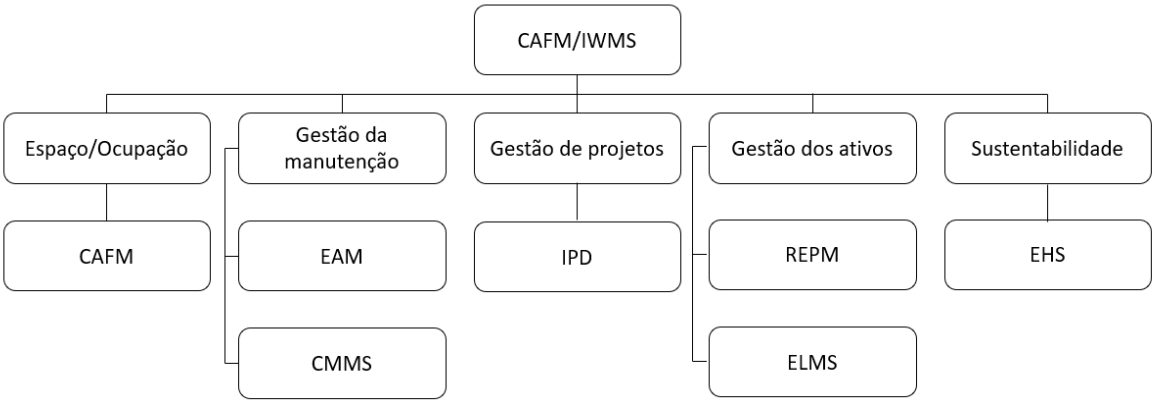
Os fabricantes dos produtos, construtores e incorporadores devem especificar em projeto e/ou manuais todas as condições de uso, operação e manutenção dos elementos constituintes da edificação, incluindo recomendações para prevenção de falhas e acidentes. Os manuais devem apresentar as formas de realização e registro das inspeções e manutenções, assim como sua frequência.

2.4 SISTEMAS DE GESTÃO DE INSTALAÇÕES E MANUTENÇÕES

Segundo Marmo et al. (2019), as atividades de manutenção das edificações requerem um sistema extensivo de gestão de informações para capturar os dados relacionados aos equipamentos. As práticas atuais têm base em diferentes sistemas, como sistemas de gestão de energia (BEMS), sistemas de automação predial (BAS), e gerenciamento de facilities com auxílio de computador (CAFM).

As ferramentas CAFM (Computer-Aided Facility Management) fornecem base de suporte à gestão das instalações, consistindo em uma variedade de tecnologias e fontes de informação, que incluem bases de dados e possuem interfaces com outros sistemas, como: Computerized Maintenance Management Systems (CMMS), Computer Aided Design (CAD), Integrated Workplace Management Systems (IWMS), entre outros. A Figura 5 apresenta a classificação desses sistemas.

Figura 5 - Classificação dos softwares de gestão de facilidades



Fonte: adaptado de Soares (2013).

Apesar da consciência de que a gestão da informação é parte crítica do sucesso da operação de um empreendimento, o setor continua sofrendo com a falta de organização e atenção que recebe, principalmente pela alta fragmentação dos dados, que vêm de diferentes fontes e em momentos distintos. Essa é uma das principais causas de perda de conhecimento dentro do setor de engenharia, arquitetura, construção e operação (AECO), segundo Kamara *et al*. (2002). Apesar de os sistemas computadorizados ajudarem no armazenamento e busca das informações, a captura de conhecimento e análise de dados ainda é limitado dentro

das ferramentas. Tretten e Karim (2014) abordam algumas limitações na utilização de sistemas CMMS, como a falta de visualização ou mapa para localização dos elementos dentro da edificação e no processo de manutenção, prejudicando o entendimento; a ausência de interoperabilidade com outros sistemas; e a redução do foco de como os serviços serão realizados.

Em resumo, apesar dos sistemas computadorizados possuírem a capacidade de gerenciar e transferir dados entre si e entre outros aplicativos gráficos e não gráficos (Teicholz, 2001), nem sempre essa integração é bem-sucedida, resultando na busca pelo uso de padrões abertos, como o COBIe. Outra forma de melhorar a integração entre tais sistemas é o uso do BIM, que visa gerenciar os dados da edificação, proporcionando ambientes de trabalho eficientes (Jordani, 2010).

2.5 *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)

2.5.1 Definições e principais conceitos do BIM

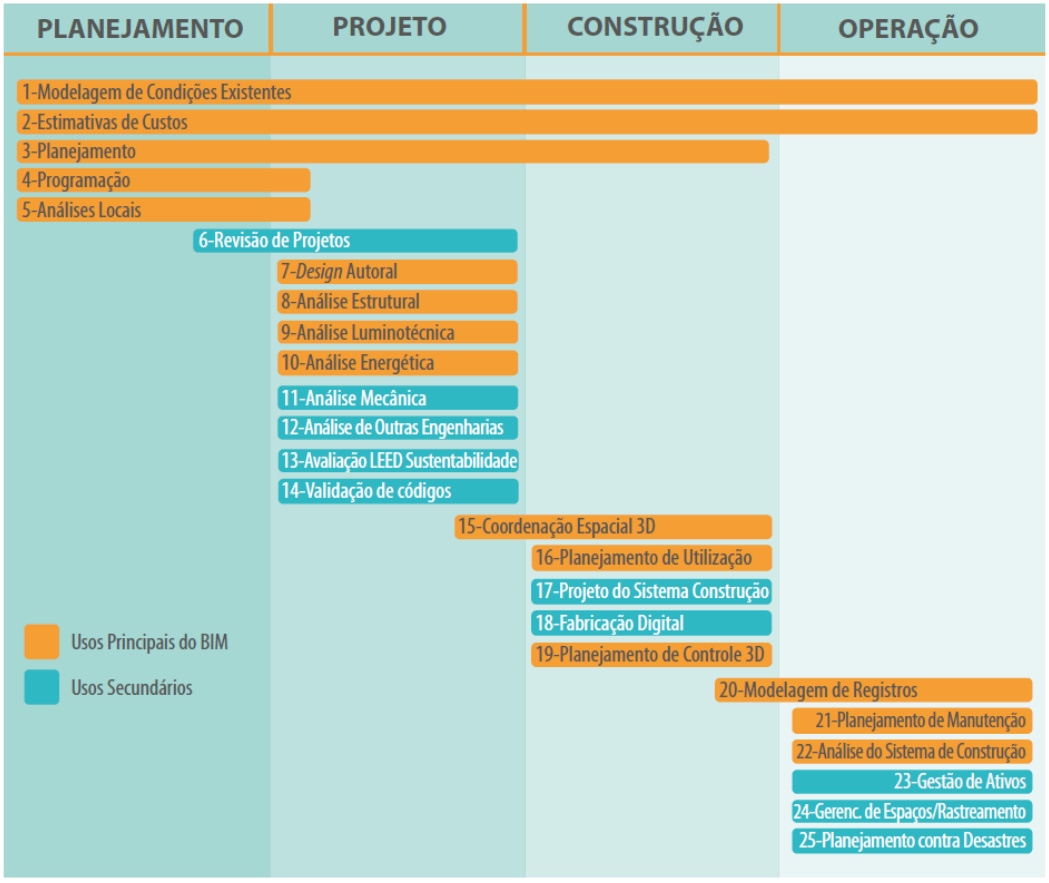
De acordo com CBIC (2016), referências apontam que o termo BIM teria sido utilizado primordialmente por Charles Eastman, professor da Georgia Tech School of Architecture, conceituando como sendo “um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto”. A popularização do termo também estaria relacionada ao trabalho do renomado consultor americano Jerry Laiserin, especialista em tecnologia aplicada às construções.

Independentemente da origem do termo, existem diversas definições para o que é BIM, sendo algumas apresentadas a seguir, obtidas do guia Fundamentos BIM – Parte 1 (CBIC, 2016). O American Institute of Architects (AIA) define BIM como “uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações sobre um projeto”. O National Institute of Building Standards (NIBS) trata o BIM como “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento que viabiliza a obtenção de informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para que decisões sejam tomadas durante seu ciclo de vida, definido desde a sua concepção até a demolição”. O National *Building Information Modeling* Standards –

NBIMS define BIM como: “Uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Um modelo BIM é um recurso para o compartilhamento de informações sobre uma instalação ou edificação, constituindo uma base de informações organizada e confiável que pode suportar tomada de decisão durante o seu ciclo de vida, definido como o período desde as fases mais iniciais de sua concepção até a sua demolição. Uma das premissas básicas do BIM é a colaboração entre os diferentes agentes envolvidos nas diferentes fases do ciclo de vida de uma instalação ou edificação, para inserir, extrair, atualizar ou modificar informações de um modelo BIM para auxiliar e refletir os papéis de cada um destes agentes envolvidos”.

Como pode ser observado, apesar de existirem diferentes definições, todas apresentam algo em comum: a importância do fluxo de informações ao longo do ciclo de vida de uma edificação. A PennState University apresenta as possibilidades de usos do BIM divididos por etapas, como mostrado na Figura 6 (CIC, 2011).

Figura 6 - Usos BIM apresentados pela PennState



Fonte: CBIC (2016).

É importante destacar que, apesar do BIM não se tratar de um software, é essencial consideramos a interoperabilidade entre os sistemas. Segundo Santos (2009), interoperabilidade é a habilidade de dois ou mais sistemas trocarem informação e utilizá-la, sendo um dos pilares da Modelagem da Informação da Construção. Para que a informação possa fluir desde a concepção do projeto até sua fase de comissionamento, é necessário garantir que os dados sejam preservados e adequadamente transferidos.

O conceito de integração de dados está contemplado dentro da ideia ampla de interoperabilidade entre sistemas, serviços ou programas. A integração inadequada de dados é um problema enfrentado com frequência nos processos BIM, decorrente de diferenças na sintaxe, esquemas ou semântica, segundo Becerik-Gerber *et al*., 2012. Desse modo, integração de dados e interoperabilidade estão intrinsecamente ligados quando se discute a integração entre sistemas.

Uma forma parcial de resolver essas questões é através do uso da certificação da ISO 16739. A especificação de IFC contida nesse documento é um formato de dados neutro e aberto para compartilhamento de informações e trocas dentro da construção. Modelos IFC têm sido usados como o formato de arquivo para transferência de dados dos modelos BIM para ferramentas computadorizadas de FM. Publicações recentes sobre integração de dados entre BIM e sistemas FM mostram que a interoperabilidade continua sendo um obstáculo (Becerik-Gerber *et al*., 2012).

2.5.2 BIM para gestão de *facilities*

O aprimoramento da comunicação é um fator vital para o sucesso da etapa de operação do empreendimento, garantindo sua eficiência. Segundo Becerik-Gerber *et al*. (2012), as informações digitais de ativos devem ser levantadas durante a fase de projeto e construção, sendo elas: equipamentos e sistemas; fornecedores e fabricantes; localização dos elementos e seus atributos; sistemas de classificação dos ativos; e documentos, como manuais, garantias e laudos de ensaios.

De acordo com Devetakovic e Radojevic (2017), o custo da fase de operação e manutenção de um empreendimento pode chegar a mais de 80% do total durante o seu ciclo de vida, evidenciando a sua importância. As crises econômicas globais reforçam a necessidade de as organizações reverem seus processos e cortarem cada vez mais gastos, enxugando seus orçamentos. Nesse sentido, o BIM tem sido visto

como grande facilitador de melhorias na eficiência das atividades de gerenciamento das edificações, através da integração de ambos, permitindo vencer barreiras como a fragmentação das informações dentro da fase de operações (Sabol, 2008).

A gestão eficiente das manutenções é altamente dependente de informações disponíveis e confiáveis sobre os componentes dos edifícios, que precisam estar facilmente acessíveis. As informações geométricas e não geométricas podem ser integradas através do BIM, propiciando uma forma de armazenamento de dados e reduzindo o tempo e o trabalho gasto para compilar informações necessárias para a gestão da edificação, além de reduzir o número de decisões ineficientes (Ergen, Akinci, Sacks, 2007). Esses métodos possuem melhorias substanciais em relação aos tradicionais, com benefícios a longo prazo comprovados. Um estudo de caso demonstrou que houve uma redução de 98% do tempo e recursos para produzir e gerenciar uma base da dados para *facilities* através do BIM (Dempsey, 2009). Também há evidências de como o BIM pode ser eficiente para armazenamento e recuperação de dados, além de redução de tempo e recurso gasto ao procurar informações sobre equipamentos e materiais durante as manutenções (Eastman et al., 2011).

Para que a informação seja entregue ao time de gerenciamento de *facilities* ao final da obra de forma completa e precisa, a alimentação do banco de dados deve ser feita durante toda a fase de projeto e construção, em que todos os envolvidos possuem responsabilidades de alimentar essa base. Estima-se que mais de 80% do tempo de um gestor de instalações seja gasto procurando informações relevantes que, por vezes, são desconsideradas pelos projetistas nas etapas anteriores (Becerik-Gerber *et al*., 2012). A Institution of Civil Engineers afirma que a provisão de uma fonte de dados confiável baseada em BIM pode eliminar esses problemas. McArthur (2015) constata que a identificação da informação necessária para a operação é crítica para a configuração das técnicas de recuperação de dados nas etapas posteriores, porém permanece uma atividade problemática, assim como seu link aos modelos as-built. Com isso, fica evidente que a alimentação das informações, seja em modelos ou em bancos de dados externos, deve ser feita durante o desenvolvimento dos dados BIM.

Becerik-Gerber *et al*. (2012) apresentam uma discussão detalhada sobre áreas de aplicação para o BIM em gestão de *facilities*, resumida a seguir:

a) localização de componentes da edificação: para realizar as diversas atividades de manutenção, seja ela preventiva ou corretiva, a equipe

responsável necessita localizar os elementos em questão na edificação, assim como as informações relacionadas a eles para detecção e resolução dos problemas. No modo tradicional, são usadas plantas baixas impressas ou digitais, além da intuição dos colaboradores para localizar equipamentos como instalações em regiões de entreforro. A atividade de encontrar esses elementos é repetitiva e consome bastante recurso, de tempo e humano, tornando-se um ponto crítico, especialmente durante emergências. O uso de modelos 3D que permitem a visualização rápida das instalações e equipamentos é um grande aliado nesse contexto, direcionando as equipes diretamente para a localização desejada. Além disso, a possibilidade de vincular documentos, como manuais e ordens de serviço, a esses elementos, ajuda a reduzir o tempo na busca por informações necessárias para o atendimento do problema;

b) facilitar acesso a dados em tempo real: durante a realização das atividades de manutenção, as equipes precisam navegar entre vários bancos de dados para localizar as informações necessárias. Uma interface de usuário gráfica baseada em modelo BIM pode fornecer um acesso unificado aos dados necessários, porém é necessário considerar as soluções de interoperabilidade para implementar essa solução. A Figura 7 apresenta duas situações comuns no cotidiano de um gestor de *facilities*, juntamente com a informação necessária para a equipe e os possíveis sistemas em que a informação pode ser armazenada.

Figura 7 - Exemplos de situações do dia a dia de um gestor

	Informações necessárias		
Sistemas de informação FM	Sistema de gestão das manutenções computadorizado (CMMS)	Sistema de gestão de documentação eletrônico (EDMS)	Sistema de automação predial (BAS)
Resolução de problemas equipamento quebrado	• Ordens de serviço abertas para o equipamento; • Histórico de ordens de serviço, informações dos subcomponentes; • Informação de testes.	• Manuais de manutenção e operação, garantia; • Relatórios de início; • Relatórios de testes, localização do equipamento; • Cronograma de ocupação; • Informação de cronograma de projeto; • Descrição do sistema; • Vista 3D mostrando componentes principais.	• Áreas servidas pelo equipamento; • Informação de sensores, pontos de verificação; • Comparar design versus início versus dados atuais; • Pontos de referência para verificação de dados; • Sequência de operações; • Análise de rede sobre sistema de distribuição; • Pontos para resolução.
Cliente desconfortável com a temperatura do ambiente	• Ordens de serviço abertas para o ambiente/zona/pavimento; • Histórico de ordens para chamados sobre a temperatura.	• Localização da caixa de ar variável (VAV) da zona; • Localização do termostato.	• Informação do sensor do ambiente; • Zona servida por vários equipamentos; • Troca entre controles VAV e AHU

Fonte: Becerik-Gerber *et al*. (2012).

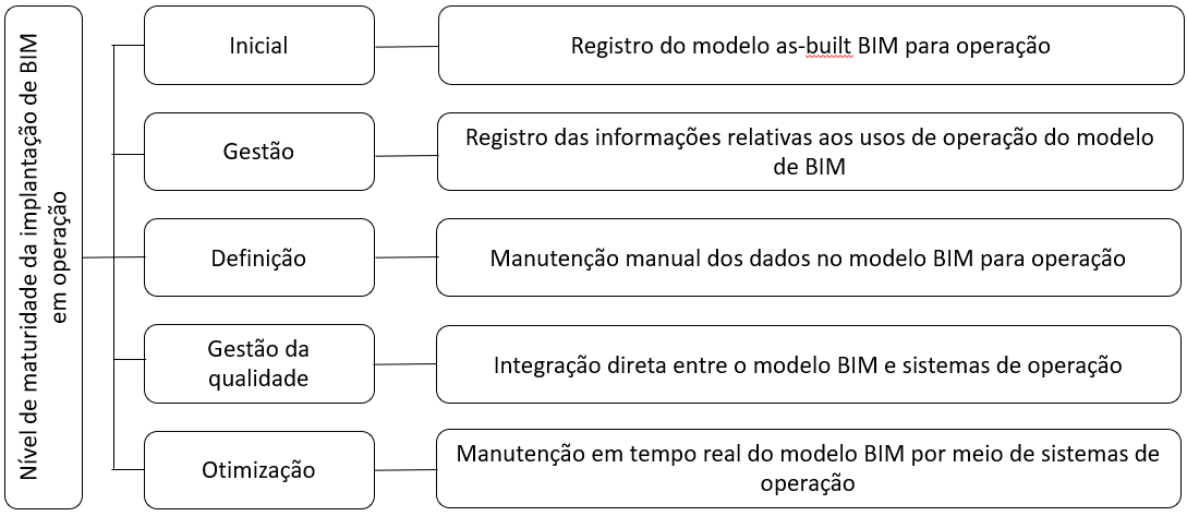
c) visualização e marketing: a interface gráfica tridimensional dos modelos, aliado à capacidade de integrar texturas de materiais, iluminação, entre outros, faz com que o BIM forneça uma visualização poderosa dos espaços de atuação das equipes de manutenção, permitindo a análise de cenários e a preparação de apresentações para reuniões de tomada de decisão. Além disso, a navegação, renderização e uso de mobílias e personagens virtuais têm potencial de ser usado com propósitos de marketing;
d) verificação de manutenibilidade: a manutenibilidade é definida como a habilidade de atingir uma performance otimizada ao longo do ciclo de vida da edificação com um custo mínimo. O BIM pode facilitar os estudos de manutenibilidade que focam na performance desejada em várias etapas, considerando áreas como acessibilidade, sustentabilidade dos materiais e manutenção preventiva. A integração dessas áreas requer um conhecimento técnico elevado, sendo, portanto, essencial a inclusão da equipe de pós-obra durante as fases de projeto e construção. O envolvimento desse pessoal junto com o uso de dados históricos provenientes do BIM em outras edificações pode formar um ciclo fechado entre projeto, construção e operação, garantindo a transmissão das lições aprendidas.

Apesar de os benefícios para o BIM serem amplamente difundidos, Lavy et. al (2014) encontraram que, durante a fase de projeto, os participantes de um projeto BIM focam, predominantemente, no uso de verificação de conflitos (coordenação 3D), ignorando as possibilidades para manutenção. Esse fato pode ser explicado pelo menor nível de maturidade BIM das organizações, que costumam iniciar a implementação do BIM por usos na fase de projeto, como projeto autoral e coordenação. À medida que o grau de consciência e habilidade evolui, espera-se um aumento nos demais usos BIM. Eastman *et al*. (2011) observam que a indústria AECO, com foco em gerenciamento de *facilities*, “encontra-se nos primórdios do uso do BIM”. CIC (2013) indica que o caminho a ser percorrido para uso do BIM na fase de operação é extenso, necessitando da implantação de métodos que passam pelas seguintes fases:

a) gestão: relativos ao registro das informações referentes aos usos de operação no modelo de BIM as-built;
b) definição: referentes à manutenção manual dos dados no modelo BIM de operação;
c) qualidade: correspondem à integração direta entre o modelo BIM e os sistemas de operação;
d) otimização: relativos à manutenção em tempo real do modelo BIM por meio de sistemas de operação.

O estudo “The Bussiness Value of BIM for Constructions in Major Global Markets” (MCGraw, 2014) classificou o Brasil com baixa porcentagem (27%) declarada de atividades BIM na fase após a construção - com referência ao registro de informações no modelo. Comparando com outros países, o Canadá apresenta 53% e a Nova Zelândia 47%. Entretanto, dentre as partes entrevistadas, notou-se o interesse em adicionar informações relativas à operação e manutenção no modelo BIM entregue aos proprietários. A Figura 8 descreve os níveis de maturidade da implementação de BIM em operações de acordo com CIC (2013).

Figura 8 - Níveis de maturidade BIM na fase de operação



Fonte: adaptado de CIC (2013).

Um ponto de destaque é a importância do envolvimento da equipe de gestão de *facilities* durante o desenvolvimento do processo BIM, alertando a equipe de projeto para quais informações são necessárias e contribuindo para a concepção de um

projeto que facilite as manutenções futuras. O valor do BIM para FM inclui melhorias no processo atual manual de entrega de informações, maior precisão dos dados, maior acessibilidade à informação e aumento eficiência da execução de ordens de serviço.

Segundo Becerik-Gerber *et al*. (2012), são barreiras para a implementação do BIM em FM: (a) a diversidade entre as ferramentas de software BIM e GF, e questões de interoperabilidade; (b) a falta de colaboração efetiva entre os stakeholders do projeto para modelagem e utilização do modelo; (c) papéis e responsabilidades para carregar os dados no modelo ou nos bancos de dados e a manutenção do modelo são pouco claros; (d) e a dificuldade no envolvimento do fornecedor de software.

Também de acordo com Becerik-Gerber *et al*. (2012), o fator cultural na adoção de novos processos e tecnologias na indústria de FM pode ser considerado uma barreira. Essa indústria é vista como bastante rígida quanto a absorção de novas tecnologias, principalmente se não houver benefícios claramente comprovados e com casos reais amplamente difundidos. Junto a isso, as regras e responsabilidades no fornecimento dos dados e na manutenção do modelo ainda não estão bem definidas.

O uso do BIM na fase de operação requer que os modelos utilizados sejam baseados no as-built, refletindo fielmente o que foi executado em campo. Para isso, as alterações realizadas durante a obra devem ser refletidas nos modelos, tanto geometricamente, como na forma de dados. Para as edificações existentes, o BIM também pode ser uma ferramenta de grande importância, porém é necessário definir o processo de captura da realidade, considerando que não há um modelo BIM existente do edifício e este precisa ser construído e alimentado corretamente.

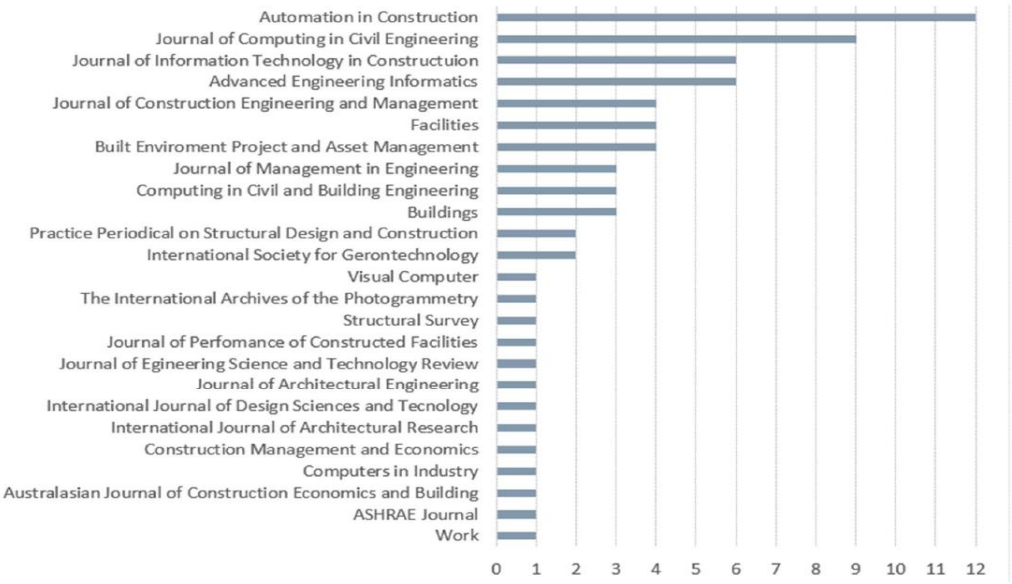
2.5.3 Pesquisas em BIM para gestão de *facilities* no brasil

Mota e Ruschel (2016), para conhecer as pesquisas de gerenciamento de *facilities* existentes no Brasil, considerando dissertações e teses defendidas, e obter uma visão de interesse no tema, realizaram um levantamento preliminar das publicações. A pesquisa foi feita na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro da Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Os termos utilizados na busca foram: gerenciamento de facility, gerenciamento de *facilities*, operação e manutenção, gestão da manutenção, gestão da operação, gestão predial e manutenção predial. Como resultado, foram

identificadas 224 publicações, sendo 184 dissertações e 40 teses, em 43 áreas distintas de concentração. Em ordem crescente, as principais áreas foram: Engenharia Civil (18%), Engenharia de Produção (13%) e Engenharia Mecânica (13%). Dentre os 40 estudos em Engenharia Civil, 5 abordaram manutenção predial (Carlino, 2012; Dardengo, 2010; Ferraz Júnior, 2009; Gomes Junior, 2012; Makishima, 2011). Para artigos científicos, foram encontrados: 62 artigos na ASCE, 43 na Web of Science, 19 na Science Direct e 309 na Scopus; resultando um total de 352 artigos. Como 83 não estavam acessíveis eletronicamente, a pesquisa considerou os 269 trabalhos restantes.

Dos 269 documentos, os autores decidiram utilizar os 111 artigos de periódicos inclusos, por se tratar de uma amostra quantitativamente expressiva e qualitativamente rigorosa, visto que incluía trabalhos já revisado por pares. Destes 111, 39 pertenciam à área de conhecimento saúde e humanas, restando 72 artigos no setor AECO. A Figura 9 apresenta quais os periódicos científicos responsáveis pelas publicações, assim como a quantidade de artigos em cada um.

Figura 9 - Classificação dos periódicos de publicação

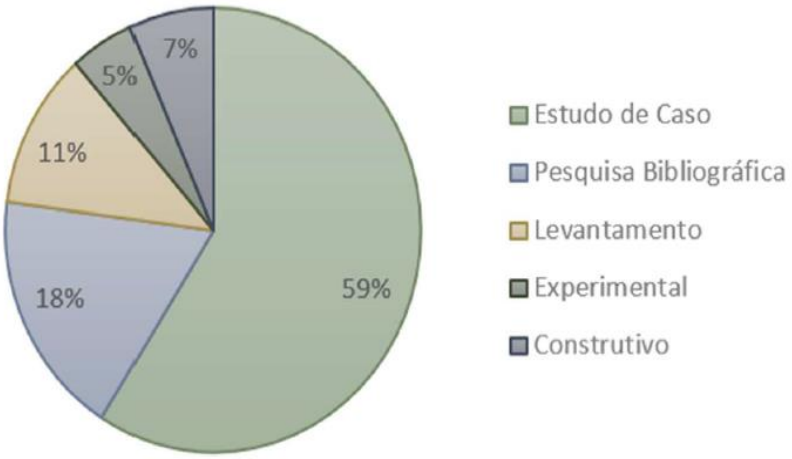


Fonte: Mota e Ruschel (2016).

Em novo filtro, verificou-se que 19 desses artigos não correspondiam exatamente ao tema BIM integrado ao Gerenciamento de *facilities*, mas a assuntos correlatos, como simulação energética ou avaliação do ciclo de vida. Desse modo, 53 trabalhos passaram para a fase de leitura analítica. Inicialmente, os autores avaliaram quais os métodos utilizados nesses trabalhos e encontraram o seguinte resultado:

59% Estudo de Caso, 18% Pesquisa Bibliográfica, 11% Levantamento, 7% Pesquisa Construtiva e 5% Pesquisa Experimental, o que demonstra o predomínio da abordagem prática (estudos de caso e levantamentos), e a ausência de pesquisas para proposições e validações de inovações (experimentais e construtivas). A Figura 10 sumariza os resultados encontrados.

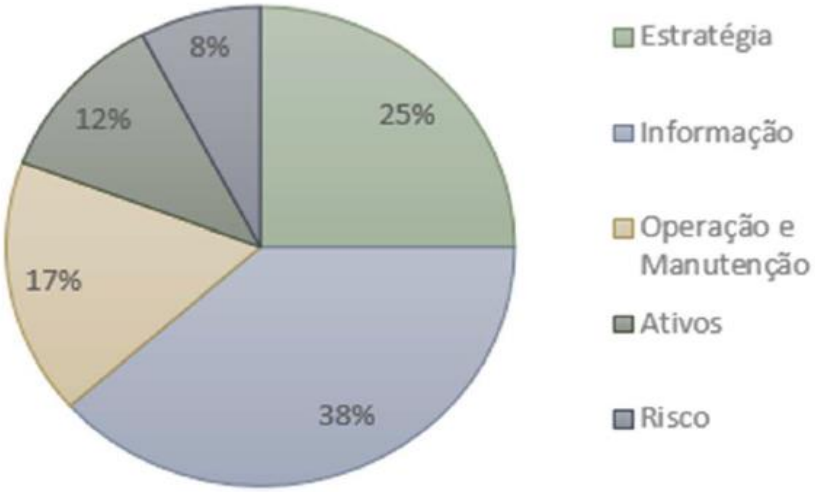
Figura 10 - Métodos utilizados nos trabalhos



Fonte: Mota e Ruschel (2016).

Em um segundo momento, verificou-se os tipos de gerenciamento de *facilities* que os artigos abordavam, encontrando-se os seguintes resultados: 38% Informação, 25% Estratégia, 17% Operação e Manutenção, 12% Ativos e 8% Risco. A Figura 11 apresenta um gráfico dessa distribuição.

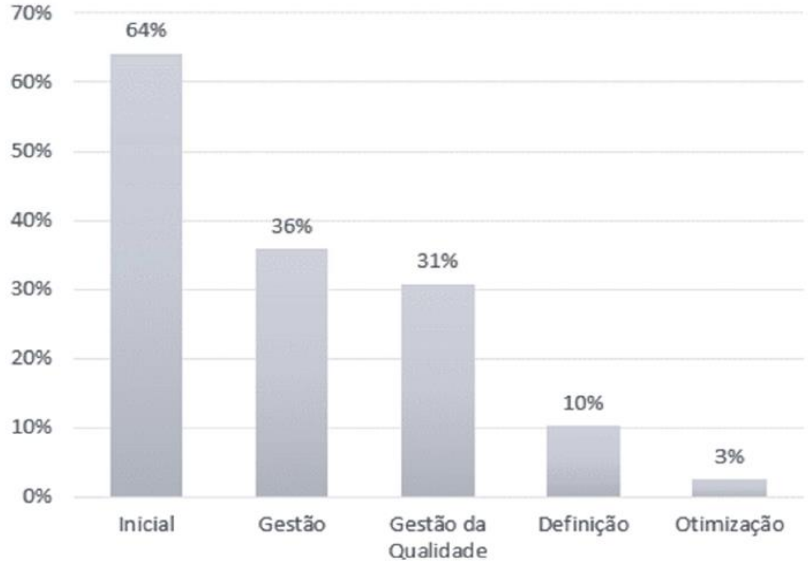
Figura 11 - Tipos de gerenciamento abordados



Fonte: Mota e Ruschel (2016).

Em seguida, os autores avaliaram os níveis de maturidade do processo de implantação de BIM em operação, encontrando as seguintes fases: 64% Inicial, 36% Gestão, 31% Gestão da Qualidade, 10% Definição e 3% Otimização, indicadas na Figura 12.

Figura 12 - Níveis de maturidade do processo de implementação BIM



Fonte: Mota e Ruschel (2016).

Por fim, os autores concluíram que o estágio atual do conhecimento acadêmico de BIM no Gerenciamento de *facilities* está voltado às fases inicial e de Gestão da incorporação, e que as pesquisas existentes têm caráter prático.

2.5.4 Fluxo de informações no BIM e padronização

A indústria de FM reconhece a importância da gestão estratégica dos ativos de uma organização. A ISO 55000 (ABNT, 2014), por exemplo, é considerado o principal documento internacional para padronização da conformidade em gestão de ativos, que é definido como “atividade coordenada de uma organização para gerar valor a partir dos ativos”. Outros documentos mais recentes incluem: PAS 55:2008 da BSI, ISO 55001 e ISO 55002. Um grande movimento de padronização ocorreu entre 2010 e 2014, como com a publicação das ISO 16739:2013 e ISO:29481;1, que discutem extensivamente a padronização de formatos de troca de dados para melhor interoperabilidade. Esses padrões cobrem uma série de temas, como gestão de dados, convenções de nomenclaturas, ambiente comum de dados, interoperabilidade

e gestão de dados IFC, e transferência de informação de construção. O COBIE ajuda a melhorar a entrega de dados relacionados a ativos através do modelo BIM para os gestores das instalações.

Um dos documentos que visam definir e padronizar as atividades que serão desenvolvidas durante o desenvolvimento dos projetos é o EIR (Exchange Information Requirements), estabelecido pelo cliente para definir os requisitos do projeto com relação a trocas de informações durante o processo BIM. Em um desenvolvimento de projeto BIM, os pacotes de dados que caracterizam cada modelo são definidos de acordo com as necessidades do cliente, que tem a responsabilidade de definir, previamente, qual informação é relevante e como e quando ela deve ser inserida. O EIR foca nos métodos que serão desenvolvidos para o compartilhamento de dados e a geração de documentos, com foco na gestão da informação entre as partes envolvidas e nos métodos de controle, armazenamento e entrega. Segundo a ISO 19650, o EIR deve especificar precisamente quais informações devem ser entregues em cada troca de informações. O UK BIM Framework ISO 19650 Guidance (2020) divide o EIR em três partes: objetivos, estruturação de informações e definição da informação. Os marcos de entrega de informações devem ser definidos de acordo com os principais pontos de decisão e a troca é concluída quando o receptor, responsável por especificar o EIR, aceita as informações.

Ainda segundo a ISO 19650, os requisitos de informação que devem ser definidos estão relacionados a vários aspectos, dentre eles métodos de gerenciamento, meios de produção, formas de coordenação entre os modelos e as equipes, método de verificação e controle, nível de informação necessário para os elementos, formas de troca de informações, e cronogramas e etapas de projeto.

Um exemplo de base para elaboração de um EIR pode ser dividido em 3 etapas: técnica, gestão e comercial. A primeira envolve formatos, nível de informação, softwares utilizados e coordenadas, enquanto a segunda está relacionada a padrões, papeis e responsabilidades, processo de colaboração e coordenação, restrições, informações necessárias nos elementos. Por fim, a etapa comercial incorpora objetivos estratégicos e resultados esperados.

É importante destacar a diferença entre o EIR e o PEB (Plano de Execução BIM), ambos documentos necessários, mas com objetivos diferentes. Enquanto o EIR pretende identificar as necessidades e requisitos de informação solicitados pelo cliente, o BEP indica como as partes concorrentes do processo pretendem atender a

essas necessidades expressas no EIR, destacando os métodos e ferramentas utilizadas para atingir os objetivos propostos.

Como observado, é essencial que os requisitos dos elementos sejam previamente definidos e informados aos responsáveis por inserir tais informações nos objetos BIM. Como exemplo, de acordo com a norma britânica BS 8210:2012 Guide to *facilities* maintenance management, os principais registros dos ativos são: número de identificação, localização, expectativa de vida útil, discriminação, identificação de riscos, modelo, fabricante, data da fabricação, distribuidor, data da aquisição, data de instalação, custo inicial, peças sobressalentes, consumo de energia, ciclo de substituição, necessidade de acesso, depreciação acumulada, valor após depreciação, manutenção requisitada, custo de manutenção e capacitação de trabalho.

Becerik-Gerber *et al*. (2012) descrevem o conjunto de propriedades que deve ser inserido no modelo BIM, considerando a fase do ciclo de vida, seus responsáveis e as informações necessárias, apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Conjunto de propriedades necessárias

Conjunto de propriedades	Fases do ciclo de vida	Agentes responsáveis	Descrição
Informações de identificação	Concepção	Projetistas e proprietários	Normalmente segue padrões de nomenclatura da empresa.
Informações de zoneamento	Concepção	Projetistas, subcontratados e proprietários	Referente ao detalhamento dos objetos inseridos na fase anterior, seguindo as convenções dos fabricantes e da empresa.
Informações de tipos	Concepção	Projetistas	Referente ao aperfeiçoamento e finalização das especificações dos ambientes, equipamentos e materiais do modelo.
Informações de fabricação	Construção	Projetistas e subcontratados	Inclui informações como modelo, número de série, data de aquisição e validade, fornecedor e garantia.
Informações de especificações	Operação	Projetistas, subcontratados e proprietários	Está relacionada às condições de funcionamento e atividades, desde a instalação até a operação e a manutenção.
Informações de operação	Operação	Proprietários	Inclui, entre outros dados, status de atividades, de manutenção, históricos e reposições de componentes.

Fonte: Mota e Ruschel (2017).

Mota e Ruschel (2017) analisaram a classificação de registro de ativos dispostos na BS 8210:2012 e classificou conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Classificação de registro de ativos

Registros (propriedades)	1ª - Conjunto de propriedades	2ª – Fase do ciclo			3ª - Responsável			4ª – Caract.	
		Concepção	Construção	Operação	Projetistas	Subcontratados	Proprietários	Inerente ao objeto	Inerente ao processo
Número de identificação	Identificação	1	0	0	1	0	1	1	0
Localização	Zoneamento	1	0	0	1	1	1	1	0
Expectativa de vida útil	Tipo	1	0	0	1	0	0	1	0
Discriminação		1	0	0	1	0	0	1	0
Identificação de riscos		1	0	0	1	0	0	1	0
Modelo	Fabricação	0	1	0	1	1	1	1	0
Fabricante		0	1	0	1	1	1	1	0
Data de fabricação		0	1	0	1	1	1	1	0
Distribuidor		0	1	0	1	1	1	1	0
Data da aquisição		0	1	0	1	1	1	1	0
Data de instalação		0	1	0	1	1	1	1	0
Custo inicial		0	1	0	1	1	1	1	0
Peças sobressalentes	Especificação	0	0	1	0	0	0	0	1
Consumo de energia		0	0	1	0	0	0	0	1
Ciclo de substituição		0	0	1	0	0	0	0	1
Necessidade de acesso	Operação	0	0	1	0	0	1	0	1
Depreciação acumulada		0	0	1	0	0	1	0	1
Valor após depreciação		0	0	1	0	0	1	0	1
Manutenção requisitada		0	0	1	0	0	1	0	1
Custo de manutenção		0	0	1	0	0	1	0	1
Capacitação de trabalho		0	0	1	0	0	1	0	1
Total em %		**24%**	**33%**	**43%**	**57%**	**38%**	**71%**	**57%**	**43%**

Fonte: as autoras

Fonte: Mota e Ruschel (2017).

A classificação da Figura 14 foi realizada conforme descrito a seguir.

a) 1a Classificação - agrupamento segundo o conjunto de propriedades que devem constas nos elementos, de acordo com Becerik-Gerber *et al*. (2012) – identificação, zoneamento, tipos, fabricação, especificações e operação;
b) 2a Classificação - referente à etapa do ciclo de vida da edificação em que a informação é inserida – concepção, construção e operação;
c) 3a Classificação - definindo o agente responsável por fornecer a informação – projetistas, subcontratados ou proprietários; e
d) 4a Classificação - considera a característica da informação – inerente ao objeto ou ao processo. A informação inerente ao objeto significa que não depende de um fator externo ou temporal para ser associada à propriedade, como por exemplo, o número de identificação. Já a informação inerente ao processo, significa que depende de algum fator decorrido, como por exemplo, a data de aquisição.

Diante da análise da tabela da Figura 14, Mota e Ruschel (2017) concluíram com relação ao conjunto de propriedades relativo à gestão de ativos com BIM:

a) a etapa que requer mais volume de dados é a fase de operação (43%), seguida pela fase de construção (33%) e concepção (24%).
b) em termos de solicitação dos agentes envolvidos: proprietários (71%), projetistas (68%) e subcontratados (41%);
c) características inerentes ao objeto representam 57% dos casos, enquanto as demais estão em 43%.

2.6 GUIA PARA UTILIZAÇÃO DO BIM EM GESTÃO DE *FACILITIES*

2.6.1 GSA BIM Guide for Facility Management

A General Services Administration (GSA) elaborou um guia com o objetivo de definir diretrizes para implementação do BIM no gerenciamento das edificações de sua responsabilidade. Em termos de requisitos de dados, são definidas 3 áreas. A primeira refere-se ao programa espacial BIM e à geometria precisa as-built dos equipamentos. Nessa camada, o guia destaca a importância de serem fornecidos dados precisos e reais sobre as edificações, atualizados de acordo com as modificações realizadas. Além disso, detalha que cada objeto BIM referente a um equipamento deverá conter, juntamente aos dados geométricos: (a) GUID - identificador único interpretado por máquinas que mantem o link entre o sistema de gestão de *facilities* e o aplicativo de autoria BIM; (b) a chave de localização primária para identificar onde está o objeto; (c) o número de identificação do ativo - interpretável por humano, segue convenção de nomenclatura previamente definida e facilita a identificação dos elementos no modelo 3D.

Na segunda área, são abordados temas sobre o inventário de equipamentos para gestão da operação, usados para avaliação das condições de equipamentos, gerenciamento de energia, respostas a emergências, garantias, entre outros. A última área refere-se ao uso do modelo BIM para análise energética, com o monitoramento da performance da edificação.

Na seção 2, é apresentado um guia de implementação para as equipes de projeto da GSA. Um resumo das atividades é descrito abaixo.

a) identificar as oportunidades de projeto;
b) definir uma estratégia de implementação - definir como e quais informações devem ser usadas, entender quem é responsável por cada informação,

desenvolver termos contratuais que garantam a entrega dos dados, criar um PEB para fornecer um plano de gerenciamento de dados e atribuição dos papéis e responsabilidades de cada parte envolvida, estabelecer itens de monitoramento de atendimento ao PEB;

c) padronizar a identificação, classificação e codificação dos equipamentos - padronizar qual informação é necessária, como é nomeada, definir os números de identificação dos ativos.

Na seção 3, o guia traz os requisitos de modelagem dos elementos para um modelo BIM de registro, que é submetido na entrega do projeto para documentar como a obra foi construída, contemplando suas modificações. O modelo as-built é uma cópia editável do modelo de registro, que é utilizado para atualização de acordo com as atividades feitas na operação. Os atributos dos modelos devem ser submetidos em versão atual do Construction Operations Building Information Exchange (COBie).

Dentre os principais requisitos de modelagem dos elementos está a presença de um identificador único, conhecido como GUID. Essas chaves, porém, apesar de muito dificilmente serem repetidas, não estão sob o controle do usuário, pois são geradas pelos softwares. Dessa forma, para garantir que a GSA e seus parceiros possam gerenciar essa informação, cada equipamento deve possuir um número de identificação do ativo. Os modelos de registro para serem úteis precisam ser divididos por pavimento e por sistema. Por exemplo, o modelo estrutural deve ser particionado para incluir a laje de piso, mas não a de teto, de forma que permite a visualização das instalações existentes no pavimento. Se a lâmina do empreendimento for muito extensa, pode ser necessário dividi-la. Todas essas recomendações são expressas no PEB, desenvolvido no início do projeto.

Os seguintes objetos são solicitados como parte do modelo de registro a ser submetido na entrega da obra, além dos citados em guias prévios: forros; sistemas de iluminação e comunicação; sistemas e equipamentos de irrigação; especificação e fornecedores de mobiliários; sistemas e equipamentos elétricos; sistemas e equipamentos mecânicos e de hidráulica; e sistemas e equipamentos de especialidades e proteção e combate a incêndio.

O guia também aborda outros pontos, como a precisão geométrica que a modelagem deve atender, suas unidades e origem, formas de verificação dos

modelos, entre outros. Segundo o documento, a maior parte dos dados não-geométricos são mais facilmente acessados e atualizados se mantidos em uma base externa ao modelo, que pode ser um repositório central baseado em modelo. Para realizar a associação dos elementos, um identificador único deve ser mantido tanto no modelo BIM, como na base de dados.

A seção 4 do guia descreve várias tecnologias para o BIM com *facilities*, abordando pontos como repositórios de informações, infraestrutura, segurança da informação e versionamento de arquivos.

2.6.2 BIM Project Execution Planning Guide

O BIM Project Execution Planning Guide (CIC, 2011) define diretrizes para otimização do processo de implementação do BIM para *facilities*. O guia define o planejamento de manutenções preventivas como um processo no qual a funcionalidade da estrutura de um edifício, incluindo todos os seus sistemas e equipamentos é mantida ao longo de sua vida operacional. Um programa de manutenção eficaz aumentará a performance da edificação, reduzirá o número de reparos e reduzirá os custos gerais.

O uso do BIM para as manutenções preventivas é visto com potencial para:

a) planejar atividades de manutenção proativamente e alocar a equipe operacional de forma apropriada;
b) rastrear o histórico de manutenção;
c) reduzir manutenções corretivas e reparos de emergência;
d) aumentar a produtividade da equipe de manutenção devido à fácil localização dos equipamentos através do modelo;
e) avaliar diferentes abordagens de manutenção baseadas em custo;
f) permitir que os gestores de *facilities* justifiquem a necessidade e custo de estabelecer um programa de manutenção centrado.

No guia, são apresentados os recursos necessários para esse uso BIM, descritos abaixo:

a) software de revisão de projeto para visualização do modelo de registro e seus componentes;

b) sistema de automação predial conectado ao modelo de registro;
c) sistema CMMS conectado ao modelo de registro;
d) Painel de interface amigável conectado ao modelo para fornecer informações sobre a performance do empreendimento.

Quanto à equipe envolvida na implementação, o guia cita as seguintes competências necessárias:

a) habilidade de entender e manipular sistemas de controle predial e CMMS com modelo de registro;
b) habilidade de entender a operação de equipamentos típicos e práticas de manutenção;
c) habilidade de manipular, navegar e revisar um modelo 3D.

Segundo o guia, para a adoção do BIM, de forma geral, é necessário a elaboração de um plano de execução composto por quatorze categorias, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Composição do plano de execução BIM

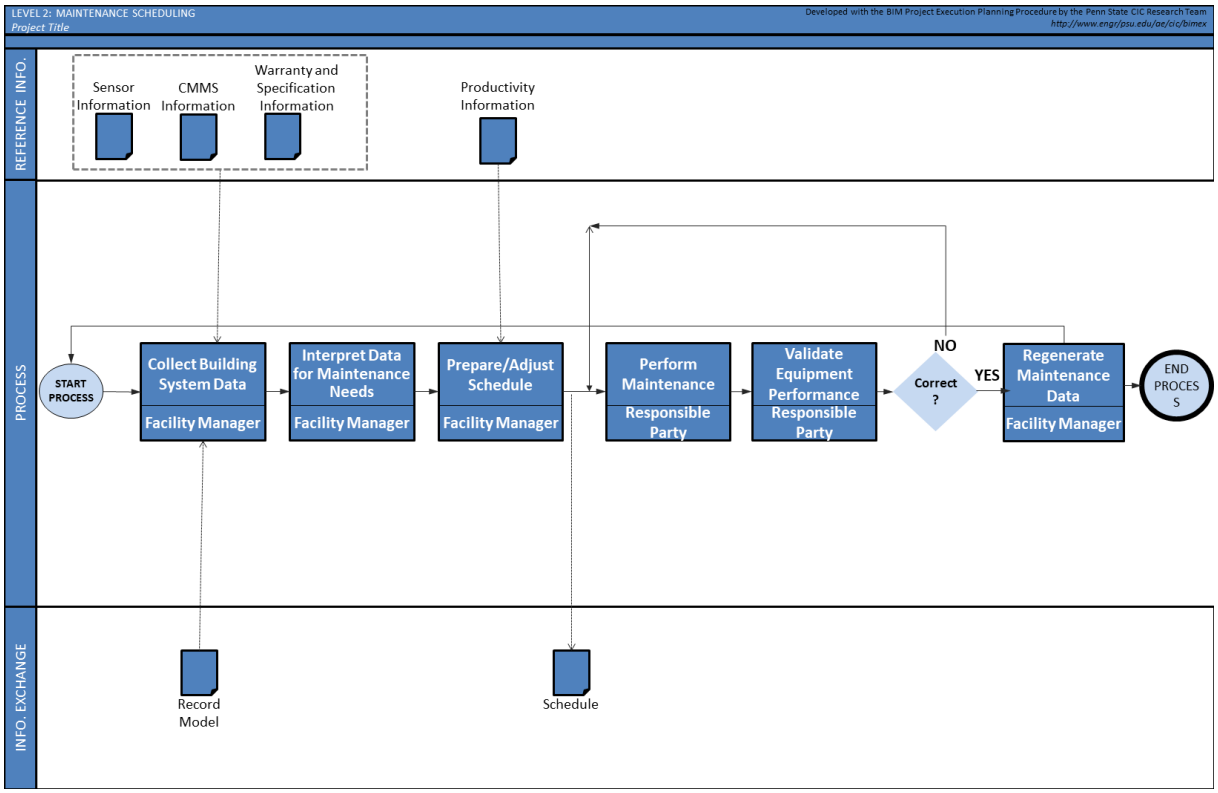
Categoria	Descrição
Visão geral	Documenta a razão para criar o plano de execução do projeto.
Informações do projeto	Inclui informação crítica como os membros, localização, descrição e datas principais.
Contatos principais	Contato da equipe envolvida.
Metas do projeto/Usos BIM	Documenta o valor estratégico e usos específicos para o BIM no projeto definidos pela equipe.
Funções organizacionais/Recursos humanos	Define as funções e papéis de cada membro da equipe.
Processo de projeto	Ilustra o processo com o uso de mapas.
Trocas de informações	Nível de detalhe e elementos necessários para implementar o BIM em cada uso.
Requerimentos de dados de *facilities* e	Documenta os requisitos do dono do

BIM	projeto para o BIM
Procedimentos de colaboração	Descreve os procedimentos que a equipe deve seguir para garantir a colaboração.
Procedimentos de controle de qualidade dos modelos	Garante que os participantes atendam aos requerimentos definidos.
Necessidades de infraestrutura tecnológica	Hardware, software e estrutura de rede necessários
Estrutura dos modelos	Divisão dos modelos, nomenclaturas, sistemas de coordenadas.
Entregáveis do projeto	Entregáveis solicitados pelo dono do projeto.
Contratos/estratégias de entregas	Estratégia de entrega que será utilizada no projeto.

Fonte: O Autor (2023)

O mesmo guia também apresenta mapas de processos específicos para os diferentes usos do BIM como referência, que explicam as atividades e processos envolvidos. Para o uso de manutenção preventiva, o processo é dividido em 5 etapas: coleta de dados da construção; interpretação dos dados de acordo com as necessidades de manutenção; preparação do cronograma com apoio da informação de produtividade; execução das atividades de manutenção; e validação do desempenho do equipamento. A Figura 15 apresenta o fluxograma.

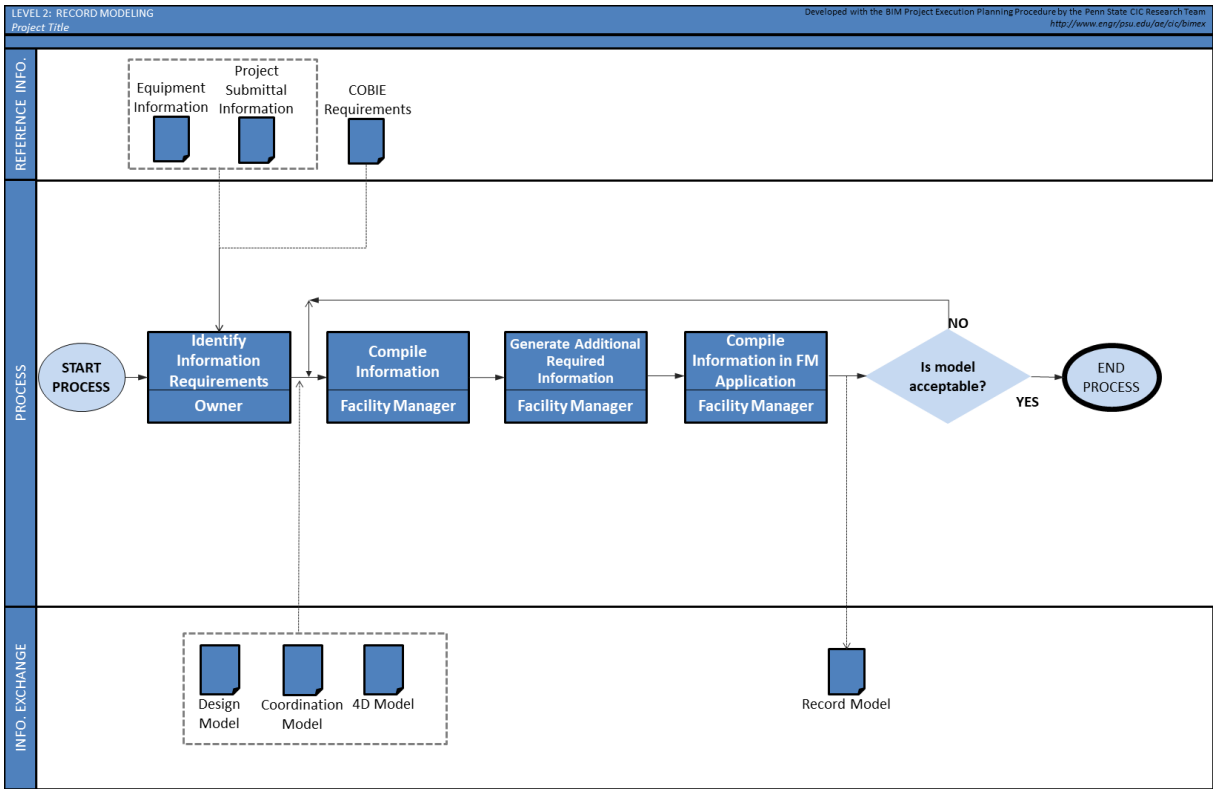
Figura 15 - Mapa de processo do cronograma de manutenções



Fonte: CIC (2013).

O guia também traz um mapa de processo detalhando como obter o modelo de registro, essencial para a implementação do BIM para FM, como apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Desenvolvimento do modelo de registro



Fonte: CIC (2013).

2.7 VISÃO CRÍTICA

O referencial teórico apresentado forma uma base de conhecimento que contribuirá para o restante do trabalho. Inicialmente, o histórico do desenvolvimento da gestão de *facilities*, com a sua constante evolução e divisão em diversas áreas, demonstra a abrangência e as possibilidades de trabalho dentro do tema, que engloba todas as atividades realizadas rotineiramente em empreendimentos, sejam eles residenciais, comerciais ou de serviços. É importante destacar que o profissional do setor, independentemente da sua especialização, precisará conciliar habilidades interpessoais, como a comunicação e a liderança, com habilidades técnicas, exemplo dos conhecimentos em operações e manutenções.

A divisão responsável pelas manutenções das edificações, preventivas ou corretivas, tem ganhado cada vez mais relevância, sobretudo com a publicação da norma de desempenho no Brasil, que reforçou a importância do tema e definiu, de forma clara, as responsabilidades de cada parte envolvida. Ao avaliar o assunto com mais atenção, percebe-se a necessidade de conscientização dos usuários para a

realização das atividades de manutenção preventiva, que evitam problemas maiores, capazes de paralisar alguns serviços da edificação temporariamente.

Porém, com o atual formato de entrega dos manuais de uso e operação, geralmente extensos livros impressos, é difícil conseguir a adesão dos moradores, que se sentem desmotivados até mesmo para ler o material. Como uma primeira solução, a digitalização desse conteúdo pode trazer mais conforto e comodidade ao usuário para acessar o material e identificar quais intervenções precisam ser feitas. Contudo, a melhor alternativa para maximizar a aderência dos usuários aos manuais e guias de manutenção é através dos sistemas computadorizados, sobretudo se relacionado com a visualização 3D dos elementos.

A difusão do BIM no Brasil é recente e ainda enfrenta diversos obstáculos, como o custo de investimento e a resistência por parte de alguns indivíduos. Por estar em um estágio inicial de implementação, é comum que os usos mais frequentes para o BIM sejam relacionados à fase de projeto, sobretudo com a coordenação 3D. Todavia, é necessário explorar melhor o potencial que o BIM possibilita, enxergando-o como uma excelente forma de armazenar dados ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, permitindo que essas informações sejam utilizadas na fase de uso e operação da edificação, que atualmente sofre com os dados fragmentados e, muitas vezes, inexistentes.

Para isso, é necessário que o processo de implementação seja muito bem avaliado e contemple todas as partes envolvidas, desde a concepção do projeto, até a fase de construção. É indispensável que seja feito o mapeamento das atribuições e responsabilidades de cada indivíduo, definindo qual, em que momento e como cada informação, de cada elemento construtivo, deve ser entregue, a fim de garantir o correto fluxo dos dados e sua acessibilidade quando preciso. Os projetistas devem inserir as informações pertinentes à etapa de projeto, como especificações dos equipamentos e materiais, enquanto o construtor é responsável por alimentar informações como data de compra, data de instalação e fabricante escolhido. Além disso, o profissional que operará a edificação, deve alimentar e atualizar o sistema sempre que alguma modificação ocorrer ou alguma manutenção for realizada. Com isso, é possível obter os benefícios mais diretos do BIM para esse uso, que são a fácil localização dos elementos, possibilidade de obter os dados com agilidade e acompanhar as manutenções de forma visual.

Outro ponto que merece destaque é o nível de detalhamento dos modelos a serem utilizados na fase de operação, que devem ser feitos a partir do modelo de registro do empreendimento. A partir desse arquivo será gerado um segundo, chamado modelo as-built, que é uma cópia editável constantemente atualizada para representar o estado atual da edificação e seus sistemas.

Por fim, devemos salientar um item indispensável para o sucesso da implementação: a existência de uma documentação, prévia ao início do projeto, que defina os padrões de troca de informações, colaboração, usos BIM previstos, entre outros. É essencial que haja um alinhamento inicial entre todas as partes, de forma que os modelos sejam desenvolvidos visando um fim bem definido, considerando os momentos certos de inserção de cada informação, além dos itens de monitoramento que serão adotados para avaliação da qualidade dos modelos.

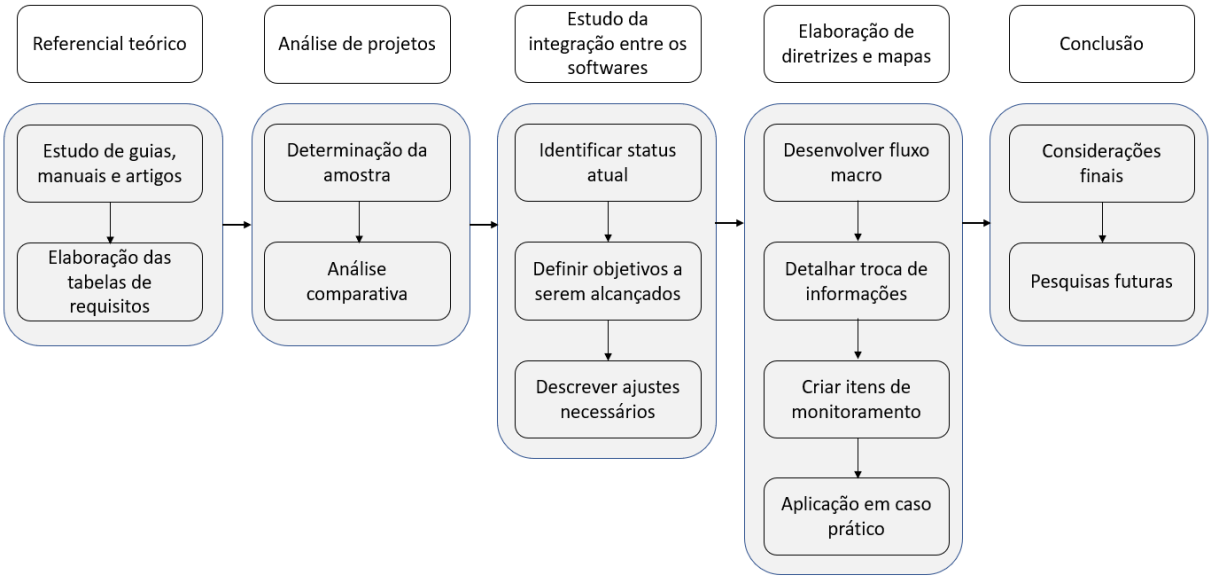
3 MÉTODO

Este trabalho utiliza uma pesquisa exploratória para levantamento de informações, através da revisão bibliográfica de documentos publicados, como guias, manuais e trabalhos acadêmicos, que são analisados qualitativamente. Theodorson e Theodorson (2013) definem pesquisa exploratória como um estudo preliminar cujo objetivo principal é familiarizar-se com o fenômeno objeto de estudo, de modo a obter maior compreensão e precisão. Essa metodologia permite ao pesquisador definir seu problema de pesquisa e formular sua hipótese com mais assertividade. Selltiz, Wrightsman e Cook (1987) apontam que o modelo de pesquisa exploratório se utiliza principalmente de pesquisas qualitativas baseadas em observações e entrevistas. Foi realizado também um levantamento de projetos da construção civil, com análise quantitativa, com base nas proposições feitas após a pesquisa bibliográfica.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, inicialmente buscou-se definir quais as informações, geométricas e não geométricas, necessárias para que a implementação do gerenciamento de *facilities* em BIM seja bem-sucedida, através de uma revisão da literatura. Em seguida, foi feito um levantamento dos entregáveis usuais em uma base de dados de projetos reais, a fim de mapear quais os itens que têm sido entregues pelos projetistas para, posteriormente, comparar com os resultados encontrados na primeira etapa, que constituíram um checklist de requisitos de informações, e identificar como atingir o nível de informação necessário. Além disso, foram investigados dois softwares de mercado para detectar quais alterações precisam ser feitas para que eles possam servir como software de gestão de *facilities* em BIM, realizando a integração entre ambos, conforme detalhado nos tópicos seguintes, e demonstrando sua aplicação em um caso prático. Por fim, definiu-se os processos e documentos necessários para que um projeto seja contratado visando o uso dos modelos para FM, além de itens de monitoramento que garantam que as informações necessárias estarão presentes no modelo ou no software em uso.

A Figura 17 apresenta um fluxograma resumo da metodologia.

Figura 17 - Metodologia utilizada



Fonte: O Autor (2023).

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para consolidar o conhecimento sobre o tema e estabelecer uma visão geral do assunto em questão, foi realizado um estudo da literatura existente, investigando os principais conceitos e aplicações, além da busca por diretrizes já publicadas que visam nortear a implementação do BIM na etapa de uso e operação dos empreendimentos.

Inicialmente, buscou-se responder ao primeiro questionamento deste trabalho: quais as informações necessárias, geométricas e não-geométricas, para a implementação bem-sucedida da gestão de manutenções. Para atingir esse objetivo, foram pesquisados artigos e publicações existentes sobre o tema, que tratam sobre a preparação dos modelos BIM para a fase de operação, definindo e mapeando os processos necessários, juntamente com as informações que precisam constar nos modelos ou em outras fontes de dados. A fim de validar e complementar os resultados encontrados, foi feita uma consulta à empresa responsável por um software de mercado, analisado neste trabalho, que atua como um gerenciador de garantias e organizador de manutenções preventivas, para entender quais informações são realmente utilizadas durante essa fase e quem são os responsáveis, atualmente, por fornecer esses dados.

A etapa de revisão da literatura foi dividida nas seguintes fases: (a) fundamentação teórica sobre gestão de *facilities*, apresentando o seu histórico e origem, além das possíveis áreas de atuação e competências do profissional desse setor; (b) apresentação dos principais conceitos e objetivos da manutenção de edificações, uma das especialidades da gestão de *facilities* - nesse item, discutiu-se também a NBR 5674, que trata sobre o assunto, além de apresentar os principais tipos de manutenção existentes; (c) considerações sobre a norma de desempenho (NBR 15575), que representou um grande avanço na definição das responsabilidades de todos os envolvidos, inclusive os usuários, nas manutenções dos empreendimentos, desde a elaboração do manual de uso e operação, até a execução das atividades previstas; (d) discussões sobre os sistemas e softwares de gestão de instalações e manutenções computadorizados, apresentando os principais tipos, funcionalidades e limitações; (e) revisão bibliográfica sobre o BIM, buscando apresentar os principais conceitos sobre o tema, além de suas diversas áreas de aplicação, com foco na fase de operação; (f) revisão da literatura acerca da implementação do BIM para gestão das facilidades, apresentando seus benefícios e como pode representar um grande avanço com relação à metodologia atual, destacando, também, as barreiras da sua implementação; (g) estudo de pesquisas em BIM para gestão de *facilities* existentes no Brasil, demonstrando pesquisa realizada por Mota e Ruschel (2016), em que são classificadas as principais publicações sobre o tema, apresentando meio de publicação, métodos utilizados, tipo de gerenciamento de *facilities* e nível de maturidade da implementação; (h) avaliação de padrões BIM e definições de fluxo de informação, citando a publicação de normas ISO que tratam do tema; (a) por fim, foram avaliadas publicações que estabelecem diretrizes para implementação do BIM na fase de operação, com destaque para o GSA BIM Guide For Facility Management (GSA, 2011) e o BIM Project Execution Planning Guide (CIC, 2011). O primeiro documento estabelece direções claras para uso do FM em seus projetos, identificando estratégias de implementação, padronização de informações, requisitos de modelagem, entre outros. O segundo corresponde a um guia geral que apresenta, em uma de suas seções, considerações sobre o uso do BIM para gestão de manutenções.

A partir dos resultados encontrados, foram elaboradas as tabelas de requisitos de informação específicas para alguns elementos, constantes no Apêndice A. Esses quadros foram utilizados como checklists para a análise de projetos apresentada nos

itens 3.2 e 4.2, servindo de referência para verificação da presença ou não dos dados geométricos e não-geométricos solicitados.

3.2 ANÁLISE DE PROJETOS REAIS

O passo seguinte foi, a partir dos quadros desenvolvidos na etapa anterior, analisar projetos de empreendimentos reais, buscando identificar se as informações necessárias constavam nas plantas ou memoriais, além de mapear como esses dados são entregues atualmente. Para isso foram selecionados 15 empreendimentos localizados na região Nordeste, ainda em fase de projeto ou construção, residenciais e comerciais, que tiveram seus projetos de arquitetura e instalações, em nível executivo, analisados. A amostra foi escolhida a partir da disponibilidade de dados das obras. Os quadros de requisitos de informação foram utilizados como checklists, realizando a verificação manual, item a item, para todos os projetos. Conforme descrito neste trabalho, esse procedimento pode ser automatizado com a leitura dos parâmetros do modelo por meio de softwares.

3.3 ESTUDO DA INTEGRAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES

Na terceira etapa, foram estudados dois softwares de mercado: o primeiro possui funções de gerenciamento de projetos em BIM, como o acompanhamento de custos, cronograma e qualidade, além de governança, enquanto o segundo trata-se de uma plataforma de gestão das garantias e manutenções, baseada no método tradicional de projetos. O primeiro passo foi identificar o estado atual de cada software, mapeando a forma como funcionam e como ocorre o fluxo de informações neles. Investigou-se também as funcionalidades das ferramentas, a fim de identificar possíveis pontos de melhoria e desenvolver o esquema de troca de dados entre eles. Com essas informações definidas, definiu-se quais os objetivos a serem alcançados com a integração entre os dois softwares, unindo as principais funcionalidades entre eles, de modo a viabilizar o uso de uma ferramenta integrada que atenda aos requisitos necessários para implementação do BIM na gestão de *facilities,* mais especificamente relacionado às manutenões. A ideia de integrar os dois softwares é unir as funcionalidades de gestão do pós-obra do primeiro, com a visualização, funções de planejamento e criação de “*issues*” do segundo, efetivando a aplicação do BIM na gestão de *facilities*. Com a união, espera-se alcançar, inicialmente: (a)

visualização 3D dos elementos que necessitam de manutenção, associado a um calendário interativo; (b) possibilidade de acessar as manutenções e documentos (manuais, notas fiscais, etc.) diretamente dos elementos, de forma simples e objetiva; (c) realizar a abertura de chamados e ordens de serviço através do escaneamento de QR Codes espalhados pelo empreendimento e vinculados aos elementos dos modelos; (d) acompanhamento 4D das manutenções, com visualização do seu status (feitas, atrasadas). É fundamental avaliar a integração entre o software e os sistemas de gerenciamento disponíveis no mercado, de modo a possibilitar a importação de informações já existentes e evitar a duplicidade de dados.

3.4 ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES GERAIS E MAPAS DE PROCESSO

Baseado nos resultados das etapas anteriores, nessa fase, foram elaborados fluxos de processos sugeridos para algumas etapas do desenvolvimento do projeto, como a contratação dos projetistas e a coordenação do projeto, sempre com ênfase na fase de gestão das manutenções. Inicialmente, foi desenvolvido um fluxograma geral que aborda as principais atividades a serem realizadas na coordenação dos projetos, com dados de entrada e saída, e os responsáveis pelas entregas. O esquema apresenta a sequência de desenvolvimento dos modelos e as condições de aceitação de cada fase de projeto. Em seguida, é apresentada uma recomendação para a atividade de contratação dos projetistas, de forma que os objetivos do cliente sejam atendidos pelas partes concorrentes.

Finalizada a etapa de contratação, durante o desenvolvimento do projeto, é indispensável que as trocas de informações entre as partes envolvidas estejam bem definidas na documentação do projeto, a fim de garantir que os dados estejam disponíveis no local e momento adequados. Para isso, foi sugerido um esquema de fluxo de informações entre as partes, indicando etapas e responsáveis. Tão importante quanto o estabelecimento da forma de compartilhamento de dados e demais definições, é o monitoramento das atividades. Com esse objetivo, foram estabelecidos itens de monitoramento, que controlam a inserção das informações solicitadas nos elementos e verificam o grau de atendimento de cada projeto.

Por fim, foram estabelecidas, de forma resumida, diretrizes para implementação do BIM na etapa de gestão das manutenções, funcionando como um

passo-a-passo sugerido. Por se tratar de um esquema geral, as diretrizes devem ser utilizadas como referência e adaptadas para cada caso de implementação.

4 RESULTADOS

A seção 4.1 explica o desenvolvimento dos quadros de requisitos de informação, presentes no Apêndice A. Em seguida, a seção 4.2 apresenta os resultados da análise comparativa entre projetos realizada, cuja memória de cálculo pode ser encontrada no Apêndice B. A seção 4.3 descreve o estado atual de ambos os softwares analisados, discorrendo sobre suas principais funcionalidades existentes. Na seção 4.4, são apresentados os fluxogramas de desenvolvimento de projeto e esquemas de compartilhamento de informações elaborados, além de um resumo das diretrizes desenvolvidas para implementação do gerenciamento de *facilities* em BIM. Posteriormente, na seção 4.5, é apresentado um estudo de caso com aplicação prática da ferramenta e processos desenvolvidos. Por fim, na seção 4.6, é realizada uma reflexão crítica acerca dos resultados encontrados no trabalho.

4.1 ELABORAÇÃO DOS QUADROS DE REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

Os quadros de requisitos de informação dos elementos têm o objetivo de definir quais dados, geométricos e não-geométricos, devem constar nos componentes dos modelos, além de definir os responsáveis por seu fornecimento e a etapa do ciclo de vida de inserção. Foram selecionados 10 sistemas e equipamentos comuns a vários tipos de obra, que servem como exemplo e podem ser replicados para os demais elementos. A principal finalidade é garantir que as informações necessárias para a implementação bem-sucedida do gerenciamento de *facilities* estejam disponíveis quando necessárias, além de serem confiáveis. Para isso, é indispensável que as partes envolvidas, ou seja, projetistas, coordenadores, equipes de execução e pós-obra, tenham ciência das suas responsabilidades desde o início do projeto, através dos documentos de padronização e planejamento dos trabalhos, como o Plano de Execução BIM (PEB) e Requisitos de Informação do Empregador (EIR).

Como premissa para desenvolvimento das tabelas de requisitos de informação dos elementos, tem-se que as informações geométricas, como dimensões e formatos dos objetos, deverão vir do modelo BIM, assim como as especificações técnicas de projeto dos materiais e equipamentos. Apesar de alguns atributos não serem indispensáveis no momento do uso e operação do empreendimento, como, por exemplo, a altura manométrica de uma bomba, visto que podem ser obtidos através

dos manuais e fichas técnicas do equipamento, estes foram considerados nas tabelas, uma vez que são essenciais para a correta aquisição do dispositivo em um primeiro momento. Além disso, os modelos BIM das disciplinas foram considerados em padrão IFC, a fim de garantir a interoperabilidade do processo e evitar perda de informações ao longo do tempo, pois formatos proprietários podem sofrer alterações significativas. Por fim, todos os elementos devem conter os seguintes requisitos: GUID - identificador único interpretável por máquina que mantém o link entre o sistema de gestão das manutenções e os modelos; location - chave primária que fornece rápida identificação da localização do elemento; código de identificação do elemento - como o GUID não é controlável pelo usuário, conforme sugerido no guia da GSA (GSA, 2011) apresentado no referencial teórico, foi considerada a inserção de um código de identificação em cada elemento do modelo, com padrão de nomenclatura previamente definido, para garantir que a conexão entre o sistema e os elementos não será perdida no momento da atualização dos modelos.

Dos requisitos acima, apenas o código de identificação do elemento necessita ser inserido pelo usuário, de forma manual ou automatizada. Os demais podem ser exportados juntamente com o arquivo nos padrões de configuração do IFC. Outra premissa considerada nesse trabalho foi não definir o mapeamento das classes e padrões a serem consideradas na exportação do IFC, apesar de se tratar de um procedimento necessário para garantir a correta alocação dos dados e atributos no sistema de gestão das manutenções. Além disso, as demais informações, referentes ao processo de compra, instalação e futuras manutenções, serão inseridas em um banco de dados externo, com interface de usuário amigável e simples, e serão conectadas aos elementos do modelo, conforme processo descrito no item 4.4.3. Entende-se como essencial que as informações sejam alimentadas durante todo o processo de projeto e construção do empreendimento, de forma que, ao término da obra, o modelo de gerenciamento da edificação esteja concluído. Pode-se criar fluxos de atualização com frequência pré-definida, adaptando-se à logística da construtora ou incorporadora. Por exemplo: ao final de cada mês, os dados de compra e instalação dos materiais e equipamentos podem ser atualizados no sistema; ao final de uma atividade, como instalação das portas, essas informações podem ser inseridas no sistema e conectadas ao modelo; as informações referentes à compra dos componentes podem ser inseridas no ato de aquisição, e os dados de instalação posteriormente.

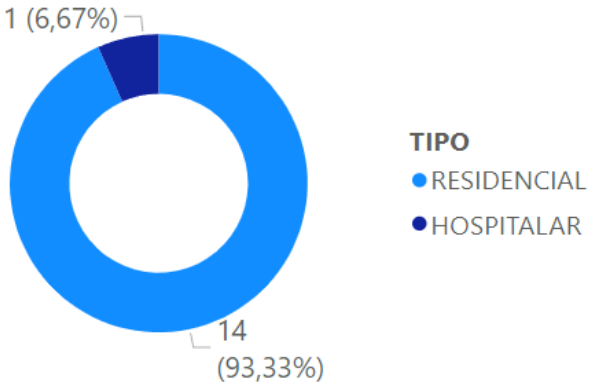
Por fim, não foi objeto de estudo dessa pesquisa, mas a integração com softwares ERP existentes pode facilitar a importação dos dados de maneira considerável e evitar retrabalho, além de aumentar os índices de aderência dos usuários à plataforma, assim como deverá ser considerado o uso de sistema de classificação, como Uniclass ou Masterformat, definido no Plano de Execução BIM.

As tabelas desenvolvidas encontram-se no Apêndice A.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE PROJETOS REAIS

A partir das tabelas elaboradas no item 4.1, foram analisados projetos reais, de arquitetura e instalações, a fim de identificar qual o nível de entrega atual praticado no mercado. Para isso, foram considerados apenas projetos em nível executivo. É essencial destacar que os projetistas envolvidos não foram alertados para a necessidade de inserção de dados referentes à etapa de gestão das manutenções, pois não havia um plano pré-definido de trabalho que contemplasse essa fase. A Figura 18 apresenta a distribuição dos projetos com relação ao tipo de uso do empreendimento.

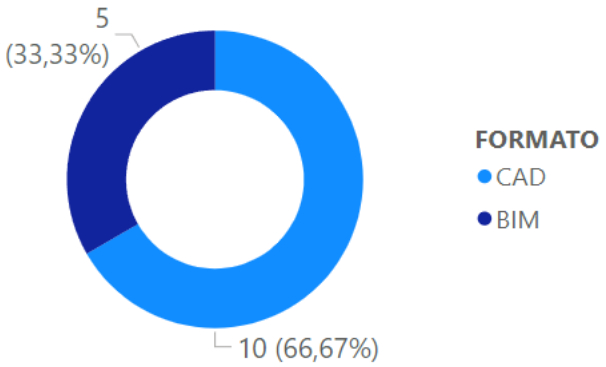
Figura 18 - Tipologia dos projetos analisados



Fonte: O Autor (2023).

Com relação ao formato de concepção do projeto, tradicional (CAD) ou BIM, a Figura 19 apresenta essa divisão.

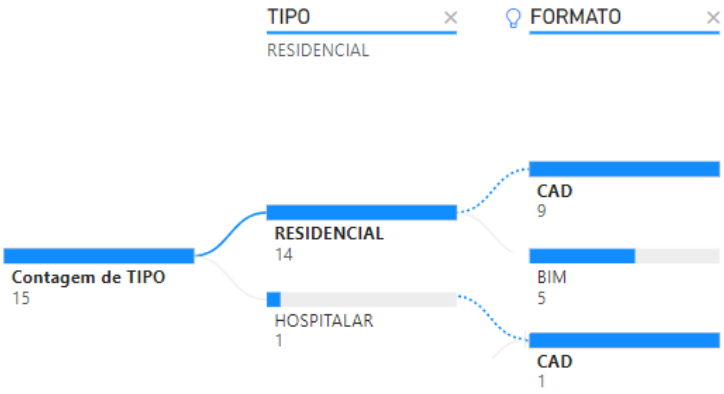
Figura 19 - Formato de concepção dos projetos analisados



Fonte: O Autor (2023).

Por fim, a Figura 20 une as duas informações de formato e uso do empreendimento.

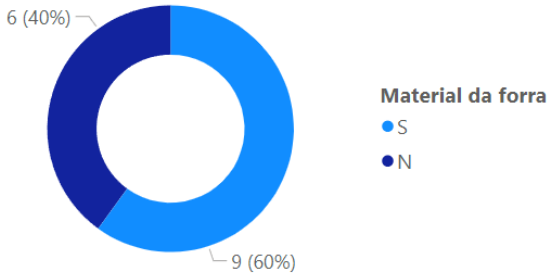
Figura 20 - Tipologia e formato dos projetos



Fonte: O Autor (2023).

A partir da análise desses projetos, foi possível determinar indicadores de atendimento aos requisitos necessários para a etapa de uso e operação, considerando as tabelas do Apêndice A. A Figura 21, por exemplo, apresenta o grau de conformidade encontrado para o parâmetro “Material da forra”, referentes às portas dos projetos de arquitetura.

Figura 21 - Grau de conformidade do parâmetro "material da forra"



Fonte: O Autor (2023).

O Quadro 3, por sua vez, resume os dados encontrados para as portas em todos os projetos, com o percentual de atendimento para cada parâmetro.

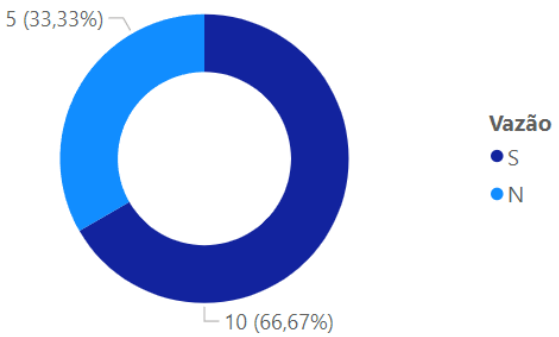
Quadro 2 - Resumo de atendimento dos requisitos das portas

PORTAS	
Nome	100%
Tipo	100%
Código	93%
Ambiente	87%
Descrição	47%
Nível	100%
Largura	93%
Altura	93%
Largura do alizar	20%
Espessura da forra	20%
Material do alizar	20%
Material da forra	60%

Fonte: O Autor (2023).

No caso das bombas pluviais, a Figura 22 apresenta o atendimento ao parâmetro “vazão”, dentre os 15 projetos analisados. Os projetos atribuídos com “S” possuíam o dado em questão, enquanto “N” significa a ausência da informação.

Figura 22 - Grau de conformidade do parâmetro "vazão"



Fonte: O Autor (2023).

Na Figura 23, é possível ter uma visão geral sobre todas as disciplinas e elementos, com o grau de atendimento aos requisitos solicitados, ordenando por maiores conformidades ou não conformidade. A tabela está ordenada pelo indicador de atendimento, calculado pela razão entre o número de parâmetros classificados como aceitáveis sobre o total da amostra.

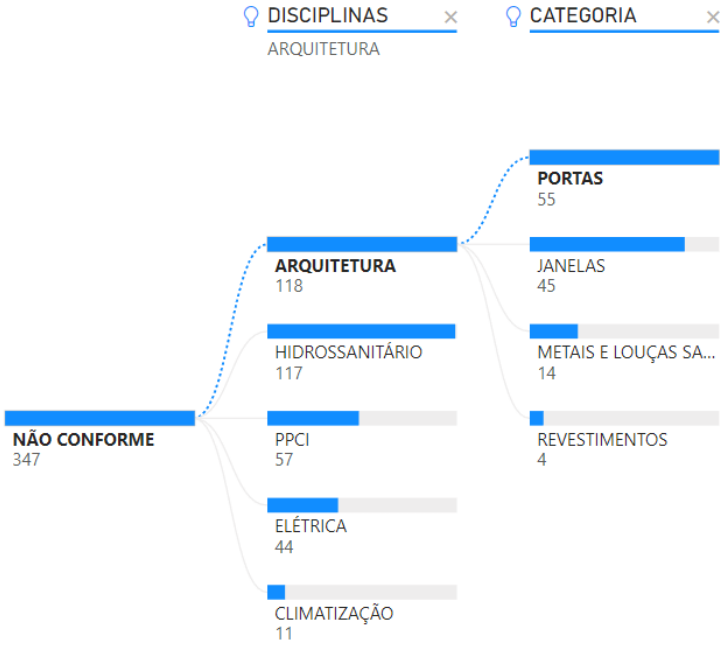
Figura 23 - Resumo da conformidade dos elementos analisados

DISCIPLINAS	CONFORME	NÃO CONFORME	#INDICADOR
CLIMATIZAÇÃO	**87**	**11**	**88,78%**
CONDENSADORAS	87	11	88,78%
ARQUITETURA	**429**	**118**	**78,43%**
REVESTIMENTOS	86	4	95,56%
METAIS E LOUÇAS SANITÁRIAS	70	14	83,33%
JANELAS	148	45	76,68%
PORTAS	125	55	69,44%
ELÉTRICA	**121**	**44**	**73,33%**
QUADROS	121	44	73,33%
HIDROSSANITÁRIO	**216**	**117**	**64,86%**
BOMBAS PLUVIAIS	113	52	68,48%
BOMBAS DE PISCINAS	103	65	61,31%
PPCI	**87**	**57**	**60,42%**
BOMBA DE INCÊNDIO	87	57	60,42%
Total	**940**	**347**	**73,04%**

Fonte: O Autor (2023).

A árvore hierárquica da Figura 24 analisa apenas as não conformidades, inicialmente por disciplina e, em seguida, pelos parâmetros com maior número de falhas.

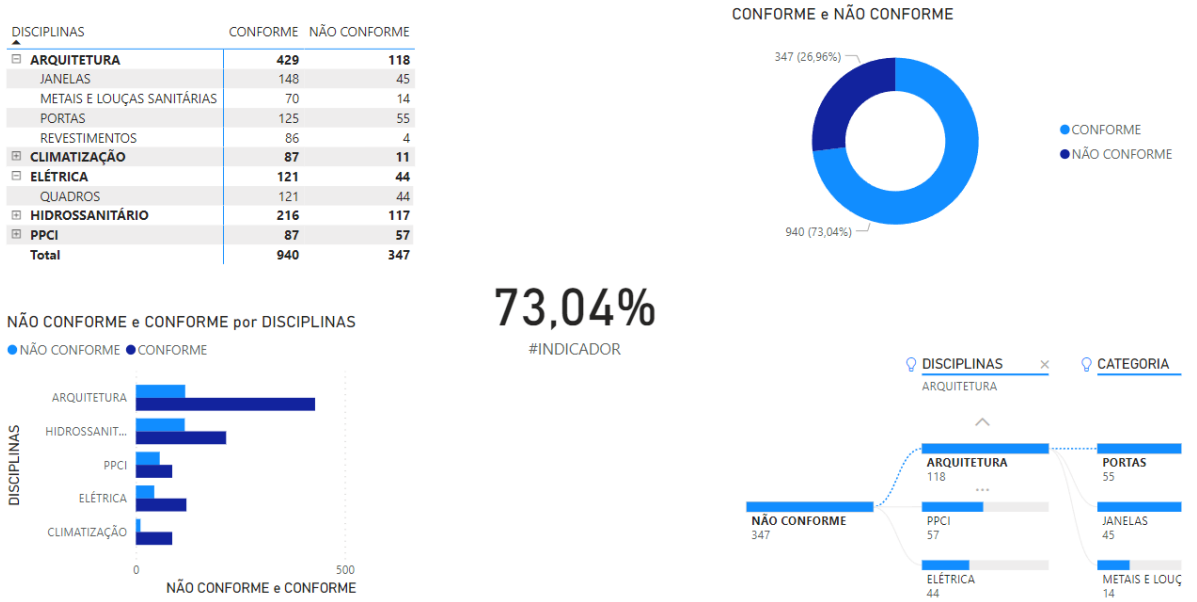
Figura 24 - Análise das maiores não conformidades em números absolutos



Fonte: O Autor (2023).

As possibilidades de análise são extensas e, por esse motivo, é indicado que exista um painel interativo, como o apresentado na Figura 25, que servirá de centro de controle de qualidade do modelo com relação aos requisitos solicitados no plano de trabalho. Os dados serão atualizados automaticamente sempre que os modelos forem atualizados no repositório e indicarão quais as disciplinas e quais parâmetros necessitam de ajustes, de forma que todos os envolvidos saibam, de forma imediata, as alterações que precisam ser feitas. Esse painel também pode ser utilizado para controle de progresso da implementação, uma vez que, quando atingido 100%, todos os parâmetros requisitados dos modelos estarão preenchidos e disponíveis. A análise também pode ser expandida e considerar as informações que vêm da base de dados externa, controlando o processo de implementação como um todo.

Figura 25 - Painel geral de controle



Fonte: O Autor (2023).

No Apêndice B, podem ser encontradas as memórias de cálculo para cada disciplina analisada.

4.3 ESTUDO DA INTEGRAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES

4.3.1 Estado atual do software de gestão das garantias e manutenções

O software analisado de gestão das garantias e manutenções prediais funciona através da alimentação manual das informações sobre cada elemento e sistema predial. Inicialmente, a equipe responsável pela implementação solicita à obra alguns dados sobre sistemas prediais, equipamentos e materiais utilizados, sendo eles fabricante, contato do fabricante, fornecedor do serviço (execução), contato do fornecedor do serviço, e especificação.

Essas informações são passadas pelo construtor por meio do preenchimento de planilhas e pode ocorrer no final da obra, procedimento menos desejado, ou durante o seu desenvolvimento.

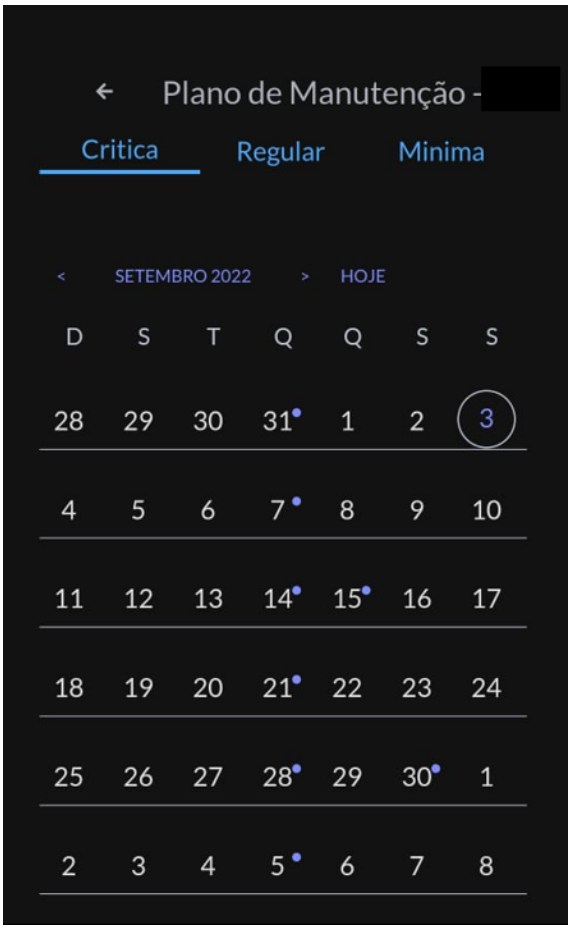
O primeiro passo é elaborar o Manual de Uso e Operação do Empreendimento, que servirá de base para as demais funcionalidades. Em seguida, é gerada uma lista de materiais e fornecedores de todos os sistemas prediais, plano de manutenção,

além de um calendário de manutenções. A Figura 26 apresenta a tela principal do aplicativo, com os dados gerais da obra e botões de acesso às principais funcionalidades. A Figura 27 mostra a função de calendário, que organiza as manutenções a serem feitas por data e de acordo com sua prioridade (crítica, regular ou mínima). Já a Figura 28 representa os detalhes de garantia de um sistema como exemplo, o de revestimento cerâmico, informando ao usuário quais as condições cobertas pelo seguro. Na Figura 29, é apresentada a tela de gestão de chamados, que permite o controle das solicitações feitas pelos moradores. A Figura 30 demonstra mais uma funcionalidade do aplicativo, que identifica e descreve as atividades de manutenção em atraso. Por fim, a Figura 31 exemplifica uma tela de detalhamento das atividades a serem executadas, com todas as informações necessárias para sua realização. A plataforma possui as versões web e móvel.

Figura 26 - Visão geral

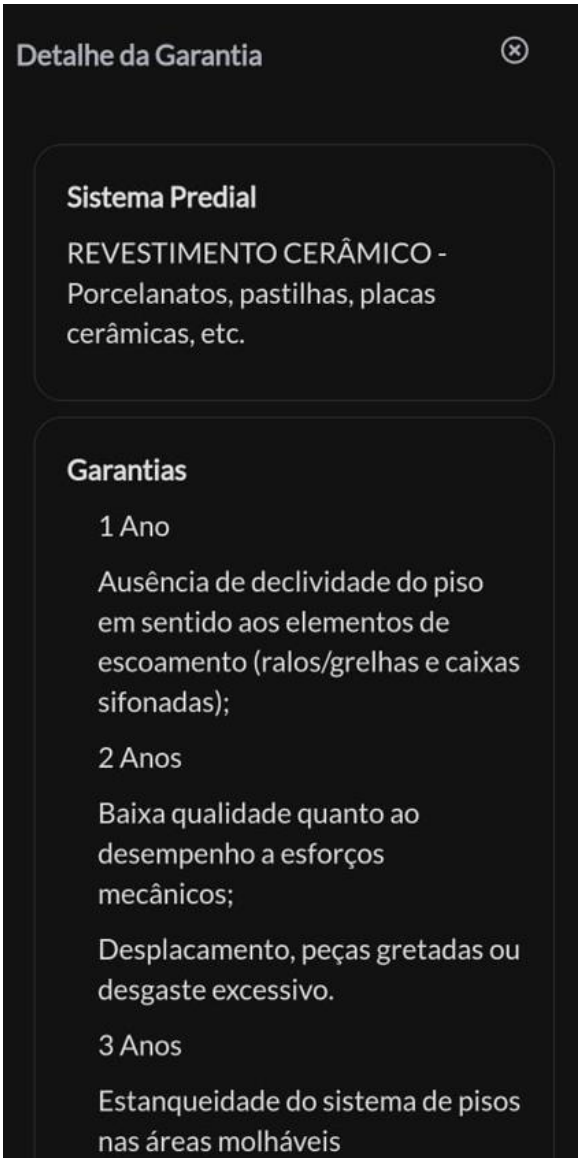
Fonte: O Autor (2023).

Figura 27 - Calendário de manutenções



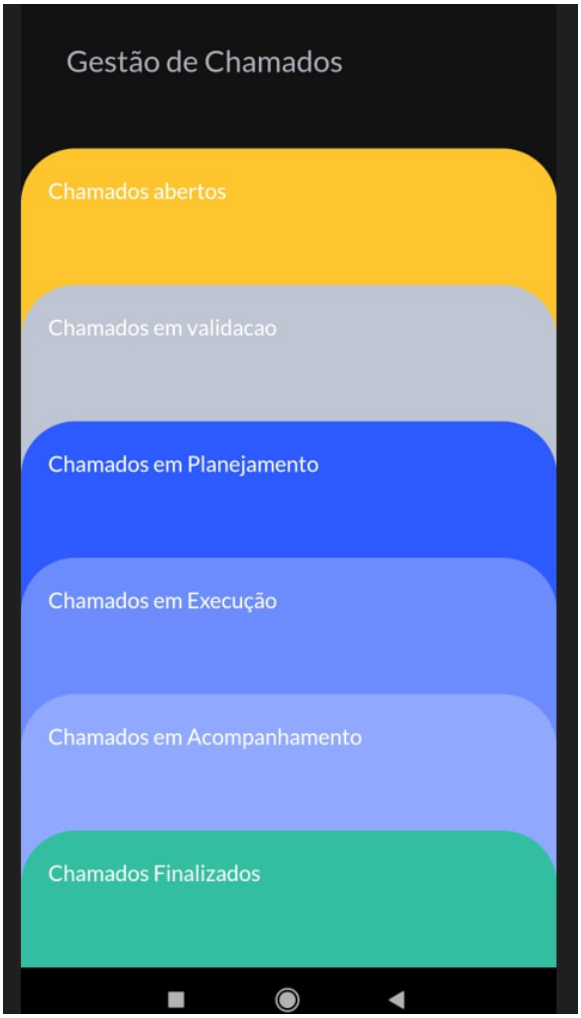
Fonte: O Autor (2023).

Figura 28 – Detalhes da garantia



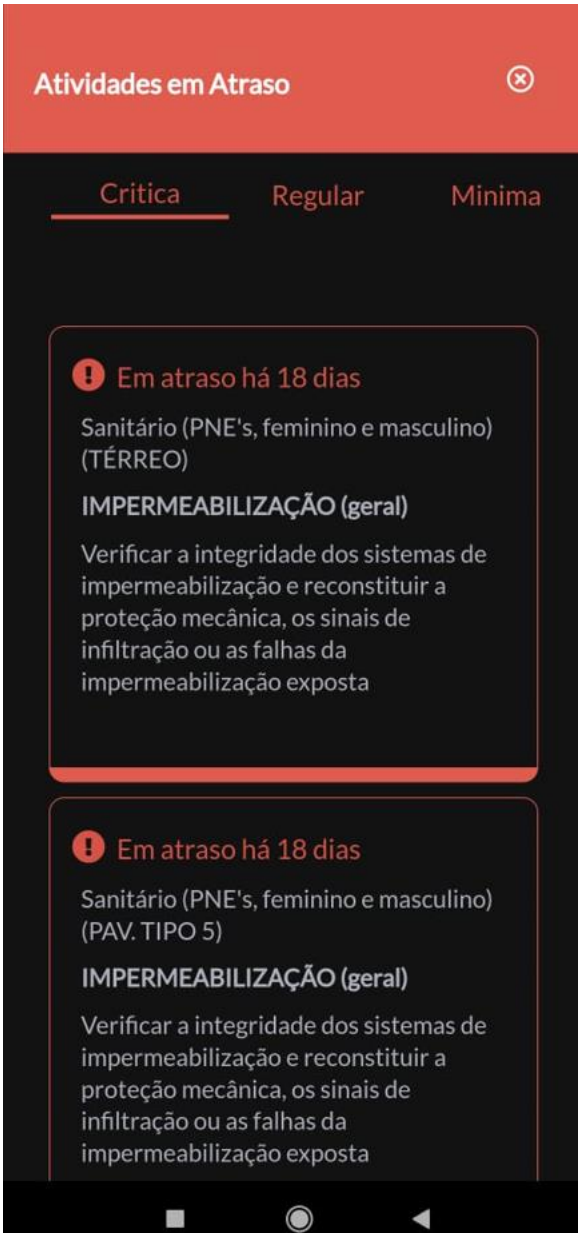
Fonte: O Autor (2023).

Figura 29 – Tela de gestão de chamados



Fonte: O Autor (2023).

Figura 30 – Atividades em atraso



Fonte: O Autor (2023).

Figura 31 – Descrição de atividade

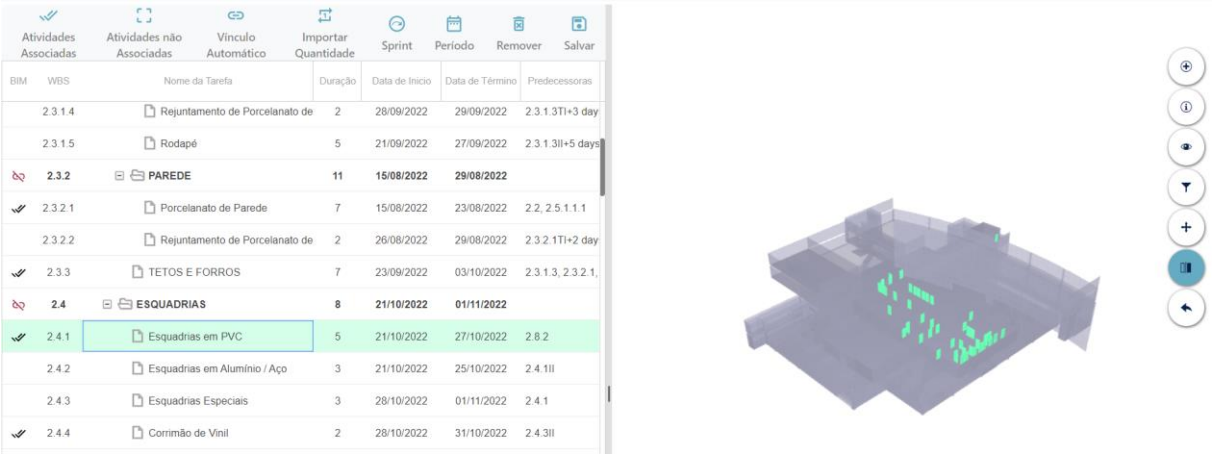
Fonte: O Autor (2023).

Também é possível fornecer os documentos e plantas da edificação, além da gestão da abertura de chamados, que pode ser feita pelo próprio sistema.

4.3.2 Estado atual do software de acompanhamento de obras

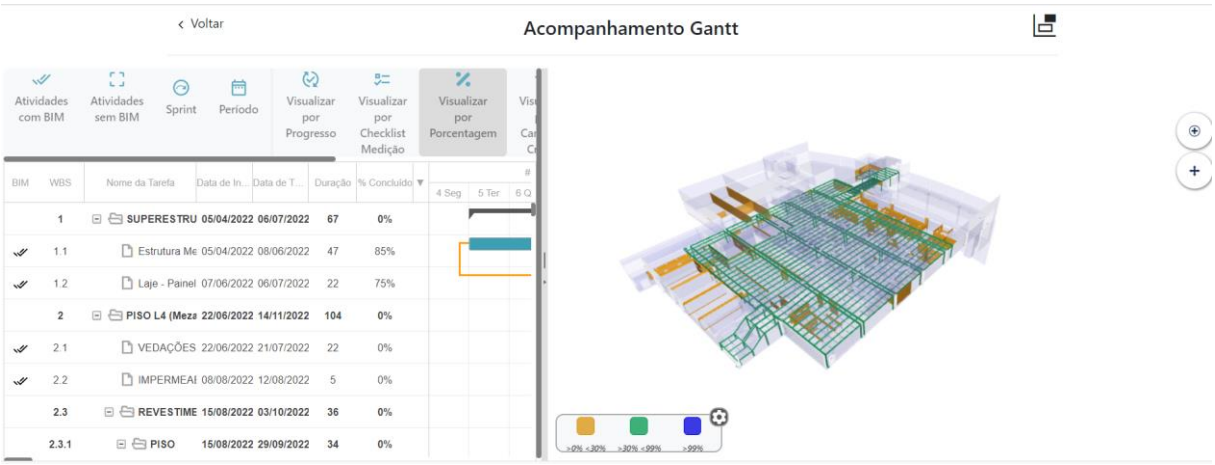
O software de gestão de obras, atualmente, é alimentado com modelos em formato IFC das disciplinas de projeto. É possível inserir o cronograma da obra em Microsoft Project ou Excel (via plugin ou diretamente na plataforma). O link entre as atividades do cronograma e os modelos é feito através de um código de identificação inserido em cada elemento do modelo BIM, que também está presente nas atividades do planejamento. A Figura 32 apresenta um exemplo de integração entre o cronograma e o modelo para fase de planejamento e para o posterior acompanhamento (Figura 33).

Figura 32 – Integração entre o cronograma e modelo BIM



Fonte: O Autor (2023).

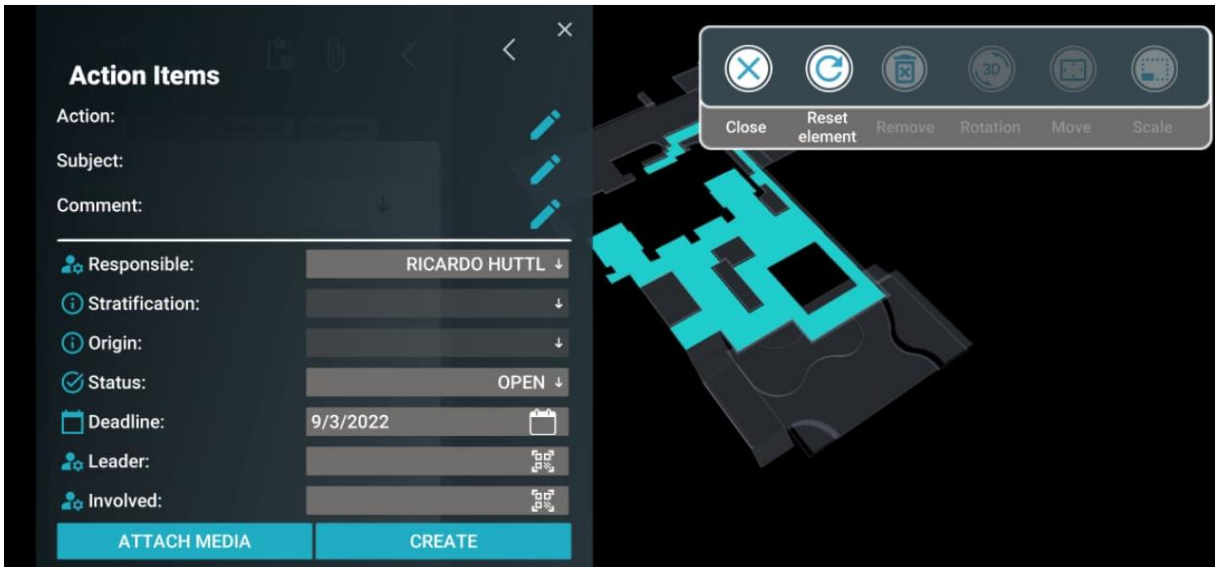
Figura 33 – Acompanhamento visual da execução da obra



Fonte: O Autor (2023).

Outra funcionalidade da plataforma é a criação de “Itens de ação”, que são referentes à atribuição de tarefas, relacionadas aos elementos dos modelos ou não, com definição de prazos e responsáveis, conforme visto na Figura 34. Além disso, também é possível vincular checklists aos elementos dos modelos. Atualmente, não existe uma área específica para a gestão das manutenções da edificação

Figura 34 – Criação de itens de ação em dispositivo móvel



Fonte: O Autor (2023).

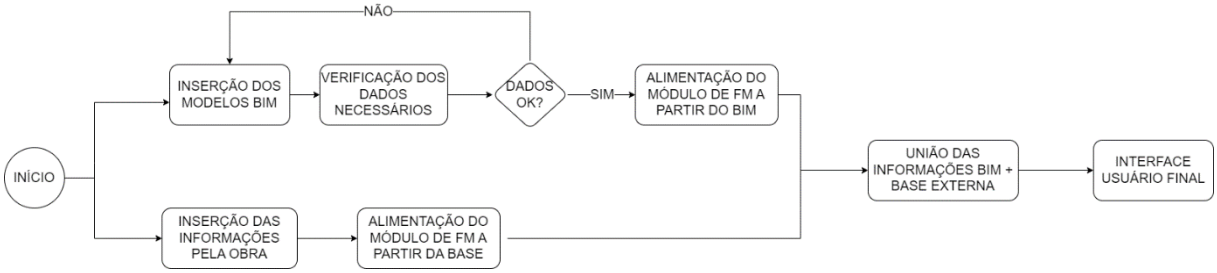
4.3.3 Diretrizes para a integração entre os softwares

Com o objetivo de integrar as duas soluções, serão necessárias algumas adaptações em ambas as plataformas, de modo que a interoperabilidade entre elas seja possível. É importante destacar que esse tópico apresenta apenas diretrizes para integração, que não foram desenvolvidas na prática, apenas como estudo de protótipo. Inicialmente, os modelos BIM, desde o nível preliminar, serão postados na plataforma de gerenciamento, que funcionará como um repositório de arquivos. Os dados geométricos e não-geométricos das disciplinas presentes nos modelos, descritos nas tabelas do Apêndice A, referentes à fase de operação e uso do empreendimento, serão identificados e enviados para o módulo de gestão de *facilities*, funcionando dentro da própria plataforma. A verificação da presença e do correto preenchimento das informações solicitadas deverá ser feita na própria ferramenta, como exemplificado no item 4.4.4.

Em seguida, será criado um ambiente, com interface didática e interativa, para alimentação das informações ao longo do desenvolvimento da obra, como aquisição e instalação de equipamentos, armazenamento de notas fiscais, manuais, entre outros. Essas informações serão conectadas aos respectivos objetos BIM através do número de identificação do elemento, presente no modelo. O mesmo número de identificação do elemento também deverá estar presente nos itens do manual de uso e operação do empreendimento, de forma que a plataforma de gestão possa importar essas informações e realizar a conexão automática entre as atividades de manutenção e os elementos BIM. Serão importadas da plataforma de gestão das garantias e manutenções para o software de gestão de obras as informações de atividades a serem realizadas, data e periodicidade das tarefas, e responsáveis por sua execução. Haverá um ambiente com interface interativa para acompanhamento da realização das atividades de manutenção, com opção de upload para evidência de sua execução. Os equipamentos físicos receberão um QR Code, que facilitará o manuseio da plataforma e fará o redirecionamento para as opções de abertura de chamado ou execução de ordem de serviço.

A figura 35 resume o processo descrito acima.

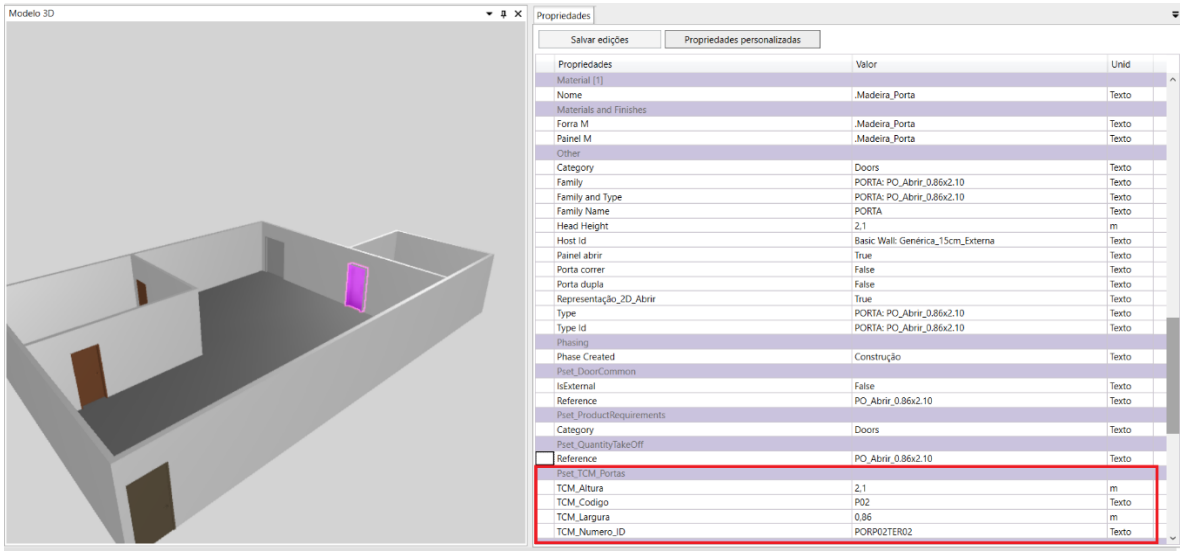
Figura 35 - Esquema de inserção de informações no sistema



Fonte: O Autor (2023).

As imagens a seguir são exemplos de tela do sistema integrado em funcionamento. A Figura 36 apresenta a interface de leitura de parâmetros dos elementos do modelo, com destaque para o conjunto de informações relacionados ao objeto selecionado, que no caso é uma porta. Esses dados fazem parte das tabelas de requisitos de informação.

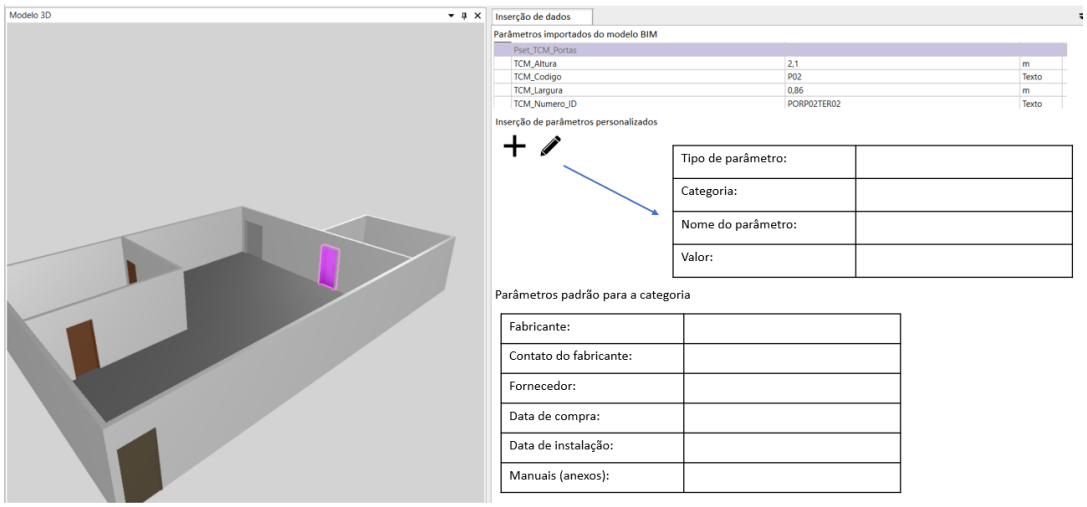
Figura 36 – Interface de leitura dos parâmetros existentes nos modelos BIM



Fonte: O Autor (2023).

A Figura 37 representa uma forma de inserir os dados relacionados aos elementos na etapa de construção, em que as informações são adicionadas através do software, que fará o vínculo com o modelo BIM. São apresentados os parâmetros padrão para cada categoria, porém é possível a criação de campos personalizados.

Figura 37 - Tela para inserção dos dados na etapa de construção



Fonte: O Autor (2023).

4.4 FLUXOGRAMAS E DIRETRIZES DE IMPLEMENTAÇÃO

4.4.1 Fluxograma geral

Para início da concepção, são considerados como dados de entrada um Plano de Execução BIM, relatório de premissas construtivas, e a EAP (estrutura analítica de projeto) do empreendimento. O Plano de Execução BIM é vital para o bom funcionamento do processo, pois, além de definir questões como compartilhamento de informações, coordenadas do modelo, objetivos do projeto, e papeis e responsabilidades das partes envolvidas, nesse documento constarão tabelas de requisitos de informações, geométricas ou não-geométricas, que definirão quais dados cada elemento precisa ter. Como exemplo, podemos citar as portas, que necessitam, no mínimo, das seguintes informações, a nível de projeto: (a) nome, (b) tipo, (c) código de identificação, (d) ambiente, (e) descrição, (f) nível, (g) largura, (h) altura, e (i) material da forra. Além das informações que devem constar nos elementos, o Plano de Execução BIM deverá também informar quais requisitos serão inseridos durante a fase de obra e operação, como: (a) fabricante, (b) contato do fabricante, c fornecedor, (d) contato do fornecedor, (e) data da compra, (f) data da instalação, (g) ficha técnica, (h) condições de garantia, e (i) nota fiscal.

O relatório de premissas funcionará como uma espécie de mapeamento do padrão construtivo do contratante, definindo sistemas de vedações a serem utilizados, bem como especificações de revestimentos, forros, tipos de instalações, entre outros. O objetivo é que a construção do modelo seja o mais fiel possível ao que será executado em campo, evitando erros por omissões de projeto.

Por fim, a estrutura analítica do projeto também representa um item de extrema relevância no processo, pois define como a informação será utilizada durante o decorrer do desenvolvimento do produto. Os modelos BIM das disciplinas devem seguir a ordem lógica da EAP, de forma que as informações constantes neles também a sigam. Como exemplo, temos a organização dos revestimentos. Caso a EAP do planejamento faça a divisão dos materiais por apartamento, assim também deve ser dividido o modelo, de modo que possa existir a correta relação entre eles, em termos de visualização e de extração de quantidades.

Iniciado o projeto, após o desenvolvimento do modelo conceitual da arquitetura, é verificado se as premissas iniciais estão sendo atendidas, além da tradicional

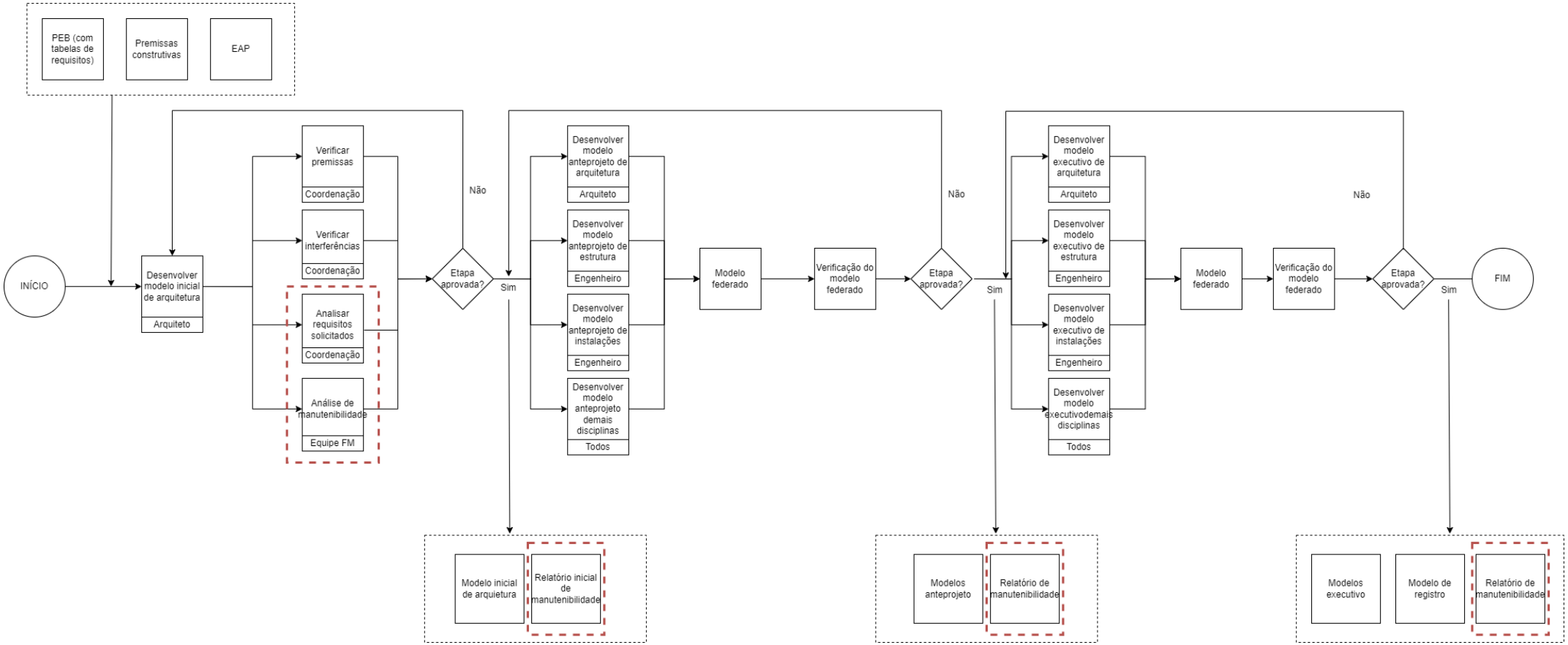
verificação de interferências dentro do próprio modelo. Os itens destacados em vermelho referem-se às atividades sugeridas que, em geral, não constam em um fluxo tradicional, como a análise dos requisitos de informação para manutenção dos elementos, presentes no Plano de Execução BIM, e uma verificação de manutenibilidade do projeto, visando antecipar possíveis problemas com base em históricos de outras obras. Para que isso seja possível, a equipe de gestão de *facilities* deve participar do desenvolvimento do projeto desde o início, trazendo contribuições que facilitem as atividades futuras de manutenção.

Após a aprovação dessa fase pela gestão de projetos, o que ocorre se todas as premissas forem atendidas e quando as interferências existentes forem resolvidas, tem início o desenvolvimento do anteprojeto das demais disciplinas, em simultâneo, que farão parte do modelo federado. Este será analisado com relação à construtibilidade e à manutenibilidade, assim como ocorreu na primeira etapa. Ao final desse ciclo, inicia-se a fase de projeto executivo, em que as atividades são repetidas. Os modelos finais das disciplinas, após sua validação, formarão o modelo de registro, que corresponde ao executado em campo no momento da entrega. Em seguida, qualquer alteração será feita nos modelos as-built, que são cópias editáveis do modelo de registro. Os projetos podem variar em etapas ou entregáveis, sendo o fluxo apenas uma referência inicial, com foco no pós-obra.

Durante todo o processo, os modelos e sistema de gestão devem ser alimentados com as informações pertinentes e descritas nos fluxos, de modo que, ao término da construção, o modelo de gerenciamento de *facilities* esteja concluído.

O fluxograma da Figura 38 ilustra as etapas de desenvolvimento de um projeto, descrito acima.

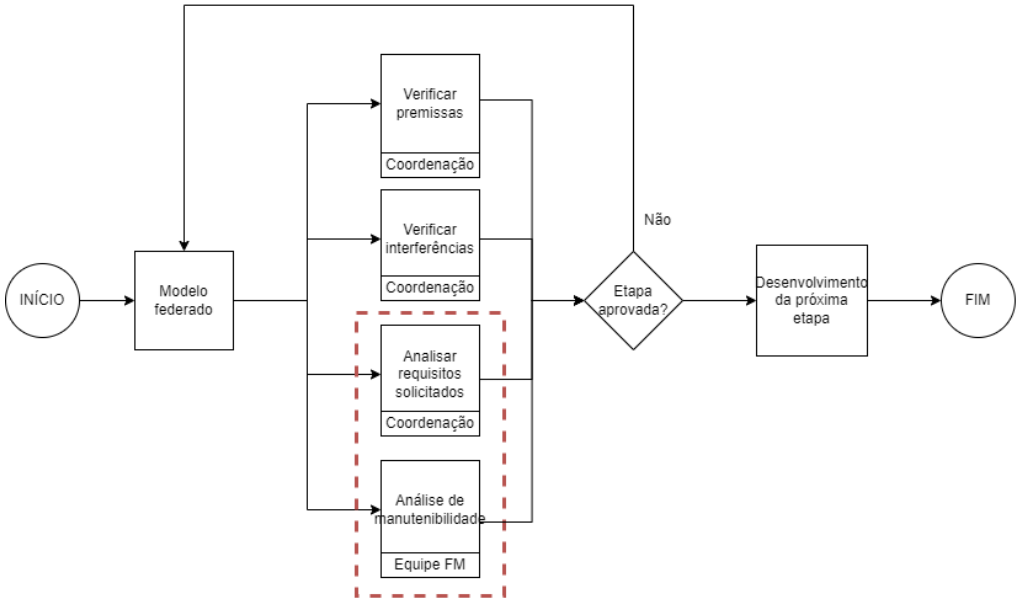
Figura 38 - Fluxograma de desenvolvimento de projetos simplificado



Fonte: O Autor (2023).

A atividade descrita no fluxograma como “Verificação do modelo federado” foi melhor descrita no fluxo da Figura 39.

Figura 39 - Atividade de verificação do modelo federado



Fonte: O Autor (2023).

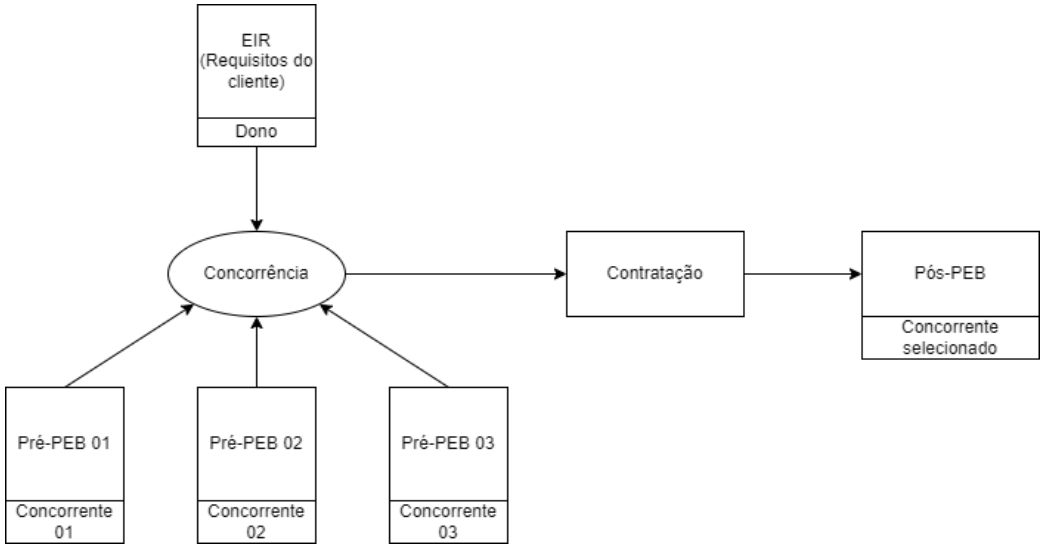
Os modelos das disciplinas formam o modelo federado e é realizada, inicialmente, uma verificação do atendimento às premissas de projeto, como requisitos do cliente e do programa. Em seguida, é realizada uma verificação de interferências entre as disciplinas, buscando encontrar problemas construtivos que interfiram na execução, além de visar otimizar os processos construtivos. Também nessa fase é avaliado o preenchimento dos requisitos solicitados no Plano de Execução BIM (PEB). Por fim, é feita uma análise de manutenibilidade dos projetos, que tem o objetivo de facilitar as futuras atividades de manutenção e mitigar patologias de acordo com as experiências passadas. Ao término dessas atividades, a etapa é considerada aprovada e pode-se dar início às próximas.

4.4.2 Contratação do projeto

O fluxo apresentado na Figura 40 mostra o processo de contratação dos projetos. De acordo com essa proposta, o dono do projeto deverá incluir no EIR os requisitos de informação dos elementos, destacando o uso dos modelos para gestão das manutenções. Os concorrentes, por sua vez, deverão elaborar planos de

execução BIM que descrevam, de forma detalhada, como pretendem atender às solicitações feitas no EIR. Após a seleção do candidato vencedor, deverá ser elaborado um novo PEB, com maior nível de detalhamento, e que será anexado ao contrato.

Figura 40 - Processo de contratação dos projetos



Fonte: O Autor (2023).

No momento da análise dos concorrentes, devem ser verificados os seguintes itens:

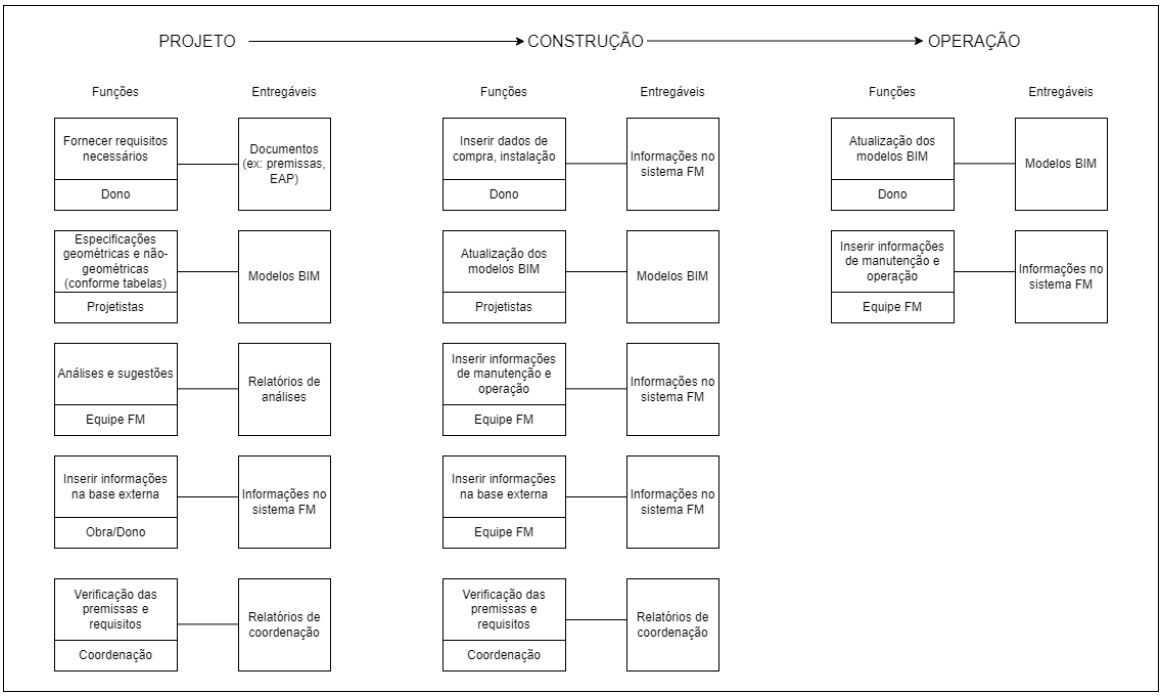
i) atendimento aos usos BIM previstos no EIR;
ii) análise dos entregáveis por etapa;
iii) verificação da inclusão das análises de manutenibilidade desde o princípio;
iv) responsabilidades no desenvolvimento dos elementos, incluindo dados não-geométricos requisitados para todos os usos BIM;
v) estratégias de colaboração e verificação de modelos adotadas;
vi) infraestrutura de hardware e software considerada;
vii) estratégia de compartilhamento de modelos em IFC.

Caso a proposta esteja de acordo com os itens acima, pode-se dar andamento ao processo de seleção e contratação. Em caso negativo, deve-se solicitar a correção e o ajuste das propostas.

4.4.3 Trocas de informações

O esquema apresentado na Figura 41 tem o objetivo de descrever as trocas de informações necessárias durante o ciclo de vida do empreendimento, contemplando as etapas de projeto, construção e operação, além de definir os responsáveis por cada atividade. Também são apresentados os entregáveis desenvolvidos em cada tarefa.

Figura 41 - Esquema de troca de informações e entregáveis



Fonte: O Autor (2023).

Durante a fase de projeto, o dono é responsável por fornecer os requisitos necessários, como as premissas, requisitos de informação e a estrutura analítica do projeto, que servirá de base para o desenvolvimento dos modelos. Em conjunto com a obra, também é de sua responsabilidade inserir informações referentes ao pós-obra na base externa. Os projetistas, por sua vez, devem elaborar seus modelos com base nos requisitos repassados pelo cliente, considerando as especificações geométricas e não-geométricas. Já nessa etapa, a equipe de pós-obra da empresa deve participar contribuindo com análises de manutenibilidade do projeto, reduzindo o número de problemas futuros. Em todo o processo, a coordenação tem a função de verificar se os requisitos e premissas do projeto estão sendo cumpridos, além de analisarem os modelos BIM com relação à construtibilidade. Na etapa de construção, os projetistas devem atualizar seus modelos de acordo com as eventuais alterações que ocorram,

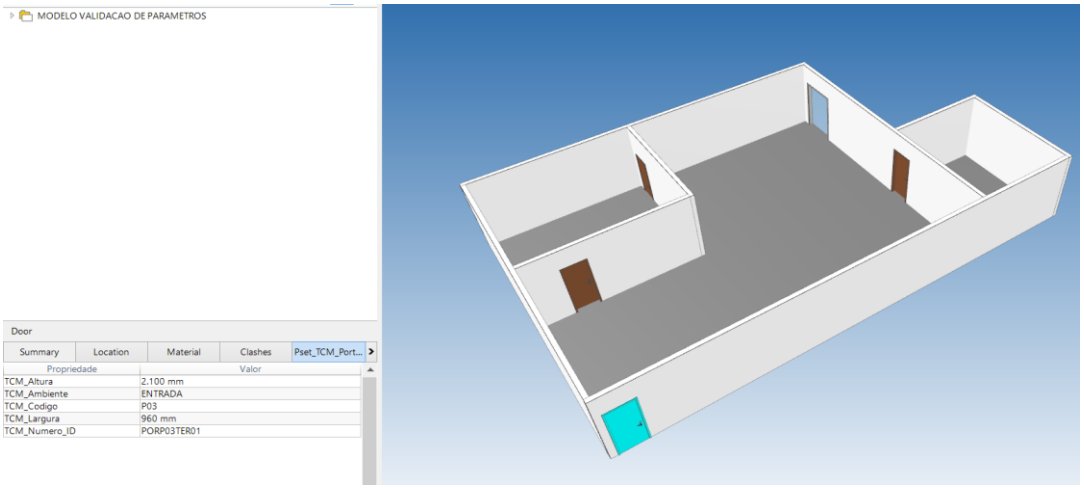
formando o modelo de registro, entregue ao final da obra. A equipe FM em conjunto com a obra deverá inserir as informações compra e instalação de todos os materiais e equipamentos. Por fim, na fase de operação do empreendimento, é de responsabilidade da equipe FM a atualização do sistema, com registro das atividades executadas no período e armazenamento das evidências.

4.4.4 Itens de monitoramento

As informações solicitadas para inserção nos modelos BIM e na base de dados externa precisam ser verificadas e seu atendimento estar vinculado à aceitação das etapas de projeto, juntamente com as demais premissas do projeto. Dessa forma, é preciso criar formas de automatizar a análise da conformidade desses parâmetros, aumentando a produtividade do processo e garantindo que os ajustes a serem realizados sejam entendidos de forma clara por todos os envolvidos.

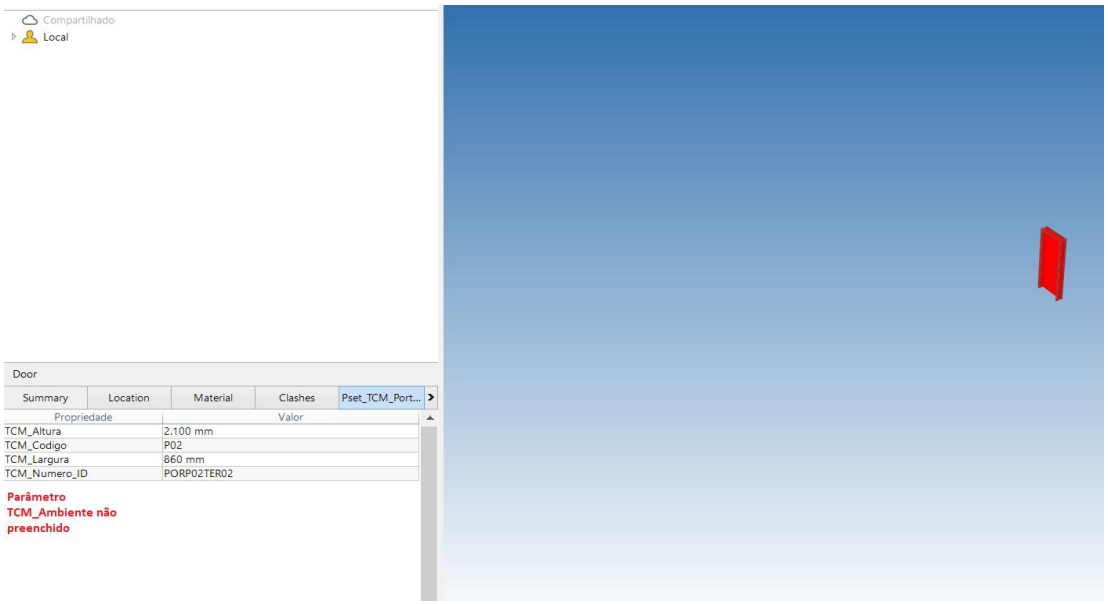
Uma forma de aumentar as chances de sucesso na implementação é atrelar o pagamento das medições dos projetistas ao cumprimento das atividades definidas para cada um, inclusive o fornecimento dos dados necessários para a operação do empreendimento. A Figura 42 apresenta uma sugestão de conferência automatizada e visual do preenchimento dos parâmetros solicitados para cada elemento, com destaque para um elemento com não conformidade na Figura 43. O software em questão analisa os parâmetros definidos e atribui vermelho às instâncias com não conformidades. A partir dessa identificação, é possível criar tarefas aos responsáveis para a correção dos modelos.

Figura 42 - Exemplo de verificação automática



Fonte: O Autor (2023).

Figura 43 – Elemento com não conformidade



Fonte: O Autor (2023).

Além da verificação dos modelos, também é sugerida a análise dos projetos com relação à manutenibilidade dos sistemas propostos, preferencialmente pela equipe de assistência técnica da empresa ou terceirizada. Para isso, podem ser utilizados checklists desenvolvidos com base nas experiências passadas da empresa, conforme exemplo do Quadro 2.

Quadro 3 - Exemplo de checklist de manutenibilidade

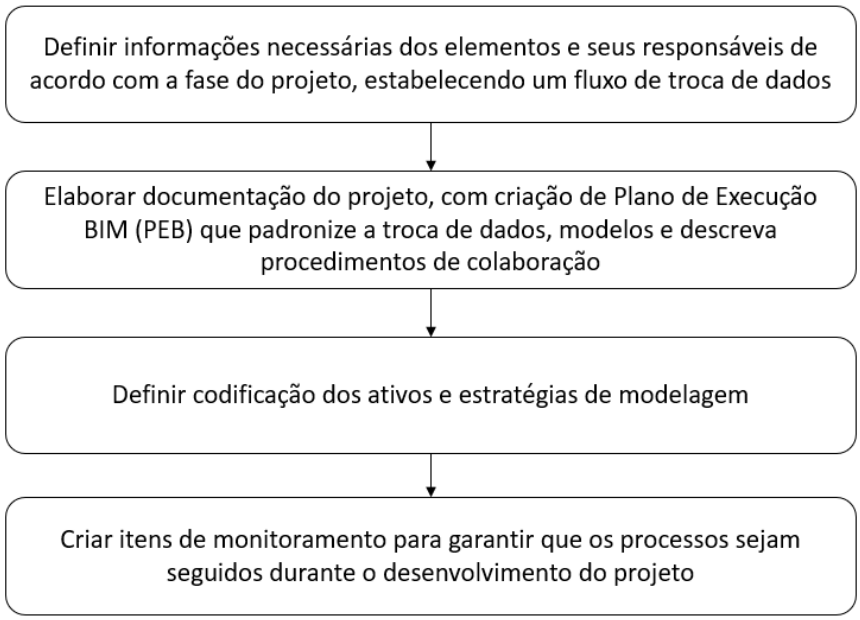
Disciplina	Checklist - Manutenibilidade
Arquitetura	a) Condições de manutenção do revestimento de fachada (ex: pontos de ancoragem); b) Acesso aos shafts para manutenção; c) Sistema de coberta; d) Concepção da piscina – avaliar estratégias para minimizar patologias como eflorescência.
Impermeabilização	a) Uso de proteção mecânica nos sistemas de impermeabilização; b) Presença de proteção térmica em lajes expostas.
Instalações hidráulicas	a) Número de ralos compatível com a área; b) Tubulações possuem afastamento mínimo de 10 cm entre elas e para superfícies verticais; c) Previsão de rebaixo nas áreas de ralo.

Fonte: O Autor (2023).

4.4.5 Diretrizes para implementação

As diretrizes apresentadas na Figura 44 são um resumo do trabalho desenvolvido e consideram o início do processo após a contratação do projeto. Para etapas anteriores, recomenda-se seguir o disposto no item 4.4.2, com a elaboração de um pré-PEB para concorrência.

Figura 44 - Diretrizes para implementação



Fonte: O Autor (2023).

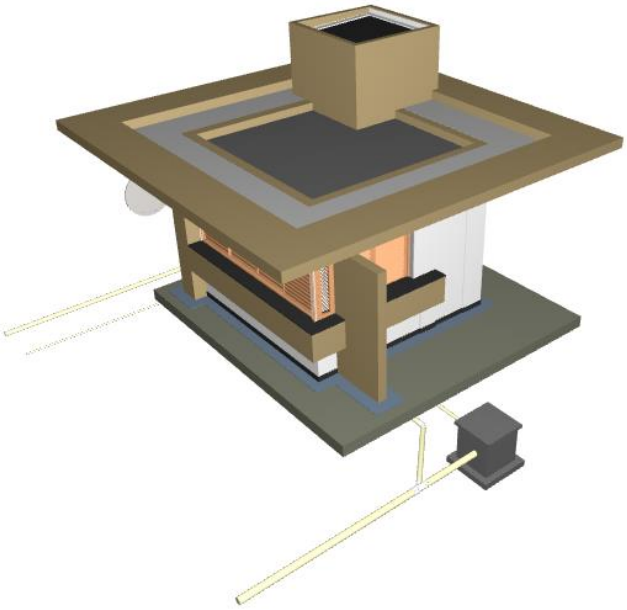
Inicialmente, é necessário definir quais as informações necessárias para cada elemento da construção, seja essa um dado geométrico ou não, que poderá ser inserido no modelo ou em um banco de dados externo. Esse fluxo de inserção e troca de informações deve ser elaborado e apresentado às partes envolvidas, a exemplo do disposto no item 4.4.3. Além do esquema de troca de dados, o Plano de Execução BIM (PEB) deverá definir os demais itens de gestão do projeto, como informações da equipe, metas e usos BIM, funções organizacionais, processos de projeto, estratégias de compartilhamento de modelos, procedimentos de colaboração e controle de qualidade, e entregáveis. Indispensável para que o processo funcione corretamente, a definição da codificação dos ativos e estratégias de modelagem deve estar expressa de forma clara na documentação do projeto, de modo que todos os envolvidos possam identificar os elementos corretamente. Por fim, deverão ser criadas estratégias de

monitoramento do processo, que visam garantir o cumprimento das metas estabelecidas, como demonstrado no item 4.4.4.

4.5 APLICAÇÃO EM CASO PRÁTICO

Para exemplificar como o método proposto funciona, uma aplicação prática é apresentada nessa seção. O exemplo ilustrativo é a construção de quiosques de lazer no estado de Pernambuco, Brasil, apresentado na Figura 45.

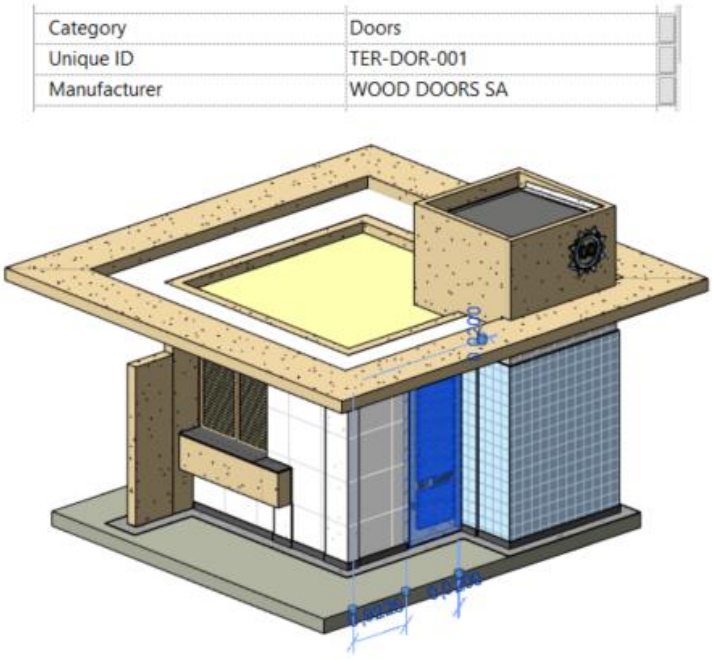
Figura 45 - Perspectiva do projeto exemplo



Fonte: O Autor (2023).

Considerando a fase de projeto, os elementos do modelo tiveram seus parâmetros de informação preenchidos conforme solicitado no Plano de Execução BIM, pelo dono do projeto, de modo que sejam utilizados na fase de operação e manutenção. Dados como categoria, ambiente e fabricante, além do código de identificação único, que fará a integração com o cronograma das manutenções, estão presentes nos elementos e foram inseridos diretamente no software de modelagem autoral, no caso, Autodesk Revit 2020, como apresentado na figura 46.

Figura 46 - Inserção de dados nas famílias do Revit



Fonte: O Autor (2023).

A partir do momento que os modelos são postados na plataforma, a equipe de pós-obra está apta para analisar os projetos e fazer considerações com respeito à manutenibilidade e à prevenção de patologias. No exemplo em questão, foi verificada a ausência de vigas invertidas na coberta, prejudicando o arremate da impermeabilização, além da ausência de ralos em algumas áreas, o que certamente causaria problemas futuros. Em paralelo, a coordenação do projeto deverá analisar se os modelos atendem aos requisitos e premissas estabelecidos previamente, além de realizar a verificação de interferências nos próprios modelos e entre eles.

Durante a etapa de projeto e posteriormente na execução, são importadas da plataforma de gestão das garantias e manutenções para o software de gestão de obras as informações de atividades a serem realizadas, data e periodicidade das tarefas, e responsáveis por sua execução, sempre relacionados com o mesmo código de identificação, presente nos elementos do modelo. É de responsabilidade do dono do projeto e sua equipe inserir as informações de compra e instalação dos equipamentos e materiais, enquanto a equipe de operação deve contribuir com os dados relativos à manutenção, como frequência, instruções e o fornecimento de manuais. Todos esses dados são compilados em uma base externa, proveniente do

sistema FM, como apresentado na Figura 47. Ao longo da fase de construção, as alterações realizadas em campo deverão ser refletidas nos modelos BIM das disciplinas, sendo responsabilidade de cada projetista atualizar seus arquivos.

Figura 47 - Exemplo de informações

Element ID	Unique ID	Category	Type Id	Manufacturer	Date	Contact
2825457	TER-DOR-001	Doors	2946741	WOOD DOORS SA	01/06/2023	5581999999782
2980117	TER-REV-001	Walls	2977898	NA	01/04/2023	5582998774587
2980118	TER-REV-001	Walls	2977898	NA	01/04/2023	5582998774587
2980119	TER-REV-001	Walls	2977898	NA	01/04/2023	5582998774587
2980120	TER-REV-001	Walls	2977898	NA	01/04/2023	5582998774587
2821095	TER-REV-001	Walls	748244	NA	01/04/2023	5582998774587
2821269	TER-REV-001	Walls	748244	NA	01/04/2023	5582998774587
2821338	TER-REV-001	Walls	748244	NA	01/04/2023	5582998774587
2821433	TER-REV-001	Walls	748244	NA	01/04/2023	5582998774587

Fonte: O Autor (2023).

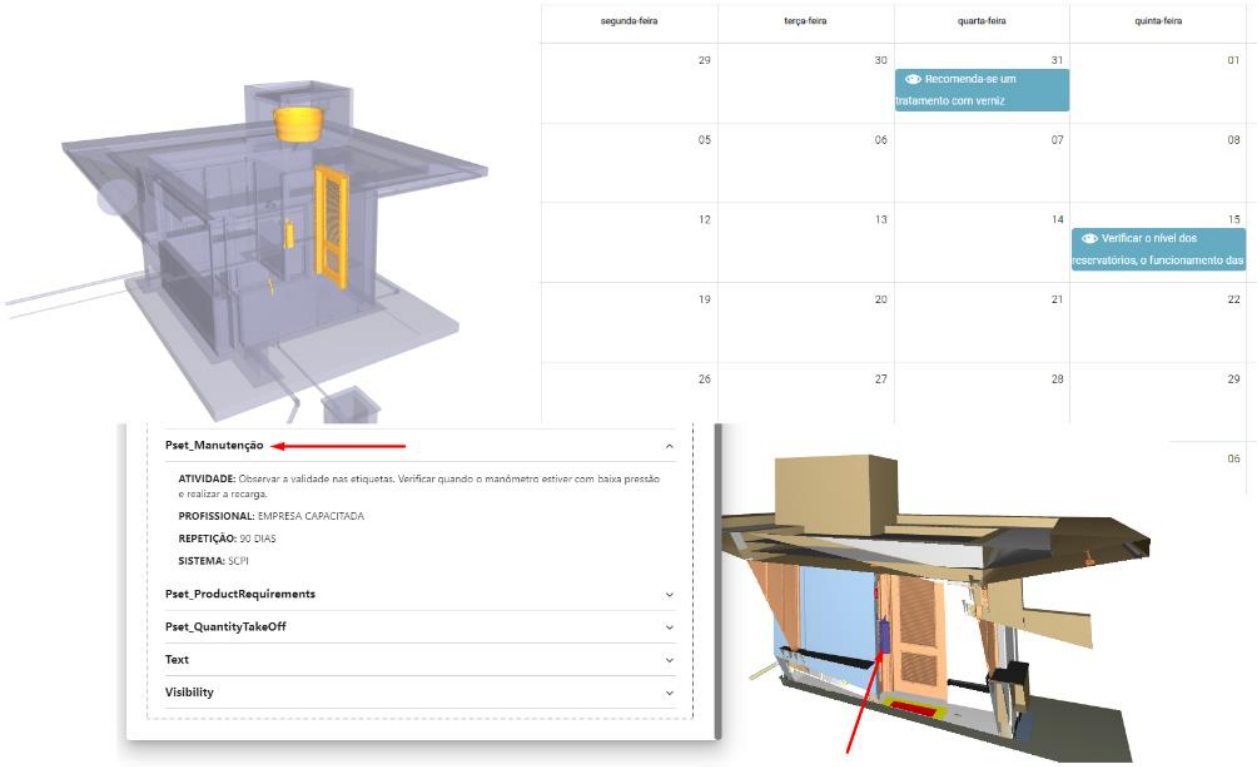
Foi criado um ambiente com interface interativa para acompanhamento da realização das atividades de manutenção, com opção de upload para evidência de sua execução. Já os equipamentos físicos receberão um QR Code, que facilitará o manuseio da plataforma e fará o redirecionamento para as opções de abertura de chamado ou execução de ordem de serviço, além de fornecer os documentos necessários para a manutenção daquele equipamento, como notas fiscais, manuais de uso e histórico de atividades, conforme Figura 48. Através dessa funcionalidade, é possível atribuir responsáveis, datas de execução, profissionais envolvidos, realizar comentários e anexar evidências, como Anotações de Responsabilidade Técnica.

Figura 48 - Abertura ou registro de atividades

Fonte: O Autor (2023).

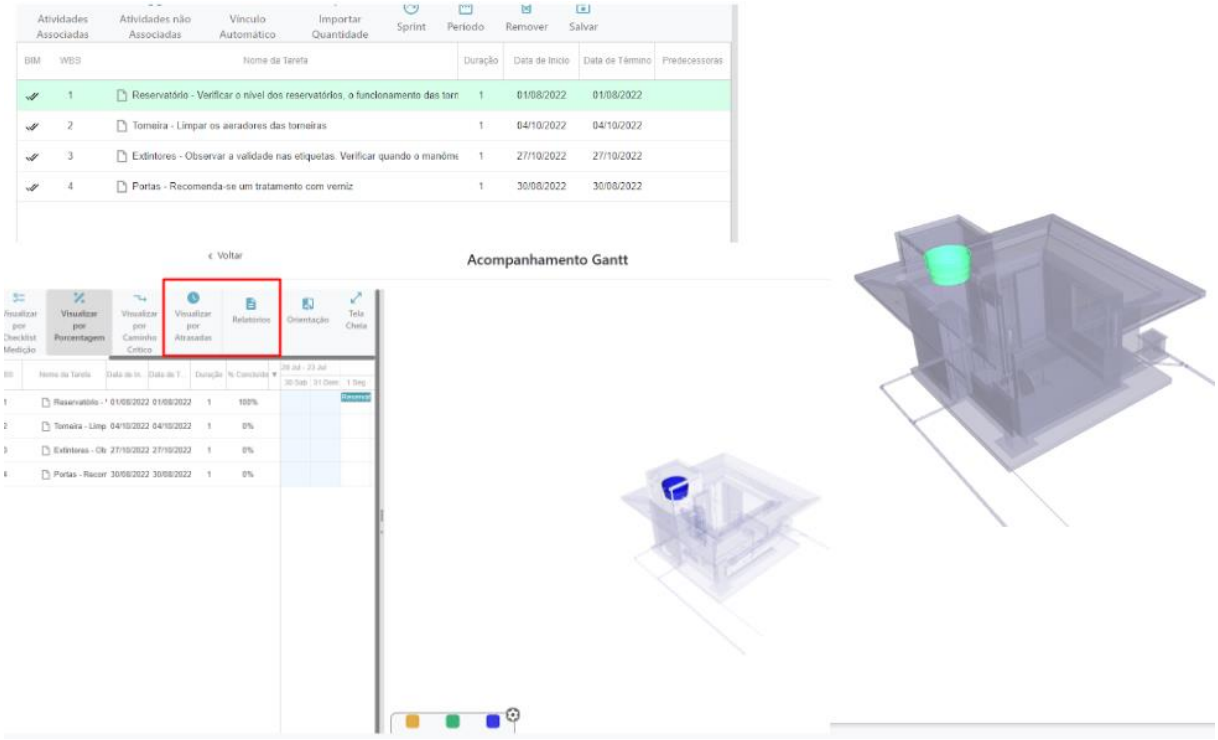
A Figura 49 demonstra a funcionalidade de calendário das manutenções, que apresenta de forma visual e simples quais elementos devem ser verificados de acordo com a data. Nessa funcionalidade, também é possível acessar todas as informações relativas ao elemento, uma vez que são elementos inteligentes conectados ao sistema FM. A Figura 50 apresenta a visualização das manutenções em formato de cronograma, além de possibilitar a análise de quais elementos estão com suas manutenções em dia e quais estão atrasados, através da aplicação de filtros de cores. No exemplo, os elementos destacados em azul receberam a manutenção de forma correta, dentro do prazo e com o upload dos arquivos requisitados, enquanto os destacados em laranja estão com serviços pendentes.

Figura 49 - Exemplo de funcionamento com calendário de manutenções



Fonte: O Autor (2023).

Figura 50 - Exemplo de funcionamento com cronograma das manutenções

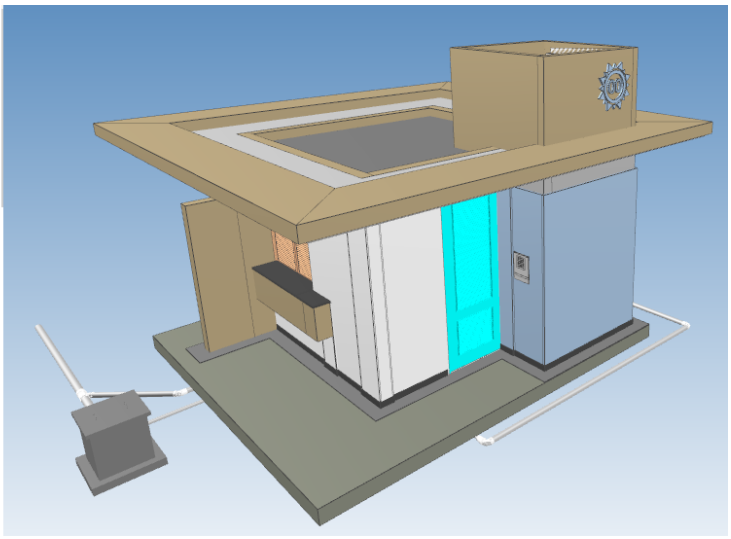


Fonte: O Autor (2023).

Como forma de monitorar o fornecimento das informações ao longo do desenvolvimento do projeto, foi criada uma função de conferência automatizada e visual do preenchimento dos parâmetros solicitados para cada elemento. O software em questão analisa os parâmetros definidos e atribui vermelho às instâncias com não conformidades, o que pode ser feito assim que os modelos são postados, de forma automática. A partir dessa identificação, é possível criar instantaneamente tarefas aos responsáveis para a correção dos modelos. Na Figura 51, é apresentada uma tela de exemplo de como a verificação automática ocorre: primeiramente, todos os elementos do modelo têm seus parâmetros lidos e comparados com os requisitos definidos no Plano de Execução BIM e inseridos na plataforma por meio de uma planilha; em seguida, os parâmetros que estiverem vazios ou não forem preenchidos corretamente, são identificados e os objetos destacados no visualizador 3D. A Figura 52 apresenta o exemplo de uma porta, que não continha o parâmetro “Description” preenchido, ficando, portanto, em evidência. Esse tipo de verificação reduz sensivelmente o tempo que coordenador do projeto utilizaria para conferir todos os objetos, além de ser menos propenso a erros.

Figura 51 - Exemplo de verificação automática

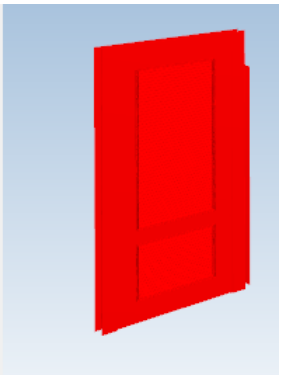
Model	PMR-ARQ-PE-BIM-QUIOSQUE-R00-[SGP-4D-...
Prefix	
Name	TCM_Porta de Madeira:0,90 x 2,48m:2825457
Phase	Projeto Executivo
Type	TCM_Porta de Madeira:0,90 x 2,48m
Style Name	TCM_Porta de Madeira:0,90 x 2,48m
Description	
Material Name	ESQ_Madeira
Layer	A-DOOR-___-OTLN
Is External	False
IFC Element	IfcDoor



Fonte: O Autor (2023).

Figura 52 - Elemento com não conformidade

Model	PMR-ARQ-PE-BIM-QUIOSQUE-R00-[SGP-4D-...
Prefix	
Name	TCM_Porta de Madeira:0,90 x 2,48m:2825457
Phase	Projeto Executivo
Type	TCM_Porta de Madeira:0,90 x 2,48m
Style Name	TCM_Porta de Madeira:0,90 x 2,48m
Description	
Material Name	ESQ_Madeira
Layer	A-DOOR-___-OTLN
Is External	False
IFC Element	IfcDoor
Predefined Type	
Operation Type	SINGLE_SWING_LEFT
Tag	2825457



Fonte: O Autor (2023).

4.6 VISÃO CRÍTÍCA DOS RESULTADOS

Após a análise dos projetos de arquitetura e instalações apresentada no item 4.2, é possível notar que existe certa divergência no padrão de entrega entre diferentes projetistas. Por exemplo, alguns projetos, mesmo em nível executivo, não contemplavam a presença de um memorial descritivo, essencial para a especificação detalhada de alguns sistemas, principalmente para os projetos entregues no método tradicional (CAD). Outro fator importante a ser destacado é o formato de entrega dessas informações: para os projetos tradicionais, entregues apenas em plantas 2D, parte das informações é encontrada nos desenhos e outra parte nos memoriais, o que demanda um grande esforço para compilar esses dados; já nos projetos entregues

em BIM, a maior parte dos dados solicitados pode ser inserido diretamente nos modelos, se previamente requisitado, reduzindo consideravelmente o tempo de importação desses parâmetros para o sistema FM. Nos projetos estudados, parte das informações estava presente em parâmetros não específicos, como por exemplo “descrição”, que incluía as dimensões e os materiais do elemento. Dessa forma, fica impossibilitada a alimentação automática do sistema de manutenção, uma vez que os valores necessitam estar em parâmetros específicos, e o tempo de alimentação manual se assemelha ao projeto CAD.

A ausência de alguns parâmetros nos projetos pode ser explicada pela falta de um plano de trabalho bem definido previamente, que informe aos envolvidos quais dados precisam constar nos documentos e arquivos, papel esse desempenhado pelo Plano de Execução BIM (PEB). Outro motivo para a falta de informações em projeto é a ausência de um padrão de entrega por parte dos projetistas, que acabam omitindo dados relevantes para a especificação dos sistemas e equipamentos.

A integração entre os softwares analisados tem o objetivo de facilitar a implementação do BIM na fase de uso e operação dos empreendimentos, tornando o processo mais automatizado e visual para todas as partes envolvidas. Como benefícios imediatos, pode-se destacar a maior velocidade para importação das informações geométricas e não-geométricas para o sistema FM, a facilidade de acessar os dados referentes aos elementos, como manuais e fichas técnicas, a representação visual das atividades de manutenção a serem realizadas e o seu acompanhamento. Os softwares mostram-se apropriados para essa integração, uma vez que já apresentam grande parte das ferramentas necessárias desenvolvidas, sendo preciso apenas realizar a sua integração na forma de compartilhamento de dados e criar telas para o módulo de *facilities* a ser implementado.

Por fim, considerando a existência da ferramenta integrada, que é apenas um dos itens necessários para a implementação do BIM, é indispensável que os processos de projeto e demais atividades sejam adaptados ao novo fluxo de trabalho, considerando a colaboração, troca de informações, compartilhamento de modelos, verificação da qualidade desses arquivos, entre outros. A inclusão da equipe de pós-obra desde o início do desenvolvimento dos projetos é chave para o sucesso do processo, pois podem influenciar desde as soluções adotadas em projetos das diversas disciplinas, até em quais informações são necessárias para a operação e manutenção das edificações. Além disso, também podem ser responsáveis pela

inserção dessas informações no sistema FM, visto que são os profissionais com maior conhecimento técnico no assunto. Ao decidir pela implementação do BIM, o dono do projeto deverá descrever seus requisitos desde a contratação dos projetistas, deixando claro seus objetivos no seu plano de necessidades, conforme descrito no item 4.4.2.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho realizou a revisão da literatura existente, a fim de identificar as principais diretrizes para implementação do BIM na etapa de gestão de *facilities*. Os documentos analisados serviram de base para elaboração dos quadros de requisitos de informação, presentes no Apêndice A, que funcionam como referências para elaboração de requisitos de informação dos elementos durante a contratação e o desenvolvimento de projetos. Em seguida, foram selecionados projetos de arquitetura e instalações de empreendimentos reais, em nível executivo, para verificação do atendimento aos requisitos estabelecidos nos quadros, totalizando uma amostra de 15 edificações. Observou-se que existe uma grande falta de padronização dos entregáveis por parte dos projetistas, que, por vezes, omitem informações relevantes para a fase de operação do edifício. Esse fato pode ser explicado pela ausência de um documento, que deve existir desde a contratação dos projetos, com a função de definir todas as informações que devem constar nas entregas, além dos responsáveis por gerá-las.

Em seguida, foram estudados dois softwares existentes, sendo um da área de gestão das garantias e manutenções, e o outro referente ao acompanhamento de obras em BIM. O objetivo da análise foi estabelecer diretrizes de integração entre as aplicações que permitam o uso da ferramenta como auxiliar na implementação do BIM no pós-obra. Foram estabelecidas sugestões de como as ferramentas podem trabalhar em conjunto, trazendo benefícios aos usuários, como a visualização 3D dos elementos associados a um calendário de manutenções; o fácil acesso ao histórico de manutenção e aos documentos necessários para a sua realização, como fichas técnicas e manuais; a gestão da abertura e execução de chamados; e o acompanhamento das manutenções de forma visual.

É essencial destacar que, apesar de necessário para uma implementação bem-sucedida, o software deve ser visto como mais uma parte integrante, que envolve também processos, pessoas e políticas. Sem a mudança de processos, que deve ocorrer desde a contratação dos projetos, passando pelo seu desenvolvimento, construção e operação, as chances de insucesso na implementação aumentam consideravelmente.

Foi apresentado um caso prático com a utilização das funcionalidades desenvolvidas na integração entre os softwares, apresentando o processo de inserção das informações no sistema, além das visualizações de cronograma e calendário das atividades de manutenção.

Por fim, foram elaboradas diretrizes para auxiliar o coordenador de projetos em como incluir a gestão das facilidades no processo de desenvolvimento de projeto, ressaltando a importância da documentação prévia, com o estabelecimento dos requisitos de informação dos elementos, premissas adotadas, entre outros.

5.1 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões de trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos para avaliar a integração da gestão das manutenções com o seu acompanhamento financeiro. Pode-se avaliar a previsão mensal de desembolso que o empreendimento deverá dispor para realizar as manutenções preventivas, através dos quantitativos obtidos do modelo BIM e das atividades cadastradas no sistema FM, auxiliando na gestão de caixa do empreendimento. Essa ferramenta evitaria a adoção de taxas extras que impactam significativamente os usuários. Outras funcionalidades para a ferramenta podem ser exploradas futuramente, como o uso de Internet das Coisas para monitorar os equipamentos em tempo real, através de sensores; a contratação dos serviços terceirizados de manutenção diretamente pela plataforma; e a junção da inserção das informações dos materiais adquiridos com checklists de recebimento em obra, de modo a evitar retrabalho

Outro aspecto que pode ser trabalhado é o desenvolvimento de inteligência artificial capaz de detectar padrões de anomalias e identificar possíveis falhas nos sistemas prediais que estejam causando problemas. Como exemplo, equipamentos apresentando falha constante podem estar associados a redes elétricas instáveis, que precisam ser corrigidas antes que causem problemas maiores.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55000:2014: Gestão de ativos – visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de Edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BAJAJ, Deepak. **Risk management**. *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 128-145.

BECERIK-GERBER *et al*. **Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled *Facilities* Management**. Journal of Construction Engineering and Management © ASCE / American Society of Civil Engineers, 2012.

BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard. **Financial management**. In: Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 164-176.

BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard. **Quality management**. In: Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. p. 268-278.

BONIN, L.C. Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual. In: Seminário sobre manutenção de edifícios, Porto Alegre. **Anais – v. I**. Porto Alegre: URFGS, 1988. p. 1- 31.

CAO, Y.; KAMARUZZAMAN, S.N.; AZIZ, N.M. Building Information Modeling (BIM) Capabilities in the Operation and Maintenance Phase of Green Buildings: A Systematic Review. Buildings 2022, 12, 830. https://doi.org/10.3390/buildings12060830

CARLINO, Alex Elias. Improvement of the Processes of Maintenance in Public. 2012. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

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

CBIC, 2016. Fluxos de trabalho BIM - Parte 4: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. – Brasília.

CIC - COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION Research Program. BIM Planning Guide for Facility Owners. Version 1.0, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. 2011. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 12 ago. 2022

CIC - COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION Research Program. BIM Planning Guide for Facility Owners. Version 2.0, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. 2013. Disponível em: <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 07 set. 2015

CONSTRUCTION, MCGRAW HILL. "The business value of BIM for construction in major global markets: How contractors around the world are driving innovation with *Building Information Modeling*." *Smart MarketReport*, 2014. p. 1-60.

COSTA, Sara P. F. Santos da. **Proposta de modelo de gestão da manutenção dos elementos construtivos de centros comerciais**. 2014. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2014. Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/handle/10216/71568>. Acesso em: 12 ago. 2022.

CRUZ, Isabel F.; XIAO, Huiyong. Ontology Driven Data Integration in Heterogeneous Networks. **Complex Systems in Knowledge-based Environments: Theory, Models and Applications**, 2009, p. 75-98, Acesso em: 20 set. 2022.

DARDENGO, Cássia Figueiredo Rossi. Identification of diseases and proposing guidelines for preventive maintenance in multi-family residential buildings in the city of Viçosa - MG. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia; Saneamento ambiental) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

DEMPSEY, J. A Coast Guard Pilot to Make Better Facility Decisions, Journal of *Building Information Modeling*, Vol. Fall 26, 2009, p26. Disponível em:6 https://www.wbdg.org/pdfs/jbim_fall09.pdf, Acesso em: 10 jul. 2022.

Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013/Câmara Brasileira da Indústria da Construção — Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

DEVETAKOVIC, Mirjana; RADOJEVIC, Milan. Facility Management: A Paradigm for Expanding the Scope of Architectural Practice. **International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction**: International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR, v. 1, n. 3, 2017, p. 127-139.

DEVINE, Bernie. **Asset management**. *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 241-254.

DEWULF, Geert; DEPUY, Lydia; GIBSON, Virginia. **Portfolio management**. *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 206-219.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, Nova Jérsei, EUA: John Wiley &Amp; Sons, 2. ed., 2011.

ERGEN, Esin; AKINCI, Burco; SACKS, Rafael. Life-cycle data management of engineered-to-order components using radio frequency identification. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 4, 2007, p. 356-366.

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

FARGHALY, K., ABANDA, F.H., VIDALAKIS, C. AND WOOD, G. (2019), "BIM-linked data integration for asset management", Built Environment Project and Asset Management, Vol. 9 No. 4, pp. 489-502. https://doi-org.ez16.periodicos.capes.gov.br/10.1108/BEPAM-11-2018-0136"

FERRAZ JÚNIOR, João Evany. Mapeamento das percepções de desempenho da gestão da manutenção de sistemas de climatização prediais: o caso do Inmetro. 2009. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

FONTES, Alexandre Daniel Ribeiro. 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. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Proposta_de_Sistema_de_Gestão_da_Manutenção_de_Edifícios_Suportado_por_Ferramentas_BIM_Estudo_de_Caso>. Acesso em: 18 mar. 2022.

GOMES JUNIOR, Jarem Guarany. Gerenciamento de projetos de engenharia de manutenção em edifícios públicos: uma abordagem transdisciplinar. 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GSA. BIM Guide for Facility Management, General Services Administration 1–5, 2011. https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2

HAMID, A. H. A.; OTHMAN, M. H. Relationship between Quality of Building Maintenance System and Occupant Satisfaction for Office Buildings. **Matec Web Of Conferences**, v. 10, 2014, p.1-6.

HASSANAIN, Mohammad A.; FROESE, Thomas M.; VANIER, Dana J. Operations and maintenance management. BEST, Rick; LANGSTON, Craig; VALENCE, Gerard. *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 177-205.

JORDANI, David A. BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management Case Studies / Best Practices. **Journal of *Building Information Modeling***, v. 1, n. 3, 2010, p. 13-16.

KAMARA, J., AUGENBROE, G., ANUMBA, C. and CARRILLO, P. Knowledge Management in the Architecture, Engineering and Construction Industry, Construction Innovation, Vol.2, No.1, 2002, pp.53-67.

KEITH, Keith. ***Facilities*** **Management**: Theory and Practice. Londres: E & F N Spon, 1996.

KIVINIEMI, Arto; CODINHOTO, Ricardo. Challenges in the implementation of BIM for FM—Case Manchester Town Hall complex. *In:* Computing in Civil and Building Engineering (2014). 2014. p. 665-672.

Lavy *et al*. Design for Maintenance Accessibility using BIM Tools, *Facilities*, Vol. 32, No.3/4, 2014, pp.153-159.

LIMA, Daniel Jádson Noronha. A manutenção na conservação do bom desempenho das edificações ao longo de sua vida útil. 2016. 115f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, UFRN, Natal, 2016.

Lord *et al*. Emergent behaviour in a new market: *facilities* management in the UK. *In*: Tackling Industrial Complexity, Ideas that Make a Difference, Conference Proceedings, Cambridge. 2002.

MAKISHIMA, José Narumi de Queiroz. Gestão de segurança do trabalho na construção civil: a manutenção predial em uma indústria de alimentos. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MARMO, ROSSELLA & NICOLELLA, MAURIZIO & TIBAUT, ANDREJ & POLVERINO, FRANCESCO. (2019). A methodology for a performance information model to support facility management. Sustainability. 10.3390/SU11247007.

MCARTHUR, J. A building information management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. **International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction**, 2015, p. 1104-1111.

MOHAMMED HAMZA, SHAMSUDDIN SHAHID, MOHD ROSLI BIN HAININ & MOHAMED SALEM NASHWAN (2022) Construction labour productivity: review of factors identified, International Journal of Construction Management, 22:3, 413-425, DOI: 10.1080/15623599.2019.1627503

MOTA, P. P.; RUSCHEL, R. C. Caracterização de modelos BIM com foco em gestão de ativos. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 1., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E

ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 10., 2017, Fortaleza, Brasil. **Anais [...].** Fortaleza, CE: Marketing Aumentado, 2017

MOTA, P. P.; RUSCHEL, R. C. Identificação do conhecimento acadêmico de BIM integrado ao gerenciamento de *facilities*. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016. São Paulo, Brasil. **Anais [...]**disponível em: http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_272.pdf. Acesso em: 22 set. 2022 p.4951–4962.

MUIR, Alison. **Space management.** *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 81-103.

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

NOUR, Antonio abdul. **MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS**: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS E RESIDENCIAIS. 2003. Monografia (Especialista em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

OFORI, G., ZHANG, Z. AND LING, F.Y.Y. (2021), "Initiatives that enable Singapore contractors to improve construction productivity", Built Environment Project and Asset Management, Vol. 11 No. 5, pp. 785-803. https://doi.org/10.1108/BEPAM-11-2020-0175

PALLAORO, A. M.; ROSCOFF, N. dos S.; COSTELLA, M. de M.; LANTELME, E. M. V.; COSTELLA, M. F. ANÁLISE DE MANUAIS DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS COM FOCO NA NORMA DE DESEMPENHO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2018. p. 1535–1542. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1500. Acesso em: 29 jul. 2023.

SABOL, L.; Challenges in Cost Estimating with *Building Information Modeling*, IFMA World Workplace. Disponível em: http://www.dcstrategies.net/files/2_sabol_cost_estimating.pdf: Acesso em: 10 jan. 2022

SANTOS, E. T. *Building Information Modeling* and Interoperability. *In*: Congreso de la Sociedad Ibero-Americana de Gráfica Digital, 13, 2009. Anais… São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L.; COOK, S. Métodos de pesquisa nas relações sociais: delineamentos de pesquisa. São Paulo: E.P.U., 1987.

SEYRFAR, A., ATAEI, H., OSMAN, I. (2022). Robotics and Automation in Construction (RAC): Priorities and Barriers Toward Productivity Improvement in Civil Infrastructure Projects. In: Jebelli, H., Habibnezhad, M., Shayesteh, S., Asadi, S., Lee, S. (eds) Automation and Robotics in the Architecture, Engineering, and Construction Industry. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77163-8_3"

SMITH, Stuart. **Information management**. *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 104-127.

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. Disponível em: <http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4715/1/DM_JoelSoares_2013_MEC.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022

TEICHOLZ, Eric. **Facility Design and Management Handbook**. 1. ed.; McGraw Hill, 2001. 752 p

TEICHOLZ, Paul. **BIM for Facility Managers**. 1. ed. [*S. l.*]: John Wiley & Sons, 2013. 332 p.

THEN, Danny Shiem-Shin. **Strategic management.** *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 69-80.

THEODORSON, G. A. & THEODORSON, A. G. A modern dictionary of sociology. London, Methuen, 1970.

TRETTEN, Phillip; KARIM, Ramin. Enhancing the usability of maintenance data management systems. Journal Of Quality In Maintenance Engineering, [s.l.], v. 20, n. 3, p.290-303, 5 ago. 2014.

UK BIM FRAMEWORK. Information management according to BS EN ISO 19650 – Guidance Part A – The information management function and resources. Reino Unido: UK BIM Framework, 2020.

UK BIM Framework. Information Management According to BS EN ISO 19650: Guidance Part D, Processes for Project Delivery', 2019, First Edition.

VOLK, R., STENGEL, J., SCHULTMANN, F. *Building Information Modeling* (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. Automation in Construction, v. 38. 109–127, 2014.

Y.E. Kalay, Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design, The MIT Press, 2004.

IFMA. What is Facility Management? International Facility Management Association. Disponível em: https://www.ifma.org/about/what-is-fm/. Acesso em 19 de março de 2022.

WILKINSON, Suzanne; LEIFER, David. **Human resource management**. *In:* Workplace Strategies and *Facilities* Management. Burlington: Elsevier, 2003, p. 146-163.

APÊNDICE A- QUADROS DE REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

Quadro 4 - Conjunto de informações para portas

PORTAS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Porta de madeira
Tipo	-	Projetista	0.80 x 2.10
Código	-	Projetista	P5
Ambiente	-	Projetista	Quarto 01
Descrição	-	Projetista	PORTA PRONTA DE ABRIR PADRÃO MOGNO COM ACABAMENTO VERNIZ SEMI-BRILHO OU SIMILAR
Nível	-	Projetista	1º PAV. TIPO
Largura	mm	Projetista	800
Altura	mm	Projetista	2100
Largura do alizar	mm	Projetista	50
Espessura da forra	mm	Projetista	30
Material do alizar	-	Projetista	Madeira
Material da forra	-	Projetista	Madeira

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 5 - Conjunto de informações para janelas

JANELAS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Janela de correr
Tipo	-	Projetista	1.20 x 1.20
Código	-	Projetista	J2
Ambiente	-	Projetista	Quarto 03
Descrição	-	Projetista	Janela de correr 2 folhas em alumínio
Nível	-	Projetista	3º PAV. TIPO
Largura	mm	Projetista	1200
Altura	mm	Projetista	1200
Peitoril	mm	Projetista	110
Largura da moldura	mm	Projetista	50
Espessura do painel	mm	Projetista	6
Material do painel	-	Projetista	Vidro
Material da moldura	-	Projetista	Alumínio

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 6 - Conjunto de informações para metais e louças sanitárias

METAIS E LOUÇAS SANITÁRIAS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Torneira lavatório
Tipo	-	Projetista	½” cromado
Ambiente	-	Projetista	WC APT 1103

Descrição	-	Projetista	Torneira lavatório luxo - ½”
Nível	-	Projetista	1º PAV. TIPO
Material	-	Projetista	Cromado

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 7 - Conjunto de informações para revestimentos

REVESTIMENTOS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Porcelanato 5x5
Tipo	-	Projetista	Branco
Ambiente	-	Projetista	Fachada
Descrição	-	Projetista	Pastilha de porcelana 5x5 branca
Nível	-	Projetista	7º PAV. TIPO
Material	-	Projetista	Porcelanato branco 5x5

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 8 - Conjunto de informações para bombas de piscina

BOMBAS DE PISCINA			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Bomba de recalque
Tipo	-	Projetista	5 cv 220 V
Ambiente	-	Projetista	Elevatória
Descrição	-	Projetista	Bomba de recalque potência de 1/3 cv e Voltagem 127/220 V
Nível	-	Projetista	SUBSOLO

Altura manométrica mínima	mca	Projetista	4
Altura manométrica máxima	mca	Projetista	12
Vazão	m³/h	Projetista	8
Diâmetro	mm	Projetista	¼”
Potência	cv	Projetista	⅓
Frequência	Hz	Projetista	20
Voltagem	V	Projetista	127/220

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 9 - Conjunto de informações para bombas de incêndio

BOMBAS DE INCÊNDIO			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Bomba de recalque
Tipo	-	Projetista	5 cv 220 V
Ambiente	-	Projetista	Elevatória
Descrição	-	Projetista	Bomba de incêndio potência de 5 cv e Voltagem 220 V
Nível	-	Projetista	SUBSOLO
Altura manométrica	mca	Projetista	32
Pressão	Kpa	Projetista	10
Vazão	m³/h	Projetista	8
Diâmetro	mm	Projetista	¼”
Potência	cv	Projetista	5
Frequência	Hz	Projetista	20
Voltagem	V	Projetista	220

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 10 - Conjunto de informações para bombas pluviais

BOMBAS PLUVIAIS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Bomba pluvial
Tipo	-	Projetista	5 cv 220 V
Ambiente	-	Projetista	Elevatória
Descrição	-	Projetista	Bomba pluvial potência de 2 cv e Voltagem 220 V
Nível	-	Projetista	SUBSOLO
Altura manométrica	mca	Projetista	6
Vazão	m^3/h	Projetista	8
Diâmetro	mm	Projetista	¼”
Potência	cv	Projetista	2
Frequência	Hz	Projetista	20
Voltagem	V	Projetista	220

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 11 - Conjunto de informações para quadros

QUADROS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Quadro de distribuição
Tipo	-	Projetista	18/24
Ambiente	-	Projetista	APT 2501
Descrição	-	Projetista	Quadro de distribuição 1824 branco
Nível	-	Projetista	25º PAVIMENTO

Corrente	A	Projetista	100
Frequência	Hz	Projetista	60
Voltagem	V	Projetista	220
Número de polos	Hz	Projetista	60
Número de disjuntores	-	Projetista	18
Barramento	-	Projetista	3

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 12 - Conjunto de informações para aquecedores

AQUECEDORES			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			
Nome	-	Projetista	Aquecedor de passagem
Tipo	-	Projetista	33kva trifásico 220v
Ambiente	-	Projetista	Subsolo
Descrição	-	Projetista	Gerador de Energia a Diesel 33kva Trifásico 220v
Nível	-	Projetista	SUBSOLO
Voltagem	V	Projetista	220
Vazão	L/min	Projetista	15
Tipo de gás	-	Projetista	GLP
Potência	kW	Projetista	32,2

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 13 - Conjunto de informações para condensadoras

CONDENSADORAS			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
PROJETO			

Nome	-	Projetista	Condensadora
Tipo	-	Projetista	Externa
Ambiente	-	Projetista	Tipo
Descrição	-	Projetista	Condensadora 9000 BTUS
Nível	-	Projetista	TIPO
Voltagem	V	Projetista	220
Potência	kW	Projetista	600

Fonte: O Autor (2023)

COMUM A TODAS AS DISCIPLINAS

Quadro 14 - Conjunto de informações para as fases de obra e operação

OBRA			
Informação	**Unidade**	**Responsável**	**Exemplo**
Fabricante	-	Obra	Nome do fabricante
Contato do fabricante	-	Obra	contato@fabricante.com.br
Fornecedor	-	Obra	Nome do fornecedor
Contato do fornecedor	-	Obra	comercial@fornecedor.com.br
Data de compra	-	Obra	15/07/2022
Data de instalação	-	Obra	15/08/2022
Ficha técnica	-	Obra	Anexo
Garantia	-	Obra	1 ano; Empenamento ou descolamento e polias ou similares
Fotos da obra	-	Obra	-
Custo inicial	R$	Obra	25000
Manuais e laudos	-	Obra	Anexo
Nota fiscal	-	Obra	Anexo
USO E OPERAÇÃO			

Cuidados de uso	-	Gestor de *facilities*	Evitar pancadas excessivas
Atividades de manutenção	-	Gestor de *facilities*	Verificar falhas de vedação, fixação… / Anual / Empresa capacitada ou especializada
Custo de manutenção	R$	Gestor de *facilities*	3000
Controle de manutenção	-	Usuário/Gestor de *facilities*	Informar datas, anexar evidências

Fonte: O Autor (2023)

APÊNDICE B- VERIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS EM PROJETOS

S – Parâmetro consta em projeto

N – Parâmetro não consta em projeto

X – Projeto não disponibilizado

Quadro 15 - Memória de cálculo arquitetura

INFORMAÇÃO	CAD 1	CAD 2	CAD 3	CAD 4	CAD 5	CAD 6	CAD 7	CAD 8	CAD 9	CAD10	BIM 1	BIM 2	BIM 3	BIM 4	BIM 5
	PORTAS														
Nome	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Código	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ambiente	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Descrição	S	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	N	N	N	N
Nível	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Largura	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Altura	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Largura do alizar	N	N	N	N	N	N	S	N	S	N	S	N	N	N	N
Espessura da forra	N	N	N	N	N	N	S	N	S	N	S	N	N	N	N
Material do alizar	N	N	N	N	N	N	S	N	S	N	S	N	N	N	N
Material da forra	S	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	N	N
	JANELAS														
Nome	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Código	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ambiente	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Descrição	S	S	N	S	S	S	S	N	S	N	S	N	N	N	N
Nível	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Largura	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Altura	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Peitoril	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Largura da moldura	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N

Espessura do painel	N	N	N	S	S	N	N	N	S	N	S	N	S	N	S
Material do painel	S	N	N	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	N	S
Material da moldura	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	N	S
	METAIS E LOUÇAS SANITÁRIAS														
Nome	S	X	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
Tipo	S	X	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
Ambiente	S	X	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	S	S
Descrição	S	X	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S	N	N
Nível	S	X	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
Material	S	X	S	S	S	N	S	S	S	N	S	N	S	N	N
	REVESTIMENTOS														
Nome	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ambiente	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Descrição	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Nível	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Material	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Fonte: O Autor (2023)

Quadro 16 - Memória de cálculo instalações

	INSTALAÇÕES														
INFORMAÇÃO	**CAD 1**	**CAD 2**	**CAD 3**	**CAD 4**	**BIM 1**	**BIM 2**	**BIM 3**	**BIM 4**	**CAD 5**	**CAD 6**	**CAD 7**	**BIM 5**	**CAD 8**	**CAD 9**	**CAD 10**
	BOMBAS DE PISCINAS														
Nome	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tipo	S	S	X	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ambiente	S	S	X	S	S	N	N	N	S	S	S	N	S	S	S
Descrição	S	S	X	N	N	N	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Nível	S	S	X	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Altura manométrica mínima	S	N	X	N	N	N	S	S	S	S	S	N	N	S	S
Altura manométri	S	N	X	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N

ca máxima															
Vazão	S	S	X	S	N	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Diâmetro	S	S	X	N	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N	S
Potência	S	S	X	S	N	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S
Frequência	S	N	X	N	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N	S
Voltagem	S	N	X	N	N	N	N	N	S	S	N	S	N	N	S
	BOMBAS DE INCÊNDIO														
Nome	S	S	X	S	X	S	S	S	S	S	S	S	X	S	S
Tipo	S	S	X	N	X	S	S	S	S	S	S	S	X	S	S
Ambiente	S	S	X	S	X	N	N	N	S	S	S	N	X	S	S
Descrição	S	S	X	N	X	N	S	S	S	S	N	N	X	S	S
Nível	S	S	X	S	X	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Altura manométrica	S	S	X	S	X	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Pressão	N	N	X	N	X	N	N	N	N	N	N	N	X	N	N
Vazão	S	S	X	S	X	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Diâmetro	S	N	X	N	X	S	S	N	N	N	N	N	X	N	N
Potência	S	S	X	N	X	S	S	S	S	S	S	N	X	N	S
Frequência	N	N	X	N	X	N	S	N	N	N	N	N	X	N	N
Voltagem	S	N	X	N	X	N	N	N	S	N	N	N	X	N	N
	BOMBAS PLUVIAIS														
Nome	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ambiente	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	N	S	S	S
Descrição	S	N	S	S	N	N	S	N	S	N	S	N	S	S	S
Nível	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Altura manométrica	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	N	S	S	S
Vazão	S	N	S	S	N	N	N	S	S	S	S	N	S	S	S
Diâmetro	S	N	N	N	S	S	S	N	S	S	N	N	S	N	N
Potência	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Frequência	S	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N
Voltagem	S	N	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	S	S	S

	QUADROS														
Nome	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Tipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ambiente	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N	S	S	S
Descrição	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S
Nível	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Corrente	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Frequência	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N
Voltagem	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Número de polos	S	S	N	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S
Número de disjuntores	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
Barramento	N	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N
	AQUECEDORES														
Nome	X	S	X	S	S	X	X	X	S	S	S	S	S	S	X
Tipo	X	S	X	S	S	X	X	X	S	S	N	S	S	N	X
Ambiente	X	S	X	S	N	X	X	X	S	S	S	N	S	S	X
Descrição	X	S	X	S	N	X	X	X	S	S	N	N	S	N	X
Nível	X	S	X	S	S	X	X	X	S	S	S	N	S	S	X
Voltagem	X	N	X	S	N	X	X	X	N	N	N	N	N	N	X
Vazão	X	S	X	S	S	X	X	X	S	N	N	N	S	N	X
Tipo de gás	X	N	X	N	S	X	X	X	N	S	N	N	N	N	X
Potência	X	N	X	S	S	X	X	X	N	N	N	N	N	N	X
	CONDENSADORAS														
Nome	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	X	S	S
Tipo	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Ambiente	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	N	X	S	S
Descrição	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Nível	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Potência	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	X	S	S
Voltagem	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	N	X	N	S

Fonte: O Autor (2023)