



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



JOÃO VITOR DOS REIS

**ESTRUTURAÇÃO DE DADOS PARA BIM FM EM
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia

2024

JOÃO VITOR DOS REIS

**ESTRUTURAÇÃO DE DADOS PARA BIM FM EM
EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: ESTUDO DE CASO NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Fernandes Maciel Ribeiro

Uberlândia, 2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R375e
2024 Reis, João Vitor dos, 1996-
 Estruturação de dados para BIM FM em edificações públicas [recurso eletrônico] : estudo de caso na Universidade Federal de Uberlândia / João Vitor dos Reis. - 2024.

 Orientadora: Ana Carolina Fernandes Maciel Ribeiro.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil.

 Modo de acesso: Internet.

 Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.5208>

 Inclui bibliografia.

 Inclui ilustrações.

 1. Engenharia Civil. I. Ribeiro, Ana Carolina Fernandes Maciel, 1981-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 624

 André Carlos Francisco
Bibliotecário Documentalista - CRB-6/3408



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Civil				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 303, PPGEC				
Data:	14 de agosto de 2024	Hora de início:	14:00h	Hora de encerramento:	h
Matrícula do Discente:	12222ECV005				
Nome do Discente:	João Vitor dos Reis				
Título do Trabalho:	Estruturação de dados para BIM OM em edificações públicas: estudo de caso na Universidade Federal de Uberlândia				
Área de concentração:	Construção Civil, Estruturas e Geotecnia				
Linha de pesquisa:	Construção Civil				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Building Information Modeling aplicado a Operação e Manutenção				

Reuniu-se, em sessão pública por webconferência e na Sala de Reuniões, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, assim composta pelos Professores Doutores: Beatriz Campos Fialho - UFSCar, André Luis de Araujo - UFU e Ana Carolina Fernandes Maciel Ribeiro, orientadora do candidato.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Ana Carolina Fernandes Maciel Ribeiro, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Fernandes Maciel, Professor(a) do Magistério Superior**, em 14/08/2024, às 16:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Beatriz Campos Fialho, Usuário Externo**, em 15/08/2024, às 09:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andre Luis de Araujo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 15/08/2024, às 16:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5601962** e o código CRC **8683A009**.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por sempre me incentivarem aos estudos.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) pela oportunidade de estudo e pesquisa.

À orientadora Ana Carolina pelo conhecimento passado, paciência, disponibilidade e dedicação.

À Sarah Diniz pelo apoio e colaboração durante a pesquisa.

À Fapemig pelo apoio financeiro da pesquisa.

RESUMO

A Metodologia BIM-FM combina a modelagem digital de construções com a administração de instalações, aprimorando a operação e a manutenção ao longo do ciclo de vida do projeto. As decisões são baseadas principalmente em dados, e ao consolidar informações detalhadas e atualizadas sobre a edificação é possível melhorar a eficiência operacional e reduzir custos de manutenção. A partir da realização de uma Revisão Sistemática da Literatura observou-se uma lacuna de conhecimento acerca de quais dados em um Modelo BIM-FM são relevantes para as atividades das equipes de profissionais FM em uma edificação pública. Com isto, este estudo buscou estruturar informações para a gestão e manutenção de edificações públicas, por meio de modelo BIM *"as-is"* como banco de dados, a fim de identificar desafios e oportunidades associados a esta metodologia. Adotando a estratégia de estudo de caso, foram realizadas entrevistas não estruturadas e aplicação de questionários aos profissionais responsáveis pelo gerenciamento das instalações e manutenções, para identificar quais são os dados relevantes para as atividades desses setores. O objeto de estudo foram os blocos universitários 1Y e 5E do campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, para os quais foram desenvolvidos modelos nas disciplinas arquitetônica, estrutural, hidrossanitária e elétrica, com acréscimo dos respectivos dados FM, obtidos a partir de coleta de dados com as entrevistas e questionários. Foi possível concluir que a modelagem BIM para FM é desafiadora, demanda tempo significativo e lida com grande quantidade de informações. Ainda, que o uso de tecnologias como a fotogrametria facilitam o trabalho. O estudo demonstrou que a integração de dados de manutenção no modelo BIM facilita a visualização e a disponibilidade de informações para a gestão das instalações em edificações públicas.

Palavras-chave: BIM-FM; Operação e Manutenção; Edificações Públicas; Modelagem *as-is*.

ABSTRACT

The BIM-FM methodology combines digital building modeling with facility management, enhancing operation and maintenance throughout the project's lifecycle. Decisions are primarily data-driven, and by consolidating detailed and updated information about the building, it is possible to improve operational efficiency and reduce maintenance costs. Through a Systematic Literature Review, a knowledge gap was identified regarding which data in a BIM-FM Model are relevant to the activities of FM professional teams in a public building. Consequently, this study aimed to structure information for the management and maintenance of public buildings through an as-is BIM model as a database, to identify challenges and opportunities associated with this methodology. Adopting a case study strategy, unstructured interviews and questionnaires were conducted with professionals responsible for managing facilities and maintenance to identify the relevant data for these sectors' activities. The study object was the university blocks 1Y and 5E of the Santa Mônica campus of the Federal University of Uberlândia, for which models were developed in architectural, structural, plumbing, and electrical disciplines, along with the respective FM data obtained from data collection through interviews and questionnaires. It was concluded that BIM modeling for FM is challenging, requires significant time, and deals with large amounts of information. Additionally, the use of technologies such as photogrammetry facilitates the work. The study demonstrated that integrating maintenance data into the BIM model enhances the visualization and availability of information for the management of facilities in public buildings.

Keywords: BIM-FM; Operation and Maintenance; Public Buildings; As-is Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma para obtenção de um modelo as-is de uma edificação	22
Figura 2 - Fluxo de trabalho	32
Figura 3 - Fachada do Bloco 1Y.....	33
Figura 4 - Parte do projeto arquitetônico original do bloco	34
Figura 5- Drone DJI Mavic Mini 2.....	35
Figura 6 - Ângulo da câmera de captura	36
Figura 7 – Resumo do plano de voo para registro fotografias para fotogrametria.....	37
Figura 8 - Monitoramento do voo e registro das fotografias.....	38
Figura 9 - Interface da Plataforma WEBODM.....	39
Figura 10 - Organograma dos núcleos FM da universidade.....	40
Figura 11 - Quadro para avaliação dedados relacionados aos componentes.....	41
Figura 12 - Interface da Plataforma TeknoMax	42
Figura 13 - Interface da Plataforma TeknoMax	43
Figura 14 - Configurações de parâmetros	46
Figura 15 - Família de porta e suas variações de tipos.....	47
Figura 16 - Propriedades dos Materiais.....	48
Figura 17 – Base CAD para modelagem arquitetônica	49
Figura 18 – Nuvem de Pontos inseria no template arquitetônico.....	50
Figura 19 - Modelagem colaborativa por nuvem	51
Figura 20 - Configuração para padronização do arquivo central em diferentes máquinas	52
Figura 21 – Composição da parede externa.....	54
Figura 22 - Imagem real, representação em projeto e modelagem de esquadria.....	55
Figura 23 - Parâmetros e modelagem de uma esquadria do bloco	56
Figura 24 - Vista aérea do telhado do bloco 1Y e 5E.....	57
Figura 25 - Perfil e Perspectiva da telha calhetão conforme fabricante	57
Figura 26 – Perfil e Perspectiva da cumeeira shed conforme fabricante.....	58
Figura 27 – Modelagem da cumeeira shed.....	58
Figura 28 - Modelagem da família da calha	59
Figura 29 – Parte do Projeto Estrutural	60
Figura 30 - Configurações adotada para família dos pilares externos pavimento.....	60
Figura 31 – Bloco de fundação modelado conforme projeto	61

Figura 32 – Torneira e suas propriedades.....	62
Figura 33 – Família para junção de rede de esgoto	63
Figura 34 – Família para tomadas	64
Figura 35 – Tipo de família para iluminação	65
Figura 36 – Famílias para ar-condicionado	66
Figura 37 - Sala de aula localizada onde inicialmente era projetado banheiro	70
Figura 38 - Divergência entre projeto estrutural original e execução de laje.....	71
Figura 39 - Número e percentual de demandas em cada disciplina	73
Figura 40 - Quantidade de demandas por tipo de serviço para Bloco 1Y e 5E.....	73
Figura 41 - Quantidade de demandas por tipo de serviço para universidade	74
Figura 42 - Número de solicitações para telhados e pintura no Bloco 1Y e universidade	75
Figura 43 - Gráfico distribuição percentual dos profissionais FM conforme suas profissões .	81
Figura 44 – Nuvem de Pontos	87
Figura 45 – Erros ocorridos durante modelagem colaborativa	89
Figura 46 – Vinculação de fotografia	91
Figura 47 – Vinculação de arquivo PDF	91
Figura 48 – Modelagem arquitetônica e parâmetros de esquadrias e alvenarias.....	92
Figura 49 – Projeto Arquitetônico	93
Figura 50 – Projeto Estrutural	94
Figura 51 – Modelo Elétrico.....	95
Figura 52 – Modelagem elétrica e parâmetros dos componentes.....	96
Figura 53 – Modelo Hidrossanitário.....	97
Figura 54 – Modelagem hidrossanitária e parâmetros dos componentes.....	97
Figura 55 – Gráfico do percentual de ganhos de dados a partir do Modelo BIM	100
Figura 56 - Fluxo para obtenção de um modelo BIM-FM <i>as-is</i> de uma edificação existente	101
Figura 57 – Parâmetros das famílias de alvenarias.....	123
Figura 58 – Parâmetros das famílias de divisórias	124
Figura 59 – Parâmetros das famílias de esquadrias	124
Figura 60 – Parâmetros das famílias de componentes de esquadrias	125
Figura 61 – Parâmetros das famílias de telhados	125
Figura 62 – Parâmetros das famílias de pisos.....	126
Figura 63 – Parâmetros das famílias estruturais.....	126
Figura 64 – Parâmetros das famílias de iluminação	127
Figura 65 – Parâmetros das famílias de tomadas e interruptores	127

Figura 66 – Parâmetros das famílias de equipamentos elétricos	128
Figura 67 – Parâmetros das famílias para instalações elétricas	128
Figura 68 – Parâmetros das famílias para tubulações.....	129
Figura 69 – Parâmetros das famílias de componentes hidrossanitários	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Palavras-chaves	24
Quadro 2 - Strings de busca.....	25
Quadro 3 - Local dos estudos	27
Quadro 4 - Tipos das edificações citadas nos artigos.....	27
Quadro 5 - Métodos de Pesquisa	28
Quadro 6 - Temáticas predominantes.....	29
Quadro 7 – Padronização das classificações das ordens de serviço	44
Quadro 8 - Materiais criados na modelagem e sua forma de determinação.....	53
Quadro 9 - Materiais para pisos e seus ambientes.....	54
Quadro 10 - Materiais criados para esquadrias	56
Quadro 11 - Materiais criados para elemntos da rede elétrica	65
Quadro 12 - Projetos disponibilizados pela PREFE e compatibilidade com a edificação real	68
Quadro 13 – Disponibilidade dos dados FM.....	75
Quadro 14 – Avaliação da disponibilidade de dados	83
Quadro 15 – Nota média avaliada pelos profissionais FM para tipo de dado.....	83
Quadro 16 – Nota média para os dados agrupados	85
Quadro 17 - Avaliação sobre domínio da Metodologia BIM.....	86
Quadro 18 – Tipos de parâmetros associados aos tipos de dados	90
Quadro 19 – Comparação da disponibilidade de dados antes e após Modelo BIM	98
Quadro 20 - Questionário sobre os processos de manutenção	117
Quadro 21 - Avaliação das categorias de informações.....	119
Quadro 22 - Estruturação das informações nas famílias	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BIM - *Building Information Modeling*
- CMMS - *Computerized Maintenance Management System*
- COBie - *Constructions Operations Building Information Exchange*
- DIEFI - Divisão de Execução Física
- DIROB - Diretoria de Obras
- DIRPO - Diretoria de Projetos e Orçamentos
 - FM - *Facility Management* (Gestão das Instalações)
 - GPS - *Global Positioning System* (Sistema de posicionamento global)
- O&M - Operação e Manutenção
- OcoMon - Monitor de Ocorrências e Inventário de equipamentos de informática
- PREFE - Prefeitura Universitária
 - RSL - Revisão Sistemática da Literatura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	<i>14</i>
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	<i>15</i>
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	MANUTENÇÕES E CONSERVAÇÃO DE EDIFICAÇÕES	16
2.2	BIM-FM	18
2.3	MODELO “AS IS” (COMO ESTÁ)	20
2.4	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	23
2.4.1	<i>Definição das palavras chaves de busca</i>	<i>24</i>
2.4.2	<i>Bases de dados</i>	<i>24</i>
2.4.3	<i>Strings de busca</i>	<i>25</i>
2.4.4	<i>Filtros da pesquisa</i>	<i>25</i>
2.4.5	<i>Seleção dos artigos</i>	<i>26</i>
2.4.6	<i>Discussões</i>	<i>26</i>
3	MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1	DADOS DAS EDIFICAÇÕES OBJETO DE ESTUDO	33
3.1.1	<i>Levantamento dos projetos da edificação</i>	<i>33</i>
3.1.2	<i>Verificações dos projetos e averiguações de medidas</i>	<i>34</i>
3.1.3	<i>Fotogrametria da envoltória do bloco</i>	<i>35</i>
3.2	DADOS SOBRE MANUTENÇÕES	39
3.2.1	<i>Busca por informações FM</i>	<i>39</i>
3.2.2	<i>Registro das atividades de manutenção</i>	<i>42</i>
3.3	MODELAGEM BIM DOS BLOCOS DO ESTUDO DE CASO	45
3.3.1	<i>Criação dos parâmetros FM</i>	<i>45</i>
3.3.2	<i>Criação do template</i>	<i>49</i>
3.3.3	<i>Modelagem colaborativa</i>	<i>50</i>
3.3.4	<i>Modelagens</i>	<i>52</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
4.1	DADOS SOBRE AS EDIFICAÇÕES	67
4.1.1	<i>Projetos das Edificações Estudo de Caso</i>	<i>67</i>

4.1.2	<i>Registros das Manutenções</i>	72
4.1.3	<i>Dados armazenados</i>	75
4.2	PESQUISA COM PROFISSIONAIS FM	78
4.2.1	<i>Informações apresentas nas entrevistas</i>	78
4.2.2	<i>Resultados e análise dos questionários</i>	81
4.3	MODELOS BIM	86
4.3.1	<i>Nuvem de pontos</i>	86
4.3.2	<i>Modelagem Colaborativa</i>	87
4.3.3	<i>Dados FM</i>	89
4.3.4	<i>Modelo Arquitetônico</i>	92
4.3.5	<i>Modelo Estrutural</i>	93
4.3.6	<i>Modelo Elétrico</i>	94
4.3.7	<i>Modelo Hidrossanitário</i>	96
4.4	CONTRIBUIÇÕES DA METODOLOGIA BIM-FM	98
5	CONCLUSÃO	102
5.1.1	<i>Limitações do estudo e Sugestões para trabalhos futuros</i>	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA EQUIPE DE MANUTENÇÃO	117
	APÊNDICE B – PARÂMETROS CRIADOS NOS MODELOS BIM	121

1 INTRODUÇÃO

As atividades de Operação e Manutenção (O&M) possuem importante função na preservação e segurança dos sistemas presentes em uma edificação, assim como na melhoria da qualidade do ambiente. Enquanto uma edificação estiver em funcionamento torna-se essencial submetê-la a manutenções e cuidados a fim de minimizar os riscos para os usuários em função do processo natural de degradações dos sistemas que compõe a edificação (HANDAYANIPUTRI *et al.*, 2019). A fase de O&M é a mais duradoura de uma edificação e é responsável pela integridade da estrutura e sistemas que a comportam, representando cerca de 85% do custo total da edificação ao longo do seu ciclo de vida (LU *et al.*, 2018). A abordagem convencional de gestão das informações de manutenções, quando existente, é realizada manualmente ou com auxílio de *software* de gestão está sujeita a erros, perda de tempo e de dados importantes (DEMIAN; WALTERS, 2014). Para Rogage (2020), há uma desconexão entre as fases de projeto e as subsequentes de construção e operação, principalmente na troca de informações, que geralmente encontram-se deficientes e não estruturadas. A quantidade de informações e organização dessas são essenciais para O&M, e o uso da modelagem BIM (*Building Information Modeling*) pode trazer benefícios significativos, possibilitando registros de dados de toda a vida da edificação, garantindo economia e melhoria de gestão (PINTI; CODINHOTO; BONELLI, 2022).

A metodologia BIM é um ativo de informações de uma edificação e fonte confiável na tomada de decisão durante sua vida útil, desde a concepção até seu destino final (AKINRADEWO *et al.*, 2023). A fase de O&M é a que oferece o maior potencial para aplicações do BIM em um projeto de edificação, pois, nessa fase todas as informações registradas desde sua concepção convergem para aplicação prática (ABIDEEN *et al.*, 2021). O BIM-FM (*Facility Management*) estuda as funcionalidades do uso de dados para operação e manutenção das edificações facilitando a comunicação entre modelo digital, banco de dados e a edificação real (WANG; LIU, 2020). As atividades de *Facility Management* (FM) dependem da precisão e acessibilidade dos dados gerados nas fases de projeto e construção, bem como da atualização contínua durante a fase de Operação e Manutenção (O&M). Portanto, é de suma importância gerenciar e analisar essas informações de forma estruturada para facilitar a tomada de decisões assertivas. Definir e formalizar as informações úteis é um passo fundamental para o sucesso das operações (LU *et al.*, 2018). No entanto, é importante ressaltar que a maioria dos modelos BIM criados para as fases de projeto e construção apresentam problemas significativos

de qualidade para a fase após a entrega do projeto (ZADEH *et al.*, 2019). A qualidade da informação transferida para a base de dados FM geralmente é baixa, pois contém detalhes não essenciais de concepção e construção, além de carecer de informações significativas relevantes para os gestores das instalações (MOTAMEDI; HAMMAD; ASEN, 2014).

O principal desafio para as equipes de manutenção é ter informações em tempo real, exatas e abrangentes para realizar suas atividades diárias, e fornecê-las à administração para a tomada de decisões (MATARNEH *et al.*, 2020). Quanto mais precisas e atualizadas forem os dados disponíveis para a equipe de manutenção, maior será a oportunidade de aprimoramento dos processos ao longo da vida útil da edificação. Um dos principais fatores de sucesso para a implementação do BIM no FM é identificar os dados necessários e definir o nível de detalhe necessário para as atividades do dia a dia (LIU; ISSA, 2016). Estudos foram desenvolvidos com foco nos requisitos de informação geométrica, no entanto, ainda há necessidade de verificar os requisitos não geométricos, de informação, para apoiar a implementação BIM-FM. Matarneh *et al.*, (2020) em seu estudo aponta a desconexão entre projetistas, proprietários e operadores de manutenções sobre quais devem ser os dados a serem entregues para fins de O&M. Contudo, há poucas referências de estudos relacionados a compreensão de quais informações são relevantes em edificações já existentes, em que o processo BIM-FM pode trazer benefícios.

Um campus universitário assemelha-se a complexidade de uma pequena cidade, englobando diversas edificações, com inúmeros recursos, elementos, estruturas, sistemas de combate a incêndio, sistemas de climatização, eletricidade, iluminação, distribuição de água, entre outros, e esses recursos devem operar de forma eficiente para manter as atividades diárias dos usuários do campus (YANG *et al.*, 2021). A complexidade técnica e a vastidão da infraestrutura, juntamente com sua natureza multidisciplinar, tornam imperativo a implementação de abordagens que promovam a gestão sustentável dos recursos públicos destinados as essas edificações. A adoção de uma estratégia de manutenção é crucial para garantir a qualidade da operação e estender a vida útil da edificação, prevenindo o seu envelhecimento precoce devido a influências ambientais ou mecânicas. Outro desafio, quando se trata de operação e manutenção em patrimônio público, as funções administrativas ocorrem juntamente com atividades conduzidas por empresas contratadas, o que pode gerar descontinuidade do plano de ações se não houver uma estratégia de manutenções definida (BARRIO ANDRÉS, 2017). Devido ao aumento nas demandas diárias e à diversidade das instalações, a gestão dessas estruturas torna-se cada vez mais desafiadora, requerendo custos adicionais e mão de obra especializada. Para Lu *et al.*, (2018) os projetos de edificações

frequentemente adotam tecnologias de última geração no âmbito do *design* e da construção, mas dificilmente empregam novidades na área de manutenções. Nesse sentido, a incorporação de novas metodologias se faz cada vez mais necessária.

Para Bosch (2015), além de integrar informações, a metodologia BIM-FM é uma forma eficaz de reduzir problemas relacionados a manutenções, sendo a direção futura do BIM. Em seu estudo sobre o uso da Metodologia BIM para O&M na Escola de Engenharia Civil (ETSICCP) da Universidade Politécnica de Madrid (UPM), Pavón, Arcos Alvarez e Alberti, (2020) evidenciam aplicações, que vão desde a reserva de locais e espaços, gerenciamento de patrimônio, e controle do fluxo de pessoas durante a pandemia de COVID-19. Yang et al., (2021) apresenta a redução com custos em manutenções de bebedouros a partir do gerenciamento de manutenção apoiado em modelos BIM em um campus universitário em Taiwan. FIALHO et al., (2022) investigou o impacto no sistema de manutenções de campus universitários a partir da adoção de um sistema inteligente de manutenção do sistema de iluminação baseado em BIM e IoT evidenciando otimizações nas prestações de serviços e eficiência na segurança e satisfação dos usuários.

Esse estudo busca identificar desafios e oportunidades na estruturação de informações para a gestão e manutenção de edificações públicas em um Modelos BIM. Para isso fez-se necessário investigar o estado atual dos registros de informações para fins de manutenção e adequações nos espaços da Universidade Federal de Uberlândia, por meio de buscas em arquivos em bancos de dados dos registros existentes das edificações, e aplicação de questionários e entrevistas junto aos setores de obras, projetos e manutenções para melhor compreensão da disponibilidade e gestão das informações acerca das atividades FM. A partir dessas informações foi elaborado um Modelo BIM “as is” de dois objetos de estudo os blocos universitários, denominados 1Y e 5E, do Campus Santa Mônica, o qual foi alimentado com as informações pertinentes para as equipes FM.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Essa pesquisa tem como objetivo identificar desafios e oportunidades na estruturação de informações para a gestão e manutenção de edificações públicas a fim de identificar os desafios

e oportunidades associados a utilização do modelo BIM, para aprimorar a gestão dessas edificações.

1.1.2 *Objetivos específicos*

Estudar e encontrar lacunas nos processos de manutenções e intervenções da Universidade Federal de Uberlândia;

- Levantar informações relevantes sobre os elementos de edificações junto aos profissionais FM;
- Fotogrametria com nuvem de pontos das edificações para modelagem fidedigna das envoltórias;
- Modelos BIM “*as-is*” arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico com base nos projetos existentes e verificações *in loco* do estado atual das edificações estudadas;
- Determinar requisitos de informação a serem inseridos no modelo (materiais, tipo, modelo, dimensões, datas de manutenções, etc.);
- Encontrar maneiras de inserção e estruturação das informações coletadas no Modelo BIM;
- Avaliar os ganhos obtidos com a Metodologia e o Modelo BIM-FM em relação às práticas atuais das equipes FM atuantes na universidade.

Este trabalho foi dividido em cinco partes sendo que no Capítulo 1 são apresentados a introdução e objetivos da pesquisa. No Capítulo 2 são abordados os conceitos relacionados as práticas adotadas na metodologia e uma Revisão Sistemática da Literatura apontando os direcionamentos das pesquisas em relação à adoção da Metodologia BIM para O&M em Edificações de uso Público. No Capítulo 3 são explanados os materiais e métodos de pesquisa adotados para levantamento de informações e modelagens das edificações estudadas, processo de escaneamento por fotogrametria e obtenção dos dados captados com os profissionais a serem incorporados nos modelos. No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos pela aplicação da metodologia e suas respectivas discussões. No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões, limitações e estudos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem o objetivo abordar os principais conceitos deste estudo: manutenções de edificações, BIM-FM e modelagem *as-is*. É apresentado, também, uma Revisão Sistemática da Literatura desenvolvida com a finalidade de mapear as contribuições dos estudos de BIM-FM para edificações públicas.

1.2 MANUTENÇÕES E CONSERVAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

A manutenção predial evita a degradação e deterioração de uma edificação, garantindo que essa permaneça funcional durante sua vida útil por meio de tarefas de preservação, adaptação e desconstrução. Dificilmente uma edificação se torna um espaço imutável, ressalvas aquelas tombadas pelo patrimônio público, assim sendo, a manutenção é necessária para garantir que as edificações, a infraestrutura e os equipamentos sejam mantidos em condições ideais para o uso normal, incluindo atividades que se concentram na sustentação do valor e na otimização dos benefícios de usos dos espaços. Desprezar a manutenção leva ao decaimento no desempenho e funcionalidade resultando em riscos para segurança e no não cumprimento dos regulamentos e normas de desempenho. Nesse sentido, atualmente, a manutenção é vista como uma atividade relevante e não apenas obrigatória. A gestão de instalações (*Facilities Management - FM*) é um processo integrado dentro de uma organização para manter e melhorar a infraestrutura de uma edificação e aumentar a eficácia das suas principais atividades, envolvendo serviços multidisciplinares e garantindo o bem-estar dos ocupantes. (DESBALO *et al.*, 2024; MATARNEH *et al.*, 2020).

A abordagem de manutenção deve atender às necessidades atuais e futuras da edificação, considerando a capacidade da instalação de fornecer o serviço exigido. No entanto, ocorre a predominância de manutenções corretivas, onde as intervenções são realizadas para sanar problemas quando aparecem, somente com a preocupação da continuidade das atividades. Assim comumente as degradações vão avançando até que novas reclamações sejam feitas. Contrapondo, as manutenções preventivas, são realizadas com regularidade, com o objetivo de manter a usabilidade da edificação e conservação de suas infraestruturas e instalações. Essa é uma abordagem proativa que reduz a probabilidade de falhas e evita avarias repentinas, e as tarefas de manutenção são realizadas de acordo com um planejamento. Os benefícios desse tipo de manutenção são redução de custos, melhoraria da saúde e a segurança dos usuários,

otimizando a funcionalidade e a vida útil dos componentes da edificação, promovendo maior satisfação do usuário e minimizando do tempo de inatividade (DESBALO *et al.*, 2024; HANDAYANIPUTRI *et al.*, 2019). Assim a estratégia de manutenção preventiva se destaca por ser uma maneira de preservação mais eficiente, em relação às práticas tradicionais de correção, podendo gerar economias superiores a 50% nos custos globais de manutenção, reduzindo a deterioração da edificação quando a raiz do problema é solucionada. Para Bazán *et al.*, (2021) quando se trata de operações de manutenção em patrimônio público, as funções administrativas se misturam com outras funções realizadas por empresas terceirizadas tornando mais complexo a estratégia de manutenção.

Ao analisar o custo total de uma edificação, normalmente o foco é maior nos custos da construção, no entanto, as partes interessadas do projeto e gestão de uma edificação também devem considerar os custos subsequentes de operação e manutenção ao longo do seu ciclo de vida, uma vez que esses excedem os investimentos previstos inicialmente (DESBALO *et al.*, 2024). Para uma gestão eficiente, é necessário ter conhecimento sobre o ativo gerido, quanto maior e mais complexo for um ativo, maior é o detalhamento e volume de informações que esse possui, sendo essencial conhecer os espaços a serem atendidos e os serviços a serem realizados. As decisões dos gerentes de ativos também estão se tornando mais complexas devido às necessidades de atender novas regulamentações sobre sustentabilidade, desempenho, segurança e conforto. A compreensão desses possui real valor, pois a prestação de um serviço é também uma entrega de informações, logo, é imprescindível a compreensão da condição do ativo, embora nem sempre seja simples de obter (MORENO; OLBINA; ISSA, 2019).

Tipicamente, os gestores de ativos tomam decisões sobre manutenções baseados em informações limitadas sobre o estado atual desses (MARMO *et al.*, 2019). O procedimento tradicional para o gerenciamento de instalações lida com grandes volumes de informações, em vários formatos como planilhas, textos, bancos de dados e manuais em papel de forma desorganizada, não estruturada e difíceis de gerenciar, tornando o trabalho diário de FM desafiador (ZHAO *et al.*, 2021). O BIM tem sido amplamente citado como uma ferramenta chave para o desenvolvimento de processos de gestão de informações, tendo a capacidade de desempenhar um canal mútuo de partilha de informações entre operadores ao longo das várias etapas do ciclo de vida de uma edificação (HEATON; PARLIKAD; SCHOOLING, 2019; MARMO *et al.*, 2019)

2.1 BIM-FM

O conceito de Modelagem da Informação da Construção (BIM) foi introduzido por Eastman em 1974, sendo apresentado como um sistema descritivo de uma edificação. Embora a ideia de BIM tenha sido mencionada pela primeira vez em 1992, ganhou ampla aceitação em 2002, após ser adotada pela Autodesk (EASTMAN *et al.*, 2011; SCHÖNFELDER *et al.*, 2023). Nas últimas décadas, tem-se testemunhado uma notável mudança nos padrões de concepção, execução e manutenção de projetos de arquitetura, engenharia e construção (AEC) (GARCÍA-GRANJA *et al.*, 2022). Houve uma evolução da representação gráfica bidimensional com o uso de projetos assistidos por computador (CAD) para a Modelagem de Informação da Construção (BIM), tanto no processo de concepção e construção de novas edificações quanto na gestão de instalações de edificações existentes (MORENO; OLBINA; ISSA, 2019).

O BIM vai muito além de uma modelagem tridimensional, é uma metodologia colaborativa capaz de criar um ambiente que incorpora todas as disciplinas envolvidas em um projeto de construção com uma significativa quantidade de informações atribuídas ou aplicáveis às diferentes fases de uma edificação: projeto, construção, operação e manutenção (PAVÓN; ARCOS ALVAREZ; ALBERTI, 2020). A ISO 29481-1:2016 define o *Building Information Modeling* (BIM) como uma metodologia que conecta os processos realizados durante a construção de uma edificação com suas informações correspondentes, funcionando como uma representação digital das funcionalidades e características de cada elemento construído ao longo do ciclo de vida das edificações.

De acordo com Leygonie; Motamedi; Iordanova, (2022), o BIM pode ser interpretado como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação, é um banco de dados integrado de informações coordenadas, consistentes e computáveis. Assim, em qualquer fase do projeto, um amplo conjunto de informações estará disponível, devido à inclusão de todas as disciplinas envolvidas, tornando o BIM uma forma de representar a realidade da infraestrutura, sendo o modelo BIM um repositório central de informações (MOTAMEDI; HAMMAD; ASEN, 2014). Um modelo BIM de uma edificação é uma representação digital paramétrica das suas informações físicas e funcionais, permitindo uma infinidade de aplicações ao longo do seu ciclo de vida (GARCÍA-GRANJA *et al.*, 2022). A metodologia é comumente dividida em dimensões que abrangem diferentes aspectos de um projeto. Muitas pesquisas têm se concentrado nas dimensões de modelagem, gestão de tempo e custo para projetos de novas edificações, e essas aplicações já fazem parte da rotina da

construção civil. No entanto, o BIM também pode gerar grandes benefícios durante a fase de pós-construção, e atualmente, as pesquisas têm sido voltadas para as áreas de sustentabilidade e operação e manutenção (O&M) (GARCÍA-GRANJA *et al.*, 2022; PAVÓN; ARCOS ALVAREZ; ALBERTI, 2020).

Como uma metodologia para o gerenciamento do ciclo de vida de edificações o BIM tem o potencial de melhorar a colaboração entre projetistas, engenheiros, construtores e gerentes de instalações, resultando em maior eficiência, melhor troca de informações, redução de custos, maior consistência, clareza e precisão (LEYGONIE; MOTAMEDI; IORDANOVA, 2022). O direcionamento de estudos e pesquisadores é de que o uso dos dados de um modelo BIM auxilia na administração de edificações e operações. Segundo Eastman *et al.* (2011), as vantagens para proprietários e gestores são evidentes, como: a facilidade no gerenciamento de espaços; rápido preenchimento do banco de dados a partir do modelo, e economia de tempo, trabalho e dinheiro, por ser uma metodologia que gerencia os ativos de forma eficaz.

Para aprimorar a produtividade e a gestão da informação, muitas organizações governamentais e públicas estão adotando o BIM em seus novos projetos (HANDAYANIPUTRI *et al.*, 2019). Apesar dos proprietários demonstrarem interesse em modelos BIM abrangentes e funcionais, ao término do projeto de construção, ainda enfrentam dificuldades em definir os resultados desejados ou determinar as informações necessárias, uma vez que, embora os proprietários e operadores estejam familiarizados com as informações requeridas para suas plataformas de operação e manutenção, seu conhecimento sobre modelos de dados BIM ainda é limitado. Isso dificulta a identificação de requisitos relacionados à consistência e integridade dos modelos. Como resultado, os modelos entregues frequentemente carecem de informações essenciais para a operação e manutenção das instalações, contendo detalhes de projeto e construção desnecessários, como alternativas de projeto e sequências de construção, tornando-se pouco práticos para uso efetivo em FM (HEATON; PARLIKAD; SCHOOLING, 2019; LEYGONIE; MOTAMEDI; IORDANOVA, 2022).

As atividades de FM dependem da precisão e acessibilidade dos dados, portanto, é crucial gerenciar e analisar informações de forma estruturada para facilitar a tomada de decisões. A falta de informações completas pode resultar em custos excessivos, ineficiência nas operações de construção e resolução inadequada de solicitações dos clientes. Por outro lado, excesso de informações pode sobrecarregar os operadores das instalações, tornando desafiador filtrar os dados essenciais necessários para suas tarefas, saturando a base de dados da operação e

prejudicando a eficiência da gestão das instalações (MUNIR *et al.*, 2020). Além disso, informações desorganizadas em formatos não padronizados podem tornar os dados inutilizáveis. Definir e formalizar as informações necessárias de FM antes do início do projeto de um ativo é fundamental para a gestão eficaz dessa vasta quantidade de informações, sendo essencial para o sucesso das operações das instalações (LU *et al.*, 2018).

Apesar da capacidade de registrar e organizar dados, um modelo BIM isoladamente não é a ferramenta suficiente para gestão de *facilities*, sendo necessária, na maioria das situações, a integração com softwares CMMS (Sistema Informatizado de Gestão de Manutenção) especializados para essa finalidade. Sua função é criar e manter uma base de dados atualizada com informações para que as equipes de operação e manutenção de uma edificação possam realizar seu trabalho de maneira eficaz e eficiente, tomando decisões baseadas em informações (CONDOTTA; SCANAGATTA, 2023). Os dados necessários para alimentar esses sistemas provêm de diversas fontes e são coletados e inseridos de forma não estruturada nesses sistemas, sendo manipulados numerosas vezes durante o ciclo de vida da edificação, estando propensos a erros. Dessa forma, o modelo BIM facilita o gerenciamento de informações relativas aos componentes e sistemas de uma edificação, funcionando como repositório atualizado de dados (MATARNEH *et al.*, 2020).

É uma realidade a dificuldade de inserir novas tecnologias no cotidiano da construção, a resistência ao uso de novas metodologias e ao apego às práticas habituais. No que tange a importância do uso de informações para emprego nas áreas de O&M, projetistas e construtores raramente sabem quais informações são necessárias, destacando a necessidade de aprendizado em relação à metodologia BIM como um todo, e não apenas como um aprendizado de softwares. Para a maioria dos profissionais de engenharia, arquitetura e construção (AEC), a metodologia BIM precisa ser mais bem explorada, principalmente nas áreas de pós-construção (MUNIR *et al.*, 2020).

2.2 MODELO “AS IS” (COMO ESTÁ)

Para a aplicação da metodologia BIM-FM é essencial possuir um modelo da edificação que represente seu estado atual. Schönfelder (2023) conceitua o nível de representação de um modelo, que pode ser classificado como *as-design*, *as-built* e *as-is*. O modelo *as-design* (como projetado) contém todas as informações necessárias para iniciar a construção da edificação.

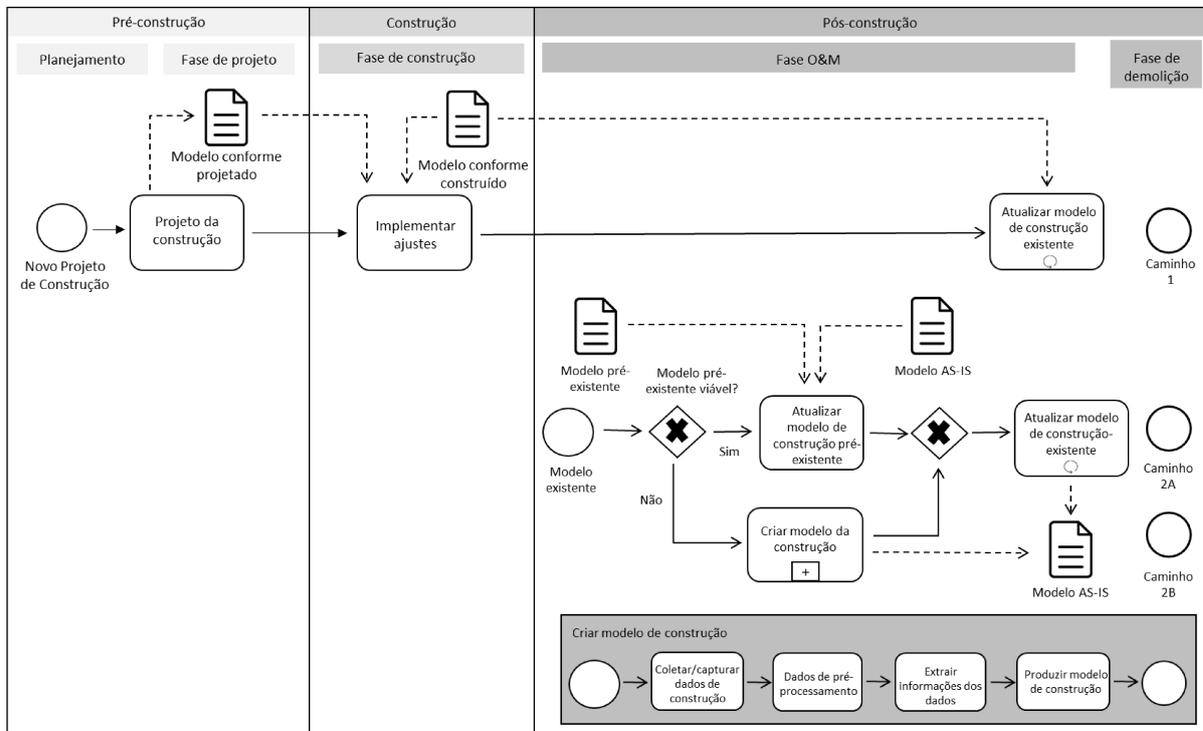
Quando o modelo *as-design* é atualizado com as informações coletadas durante a fase de construção, ele se torna o modelo *as-built* (como construído). Após a conclusão da construção e a transição do modelo *as-built* para a fase de operação e manutenção ele se transforma no modelo *as-is* (como está). Esse modelo é uma versão atualizada do modelo *as-built*, incrementada sempre que ocorrem modificações na edificação em operação ou uso. Esse representa a versão mais atual da estrutura e acompanha a edificação até sua demolição.

O modelo *as-is* é especialmente adequado para operação e manutenção (BORTOLUZZI *et al.*, 2019). Em situações em que não exista alguma modelagem da edificação, ou, que a existente esteja desatualizada, a documentação da edificação deve ser consultada com o objetivo de coletar as informações necessárias para criar ou atualizar o modelo. Nesses casos a modelagem *as-is* de uma edificação pode partir da análise de dados arquivados disponíveis em documentos da fase de projeto, construção e operação e manutenção. Os dados arquivados incluem desenhos de engenharia, como plantas baixas, desenhos de construção e mapas do local, análises estruturais entre outros. Outra forma é o levantamento da condição atual da edificação com conferências *in loco*, e a busca por esses dados apresenta alguns desafios como a limitação a componentes visíveis e a possibilidade de dano ao componente inspecionado (BORTOLUZZI *et al.*, 2019; BOSCH; VOLKER; KOUTAMANIS, 2015; KASSEM *et al.*, 2015). Um modelo que represente o estado atual de uma edificação com a maior fidelidade possível é frequentemente um processo desafiador (PAVÓN; ARCOS ALVAREZ; ALBERTI, 2020). As ferramentas de medição tradicionais utilizadas para adquirir dados atuais incluem medidores de distância a laser, câmeras digitais e fitas métricas. O levantamento de campo manual envolvendo a medição e documentação das dimensões de todos os componentes da edificação é um trabalho árduo, demorado e sujeito a erros (JUNG *et al.*, 2014). Em resposta à demanda por métodos mais eficientes e confiáveis para a criação de modelos BIM *as-is*, novas tecnologias têm substituído as técnicas convencionais de levantamento de campo, como o processo *Scan-to-BIM* por digitalização a laser e a fotogrametria.

Os dois tipos de levantamento combinados levam a melhor análise para modelagem de uma edificação existente, onde diferentes tipos de dados disponíveis fornecem diferentes informações sobre a edificação e podem ser extraídas e utilizadas para a modelagem. Os dados *in loco* contêm principalmente informações geométricas, enquanto os dados arquivados, comumente encontrados desatualizados e incompletos, podem oferecer informações semânticas adicionais, principalmente sobre componentes não visíveis. Em seu estudo sobre os tipos de

modelagem, Schönfelder (2023) apresenta o processo de obtenção de um modelo *as-is*, que pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma para obtenção de um modelo *as-is* de uma edificação



Fonte: (SCHÖNFELDER *et al.*, 2023) - adaptado

Dentre as possibilidades dessas novas tecnologias, a fotogrametria tem-se destacado por oferecer solução portátil de baixo custo com menor exigência de habilidade dos usuários, em comparação a outros métodos de escaneamento. É um método realizado a partir de um levantamento fotográfico, feito com qualquer equipamento que capture imagens, no qual exista a identificação de pontos de referência comuns em duas ou mais fotografias, adicionado ao cálculo das posições, orientações e distorções da câmera, e reconstrução de informações tridimensionais. O resultado desse processo, após o processamento das capturas, é uma nuvem de pontos gerada a partir da construção de uma malha 3D formada pelos registros fotográficos, que pode ser exportada para ambientes de modelagem BIM e utilizada como referência para modelagem manual ou para gerar automaticamente malhas e outras geometrias de modelos. As informações espaciais capturadas são precisas em milímetros e refletem alto nível de detalhe devido à alta resolução de pontos (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012).

Apesar de poder ser realizado por qualquer equipamento de registro fotográfico, para RIZO-MAESTRE *et al.* (2020), a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANTs) para

fotogrametria tem sido impulsionada por três características: melhoria dos equipamentos que atualmente possuem mais estabilidade, maior qualidade de captura e facilidade de configuração de planos de voo; resultados de processamento com maior qualidade proveniente das melhorias dos equipamentos; e valor mais acessível para aquisição. Jofré-Briceño et al., (2021) acrescenta a possibilidade de registro de áreas de difícil acesso. Porém, para um processamento de boa qualidade é importante garantir bons registros fotográficos e atentar-se às condições ambientais do local. Deve-se garantir iluminação adequada do objeto a ser fotografado, evitando sombras, reflexos, superexposição e outras condições que possam atrapalhar os registros, sendo importante a garantia de sobreposição de pelo menos 50% entre as imagens para assegurar a criação de pares estéreos, formados pela sequenciação de registros fotográficos com pequenos deslocamentos, e desviar de obstáculos como vegetação, veículos, móveis e pessoas (JUNG *et al.*, 2014). Contudo, muitos dos desafios ambientais enfrentados pelos levantamentos fotogramétricos podem ser reduzidos ou eliminados através de um planejamento adequado de voo, priorizando registros durante um curto período para minimizar a variação ambiental, adicionar marcadores visuais, alterar a angulação de captura e planejar diferentes formas de voo e captura (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012).

2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Com o intuito de investigar as áreas de conhecimento acerca do BIM O&M e suas aplicações, este estudo propõe a realização de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Os conhecimentos a partir de uma determinada temática ocorre por meio das pesquisas feitas pela comunidade científica possibilitando acesso a informações variadas por diferentes perspectivas e metodologias. Assim, esse tipo de estudo possibilita uma visão geral do escopo da área estudada e permite descobrir lacunas e contribuições de pesquisas recentes (PETERSEN; VAKKALANKA; KUZNIARZ, 2015). A revisão foi construída a partir da de Falbo (2018), onde, por meio de busca em bancos de dados científicos fez-se a captura de artigos científicos resultantes da pesquisa de palavras chaves junto a filtros de seleção. Sequencialmente foram retiradas as pesquisas em duplicidade e aquelas que não pertenciam ao tema proposto. Após os artigos selecionados foram lidos e analisados e a metodologia é elucidada nos tópicos seguintes.

2.3.1 Definição das palavras chaves de busca

As palavras chaves escolhidas para este estudo são apresentadas no Quadro 1. O termo BIM é essencial para busca pois é o principal elemento de estudo desta pesquisa, e trabalhos que não tratam do uso de BIM não foram considerados relevantes. Foram escolhidos os termos operação e manutenção (O&M) e gerenciamento de instalações (FM). O termo 7D não foi usado para direcionar as buscas em estudos sobre manutenção, uma vez que o termo é muito citado em artigos sobre assuntos gerais do BIM, além de haver divergências sobre qual seria cada dimensão. Edificações públicas são caracterizadas, em geral, pelas grandes áreas construídas e presença de público, e devido a complexidades dessas, foram escolhidas como tema da pesquisa.

Quadro 1 - Palavras-chaves

Palavras-chaves em português	Palavras chaves em inglês
BIM	BIM
Operação e Manutenção Manutenção de edificações	Operations & Maintenance Building maintenance
Gerenciamento de Instalações	Facilities Management
Edifícios Públicos	Public Buildings

Fonte: Autor (2024)

2.3.2 Bases de dados

Bases de dados são plataformas que abrigam as publicações científicas, e, ao inserir as palavras chaves nos campos de buscas retornam com artigos e textos científicos relacionados ao tema. Foram utilizadas as bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Science Direct*, pela notoriedade, qualidade e quantidade de publicações nelas hospedadas.

O acesso as plataformas ocorreram por intermédio do portal Periódicos CAPES, que direciona para essas e, pelo qual, é concedida, através da matrícula universitária, o acesso para uso das plataformas. As pesquisas foram realizadas diretamente nas plataformas mencionadas visando seguridade da fonte de busca, uma vez que a busca geral disponível no portal CAPES busca estudos em diversas plataformas sem opção de filtro de base de dados.

2.3.3 *Strings de busca*

Strings de busca são associações realizadas com as palavras chaves a fim de direcionar as buscas para encontrar publicações que abordem os temas do estudo. A associação foi realizada através de operadores Booleanos que determinaram a relação das palavras. O operador AND foi utilizado para os termos que devem aparecer, sem exceção, ao decorrer de um mesmo texto, ou seja, os termos fundamentais da pesquisa. Já o operador OR foi utilizado para agregar os termos sinônimos possibilitando a busca de um número maior de estudos. Os conjuntos de palavras e *strings* de busca estão dispostos no Quadro 2.

Quadro 2 - Strings de busca

String em português	String em inglês
BIM AND Operação e Manutenção OR Manutenção de Edificações	BIM AND Operations & Maintenance
BIM AND Edifícios Públicos AND Operação e Manutenção OR Manutenção de Edificações	BIM AND Public Buildings AND Operations & Maintenance
BIM AND Edifícios Públicos AND Gerenciamento de Instalações	BIM AND Public Buildings AND Facilities Management

Fonte: Autor (2024)

2.3.4 *Filtros da pesquisa*

Para cada pesquisa realizada, em de cada base de dados, foram aplicados filtros de refinamento de busca:

- **Ano de publicação:** foi limitado o período de 10 anos (2012 – 2022) visando selecionar as discussões acadêmicas mais recentes e evitando o uso de entendimentos que possam ter sido substituídos;
- **Área:** foram filtradas pesquisas da área de engenharia, arquitetura e construção, uma vez que esse estudo faz parte exclusivamente dessa área;
- **Tipo de documento:** foram selecionados somente artigos acadêmicos, deixando de fora teses, artigos de revisão da literatura e outros tipos de documentos da base de dados;
- **Linguagem:** foi aplicado o filtro para as línguas inglesa e portuguesa, respectivamente a língua com maior número de publicações e a língua vernácula dos autores.

2.3.5 Seleção dos artigos

A partir da pesquisa das palavras chaves nas bases de dados e da aplicação dos filtros foram encontrados 613 artigos. Na sequência, uma vez que a busca foi realizada em mais de uma base, houve a identificação e eliminação dos arquivos em duplicidade, restando 426 artigos. Após a leitura dos títulos removeu-se os artigos que não abordavam o tema da pesquisa, resultando em 129 artigos. Desses, após a leitura dos resumos, ficaram 96 estudos, seguidamente da leitura completa para seleção de estudos somente dentro da temática, finalizando em 62 artigos.

2.3.6 Discussões

A partir da leitura dos artigos foram levantados temas recorrentes entre as discussões abordadas. Nos próximos itens são apresentadas as sínteses mais relevantes para compreensão das temáticas abordadas e os direcionamentos de pesquisas mais encontrados, como, método de pesquisa, assuntos predominantes em cada artigo, desafios encontrados para implementação do BIM-FM, locais de publicação, e os tipos de edificações estudados.

Local dos Estudos

Os locais de estudos refletem o investimento e evolução dos países em relação a tecnologias voltadas para a construção civil, em especial o BIM para O&M. Destaca-se que, apesar do incentivo do governo brasileiro com a Estratégia BIM BR, de 2018, somente um artigo foi encontrado no país, sendo um estudo de caso na Universidade de São Paulo. Desse modo, percebe-se a falta de incentivo em implementação e pesquisas da área. Em muitos estudos do Reino Unido é citado o incentivo governamental *Digital Built Britain*, e a partir disso, pressupõe-se que o incentivo tem relação com a quantidade de trabalhos desenvolvidas, por ser esse o local com maior número de pesquisas. Percebe-se a importância de estímulos por parte dos órgãos nacionais para pesquisas e implantação da metodologia, a fim de entender a realidade do país em relação ao tema, especialmente no Brasil. Também em destaque, Estados Unidos e Canadá com estudos de casos e artigos teóricos. Foram encontradas citações do local de implantação dos estudos em 48 artigos relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 - Local dos estudos

Países	Quantidade
Reino Unido	10
USA	7
Canadá	5
Itália	4
China	3
Espanha	3
Irã	3
Coreia do Sul	2
Taiwan	2
África do Sul	1
Antártica	1
Brasil	1
Holanda	1
Indonésia	1
Malásia	1
Portugal	1

Fonte: Autor (2024)

Tipo das Edificações

Os 28 estudos de casos encontrados indicaram o tipo de edificação estudada. Apesar da busca direcionada a edificações públicas aparecem outros tipos de edificações nas pesquisas, sempre de uso coletivo. No Quadro 4 é apresentada a quantidade de cada tipo de edificação objeto de pesquisa. As edificações mais estudadas foram as universitárias, o que se conjectura em razão de serem os locais de trabalho e estudo dos autores, e conseqüentemente de acesso facilitado, além de ser um ambiente que está atualizado em relação a inovações da área de estudo e onde ocorrem maiores incentivos a pesquisas, por meio da comunidade acadêmica. Desse modo, entende-se que o local principal para estímulo a implantação e estudo do BIM-FM e O&M, é onde se encontra-se maiores recursos para pesquisa.

Quadro 4 - Tipos das edificações citadas nos artigos

Tipo da edificação	Quantidade
Universitária	14
Hospitalar	5
Edificações Históricas	4
Edificações Governamentais	2
Empresarial	2
Aeroporto	1
Escolar	1
Fabril	1
Residencial Multifamiliar	1

Fonte: Autor (2024)

Métodos de Pesquisa

Há diferentes métodos para abordagem de uma pesquisa, e nesta RSL foram predominantes quatro métodos relacionados no Quadro 5 com a frequência em porcentagem e respectivos autores. A metodologia mais utilizada foi a de estudo de caso, relatando a implantação do BIM em algumas edificações, possibilitando melhor compreensão dos desafios e pontos a serem melhorados para a operação. Outra metodologia muito utilizada foi a de pesquisas teóricas em relação ao gerenciamento de dados e interação com os profissionais ativos de O&M. Percebe-se maior interesse em pesquisas relacionadas a implementação do BIM-FM, com foco na trabalhabilidade dos dados, sendo um dos pontos mais desafiadores.

Quadro 5 - Métodos de Pesquisa

%	Método de pesquisa	Autores
45%	Estudos de caso – Edificações como objeto de pesquisa	Alvanchi (2020); Bazán (2021); Bhonde (2022); Brumana (2018); Burak Cavka (2018); Chen (2019); Condotta (2023); Fialho (2022); García-Granja (2022); Gurevich (2017); Halmetoja (2022); Handayani Putri (2019); Hu (2018); Hull (2020); Jung (2014); Kensek (2015); Klein (2012); Kula (2021); Ma (2020); Marmo (2020); Moreno (2022); Motamedi (2014); Pavón (2020); Tsay (2022); Villa (2021); Yang (2021); Yusoff (2021); Zhao (2022)
23%	Estudos teóricos	Abdirad (2020); Asare (2021); Badenko (2021); Bosch; (2015); Cavka (2017); Eadie (2013); Guillen (2016); Leygonie (2022); Lin (2016); Ma (2020); Motawa (2015); Rafsanjani (2021); Re Cecconi (2017); Wang (2021)
19%	Análises de dados FM	Carreira (2018); El Ammari (2019); Falorca (2019); Harode (2022); Heaton (2019); Kang (2018); Patacas (2020); Pishdad-Bozorgi (2018); Rad (2021); Rogage (2020); Um (2023); Yoon (2019)
13%	Entrevistas com profissionais da engenharia, arquitetura e construção	Akinradewo (2021); Eskandari (2021); Giel (2016); Halmetoja (2019); Khalek (2019); Matarnah (2020); Patacas (2015); Wijekoon (2020)

Fonte: Autor (2024)

Temática Predominante

A operação e manutenção de edificações já é uma atividade consolidada e a incorporação das modelagens BIM tem alto poder de agregação a essas. Os benefícios conseguidos através dessa integração ainda encontram desafios a serem superados. Tsay (2022) enfatiza que o uso do BIM em O&M não depende somente de tecnologias, já presentes no dia a dia da construção civil, mas fundamentalmente de processos e organizações do trabalho. Assim, há autores que propõe metodologias para o fluxo de trabalho, e, também, incorporação de outras metodologias, como a gestão do conhecimento (*Knowledge Management*) para que o

BIM O&M funcione efetivamente. No Quadro 6 são compilados os temas abordados nos 62 artigos, evidenciando a quantidade para cada temática, onde houveram casos de artigos que abordaram mais de um tema.

Quadro 6 - Temáticas predominantes

Quant.	Temática	Autores
17	Metodologias para Implantação do BIM-FM	Heaton (2019); Pavón (2020); Patacas (2020); Matarneh (2020); Lin (2016); Wang (2021); Kensek (2015); Motawa (2015); Cavka (2017); Akinradewo (2021); Giel (2016); Abdirad (2020); Yoon (2019); Halmetoja (2022); Eskandari (2021); Patacas (2016); Re Cecconi (2017)
11	Benefícios e Desafios BIM-OM	Zhao (2022); Tsay (2022); Bosch (2015); Eadie (2013); Asare (2021); Gurevich (2017); Rafsanjani (2021); Kula (2021); Badenko (2021); Halmetoja (2019); Alvanchi (2020)
9	Interoperabilidade e Integração BIM-CMMS	Rogage (2020); Heaton (2019); Leygonie (2022); Condotta (2023); Marmo (2020); Guillen (2016); Pishdad-Bozorgi (2018); Wijekoon (2020); Burak Cavka (2018)
8	Sistemas e Programação para Manutenção	Hu (2018); Rad (2021); Patacas (2020); Chen (2019); Ma (2020); Ma (2020); Yoon (2019); Falorca (2019)
7	Operação e Manutenção	Pavón (2020); Handayaniputri (2019); Yang (2021); García-Granja (2022); Bazán (2021); Motamedi (2014)
6	Realidade Aumentada e Realidade Virtual	Pavón (2020); Handayaniputri (2019); Yang (2021); García-Granja (2022); Bazán (2021); Motamedi (2014)
4	Fotogrametria e Escaneamento	Pavón (2020); Jung (2014); Moreno (2022); Klein (2012)
4	Tecnologias Associadas ao BIM O&M	Fialho (2022); Kang (2018); Villa (2021); Harode (2022)
3	HBIM	Hull (2020); Yusoff (2021); Brumana (2018)

Fonte: Autor (2024)

Foram encontrados estudos sobre Operação e Manutenção em (YANG et al., 2021), (GARCÍA-GRANJA et al., 2022) e alguns voltados para edificações específicas com o conceito HBIM que trata de O&M em edificações históricas (BAZÁN et al., 2021), (HULL; EWART, 2020), (YUSOFF; BRAHIM, 2021). O emprego de tecnologias se faz presente com o uso da Realidade Aumentada e Realidade Virtual (BHONDE; ZADEH; STAUB-FRENCH, 2022), (KHALEK; CHALHOUB; AYER, 2019) como ferramenta de auxílio de visualização do projeto e da Fotogrametria e Escaneamento a laser para modelagem de edificações existentes (JUNG et al., 2014), (MORENO et al., 2022), (KLEIN; LI; BECERIK-GERBER, 2012). Ainda, há estudos que apresentam a Operação e Manutenção em tempo real com a presença de sensores de registro e monitoramento (HARODE; ENSAFI; THABET, 2022b; KANG; LIN; ZHANG, 2018b; VILLA et al., 2021).

Muitos estudos de caso foram encontrados, porém, a temática em maior número foi sobre a implantação do BIM O&M em diferentes meios: edificações históricas, edificações públicas, empresas etc. a fim de entender quais são as maiores problemáticas que impedem a difusão da metodologia. A falta de informações, de padronizações e a incompatibilidade entre softwares foi um tema apresentado em relevância e em face disso encontrou-se artigos sobre criação de programações e metodologias na tentativa de resolver esses desafios. Poucas pesquisas sobre a operação e manutenção na prática, o que explica o obstáculo a ser superado na falta de exemplos práticos para estudos de validação do sistema; causando falta de confiança e investimento do mercado de trabalho em relação ao BIM O&M. Ainda, há falta de publicações para o período pós-implantação do BIM O&M.

Os artigos citam os desafios a serem superados para a obtenção do BIM O&M desejável, sendo os principais:

- **Interação entre profissionais** – Os projetos em BIM ainda se encontram bastante voltados para área de design e construção, e a equipe de manutenção só é definida após a conclusão da obra. Khalek (2022) ressalta a importância de interação dos profissionais de O&M com os projetistas para que encontrem um entendimento das informações necessárias em um modelo BIM para construção de um banco de dados consistente para gestão de O&M.
- **Falta de exemplos de sucesso** – A área de pesquisa em BIM O&M é recente e ainda há muitos campos de abordagem. O entendimento do potencial do BIM para operação e manutenção vem da sua capacidade de registros de informações mesmo ainda não encontrando número significativo de estudos com metodologia prática. Poucos exemplos de BIM O&M já aplicado faz com que os proprietários e gestores de edificações não visualizem consigam ver a necessidade e a potencialidade do BIM para O&M (GUREVICH; SACKS; SHRESTHA, 2017).
- **Interoperabilidade** – A gestão da operação e manutenção é realizada através de sistemas de gerenciamento de manutenção computadorizados CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) onde há a necessidade de integrar as informações BIM a essas plataformas. Nesse processo, ocorrem muitas falhas e perdas de informações, assim, foram encontrados artigos dedicados a solucionar esses desafios de interoperabilidade. Heaton (2019) propõe o uso de *softwares* intermediários para organização das informações. Hu (2018) e Chen (2019) criaram programações para que a interoperabilidade ocorra de forma mais automatizada.

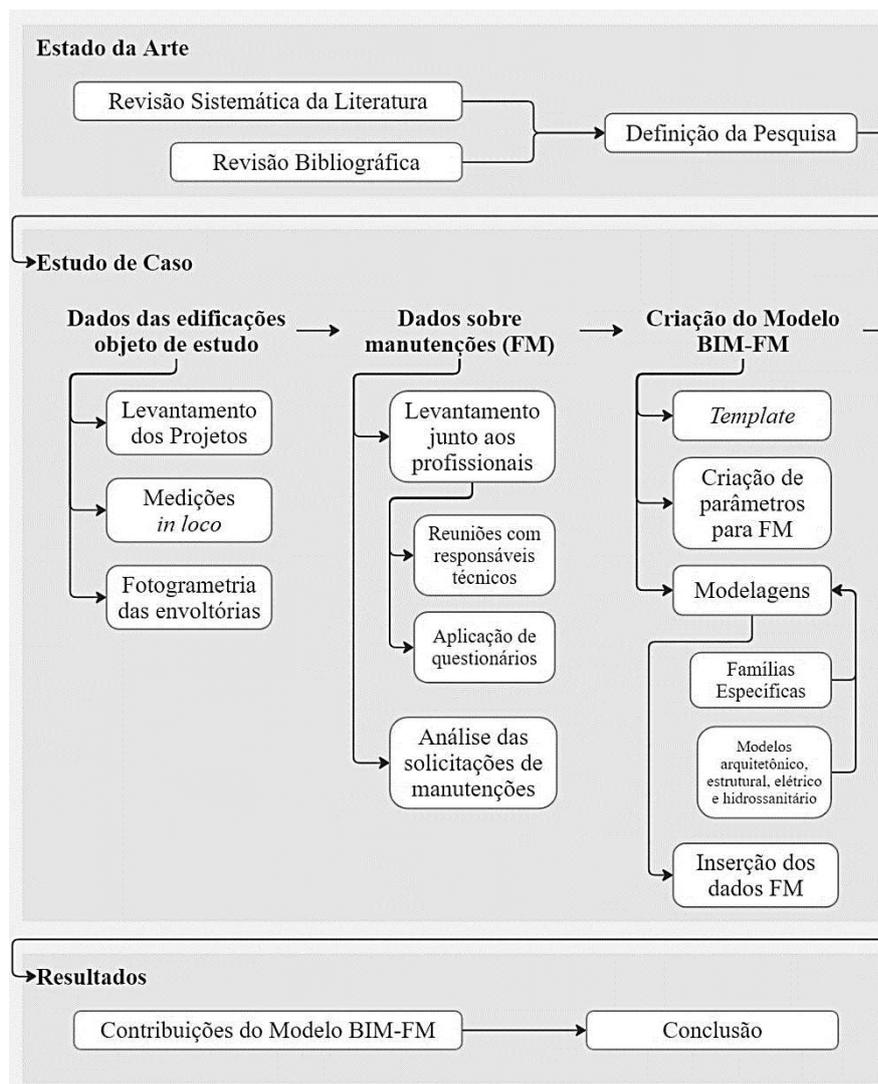
- **Gestão da Informação** – Leygonie (2022) cita a importância da quantidade de informações exata para gestão dos ativos de manutenção. Dificilmente um modelo BIM, após modelagem, estará válido para a transferência de dados.

Os estudos a respeito do BIM-FM ainda possuem muitos campos que necessitam de aprofundamento. A partir dessa Revisão da Literatura foi possível perceber que muitos autores relatam as lacunas para a implantação plena de um sistema de operação e manutenção auxiliado por um modelo BIM. Além de demonstrar quais regiões possuem estudos mais desenvolvidos, como o Reino Unido e as edificações universitárias, a fim de auxiliar em futuras pesquisas e incentivar a continuação dos estudos em relação ao tema. Foram encontrados estudos voltados para gerenciamento de dados e um dos maiores problemas de pesquisa está na transferência de dados entre o modelo BIM e sistemas para O&M, ocorrendo perdas, verificando-se baixa interoperabilidade. Ademais, foi compreendido que existem estudos voltados para a implementação da metodologia BIM-FM, o que resulta em um cenário positivo, visto que retrata a evolução do tema em meio ao cenário acadêmico. Por outro lado, foi constatada a falta de pesquisas voltada para o uso em si do BIM-FM, após a período de implantação. Desse modo, as inferências apontam para necessidade de trabalhos futuros em relação a pesquisas voltadas para a implantação prática da metodologia BIM-FM, maior desenvolvimento das plataformas que integram o BIM com sistemas CMMS, e, em específico a situação brasileira, maior incentivo do governo junto as universidades e órgãos públicos para o avanço do uso do BIM no processo de concepção e uso das edificações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa foi proposta a estruturação das informações relevantes para execução das atividades de FM em um modelo BIM. Para isso utilizou-se a metodologia de estudo de caso, para a qual buscou-se dados armazenados que continham informações sobre as edificações objeto de estudo, Bloco 1Y e seu anexo Bloco 5E do Campus Santa Mônica, na Universidade Federal de Uberlândia. Ainda, foi estudada a atual situação dos processos de manutenção das instalações da universidade por meio dos dados registrados nas ordens de serviços, assim como foram realizadas entrevistas não estruturadas junto aos profissionais envolvidos para posterior aplicação de um questionário. A metodologia deste estudo foi realizada conforme as etapas de trabalho presentes no fluxograma da Figura 2.

Figura 2 - Fluxo de trabalho



Fonte: Autor (2024)

3.1 DADOS DAS EDIFICAÇÕES OBJETO DE ESTUDO

Projetado em 1989, o Bloco 1Y possui dois pavimentos, sendo térreo e superior, composto por laboratórios, salas de professores, sala dos técnicos, auditório, secretaria e diretoria da Faculdade de Engenharia Civil. Sua fachada pode ser visualizada na Figura 3. O Bloco 5E foi projetado em 2001 e possui espaços para marcenaria e depósito de materiais, sendo um bloco anexo ao 1Y. Os blocos foram escolhidos devido a sua representatividade no campus universitário, com uma concepção arquitetônica muito utilizada. Ainda, aproveitou-se da facilidade de acesso por ser a dependência da faculdade que abriga a pós-graduação desta pesquisa. São blocos que possuem vários laboratórios, recebem alunos de diferentes cursos e, devido a idade da construção, apresentam demandas significativas de reparos. A partir dos estudos desses blocos buscou-se compreender a situação dos registros de informações sobre as edificações da universidade e, com isso, adquirir bases para o início da modelagem. Iniciou-se com o levantamento de todas as informações registradas sobre as edificações estudadas; na sequência, foram realizadas medições e aferições *in loco*.

Figura 3 - Fachada do Bloco 1Y



Fonte: Autor (2024)

3.1.1 Levantamento dos projetos da edificação

Foi requerida à Prefeitura Universitária (PREFE) a disponibilização dos projetos existentes dos Blocos 1Y e 5E. Foram enviadas digitalizações do projeto original em formato PDF e projetos em DWG de reformas que ocorreram ao longo dos anos, assim como alguns

encontram as salas dos professores e administração da Unidade Acadêmica. Foram realizados registros fotográficos para auxiliar a modelagem, principalmente dos elementos visíveis das disciplinas complementares: hidráulico, elétrico e estrutural.

3.1.3 Fotogrametria da envoltória do bloco

Nos resultados da revisão bibliográfica realizada neste estudo, verificou-se que o processo de escaneamento da envoltória dos blocos poderia auxiliar na modelagem desses, por serem áreas de difícil acesso. O resultado do escaneamento é uma nuvem de pontos da edificação que funciona como uma casca de referência dos elementos externos das edificações no processo da modelagem BIM. Entre as alternativas existentes, tem-se o escaneamento a laser, realizado por equipamento específico, cujo resultado é diretamente a nuvem de pontos das áreas capturadas. No entanto, constatou-se que, devido ao alto valor aquisitivo do equipamento, seu uso não seria viável para esta pesquisa, que não possui financiamento.

Buscou-se então por equipamentos para realizar escaneamento pelo processo de fotogrametria, que são equipamentos de menor valor. A FECIV estava em processo de aquisição de um drone com câmera fotográfica acoplada, no entanto, devido ao tempo necessário para patrimoniar o equipamento e os treinamentos necessários para utilização desse, concluiu-se que não seria viável a utilização a tempo do término desta pesquisa. Durante a etapa de treinamento para uso do drone da FECIV foram passadas informações sobre plano de voo, registros das fotografias e processamento das imagens. O palestrante do curso, Arthur Lemos, discente do curso de Agronomia e partícipe do Grupo de Estudos em Agronomia e Precisão, com experiência no processo de fotogrametria, registro e processamento, e possuidor de um drone de uso pessoal do modelo DJI Mavic Mini 2, representado na Figura 5, se prontificou e disponibilizou seu equipamento para captura das fotos, auxiliando no processamento dos dados.

Figura 5- Drone DJI Mavic Mini 2



Fonte: Site da vendedora do equipamento ¹

¹ Disponível em: <https://www.dji.com/br/support/product/mini-2>. Acesso em: 20/05/2023

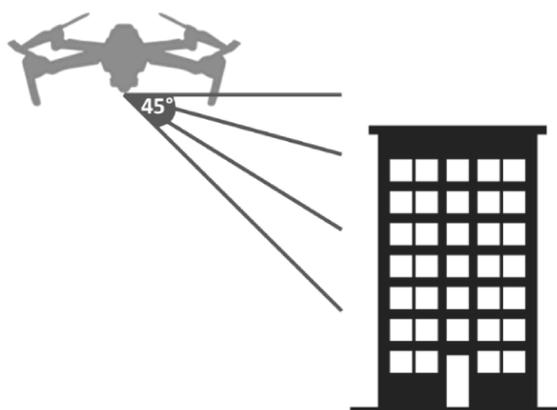
Com isto foi possível o processo de fotogrametria onde, configurou-se o plano de voo para registro das imagens, e realizado o processamento e criação da nuvem de pontos, etapas detalhadas na sequência:

Configuração do plano de voo

Foi criado um plano de voo sobre o perímetro das edificações utilizando-se a plataforma *online* “Drone Harmony”, que possui interface amigável e intuitiva, onde foram configuradas a área de captura, altura do voo, tipo de rota e ângulo de captura, explicados na sequência, e a plataforma retorna automaticamente um plano de voo.

- **Área de Captura:** a interface do Drone Harmony possui a visualização de satélite do Google Maps onde foi criado um polígono em torno da área de voo;
- **Altura do voo:** foi escolhido 45 m de altura para o voo, para evitar colisão do drone com obstáculos, altura que garantiu boa qualidade de captura em relação a tempo de voo e quantidades de imagens;
- **Rota do voo:** foi determinado o voo em modo orbital onde o drone voa em trajetos circulares sobre a área de interesse. O voo orbital associado a angulação da câmera permitiu boa captura de imagens das fachadas e uma sobreposição de fotos adequada.
- **Ângulo de captura:** é o ângulo que a câmera acoplada ao drone ficará durante o voo, e para esse processamento foi configurado em -45° que permitiu a captura das fachadas no momento que passou lateralmente ao bloco. Na Figura 6 é possível visualizar um esquema que demonstra o ângulo de captura.

Figura 6 - Ângulo da câmera de captura



Fonte: Autor (2024)

Figura 8 - Monitoramento do voo e registro das fotografias



Fonte: Autor (2024)

Processamento das fotografias e geração da nuvem de pontos

Para o processamento das imagens e criação da nuvem de pontos foi realizada uma pesquisa de softwares. Inicialmente foi testado o *software Recap* da *Autodesk*, por ter licença educacional gratuita e trabalhar com extensões de arquivos compatível com o *Revit*. Em testes de processamento neste foi criada uma superfície tridimensional de boa qualidade, porém, houve falhas no processamento, onde parte da área capturada não era processada, sendo este um erro recorrente. Alternativamente foi utilizada a plataforma *WEBODM* que faz o processamento em superfície tridimensional e em nuvem de pontos. A plataforma é online, porém, exige virtualização do computador onde serão processadas as fotos sendo é necessária a instalação de programas adicionais em um processo que gerou muitos erros e necessidade de reinstalação. No entanto, após funcionamento do *software* o processamento foi realizado e se obteve a nuvem de pontos. Na Figura 9 é possível visualizar a interface da plataforma *WEBODM* e a nuvem de pontos resultante.

Figura 9 - Interface da Plataforma WEBODM



Fonte: Autor (2024)

3.2 DADOS SOBRE MANUTENÇÕES

Foram conduzidas entrevistas informais com os profissionais FM atuantes na universidade para obter informações sobre as práticas de manutenção e adequação das edificações visando uma compreensão abrangente dos processos envolvidos. Adicionalmente, os registros das atividades de manutenção foram analisados com o intuito de identificar as lacunas nos processos de manutenções e reformas nos blocos universitários.

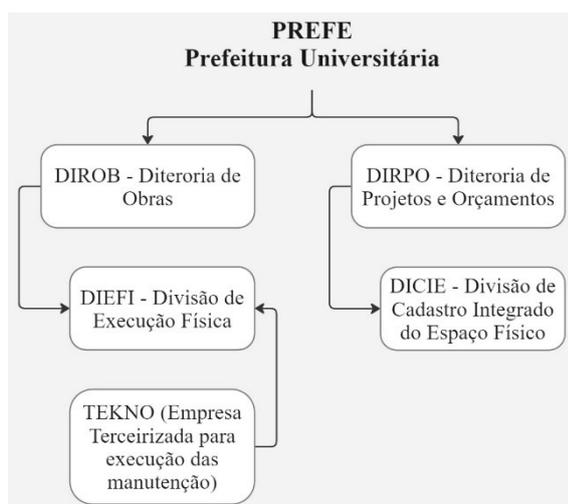
3.2.1 Busca por informações FM

A fim de aprimorar a compreensão sobre os procedimentos envolvidos nos processos de manutenção das edificações da universidade, foi conduzida uma investigação a partir da colaboração das equipes responsáveis atuantes na Prefeitura Universitária. Esse processo se baseou em uma pesquisa com os profissionais da equipe técnica de manutenção (empresa licitada), Diretoria de Obras e Diretoria de Projetos. Para Groat, (2013) a metodologia qualitativa de investigação permite exploração aprofundada e contextualizada de fenômenos, permitindo aos pesquisadores compreenderem as experiências, perspectivas e significados das informações relatadas pelos participantes.

Entrevistas com equipe técnica

O objetivo do contato foi a coleta de informações pertinentes para registro no modelo BIM contudo, observou-se a necessidade de conhecer os processos das atividades realizadas por esses profissionais, com isso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os representantes das diretorias em questão. Essa abordagem envolve a criação de um roteiro com tópicos principais e permitem flexibilidade para explorar questões adicionais, como a exploração de temas emergentes e compreensão das perspectivas dos participantes, sendo uma interação natural e rica, possibilitando que os participantes expressem opiniões e experiências de forma ampla (GROAT, 2013). As entrevistas foram realizadas com os representantes das diretorias e núcleos que atuam em FM na universidade e a Figura 10 representa o organograma desses órgãos.

Figura 10 - Organograma dos núcleos FM da universidade



Fonte: Autor (2024)

Aplicação de Questionário

Para a quantificação e validação das informações obtidas durante as entrevistas, foi desenvolvido um questionário com perguntas sobre registro de dados de manutenções, banco de dados das edificações e informações cruciais para a execução das atividades de FM, temas esses abordados durante as entrevistas. Para Groat, (2013), o questionário também é um método de entrevista, porém, estruturado com perguntas pré-determinadas e padronizadas, seguindo um roteiro fixo, realizando as mesmas perguntas para todos os participantes. Com esse método é possível coletar dados consistentes e comparáveis, permitindo a análise sistemática e a identificação de padrões. Foi escolhido para aplicação o método não-interativo para respostas

online para a Diretoria de Obras, Diretoria de Projetos e da empresa de manutenções Tekno, convidando os profissionais envolvidos a participarem da pesquisa.

O questionário foi elaborado em quatro seções: Registro das Solicitações de Manutenção e Intervenção, Disponibilidade de Banco de Dados, Dados para as Atividades de FM, e conhecimento da Metodologia BIM. Nas duas seções iniciais foram priorizadas perguntas abertas, possibilitando análise aprofundada das respostas dos participantes sobre os temas abordados. As questões elaboradas buscaram informações sobre os processos de chegada das demandas, registros e classificação, dados relevantes nas solicitações, acompanhamento e atualizações das atividades executadas, planejamento de tarefas, meios para levantamento de dados necessários, disponibilidade e avaliação de banco de dados.

A terceira seção foi elaborada a fim de compreender a relevância de cada dado relacionado aos componentes das edificações, e explorando uma forma eficiente para o registro dessas informações com base na experiência dos profissionais participantes. Para isso, foram desenvolvidos quadros de avaliação para cada componente da edificação, permitindo que os participantes atribuíssem notas de avaliação em uma escala de 1 a 5 por meio de um campo de múltipla escolha, sendo nota 1 pouca relevância e nota 5 extrema relevância. Os tipos de dados para cada componente construtivo foram criados a partir das informações coletadas nas entrevistas e em características fundamentais como tipo, material e características geométricas. Para exemplificar, as questões relacionadas às informações do componente esquadrias está ilustrado na Figura 11, enquanto o conjunto completo de perguntas pode ser visualizado no Apêndice A.

Figura 11 - Quadro para avaliação de dados relacionados aos componentes

Esquadrias	1	2	3	4	5
Material	<input type="radio"/>				
Cor	<input type="radio"/>				
Marca	<input type="radio"/>				
Tipo	<input type="radio"/>				
Dimensões	<input type="radio"/>				

3.2.2 Registro das atividades de manutenção

A gestão das atividades de manutenção nas instalações da universidade é realizada por meio da plataforma TeknoMax, fornecida pela empresa de serviços de manutenção Tekno. O sistema permite o cadastro de diferente locais (blocos universitários e departamentos), materiais e insumos, equipamentos e colaboradores, assim como o registro das demandas de manutenção. Na Figura 12 apresentasse a interface da plataforma TeknoMax.

Figura 12 - Interface da Plataforma TeknoMax

The screenshot displays the TeknoMax web interface. At the top, there is a navigation bar with the version 'TeknoMax Ver: 3.4.1' and several menu items: 'Cadastro', 'Operação', 'Plano de Manutenção (PMOC)', 'Estoque', 'OPR', 'Patrimônio', and 'Relatório'. On the right side of the navigation bar, there are buttons for 'Recarregar', 'DashBoard', and 'Saida'. A dropdown menu is open under 'Cadastro', listing options: 'Contrato', 'Funcionário', 'Colaborador', 'Equipamento/Ferramenta/Veiculo Empresa', 'Materiais', 'Local Físico' (with sub-items '1- Prédio', '2- Setor', '3- Local'), 'Sistema', 'SubSistema/Ativo', 'Composição Insumo/Serviço', 'Repactuação', 'Sindicato', and 'VideoAula'. The main content area shows the 'Funcionário' form, which includes fields for 'Nome', 'Email', 'Matricula', 'Telefone', 'ID Telefone', 'Endereço', 'Bairro', 'Cidade', 'Estado', 'UF', 'Cep', and 'PIS Nro'. A footer at the bottom left of the interface reads 'Usuário: RS Maciel - UFJ - Administrador Medio - Ver: 3.4.1'.

Fonte: Autor (2024)

Na plataforma são centralizados os registros e o acompanhamento das demandas de manutenção provenientes das ordens de serviço encaminhadas pela Prefeitura Universitária à Coordenação de Manutenções. As demandas são registradas incluindo informações como local da intervenção, sistemas e subsistema, prioridade, descrição e datas de entrada, visita ao local e reparo. Na Figura 13 é possível visualizar um exemplo de demanda registrada na plataforma TeknoMax.

Figura 13 - Interface da Plataforma TeknoMax

The screenshot displays the TeknoMax software interface. On the left, there is a table listing maintenance orders. The table has columns for ID, Date, Location, Institution, Value, Status, and Description. The right side of the interface shows a detailed view of a selected order, including fields for S.S., Client Code, Contract, Applicant Name, Service, Priority, and a description of the issue.

ID	Data	Local	Instituição	Valor	Status	Descrição
UFU-16482-2024	15/05/2024 15:44	Santa Mônica	Instituto de Química	0,00	Aberta	Civil Remoção
UFU-16487-2024	15/05/2024 15:28	Santa Mônica	IART	0,00	Aberta	Hidráulica Torneira
UFU-16486-2024	15/05/2024 15:21	Santa Mônica	IART	0,00	Aberta	Hidráulica Pias
UFU-16484-2024	15/05/2024 15:14	Santa Mônica	IARTE	0,00	Aberta	Hidráulica Pias
UFU-16482-2024	15/05/2024 15:07	Santa Mônica	FECIV	0,00	Aberta	Hidráulica Válvula de descarga
UFU-16481-2024	15/05/2024 15:00	Santa Mônica	Música	0,00	Aberta	Hidráulica Torneira
UFU-15/05/2024	Moradia	Bloco B		0,00	Aberta	Hidráulica Torneira

Detalhes do Serviço:

- S.S.: UFU-16482-2024
- Código Interno Cliente: 175362
- Contrato: Universidade Federal de Uberlândia - U
- Nome do Solicitante: Renata Vieira Teodoro - UFU
- Serviço: Corretiva
- Predio: Santa Mônica
- Sistema: Hidráulica
- SubSistema/Ativo: Válvula de descarga
- Sector: Bloco 1Y
- Data Abertura O.S.: 15/05/2024 15:07
- Prioridade: Emergencial
- Local: FECIV
- Status: Aberta
- Código Equipamento: 0
- Descrição: Favor verificar urgente o vazamento no banheiro feminino 1Y227B com a válvula vazando. Campus Santa Monica, Faculdade de Engenharia Civil
- Bdi/Serviço: 24,52
- Bdi/Material: 25,35

Fonte: Autor (2024)

A partir da análise das informações contidas na plataforma, foi possível obter visão abrangente do perfil das atividades de manutenção realizadas na universidade. Os dados foram extraídos da plataforma para uma planilha eletrônica com informações sobre data de entrada e fechamento das solicitações, identificação da ordem ser serviço, localização, classificação do sistema e descrição. Foram observados dois tipos de classificação presentes nas solicitações, a primeira relacionada a disciplina do dano relatado dividida em civil, hidráulica e elétrica, proveniente da ordem de serviço original, sendo essa informação selecionada pelo usuário no ato de registro da solicitação. A segunda classificação era mais específica da ordem de serviço, e está relacionada ao componente que precisa ser reparado (pisos, portas, torneira etc.) salvo algumas exceções.

Com um estudo mais aprofundado, conduzido especificamente para as instalações das edificações deste estudo de caso, Bloco 1Y e Bloco 5E, denominados FECIV na plataforma, ficou evidente que a classificação das demandas apresentava algumas inconsistências. Visando melhor análise de dados foi necessário realizar uma reclassificação das demandas com base na análise detalhada das descrições fornecidas nas ordens de serviços. Esse processo envolveu a revisão minuciosa de cada demanda registrada, a fim de identificar e corrigir as inconsistências na classificação. Tal esforço foi essencial para garantir a precisão e confiabilidade dos dados relacionados às atividades de manutenção, assim como a classificações de mesma natureza, para melhor compreensão dos tipos de problemas enfrentados nas instalações estudadas. A partir da análise das descrições das demandas foram definidas 17 classificações padronizadas, apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Padronização das classificações das ordens de serviço

Sistema	Classificação	Classificação Padronizada
Civil	Alvenaria e Divisórias	Alvenaria e Divisórias
	Pisos	Pisos
	Serviços Especiais	Serviços Especiais
	Carpintaria	Esquadrias
	Portas	
	Reforma	Estrutura
	Estrutura	
	Canaletas/Valetas/Buracos/Blocos/Bases	Limpeza de Sujeiras
	Remoção	Limpeza de Entulhos
	Caçambas	
	Pintura em Geral	Pintura
	Bancada de granito	Reparos
	Cobertura	Telhado
	Telhado	
	Laje	
Elétrico	Rede Elétrica	Instalação elétrica
	Disjuntores	
	Instalação elétrica	
	QG Quadro Geral	
	Ventiladores	
	Lâmpada	Iluminação
	Iluminação	
	Luminárias	
	Tomadas	Tomadas e Interruptores
Interruptores		
Hidráulica	Rede de Águas Pluviais	Tubulação Hidráulica
	Sanitário Masculino	
	Sanitário Feminino	
	Tubulação Hidráulica	
	Torneira	Componentes Hidráulicos
	Ducha higiênica	
	Válvula de descarga	
	Purificador de água	
	Ralos	Componentes Sanitários
	Drenos	
	Sifão	
	Redes de Esgoto	
	Pias	Desentupimento
	Vaso Sanitário	
Caixas de Passagem		

Fonte: Autor (2024)

Com a realização da padronização da classificação dos tipos de demandas os dados foram alisados e são apresentados nos resultados, Item 4.1.2.

3.3 MODELAGEM BIM DOS BLOCOS DO ESTUDO DE CASO

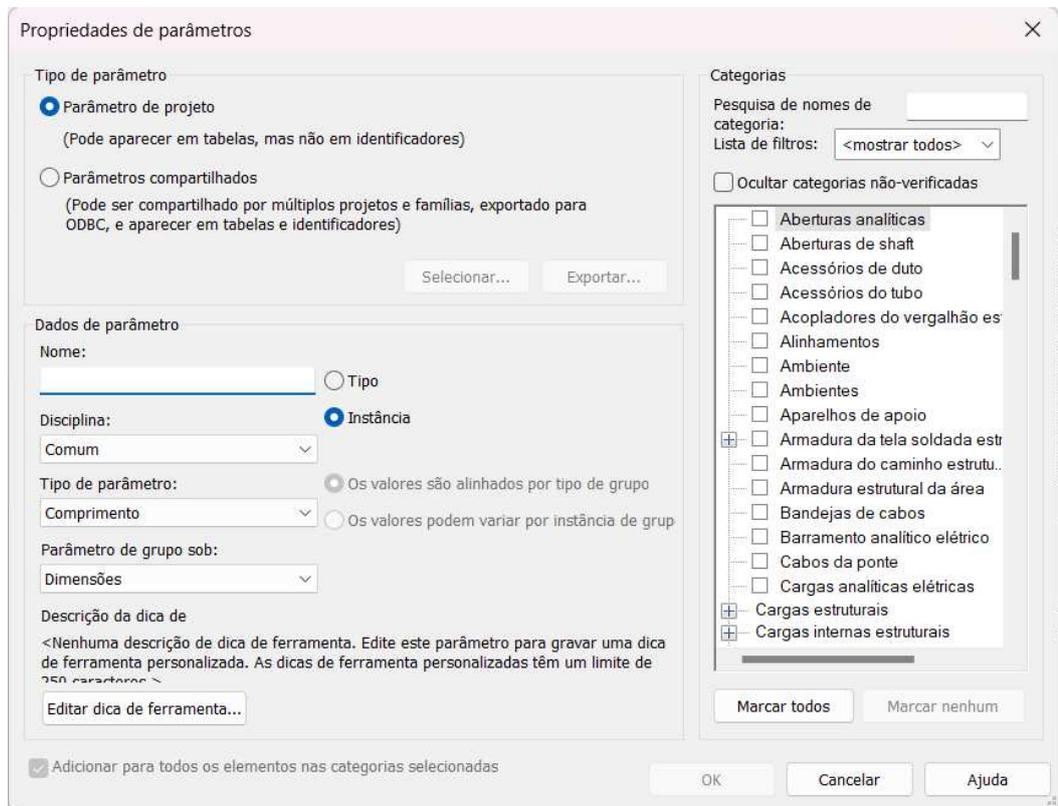
Nessa seção serão abordados os métodos para criação dos parâmetros de famílias e modelagem dos blocos.

3.3.1 Criação dos parâmetros FM

As famílias no Revit são compostas por parâmetros que abrigam informações e é possível personalizar essas de acordo com as necessidades específicas do projeto. Alguns parâmetros são pré-estabelecidos, mas é possível a criação de novos parâmetros em famílias nativas ou inseridas nos projetos. A inserção de um novo parâmetro pode ocorrer na criação ou edição das famílias ou, em casos de parâmetros gerais, podem ser criados no projeto e atribuído às categorias de famílias. Esses podem ser criados como parâmetros de projeto ou compartilhados, sendo que para este estudo foram criados parâmetros compartilhados tornando possível o uso dos dados como informação atribuída e extração para bancos de dados externos, ação importante para informações FM.

As configurações dos parâmetros podem ser de Tipo que atribuem as informações a todas as famílias no projeto, ou de Instância que conferem informações somente ao elemento selecionado, sem interferência nas demais famílias iguais no modelo, e a escolha ocorre a partir de qual tipo de dado se deseja registrar. Por exemplo, informações referentes a manuais de uso e operação assim como informações de materiais tendem a ser comuns a todos os elementos de uma família, sendo um parâmetro Tipo, informações relativas a fotografias dos elementos e datas de manutenção são relativas ao elemento, sendo assim, um parâmetro Instância. Na Figura 14 é possível visualizar a janela com as configurações para criação de parâmetros.

Figura 14 - Configurações de parâmetros

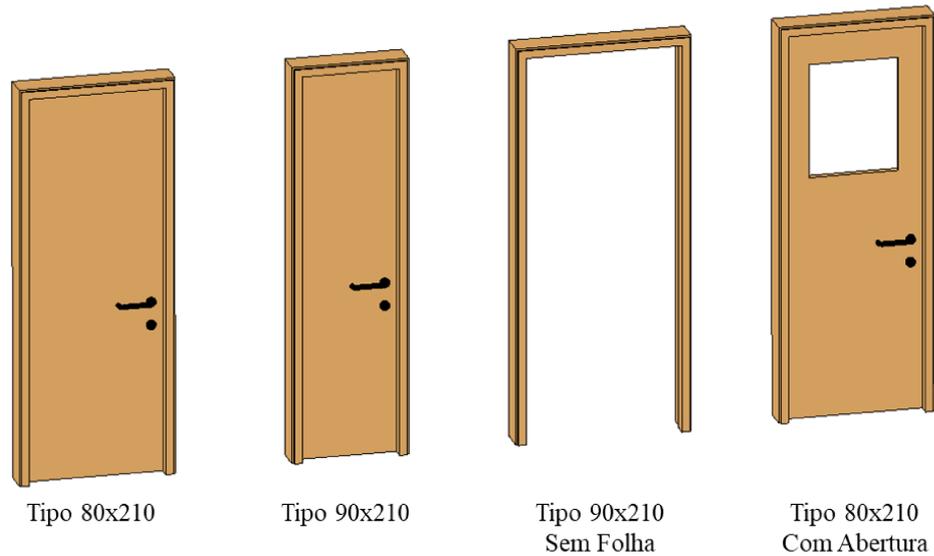


Fonte: Autor (2024)

Para abrigar as informações FM quatro tipos de parâmetros se destacam:

Parâmetros de Família: caracterizam a família (nome) e especificam diferenciações (tipos), por exemplo, em uma família de portas, é possível configurar que a mesma família tenha elementos com diferentes larguras e/ou alturas, ou alterar visualizações que adiciona ou remove os alisares das portas. As configurações de famílias são uniformes para todas as famílias inseridas em um projeto, no entanto, quando é necessário ter configurações diferentes para uma mesma família, é possível fazer diferenciações, por meio da criação de um novo tipo para registrar as mudanças necessárias. Dessa forma, ambos os tipos ficam dentro da mesma família, podendo ser um tipo diferente. Na Figura 15, é possível visualizar uma família de portas com diferentes tipos e configurações.

Figura 15 - Família de porta e suas variações de tipos



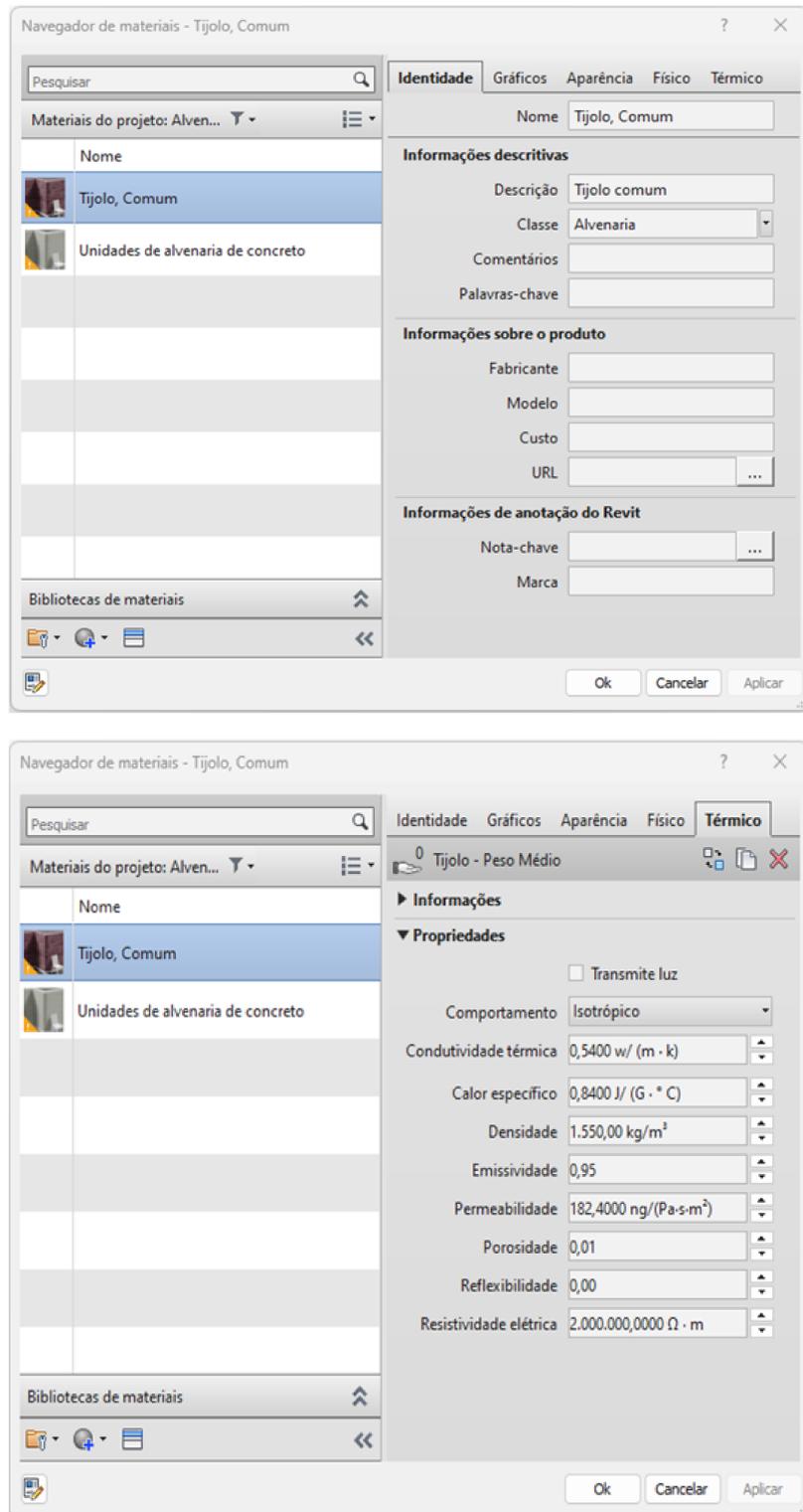
Fonte: Autor (2024)

Parâmetros Geométricos: atribuem dinamicidade as estruturas modeladas nas famílias permitindo o registro de variações de tamanhos, permitindo, por exemplo, o registro de diferentes diâmetros para uma família de tubulações da edificação.

Parâmetros de Dados: atribuem informações as famílias em formato de textos, números e datas possibilitando a inserção de dados em campos como marca, modelo, série, datas de manutenção, indicação de arquivos de manuais e fotografias, entre outras informações.

Parâmetros de Materiais: atribui material a diferentes elementos. Os materiais podem ser configurados a partir do Gerenciador de Materiais, permitindo a inclusão de identificação, aparência e propriedades físicas para cada material diferente. Os materiais são configurados para todo o projeto, e um mesmo material pode estar presente em diferentes famílias. Na Figura 16 pode-se visualizar a configuração do material tijolo.

Figura 16 - Propriedades dos Materiais



Fonte: Autor (2024)

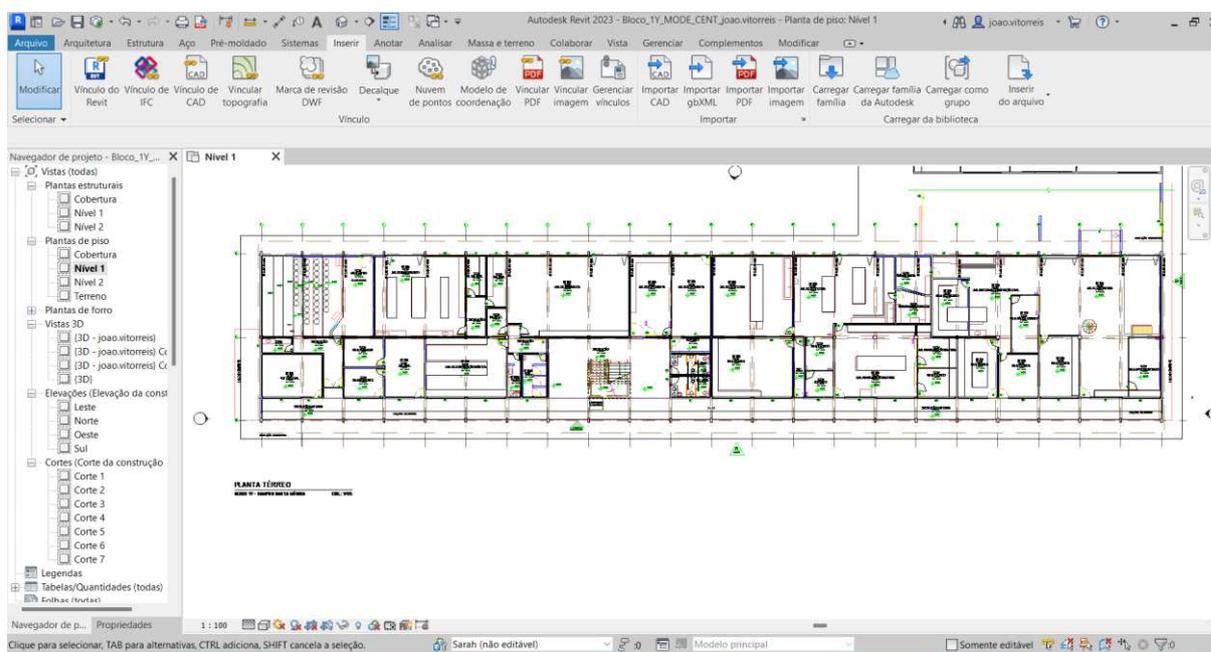
A parametrização das famílias é um fator importante para a modelagem FM, uma vez que as informações presentes nesses parâmetros serão utilizadas durante as atividades e intervenções nas edificações e serão inseridas nos modelos BIM a fim de atender às

necessidades relatadas pelos profissionais FM. Inicialmente foi elaborado um *template* com os dados capturados das edificações para nortear a modelagem. O modelo foi criado em equipe sendo realizada primeiramente a modelagem arquitetônica que serviu de base para as demais disciplinas: estrutural, elétrico e hidrossanitário.

3.3.2 Criação do template

Foi criado um arquivo de projeto na disciplina arquitetônica usando o arquivo CSM_1Y_ACESSIBILIDADE_R06.dwg como referência dentro do *software* Revit, por ser a mais compatível com o estado atual da edificação. Nesse projeto, em formato CAD, existem cortes que possibilitaram a criação dos níveis da edificação. O projeto também possui plantas baixas dos pavimentos térreo e superior, e essas foram separadas em arquivos distintos, onde, em cada nível do modelo foi inserida a planta arquitetônica correspondente em formato CAD, servindo de base para criação das paredes, esquadrias, mobiliários fixos e pisos. Na Figura 17 é possível visualizar a inserção dos projetos em formato CAD dentro da área de trabalho do Revit para modelagem do pavimento térreo.

Figura 17 – Base CAD para modelagem arquitetônica



Fonte: Autor (2024)

A nuvem de pontos obtida no processo de fotogrametria foi inserida na área de modelagem como referência das paredes externas e principalmente do telhado. Devido a

incompatibilidade da extensão do arquivo gerado na plataforma WEBODM foi necessário converter o arquivo da nuvem de pontos, por meio do *software* Recap Pro, da extensão LAZ para a extensão .rcp, compatível com o Revit. Na Figura 18 pode-se visualizar a nuvem de pontos inserida no *software* para aferição da inclinação dos telhados.

Figura 18 – Nuvem de Pontos inserida no template arquitetônico

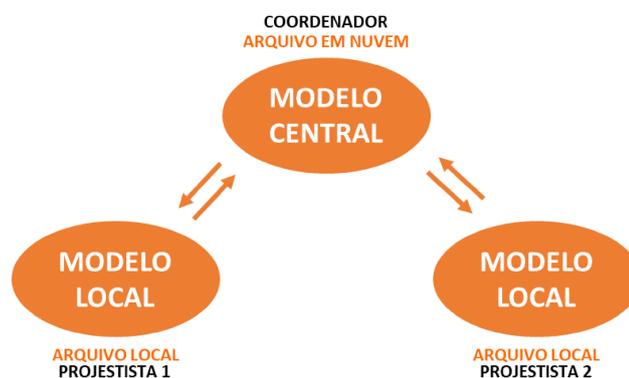


Fonte: Autor (2024)

3.3.3 Modelagem colaborativa

A modelagem foi executada por uma equipe de projeto, composta pelo autor e uma discente de iniciação científica, sob orientação da docente responsável pela pesquisa. Para que o trabalho em equipe fosse possível se fez necessário o uso de ferramentas colaborativas, e pela falta de um produto com licença educacional, e sem a possibilidade de investir na aquisição de um produto desses, foi necessário verificar outras formas de realizar o processo de colaboração e sincronização, gratuitamente. A partir de pesquisas e tentativas, foi encontrado o modo de compartilhamento por nuvens, resumido na Figura 19.

Figura 19 - Modelagem colaborativa por nuvem

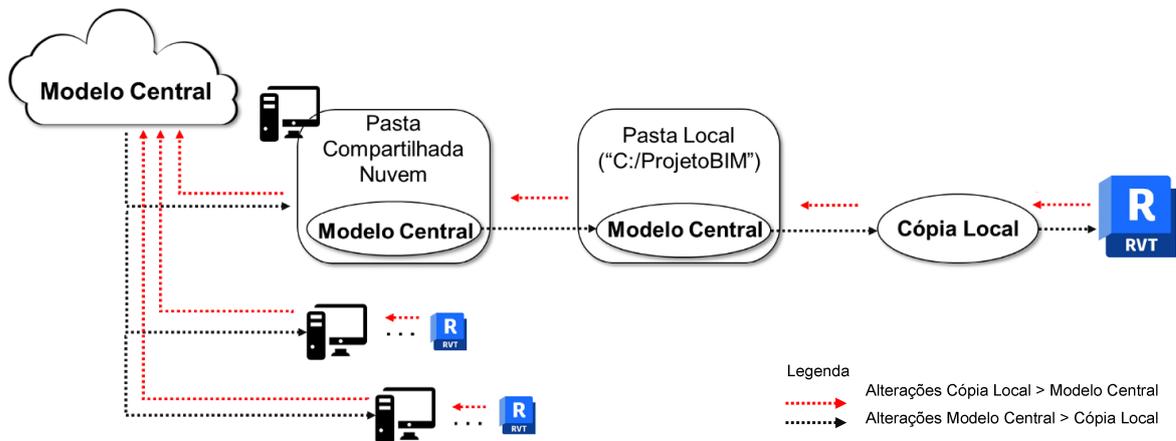


Fonte: Autor (2024)

A colaboração por nuvem se baseia na edição de arquivos locais das máquinas de cada projetista que se alimentam e sincronizam-se com um arquivo central locado em nuvem. O coordenador do projeto cria o arquivo central nas opções de salvamento de modelo do Revit e compartilha sua localização com os demais membros da equipe, que criam suas cópias locais atreladas ao central. Essa medida é necessária para evitar erros de compartilhamento e criação de duplicadas de arquivos que comumente acontecem quando mais de um usuário edita um mesmo arquivo dentro de um sistema em nuvens. A colaboração com modelo central permite que todos os projetistas possam trabalhar de forma independente e ao mesmo tempo e as atualizações sejam integradas ao modelo central. Também é possível eleger propriedades para os elementos do modelo a cada projetista, onde só o projetista proprietário pode editar e/ou excluir itens de sua disciplina.

Por padrão a colaboração por nuvem no Revit exige que todos os projetistas tenham o modelo central presente em um mesmo endereço dentro de suas máquinas, o que não ocorre, já que os locais de salvamento dos arquivos em nuvem no disco são diferentes para cada máquina. O problema é contornado criando um diretório de nome igual em todas as máquinas da colaboração no disco C: comum a todos, exemplo: diretório “C:\PROJETO_BIM”. Assim, fez-se possível vincular a pasta compartilhada da nuvem, com o modelo central, com esse diretório comum a todos. O vínculo entre pastas é um comando de prompt executado na máquina que deixa os diretórios sempre idênticos em termos de arquivos salvos. A partir do arquivo central presente em endereço comum a todos, os projetistas criam suas cópias locais que podem ser salvas em qualquer diretório. Na Figura 20 apresenta-se o esquema de padronização dos endereços do arquivo central.

Figura 20 - Configuração para padronização do arquivo central em diferentes máquinas



Fonte: Autor (2024)

3.3.4 Modelagens

Com o sistema de colaboração definido iniciou-se a modelagem dos componentes, a criação e inserção de famílias. Primeiramente foi modelado o projeto arquitetônico com a inserção de paredes e pisos, seguida das esquadrias e do telhado. A modelagem arquitetônica serviu de referência para as demais disciplinas: estrutural, hidrossanitário e elétrico. Durante todo o processo da modelagem das diferentes disciplinas, sempre que necessário, foram realizadas verificações *in loco*, de acordo com as dúvidas surgentes e as necessidades de conferência de medidas, que passaram despercebidas durante aferições anteriores.

Modelagem arquitetônica

Para essa disciplina foram modelados as paredes, pisos, esquadrias e o telhado. O processo de modelagem é detalhado nos tópicos seguintes.

Alvenarias e Divisórias

As famílias de paredes já são nativas dentro do Revit, e a partir delas foram editadas novas composições de paredes. Para elaboração das paredes foram criados os materiais, onde, alguns foram verificados após a análise visual inicial e alguns determinados por análise da edificação, pois não são visíveis. A adoção de materiais ocorreu a partir da observação daqueles que são comuns a edificação, como, por exemplo, tijolos cerâmicos para composição das

paredes em alvenaria, pois o material é visível em toda face externa do bloco. Também foi realizado o teste simples de bater na parede e a partir do som emitido distinguir o material, por exemplo o som “oco” propagado ao bater em uma parede executada em placas de gesso leva a conclusão que é um sistema *drywall*.

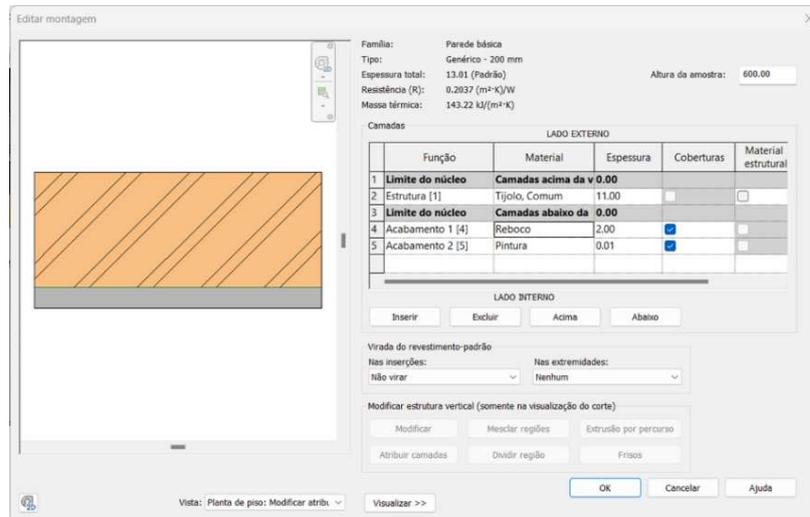
Em todo o bloco foram encontrados três tipos de sistemas de vedação: paredes em alvenaria e seus acabamentos, paredes em placas de gesso, e divisórias industrializadas em madeira compensada. Após a criação dos materiais foram criadas as composições de paredes conforme estrutura de vedação e os materiais de acabamentos em cada lado da parede. Foram adotadas espessuras para cada material e espessura da parede sendo a soma das espessuras dos materiais que as compõe, tendo como referência 15 cm para parede em alvenaria e acabamento em ambos os lados, conforme projetos. Os materiais criados para composição das paredes, as espessuras adotadas, e a forma de determinação são descritos no Quadro 8. Na Figura 21 apresentasse um exemplo de composição criada no modelo. Com as paredes configuradas foram executadas a modelagem dessas baseando-se na planta referência em CAD inserida no modelo.

Quadro 8 - Materiais criados na modelagem e sua forma de determinação

Sistema de Vedação	Materiais	Espessura Adotada	Determinação do Material
Alvenaria	Tijolo Cerâmico	11 cm	Visual e determinado
	Reboco	2 cm	Determinado
	Pintura	0.01 cm	Visual
	Arg. Assentamento	2 cm	Determinado
	Revestimento Cerâmico	1 cm	Visual
<i>Drywall</i>	Gesso Acartonado	1.2 cm	Visual e Sonoro
Divisórias	Placa divisória	3 cm	Visual
	Vidro	0.5 cm	Visual
	Quadriculado em plástico	3 cm	Visual
	Montantes	3 cm	Visual

Fonte: Autor (2024)

Figura 21 – Composição da parede externa



Fonte: Autor (2024)

Pisos

Em todo bloco há uma variedade de acabamento de piso, sendo predominantemente dois tipos de materiais: piso em marmorite/granitina nos laboratórios e dependências do pavimento térreo, e piso vinílico em todo pavimento superior. Para estrutura dos pisos foi criado um piso genérico somente como representação, por ser um elemento da disciplina estrutural, e os acabamentos foram modelados no modelo arquitetônico. No Quadro 9 apresentam-se os materiais criados para elaboração dos pisos, suas espessuras e o ambiente onde se encontram.

Quadro 9 - Materiais para pisos e seus ambientes

Pavimento	Ambientes	Material	Espessura Adotada
Todos	--	Genérico	7 cm
	--	Regularização	2.8 cm
Térreo	Laboratórios	Granitina	3 cm
	Auditório	Vinílico Azul	0.2 cm
	Hall da escada	Piso tátil emborrachado	0.5 cm
	Vestiário	Cerâmica	1 cm
	Banheiro	Cerâmica	1 cm
Superior	Sala dos Professores	Vinílico Cinza	0.2 cm
	Hall da escada		
	Diretoria		
	Cantina		
	Sala de reuniões		
	Salas de apoio		

Fonte: Autor (2024)

No Revit foram criados os materiais conforme Quadro 10, e modeladas as famílias para cada tipo de esquadria diferente. Conforme projeto, algumas esquadrias possuem o mesmo formato, porém com medidas diferentes, assim, as famílias foram construídas de forma paramétrica para obtenção de tipos diferentes de esquadrias sem necessidade de remodelações.

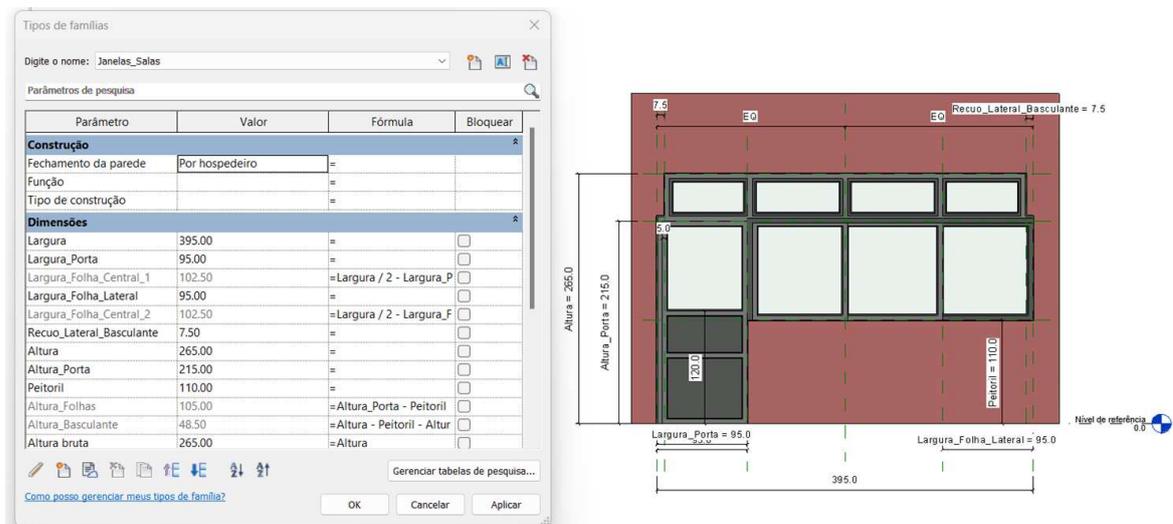
Quadro 10 - Materiais criados para esquadrias

Esquadrias	Estrutura	Material
Modeladas	Sustentação	Metalon
	Vedação	Vidro Canelado
	Vedação	Chapa metálica
	Maçaneta	Metal
Portas Industrializadas	Folha e Alizar	Madeira
	Maçaneta	Metal
Portas Divisórias	Folha	Compensado Madeira Branco
	Maçaneta	Plástico

Fonte: Autor (2024)

A modelagem foi desenvolvida a partir de extrusões lineares e por caminho, e as parametrizações foram criadas atrelando os parâmetros criados a cotas inseridas ao que se deseja modificar no projeto. Na Figura 23 exibe-se a modelagem e as parametrização de um exemplo de esquadria presente no bloco. As portas de madeiras internas do bloco são industrializadas, sendo possível assim, adaptar uma família nativa do Revit.

Figura 23 - Parâmetros e modelagem de uma esquadria do bloco



Fonte: Autor (2024)

Telhado

O telhado do bloco 1Y é composto por telhas do formato calhetão e uma calha central para escoamento da chuva, já o telhado do bloco 5E é composto por telhas de fibrocimento comuns. Os telhados podem ser visualizados na Figura 24 em uma vista aérea.

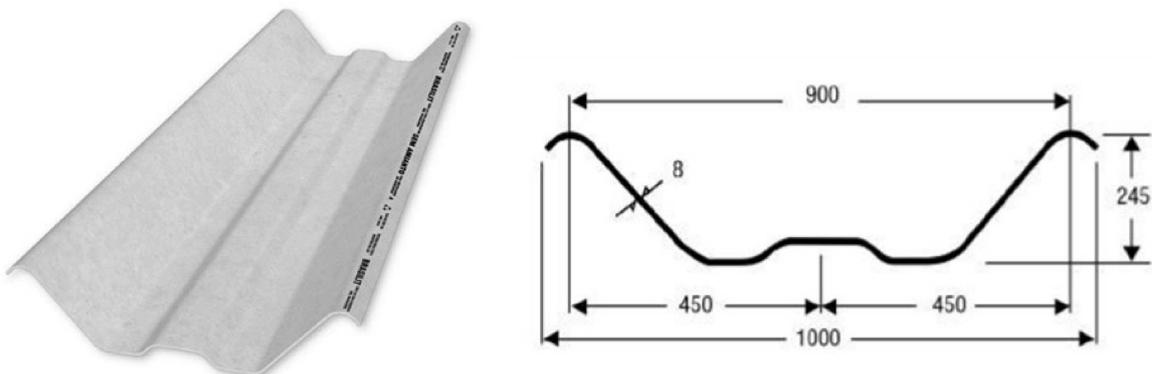
Figura 24 - Vista aérea do telhado do bloco 1Y e 5E



Fonte: Autor (2024)

O telhado foi modelado a partir da edição do sistema cortina padrão do Revit. O sistema cortina para telhados é uma ferramenta de criação de coberturas pergoladas ou de vidro e consiste em uma estrutura formada por perfil editável. Por ser um tipo de telha industrializada, as medidas adotadas para criação do perfil da telha foram retiradas de um manual técnico da fabricante Brasilit, conforme Figura 25.

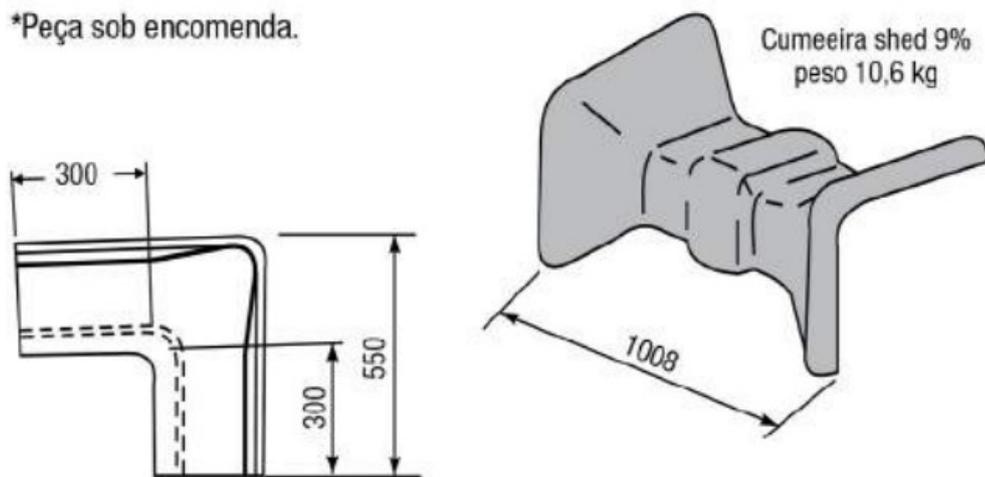
Figura 25 - Perfil e Perspectiva da telha calhetão conforme fabricante



Fonte: Brasilit (2023)

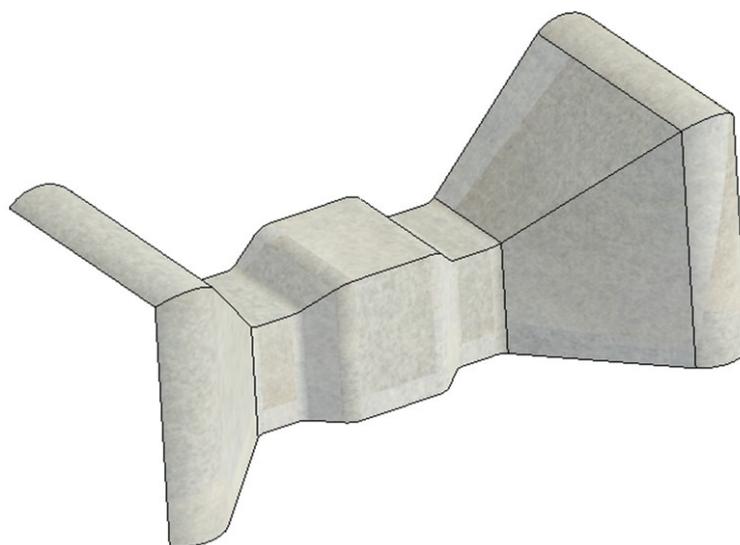
Ao longo do comprimento dos dois lados do telhado existem pingadeiras que encaixam em cada telha, de fabricação industrializada. O elemento foi encontrado no manual técnico da Brasilit como cumeeira *shed* ilustrado na Figura 26. A partir das medidas encontradas e seguindo o perfil da telha, foi criada uma família e modelado o elemento que pode ser visto na Figura 27, para ser inserido no modelo, um de cada lado e replicado em matriz ao longo do comprimento do telhado.

Figura 26 – Perfil e Perspectiva da cumeeira shed conforme fabricante



Fonte: Brasilit (2023)

Figura 27 – Modelagem da cumeeira shed



Fonte: Autor (2024)

Acima do telhado é presente uma estrutura para sustentação das caixas d'água juntamente com uma estrutura para cobertura e telhas de fibrocimento de mesmo tipo do bloco 5E. A estrutura foi modelada localmente na disciplina de forma genérica como uma estrutura simples metálica que pode ser visível pelo processo de fotogrametria. No centro do telhado do bloco 1Y, superior à laje, está a localizada a calha executada em concreto. Foi modelada uma família para calha e inserida no modelo como pode ser visualizado na Figura 28.

Figura 28 - Modelagem da família da calha

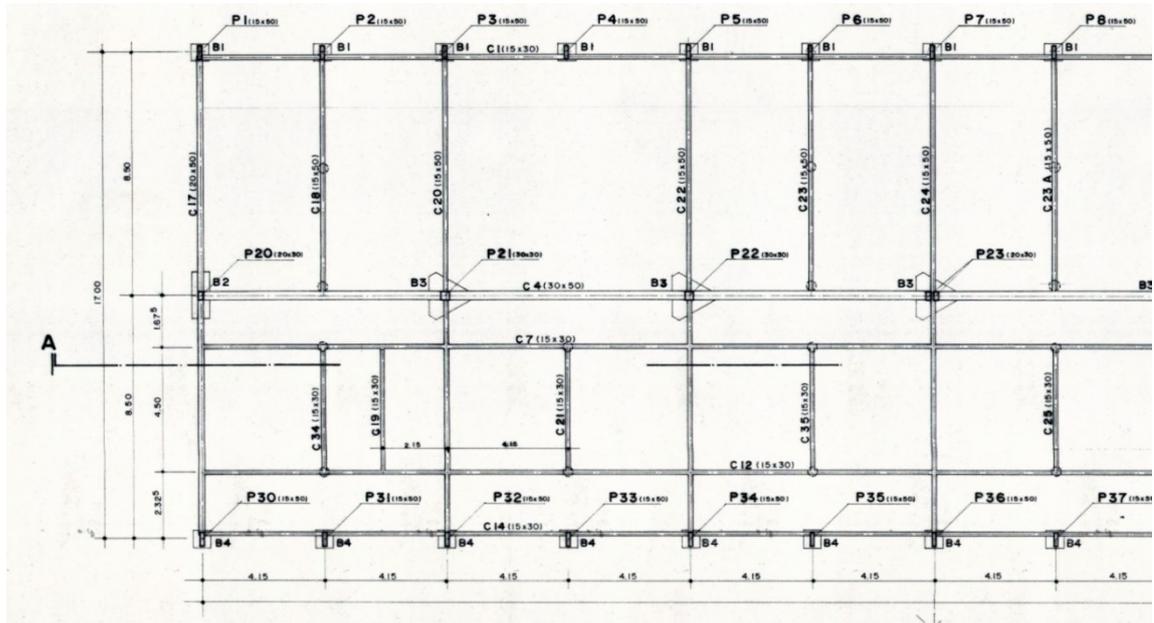


Fonte: Autor (2024)

Modelagem Estrutural

Após a modelagem arquitetônica iniciaram-se os projetos complementares, primeiramente pelo estrutural. Dos projetos disponibilizados pela PREFE, o conjunto de folhas do projeto estrutural estava completo, sendo observadas poucas divergências com o construído, como pode ser visto em parte do projeto estrutural na Figura 29. No arquivo CSM_1Y_ACESSIBILIDADE_R06.dwg há a representação dos pilares da edificação, que, juntamente com a modelagem arquitetônica, foram utilizados de referência para modelagem estrutural, principalmente a locação dos pilares.

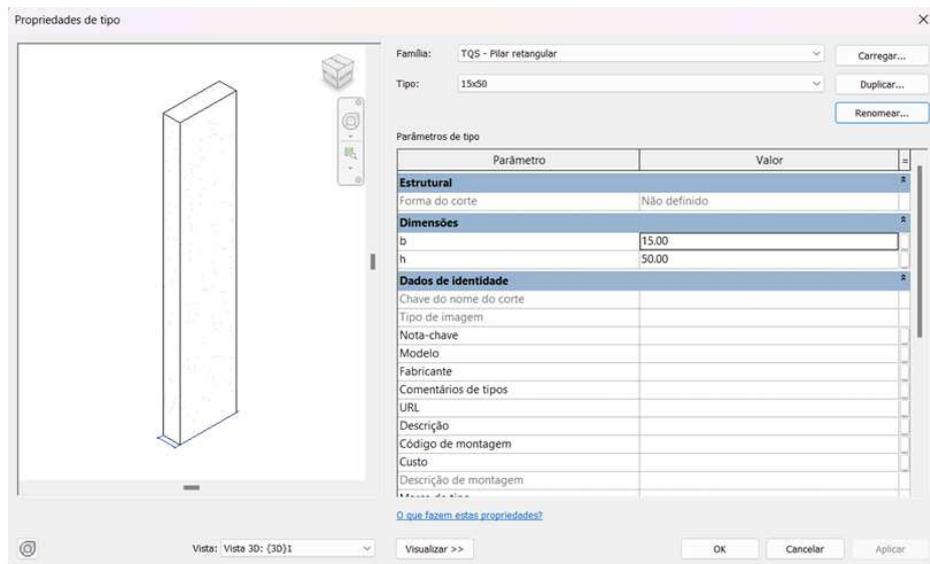
Figura 29 – Parte do Projeto Estrutural



Fonte: PREFE (1982)

A estrutura da edificação foi construída em concreto armado com vigas e pilares de seção retangular, lajes maciças, e uma escada no centro da fachada frontal para acesso ao segundo piso. Para modelagem dos elementos estruturais foram editadas famílias de viga e pilar retangulares e piso estrutural disponibilizadas pela Autodesk. Na Figura 30 é possível visualizar as configurações adotadas para um exemplo de pilar.

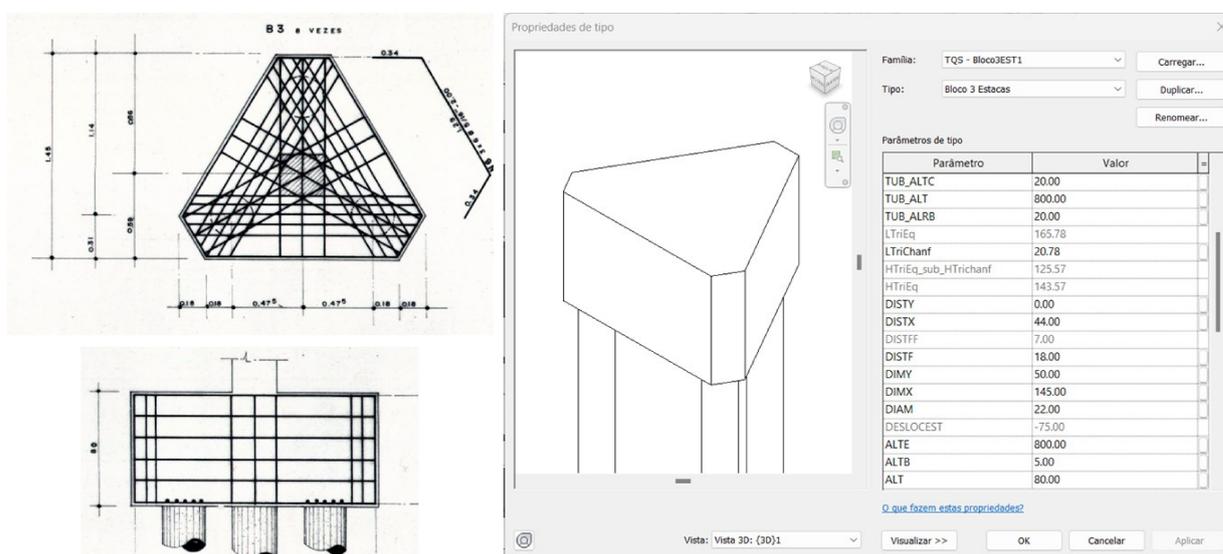
Figura 30 - Configurações adotada para família dos pilares externos pavimento



Fonte: Autor (2024)

As lajes foram projetadas com 10 cm de espessura conforme projetos, medida confirmada a partir da média das diferenças entre laje acabada e parte inferior da viga, medidas em diferentes locais do bloco. Todos os pilares foram inseridos com altura do nível térreo até a cobertura. Na sequência foram inseridas as vigas de sustentação do pavimento superior, seguidas das vigas da laje de forro em seus respectivos níveis, onde essas puderam ser visualizadas por serem salientes às paredes do bloco. As vigas baldrame foram modeladas conforme projeto, uma vez que não é possível a verificação dessas, assim também como os blocos de fundação. Na Figura 31 pode-se visualizar as configurações do bloco central de fundação juntamente com sua representação e projeto.

Figura 31 – Bloco de fundação modelado conforme projeto



Fonte: Autor (2024)

Modelagem Hidrossanitária

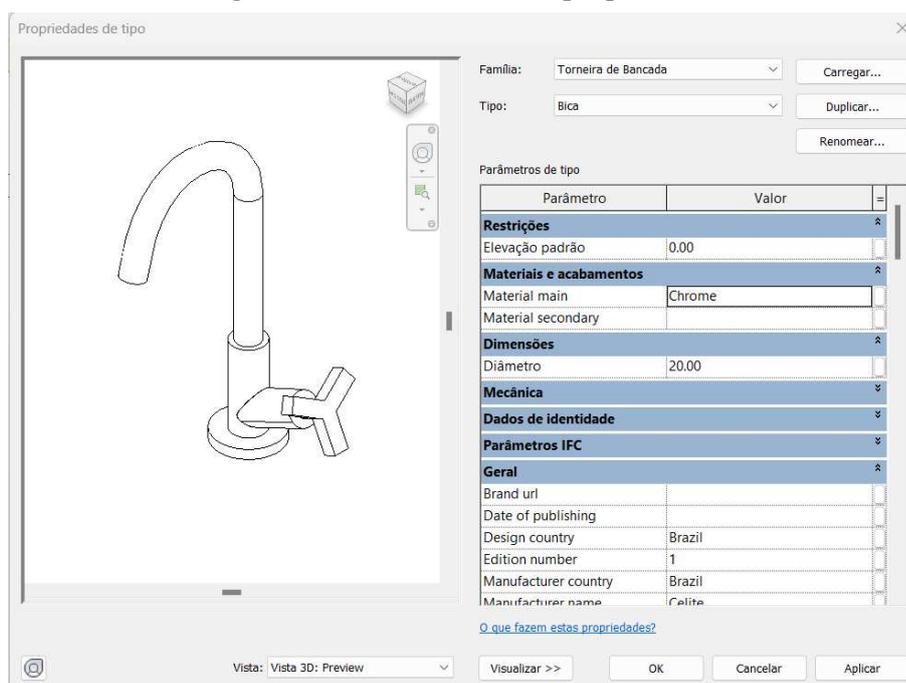
A modelagem hidrossanitária apresentou desafios significativos durante o processo de elaboração, devido à escassez de informações nos projetos hidráulicos e sanitários disponíveis. A maioria das tubulações associadas a essa disciplina está embutida nas paredes, o que dificulta sua identificação imediata. Para superar essa dificuldade, foram exploradas diversas ferramentas e estratégias que auxiliassem na localização e identificação desses elementos através das estruturas físicas. Dentre as alternativas consideradas, destacam-se reuniões com empresas especializadas em sondagens e escaneamento de estruturas, além da pesquisa sobre o uso de câmeras térmicas e dispositivos identificadores de tubulações, contudo sem sucesso na busca por uma metodologia de rastreamento eficiente dessas instalações.

Durante as entrevistas realizadas com os profissionais FM e com a análise dos dados de manutenções, constatou-se que as intervenções mais abrangentes nas instalações hidráulicas são relativamente raras, sendo mais comuns as ações voltadas para componentes visíveis, como torneiras, bacias sanitárias e sifões. Foi relatado que, em situações que demandam a ampliação ou adição de pontos hidráulicos ou de esgoto, a busca inicial se concentra nos elementos visíveis. Embora seja reconhecido que informações detalhadas sobre as tubulações são um recurso valioso, foi constatado que esses dados não teriam impacto significativo nas atividades de manutenção. Diante desse cenário, a modelagem hidrossanitária foi desenvolvida de forma a incorporar os componentes visíveis durante as inspeções regulares.

Componentes Hidrossanitários

Os componentes hidrossanitários como torneiras, pias, bacias sanitárias, sifões e registros, foram inseridos no modelo por meio de famílias. Devido à complexidade desses componentes, foram utilizadas famílias prontas que apresentavam semelhança com os componentes reais das edificações. Os campos de dados e modelagens adicionais que se mostraram necessários foram incluídos por meio da edição dessas famílias, incorporando propriedades de materiais, dimensões e diâmetros, tipos e modelos. Na Figura 32, são apresentadas as especificações para um exemplar de torneira utilizada na modelagem.

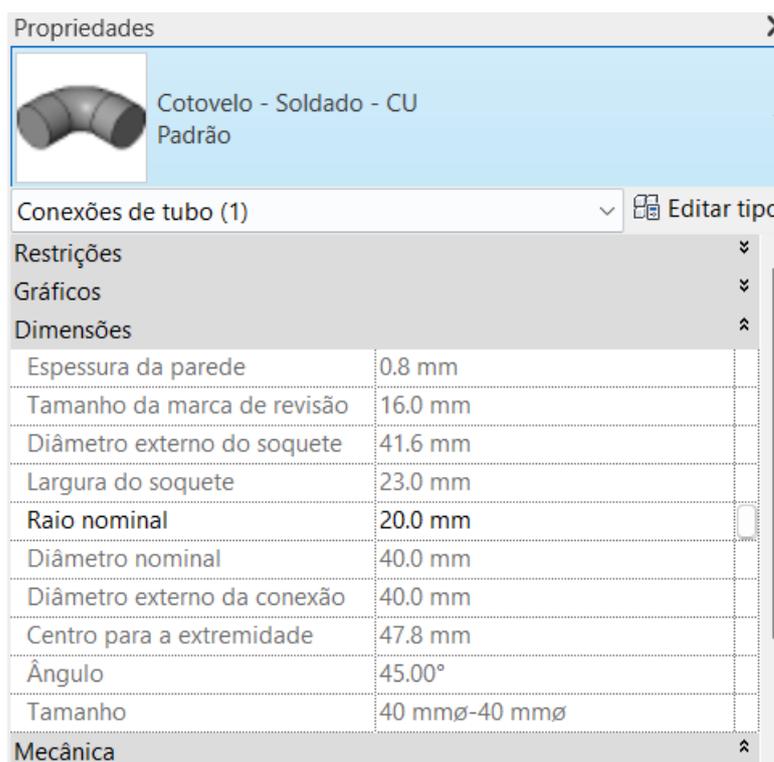
Figura 32 – Torneira e suas propriedades



Tubulações

Devido à escassez de informações sobre o trajeto das tubulações de água e esgoto, foram modeladas apenas as tubulações visíveis e parte da rede de esgoto do laboratório de estruturas, que possuía projetos. A partir das posições dos ralos e da caixa de passagem foi possível deduzir a execução dessa instalação. Para a modelagem das tubulações e componentes como curvas, joelhos, luvas, junções, entre outros, foram utilizadas as famílias disponibilizadas por empresa de tubulações e conexões, que já possuíam especificações de materiais e tamanhos. Neste modelo, foram incluídas as redes de água fria, esgoto e pluvial, às quais foram aplicados filtros de visualização em diferentes cores para facilitar a identificação visual dos sistemas: azul para água fria, verde para esgoto e amarelo para pluvial. Na Figura 33 visualiza-se as especificações para um dos tipos de conexões adotados no modelo.

Figura 33 – Família para junção de rede de esgoto



Fonte: Autor (2024)

Modelagem Elétrica

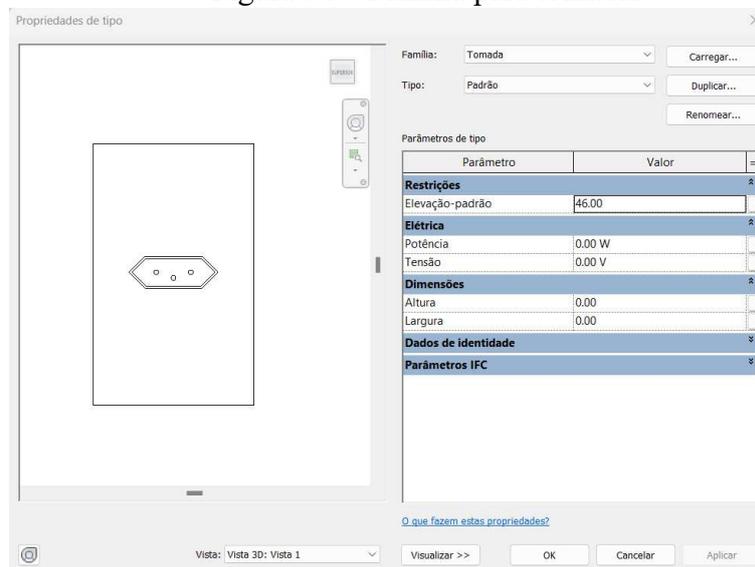
Assim como as instalações hidrossanitárias, a elétrica também possui poucos projetos disponíveis. Entre os arquivos fornecidos nesta disciplina, encontrou-se um projeto elétrico do

laboratório de pavimentação e um conjunto de especificações para a instalação das eletrocalhas de passagem e conduítes de fiação, que são externos às paredes e encontrados por toda a edificação. Nas reuniões com os profissionais de FM, foi informado que as instalações originais embutidas nas paredes não são mais utilizadas para tomadas, telefone e internet, sendo mantidas apenas para os pontos de iluminação. Portanto, para este modelo, foram incluídos tomadas, interruptores, luminárias, equipamentos elétricos, além da rede de eletrocalhas e eletrodutos externos. As informações sobre as fiações não foram levantadas ou modeladas.

Iluminação, Tomadas e Interruptores

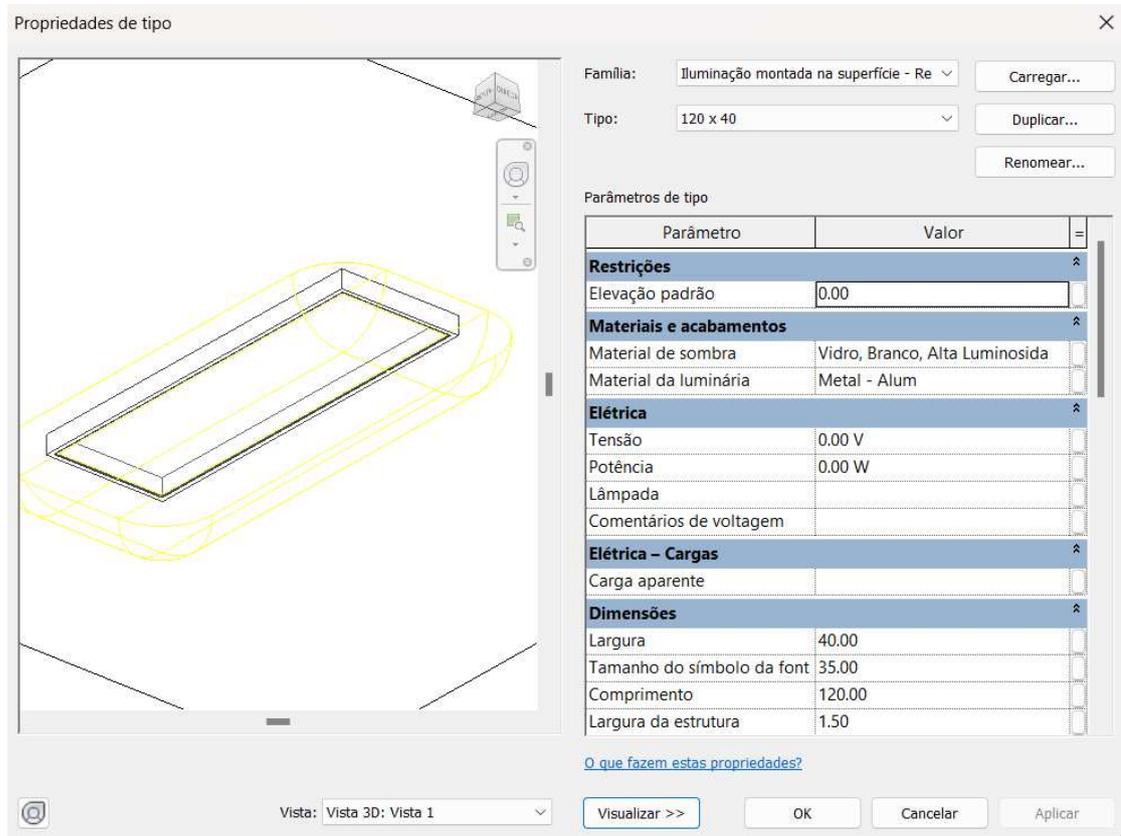
Foi realizada uma busca por famílias que representassem os diferentes componentes elétricos, com diferenciação no tipo, como tomada ou interruptor duplo, e nos detalhes como o tipo de conexão da tomada e o modelo da lâmpada. As famílias foram integradas ao modelo com base na localização identificada no campo, auxiliada por registros fotográficos. Alguns eletrodutos e conduítes estavam ocultos atrás de armários, sendo realizado o máximo de esforço para localizá-los. Na Figura 34 são apresentadas as propriedades das famílias de tomadas. Um exemplo de luminária e suas configurações pode ser visualizado na Figura 35.

Figura 34 – Família para tomadas



Fonte: Autor (2024)

Figura 35 – Tipo de família para iluminação



Fonte: Autor (2024)

Calhas e Eletrodutos

Foi utilizado o recurso de famílias de eletrocalhas e eletrodutos nativas do Revit, com edições nos dados relacionados a material e tamanhos. Os materiais utilizados estão especificados no Quadro 11. Para os eletrodutos, as conexões também foram feitas utilizando recursos nativos do Revit, como curvas, junções e conduítes.

Quadro 11 - Materiais criados para elemntos da rede elétrica

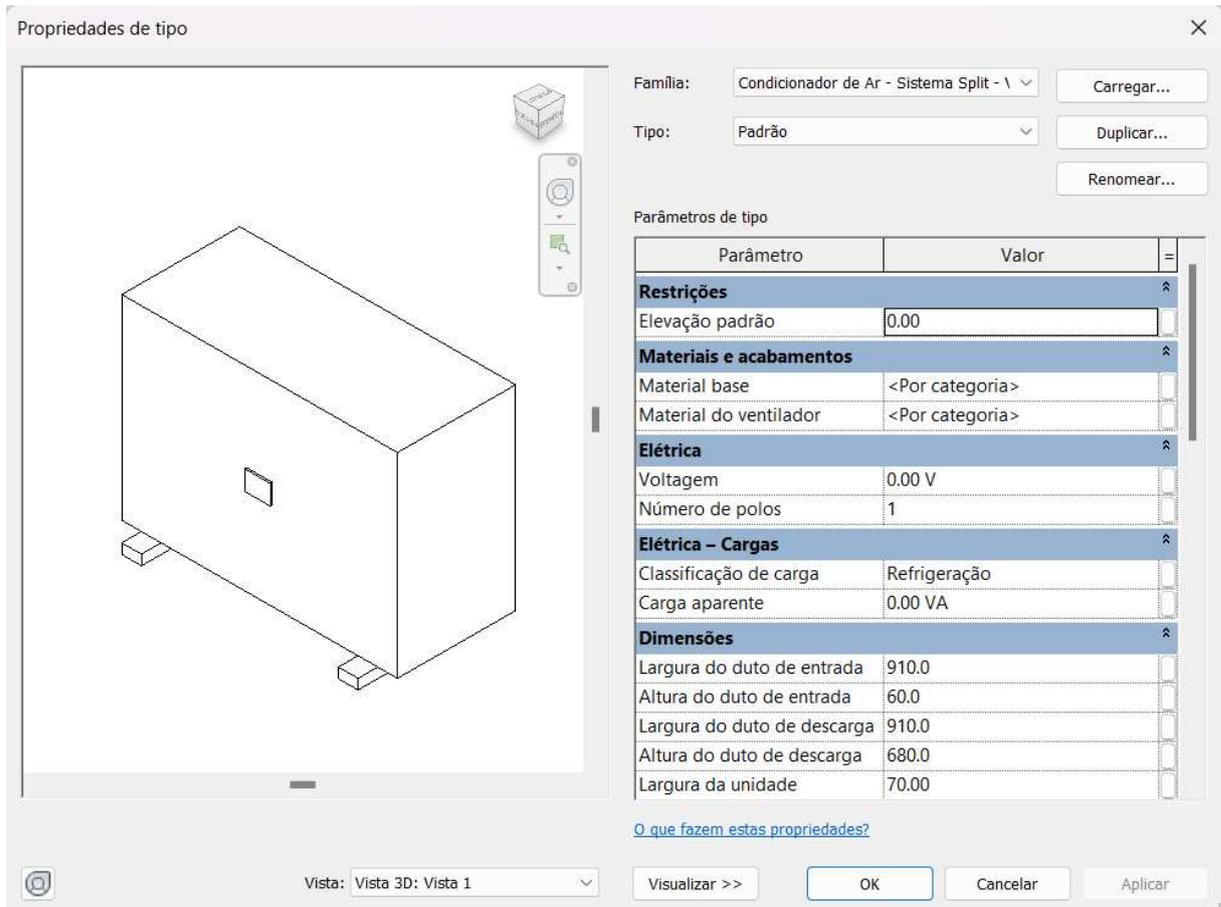
Tipo	Material
Eletrocalha	Aço Galvanizado
Eletroduto	Aço Galvanizado
	PVC Rígido
Conexões	Aço Galvanizado
	PVC Rígido

Fonte: Autor (2024)

Equipamentos Elétricos

O Bloco 1Y possui diversos equipamentos de ar-condicionado, que foram incluídos no modelo utilizando famílias específicas de condensadores e evaporadores. Esses componentes podem ser visualizados na Figura 36.

Figura 36 – Famílias para ar-condicionado



Fonte: Autor (2024)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo está dividido em 4 seções, onde serão apresentadas as análises dos dados disponíveis no sistema de manutenção e dos arquivos disponibilizados pela PREFE, as inferências feitas a partir das entrevistas e questionários realizados com os profissionais de FM, os resultados obtidos com os modelos BIM das diferentes disciplinas, e por fim, serão abordadas as contribuições obtidas com o modelo BIM para as atividades de FM.

4.1 DADOS SOBRE AS EDIFICAÇÕES

A partir dos arquivos disponibilizados pela PREFE e dos dados obtidos do sistema de manutenção TeknoMax, foi possível analisar a disponibilidade e estado das informações presentes registradas. Na sequência serão apresentados os resultados destas análises.

4.1.1 *Projetos das Edificações Estudo de Caso*

Nesse tópico serão apresentados os dados levantados a partir dos arquivos fornecidos pela PREFE e as investigações realizadas *in loco* nas edificações do estudo de caso. Desses, foi desenvolvida uma relação dos projetos disponibilizados e seus respectivos formatos, descrições, datas, completude e compatibilidade com as edificações reais, podendo ser visualizado no Quadro 12.

Grande parte das edificações estavam em concordância com o projeto base, sendo registradas pequenas diferenças. Com o estudo dos projetos e análise local das edificações constatou-se que o CSM_1Y_ACESSIBILIDADE_R06.dwg é o arquivo de maior compatibilidade com o estado atual do bloco 1Y. Apesar de o arquivo possuir representações de interferências para melhoria de acessibilidade no bloco 1Y, que não foram realizadas, o arquivo possui grande compatibilidade no quesito representação e medidas dos espaços da edificação. A existência de um arquivo recente com representação fiel garante fonte segura e atualizada de busca de informações mitigando a presença de outros arquivos incompletos e desatualizados na disciplina arquitetônica, mas que possuem importância para informações sobre o histórico das modificações ocorridas na edificação. Na Figura 37 observa-se uma alteração de utilização de um dos espaços do pavimento superior, onde antes era um banheiro, e atualmente é uma sala de aula, esse registro pode elucidar informações sobre tubulações escondidas e/ou perdidas, entre outros.

Quadro 12 - Projetos disponibilizados pela PREFE e compatibilidade com a edificação real

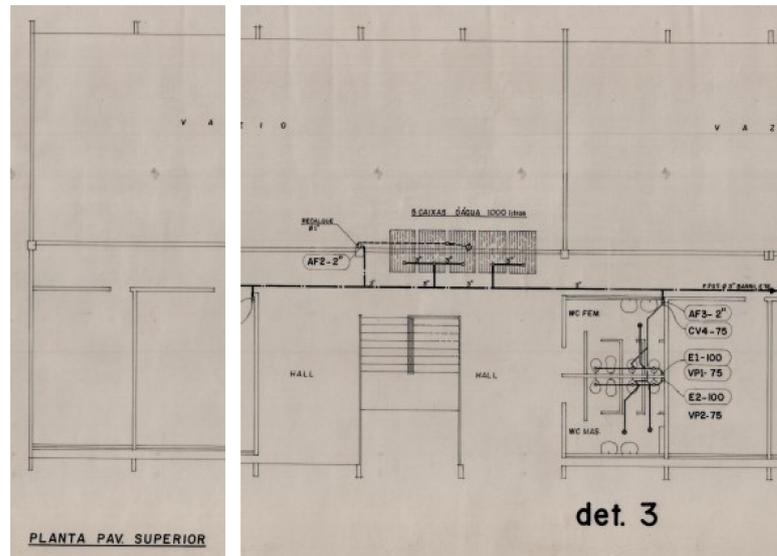
Disciplina	Nome do Arquivo	Descrição	Data	Completo	Compat.
Estrutural	CSM_1Y_EST.EX.D_P001.R00_1982.PDF	Locação dos Pilares	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P002.R00_1982.PDF	Forma de cintamento e armação dos blocos de fundação	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P003.R00_1982.PDF	Armação de vigas	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P004.R00_1982.PDF	Cintamento	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P005.R00_1982.PDF	Armação de lajes e pilares	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P006.R00_1982.PDF	Armação de vigas do piso	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P007.R00_1982.PDF	Armação de lajes e escada	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P008.R00_1982.PDF	Armação de vigas do forro	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_P009.R00_1982.PDF	Reservatório	1982	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_1987_P001.R00.PDF CSM_1Y_EST.EX.D_P001.R00_1987.PDF	Locação de pilares e estacas para construção de paredes internas ao bloco - ampliação	Dez/1987	Incompleto	Médio
Arquitetônica	CSM_1Y_EST.EX.D_1988_P001.R00.PDF	Projeto da calha	Set/1988	Completo	Alta
	CSM_1Y_EST.EX.D_1988_P000.R00.PDF	Detalhe de esquadrias	Out/1988	Completo	Alta
	BLOCO 1YSM ENG. CIVIL.pdf	Layout do lado direito do pavimento superior	Dez/1987	Incompleto	Média
	AE01-Auditorio Feciv.dwg	Projeto para implantação do Auditório	Nov/2005	Completo	Alta
	1Y-PLAN	Não especificado - possível mudança de layout	Sem data	--	Média
	CSM_1Y_ACESSIBILIDADE_R06	Projeto de adequação de acessibilidade	Dez/2020	Completo	Alta
	FECIV- Reforma jan 2004	Reforma banheiros pavimento superior	Nov/2003	Incompleto	Média
	FECIV-2007	Reforma do bloco	Mai/2007	Completo	Alta
Arquitetônica	LABTOPO 1Y	Adequação laboratório de topografia	Out/2013	Completo	Alta
	LPAV 1Y	Adequação laboratório de pavimentação	Nov/2013	Completo	Alta
	REFORMA FECIV - LABORATORIO HIDRAULICA	Projeto de reforma dos laboratórios de Hidráulica e Saneamento	Mai/2013	--	Baixa
	1y.dwg	Detalhamento telhado	Ago/2002		
	5E.dwg	Diagnóstico do uso de espaço físico da UFU do bloco 5E	2009	Completo	Alta
	5E.pdf	Diagnóstico do uso de espaço físico da UFU do bloco 5E	2009	Completo	Alta
	BLOCO-5E.dwg	Detalhamento de esquadrias, bancadas, telhado e planta baixa do bloco 5E	Ago/1999	Completo	Alta
	DIVISORIA 5E (2).pdf	Projeto de divisórias da termoprensa do bloco 5E	--	Completo	Alta

Continua →

Disciplina	Nome do Arquivo	Descrição	Data	Completo	Compat.
Hidráulica	BLOCO1YSM – ÁGUA, AR COMPRIMIDO, GAS.pdf	Ampliação e reforma do pavimento térreo	--	Incompleto	Média
	BLOCO1YSM – ESGOTO R ISOMETRICOS ÁGUA.pdf	Esquema vertical, isométrica água fria e detalhe do esgoto	Out/1982	Completo	Baixa
	BLOCO1YSM – ESGOTO.pdf	Ampliação e reforma do pavimento térreo	--	Incompleto	Alta
	BLOCO1YSM – INST. HIDRAULICA E SANITARIA.pdf	Planta pavimento térreo e superior	Out/1989	Completo	Médio
	Reforma FECIV - Laboratório Hidráulica.dwg	Reforma do laboratório de hidráulica e saneamento – Não executada	Mai/2013	Completo	Baixa
Elétrico	Projeto elétrico 1.pdf	Caderno de especificações	Out/2010	Completo	--
	Projeto elétrico 2.pdf	Caderno NR10	Out/2010	Completo	--
	Projeto elétrico 3.pdf	Caderno de detalhes	Out/2010	Completo	--
	Projeto elétrico subestação.pdf	Caderno de especificações da subestação	Out/2010	Completo	--
	Projeto elétrico LAPAV 1Y.dwg	Projeto elétrico da reforma do laboratório de pavimentação	Jan/2014	Completo	Alta
	Projetos 1.dwg	Alimentação do bloco e projeto do pavimento térreo	Out/2011	Completo	Alta
	Projetos 2.dwg	Detalhamento de quadro de cargas (folha 01)	Ago/2011	Completo	--
	Projetos 3.dwg	Detalhamento de quadro de cargas (folha 02)	Out/2011	Completo	--
	Projetos 4.dwg	Detalhamento de quadro de cargas (folha 03)	Out/2011	Completo	--
	Projetos 5.dwg	Detalhamento de quadro de cargas (folha 04)	Out/2011	Completo	--

Fonte: Autor (2024)

Figura 37 - Sala de aula localizada onde inicialmente era projetado banheiro



(a) Projeto hidrossanitário de banheiro no pavimento superior.



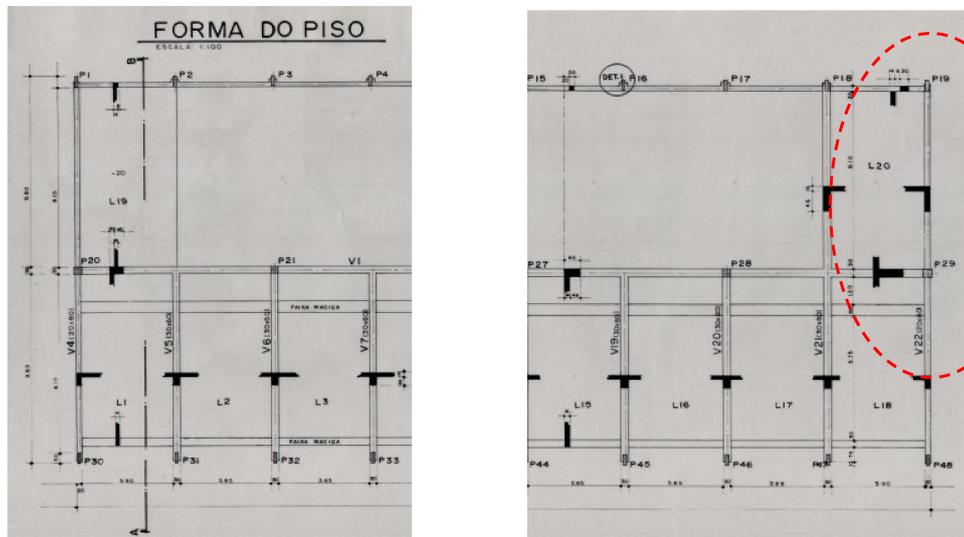
(b) Porta da sala de aula presente no local atualmente.

Fonte: PREFE (1989); Autor (2024)

No que tange a disciplina estrutural, os elementos da estrutura do bloco são visíveis na envoltória e perceptíveis no interior, o que facilitou a análise do conjunto de projetos estruturais. Em questões geométricas, a estrutura do bloco 1Y foi executada conforme projetos e foram observadas poucas diferenças na estrutura executada, onde a maior divergência encontrada foi à não execução de uma viga e uma laje no pavimento superior sobre o laboratório de estruturas, conforme Figura 38. Não foram encontrados registros de modificações estruturais ocorridas ao longo do tempo e pode-se concluir-se que os projetos representam bem a superestrutura

construída. Para as fundações não foi possível conferência e por isso é inconclusivo seu estado de compatibilidade.

Figura 38 - Divergência entre projeto estrutural original e execução de laje



(a) Projeto estrutural pavimento superior.



(b) Pé direito duplo, sem laje.

Fonte: PREFE (1982); Autor (2024)

Dentre os arquivos disponibilizados da disciplina elétrica, somente um arquivo representava a passagem dos eletrodutos e localização das tomadas e interruptores, limitado ao ambiente do Laboratório de Pavimentação. Para as demais dependências do bloco 1Y e bloco 5E não há projetos que representem tais componentes. Há um projeto que representa o esquema para alimentação do Bloco 1Y e quatro projetos de detalhamento dos quadros de distribuição. Foram disponibilizados quatro cadernos com especificações de materiais e orientações de instalação do sistema elétrico executado por eletrocalhas, sistema esse que é tido como o

principal para instalações de tomadas e cabeamento de rede e telefone. As informações dos cadernos são importantes quanto à dados e características dos materiais que compõe o sistema elétrico, mas como não há projetos que representem a passagem das eletrocalhas e do cabeamento, essa informação só é encontrada com verificações *in loco*. Por mais que as instalações elétricas estejam executadas no exterior das paredes, facilitando sua visualização, ainda há falta dessa representação, principalmente da distribuição dos cabos.

Para disciplina hidrossanitário existem somente quatro arquivos, datados da década de 80, que não representam mais as instalações presentes no Bloco 1Y, uma vez que se percebe a modificação dos locais e reformas de banheiros e copa. Para o Bloco 5E não há projetos dessa disciplina. Algumas informações sobre os ralos de drenagem e caixas de inspeção no pavimento térreo puderam ser aproveitadas para modelagem, porém, é notável que essa é a disciplina mais carente de informações das edificações estudadas, tanto em geometria quanto em informação sobre os componentes.

4.1.2 Registros das Manutenções

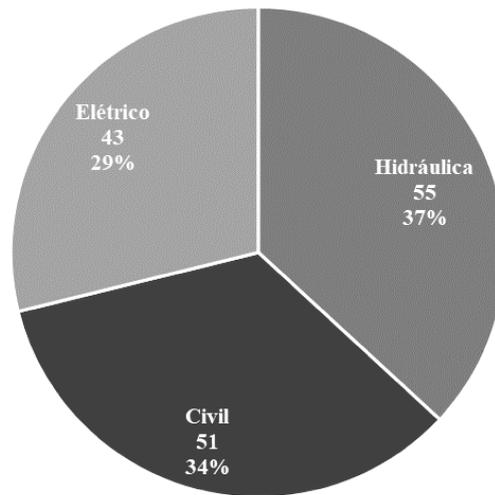
As atividades realizadas pela coordenação de manutenções são registradas na plataforma TeknoMax, cuja utilização pelo setor da universidade foi acordada em contrato de prestação de serviço com a empresa terceirizada Tekno. A plataforma possui diversas ferramentas para a gestão de manutenção, não se limitando apenas ao registro das ordens de serviço. Na plataforma, é possível realizar o cadastro de insumos, profissionais e equipamentos, o que possibilita a gestão de estoque e ferramentas, recursos humanos e o planejamento de atividades. Analisando as informações registradas percebeu-se que a equipe faz bom uso da plataforma e utiliza suas ferramentas, uma vez que junto as solicitações havia dados de materiais utilizados, valores de reparo e profissionais responsáveis pela execução.

A partir dos dados disponibilizados, observou-se que o primeiro registro data de 10 de agosto de 2021, demonstrando que os dados representam uma pequena parcela das manutenções ocorridas durante a vida útil da edificação. No entanto, esses dados refletem as demandas atuais e que são de conhecimento da empresa atuante. Foram coletados dados de registros até a data de 15 de maio de 2024, totalizando 149 reparos realizados nos blocos estudados, demonstrando número significativo de reparos tendo em vista o período analisado.

Considerando a classificação adotada nos registros (Civil, Elétrica e Hidrossanitário), as disciplinas apresentam quantidades de solicitações similares, não havendo uma categoria com

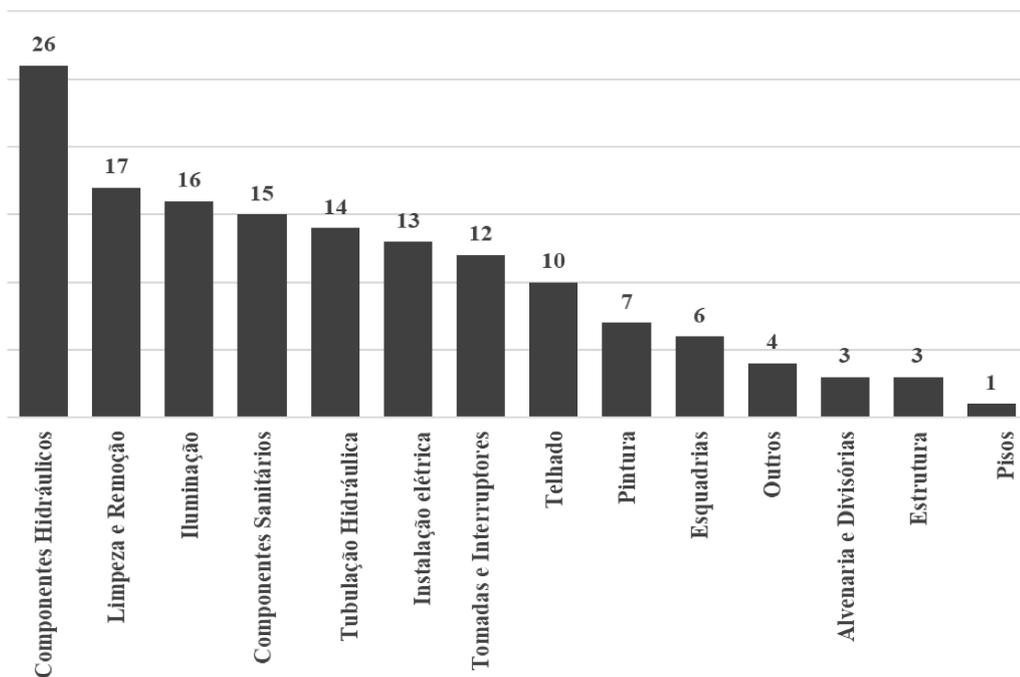
maior predominância em número de reparos, como pode ser visualizado na Figura 39, que apresenta o gráfico de distribuição de demandas em cada disciplina. Já para a subclassificação dos sistemas prediais, os reparos de componentes hidráulicos são os mais recorrentes. O número de manutenções por componentes da edificação é apresentado no gráfico da Figura 40.

Figura 39 - Número e percentual de demandas em cada disciplina



Fonte: Autor (2024)

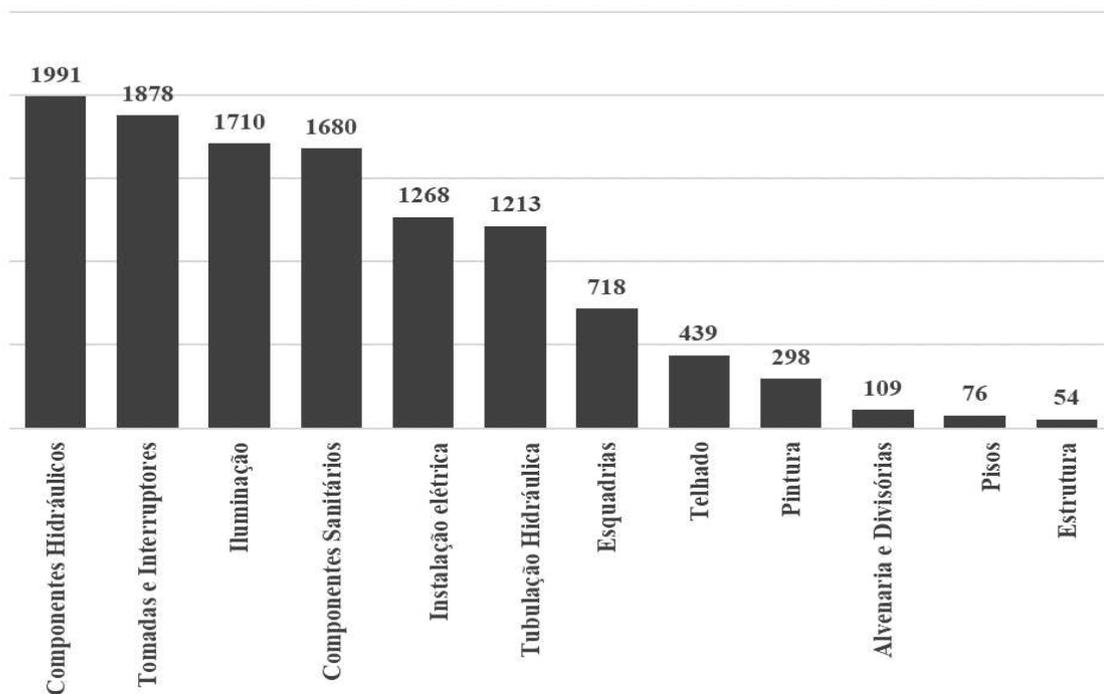
Figura 40 - Quantidade de demandas por tipo de serviço para Bloco 1Y e 5E



Fonte: Autor (2024)

Observa-se que, fora a atividade de limpeza e remoção de entulhos, as demais atividades com maior número de reparos são as manutenções relacionadas às disciplinas elétrica e hidrossanitário, revelando a importância do registro de informações desses sistemas. É importante destacar que essas são as disciplinas em que menos foram encontrados dados e onde foram realizadas as maiores intervenções e mudanças ao longo da operação das edificações. Paralelamente, ao analisar o número de reparos na universidade, também se observa que as categorias de componentes elétricos e hidrossanitários representam os maiores valores, conforme ilustrado no gráfico da

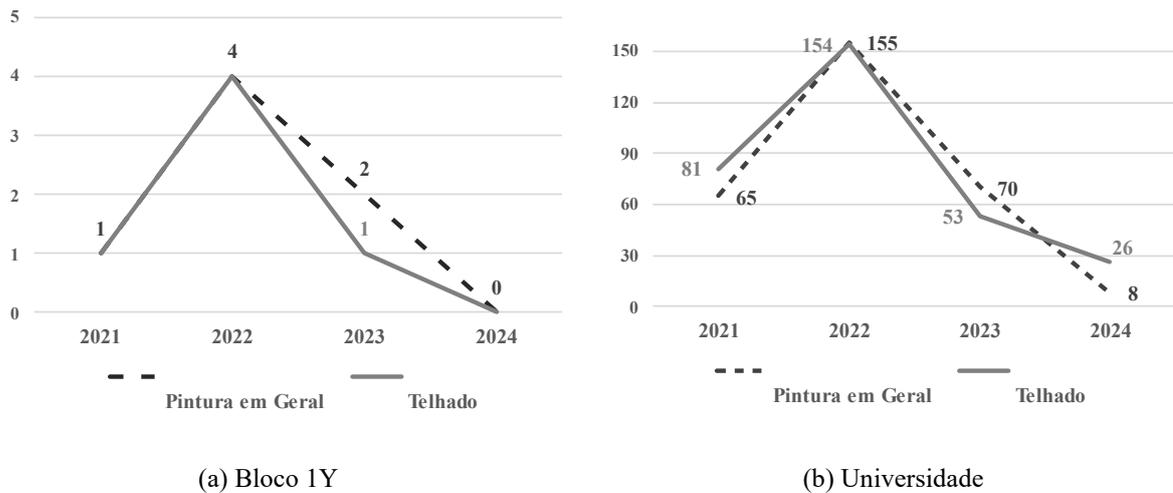
. Figura 41 - Quantidade de demandas por tipo de serviço para universidade



Fonte: Autor (2024)

Nas entrevistas, foi mencionado que a universidade possui um plano de manutenções regular para telhados e pintura, contudo, essas atividades não estão entre as mais realizadas. Isso pode significar que as ações de manutenções preventivas têm demonstrado resultados. Analisando as solicitações de pintura e telhado anualmente, observa-se uma queda no número de reparos solicitados, tanto para o bloco 1Y quanto para a universidade, conforme demonstrado na Figura 42. Para o ano de 2021 não há dados do ano completo.

Figura 42 - Número de solicitações para telhados e pintura no Bloco 1Y e universidade



Fonte: Autor (2024)

4.1.3 Dados armazenados

Após a análise dos dados presentes nos projetos disponibilizados e das informações de manutenções contidas nas O.S., foi possível identificar os dados existentes nos arquivos da universidade. No Quadro 13 apresenta-se a disponibilidade dos dados em: ausentes, presentes e parciais, para as categorias definidas como importantes pelos profissionais de FM.

Quadro 13 – Disponibilidade dos dados FM

Disciplina	Elemento Construtivo	Dados Importantes	Dados Registrados
Arquitetônica	Alvenarias	Material de Composição	x
		Material de Acabamento	x
		Cor da Pintura	x
		Dimensões	~
	Divisórias	Material	x
		Dimensões	~
	Esquadrias	Material	v
		Tipo	v
		Dimensões	~
	Componentes das Esquadrias	Material	x
		Modelo	v
		Dimensões	v
		Data de Instalação / Troca	~
	Telhados	Material	x
		Tipo de Telhas	x
		Tipo de Calhas	v
Dimensões		~	
Data de Instalação / Troca		~	
Data de Manutenção		~	

Continua →

Disciplina	Elemento Construtivo	Dados Importantes	Dados Registrados
	Pisos	Material	x
		Cor	x
		Marca	x
		Dimensões	v
Estrutural	Estrutura	Tipo	v
		Material	v
		Dimensões	v
		Carga/capacidade suportada	x
Elétrica	Iluminação	Tipo	x
		Modelo	x
		Potência	x
		Tensão	x
		Data de Instalação / Troca	~
	Tomadas e Interruptores	Tipo	~
		Modelo	x
		Marca	x
		Potência	x
		Tensão	x
	Equipamentos elétricos	Data de Instalação / Troca	~
		Tipo	~
		Modelo	x
		Marca	x
		Potência	x
		Tensão	x
		Dimensões	x
		Data de Instalação / Troca	~
	Instalações Elétricas	Data de Reparo	~
		Bitola dos cabos	x
Tipo de eletroduto		~	
Componentes das Instalações		x	
Material		~	
Hidrossanitário	Tubulações	Tipo	x
		Diâmetro	x
		Componentes das Instalações	x
		Material	x
	Componentes Hidrossanitários	Tipo	x
		Dimensões	x
		Modelo	x
		Material	x
		Data de Instalação / Troca	~
		Data de Manutenção	~

Legenda: x – dado ausente / v – dado presente / ~ - dado presente parcialmente

Fonte: Autor (2024)

No geral, não foram encontradas informações sobre o tipo de material, cor ou outras propriedades das edificações nos projetos. Alguns projetos elétricos incluem a especificação dos materiais dos eletrodutos, enquanto para o projeto de estruturas consta a especificação do concreto no projeto. Os projetos arquitetônicos, principalmente os mais atualizados, apresentam uma grande quantidade de informações referentes às dimensões em planta. As datas referentes às manutenções são armazenadas na plataforma da Tekno, porém, sem qualquer tipo de conexão

com o componente ao qual se referem. Embora as datas possam ser consultadas e até atribuídas, é necessário buscar a demanda que corresponde ao componente reparado. Por esse motivo, as datas estão presentes de forma parcial, uma vez que não são registradas as datas de manutenção de todos os componentes de uma categoria e são de difícil acesso no banco de dados.

As dimensões relativas às alturas ficam restritas aos cortes. Embora seja possível determinar as dimensões das divisórias em planta, os tamanhos das divisórias cortadas, divisórias abaixo de vigas ou com tamanhos fora do padrão não são especificados no projeto. As dimensões dos pisos acompanham as dimensões do projeto arquitetônico, com poucas variações percebidas. As esquadrias produzidas sob demanda são minuciosamente detalhadas nos projetos, no entanto, outras esquadrias, como as portas industrializadas, não possuem levantamento dimensional. Não há especificações quanto aos tamanhos e diâmetros dos componentes hidrossanitários nem dos equipamentos elétricos.

Os tipos e componentes estruturais estão bem especificados nos projetos. As esquadrias estão detalhadas, incluindo seus tipos e localizações no projeto. Não foram encontradas nos projetos especificações sobre os tipos de iluminação e tomadas, suas potências e outras características. Para os componentes das instalações elétricas e hidrossanitários, como curvas, luvas, caixas de passagem e inspeção, não há informações nos projetos. Além disso, sobre os equipamentos elétricos, como ar-condicionado, e os equipamentos dos laboratórios, não foram encontradas informações específicas nos projetos. No geral, os dados específicos são limitados, restritos apenas a alguns tipos de componentes.

4.2 PESQUISA COM PROFISSIONAIS FM

Nessa seção serão apresentadas as inferências obtidas a partir das entrevistas com os profissionais FM e o compilado das respostas dos profissionais ao questionário aplicado.

4.2.1 *Informações apresentadas nas entrevistas*

A primeira reunião foi realizada com o Diretor de Obras da Universidade Federal de Uberlândia (DIROB), ocupante do cargo desde 2021. Essa ocorreu em dezembro de 2023, em uma das salas de professores do Bloco 1Y, e teve duração de 50 min aproximadamente, e os assuntos discutidos foram anotados. A reunião ocorreu em forma de conversa informal para compreender o processo de chegada das demandas de manutenções e a atual situação dos dados registrados sobre as edificações. Foi informado que os serviços de manutenção predial são realizados por empresas terceirizadas e que há grande deficiência nos registros e acompanhamento das atividades de manutenção realizadas ao longo do tempo nos blocos universitários. Foi levantada a problemática de que não há um plano acerca dos registros de modificações ocorridas nas edificações decorrentes de obras de manutenção e adequação de espaço. Quanto aos registros de solicitações de reparos, foi informado que esses se encontram misturados às solicitações gerais de serviços da universidade, e por mais que as empresas terceirizadas responsáveis pelas manutenções façam gestão das solicitações e dos serviços executados, essas informações não ficam retidas na PREFE. A cada nova empresa licitada há perda de informação pela empresa anterior e uma nova gestão de demandas de reparos é iniciada.

Neste sentido, o professor relatou que em sua gestão está priorizando a manutenção preventiva com o intuito de minimizar danos futuros maiores, focando em serviços que possuem alta demanda como limpeza de telhados e calhas, e revitalização de pintura. Porém, esse planejamento ocorre baseado na experiência do dia a dia, sem a análise de informações relativas a reparos. Foi explanado que as demandas de manutenção corretiva são significativas, mas que a gestão ocorre unicamente por meio da coordenação da empresa contratada. Na busca por informações direcionadas em relação a manutenção do bloco, o Diretor recomendou um encontro com o Coordenador de Manutenção, responsável pelo recebimento das solicitações de reparos provenientes de todos os blocos da Universidade, da empresa terceirizada, licitada no momento atual.

Foi realizada uma entrevista com o coordenador de manutenção, para compreender a chegada e registro das ocorrências de manutenção. Foi confirmado que não há registros organizados sobre as solicitações e reparos ocorridos na atuação das empresas licitadas anteriormente, porém, desde o ano de 2021, iniciou-se a prática de registro e tratamento das informações relacionadas as solicitações de manutenção. Durante a entrevista foi apresentado o sistema TeknoMax, de propriedade da empresa contratada, utilizado para inserção, classificação e acompanhamento das demandas de manutenção. Foi informado que o sistema é fruto de uma exigência da última licitação que também exige a disponibilização dos dados registrados na plataforma, mesmo após vencimento de contrato. Essa exigência teve como objetivo o início de uma gestão estruturada e continuada. Os serviços de manutenção são executados por duas empresas: manutenções gerais e serviços hidráulicos, e manutenção de equipamentos elétricos e serviços de serralheria e vidraçaria.

Relativo à realização dos serviços, foi relatado que as demandas de menor impacto financeiro são analisadas e executadas exclusivamente pela empresa terceirizada e acompanhada pelos fiscais de contrato do setor. A empresa analisa as demandas, vai ao local solicitado, certifica-se do que precisa ser reparado, e após, mediante materiais disponíveis em estoque, realiza a manutenção. Foi frisado o fato de que, para toda demanda é necessária a verificação in loco para averiguação do que precisa ser feito e das características do local ou componentes, como material, marca, acabamento, entre outros. Essa atividade se faz necessária devido à falta de projetos atualizados das edificações com as localizações efetivas dos componentes e equipamentos, assim como das informações desses. Foi informado que frequentemente as verificações precisam ser refeitas por erros de localização das demandas, observações equivocadas no local de reparo, ou ambiente de difícil acesso, principalmente em demandas que envolvem as instalações hidrossanitárias e elementos ocultos. A falta de informações afeta prioritariamente as manutenções maiores e em projetos de adequação de espaço. Nessas situações, é requisitado a Equipe de Projetos da PREFE, a elaboração dos projetos para Equipe de Manutenções realizar.

Outro departamento presente nas manutenções e intervenções é a Diretoria de Projetos e Orçamentos, com isso, foi realizada uma reunião com a Diretora da repartição. Em relação ao processo de solicitação de serviços de manutenção e pequenas reformas, os usuários fazem as requisições por meio do sistema interno da instituição dos diferentes tipos de serviços demandados, desde pequenos reparos até reformas mais complexas, e essas solicitações são encaminhadas para as diretorias responsáveis para análise e execução. Nos procedimentos envolvidos na elaboração e execução de projetos para serviços maiores, como reformas

estruturais e ampliações de espaços, ressaltou-se a importância de informações precisas e atualizadas sobre a infraestrutura existente para garantir o sucesso dessas iniciativas. No que tange os desafios enfrentados, a Diretora abordou a questão da obtenção de informações precisas sobre a infraestrutura das edificações, especialmente em relação aos sistemas elétricos e hidráulicos, destacando a necessidade de investimentos em equipamentos de mapeamento e digitalização para melhorar a documentação desses sistemas e facilitar o trabalho de manutenção e reparos. No campo de obtenção de informações relevantes para elaboração dos projetos foi ressaltado a necessidade de conferências durante a fase de elaboração de projetos sendo necessário realizar visitas ao local para fazer levantamentos e conferir medidas uma vez que os dados disponíveis são incompletos e muitas vezes desatualizados. Informou que as informações as-built não são repassadas pela equipe de obras, assim, as informações do pós-obra ficam perdidas no processo, havendo necessidade, em caso de novas intervenções, de novas conferências.

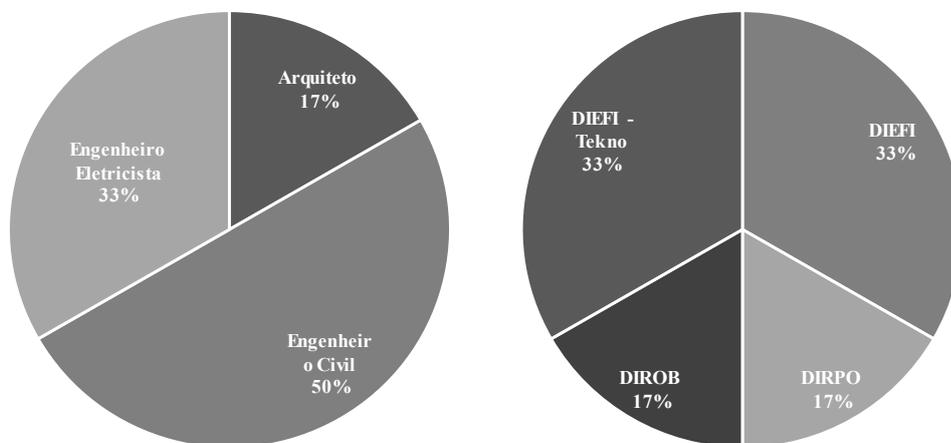
A conversa com a diretora abordou a relevância de se ter acesso a dados detalhados sobre os componentes das edificações, tanto para atividade de FM quanto para operação, citando atividade de operação que devem ser consideradas durante a elaboração de projetos de adequação e nem sempre estão disponíveis, como por exemplo o planejamento de espaços para o operador de manutenções em caixas d'água. Considerando o contexto de uma diretoria de projetos, a diretora expressou preocupação com o planejamento e a estruturação eficiente desses dados. Ainda, enfatizou a importância de informações atualizadas para melhorar o trabalho da equipe, pois atualmente faz-se necessário realizar verificações no local para todas as demandas, independentemente da natureza do trabalho. Ao abordar a variedade de tarefas enfrentadas pela equipe, menciona problemas sazonais, como vazamentos em telhados durante períodos de chuva e problemas de abastecimento de água durante a estiagem e que a demanda varia dependendo das condições climáticas e das necessidades específicas da universidade. Foi conversado também sobre o sistema de estoque da equipe, explicando que a empresa mantém um estoque mínimo de materiais e solicitam orçamentos conforme as necessidades geradas a partir das demandas, mas, que há materiais que sempre estão disponíveis, como lâmpadas, selantes e vedantes. Em relação as características do materiais e componentes para reparo abordou que há a necessidade de seguir um padrão, sem necessariamente especificar marcas, onde muitas vezes, é possível encontrar um modelo próximo. Relatou a importância de informações específicas para diferentes tipos de trabalho, como especificações técnicas para cabos elétricos e tamanhos de componentes hidráulicos, mas, esclareceu que essa expertise

geralmente reside no pessoal operacional de campo, e não há uma forma de registro desse tipo de informação nos protocolos da empresa.

4.2.2 Resultados e análise dos questionários

Serão apresentados os principais resultados obtidos com a aplicação do questionário e a integra do mesmo com perguntas e respostas encontra- no Apêndice A. Durante as entrevistas, foram enfatizadas pelos profissionais de FM as preocupações relacionadas à ausência de um banco de dados atualizado na universidade, bem como à falta de informações abrangentes. Destacou-se que essa lacuna impacta significativamente no tempo para realização de manutenções e desenvolvimento de projetos de adequação das edificações, devido a necessidade constante de deslocamento até os blocos para verificações *in loco*. No questionário aplicado aos profissionais FM atuantes na Divisão de Execução Física (DIEFI), Diretorias de Obras (DIROB), Diretoria de Projetos e Orçamentos (DIRPO), obteve-se seis de respostas, e a distribuição dos profissionais e suas profissões podem ser visualizados na Figura 43.

Figura 43 - Gráfico distribuição percentual dos profissionais FM conforme suas profissões



Fonte: Autor (2024)

A primeira parte do questionário procurou compreender a forma de entrada e registro das demandas até os setores. As respostas indicaram que as demandas chegam aos setores por meio do sistema de ordens de serviço (OS) da universidade, embora algumas solicitações também sejam recebidas por e-mail, onde a descrição detalhada da solicitação, o local citado e os contatos do solicitante são informações importantes. Analisando as informações obtidas nas entrevistas, reforçadas pelo questionário, nota-se que o sistema de registro de ocorrências da universidade (OcoMon – Monitor de Ocorrências) é capaz de arquivar demandas solicitadas,

funcionalidade utilizada pela DIRPO e DIROB, no entanto, para a DIEFI, é implementado um novo registro no sistema TeknoMax. Esse sistema permite a realização de classificações, tais como prioridade, disciplina e elementos construtivos, e o cadastro e atualização das O.S. são acompanhadas neste sistema.

Os entrevistados ressaltaram a importância de registrar as demandas e suas atualizações para garantir a fiscalização adequada dos serviços, assim como para gerar relatórios e estatísticas que demonstrem as atividades principais, os materiais utilizados e o dimensionamento dos contratos de manutenção, assim como acompanhamento das regularizações junto aos órgãos externos à universidade. Foi mencionado que são realizados planejamentos anuais ou em períodos pré-determinados para manutenções prioritárias ou recorrentes, já para elaboração de projetos acontece conforme demandas recebidas.

Para as respostas relacionadas à disponibilidade de um banco de dados para realização das atividades FM, foi relatado, reforçando as informações das entrevistas, a premente necessidade de verificar a situação das instalações e obter informações diretamente no local, considerando que nem sempre há projetos físicos ou digitalizados disponíveis para consulta no banco de dados da Divisão de Cadastro Integrado (DICIE), setor integrado a DIRPO. A maioria das respostas convergiu para a constatação de que, na ausência de registros atualizados dos blocos universitários, a obtenção de dados relevantes torna-se um desafio. Uma única resposta apontou para a existência de um banco de dados em nuvem que contém atualizações dos projetos de arquitetura.

As atividades de manutenção elétrica e hidráulica, e elaboração de projetos de reformas e adequações foram as mais citadas em termos de demanda por dados atualizados. No que diz respeito às etapas de manutenção, as fases de detecção e diagnóstico foram destacadas como aquelas que mais se beneficiariam da disponibilidade de informações armazenadas, permitindo análises eficiente das atividades e maior assertividade na resolução das questões enfrentadas. Em relação à qualidade dos dados armazenados, a maioria das opiniões avaliou as informações disponibilizadas como ruins, com poucos dados disponibilizados e desatualizados. A avaliação pode ser visualizada no Quadro 14.

Quadro 14 – Avaliação da disponibilidade de dados

Avaliação	Quant. de avaliações
Excelente, tenho a disposição todas as informações necessárias atualizadas	0
Boa, parte das informações estão disponíveis e atualizadas	2
Ruim, há poucos registros de informações disponíveis e atualizados	4
Péssimo, não há informações registradas	0

Fonte: Autor (2024)

No questionário foi incluída uma seção para que os profissionais avaliassem dados pré-estabelecidos considerados importantes para registro dos elementos construtivos presentes nos blocos estudados. As categorias de dados foram avaliadas quanto à sua importância utilizando uma escala *Likert* e dados avaliados com média arredondada de notas igual ou superior a 3 foram considerados importantes para registro, os demais foram desconsiderados. No Quadro 15 estão relacionadas as notas médias de avaliação para cada tipo de dado para os diferentes elementos construtivos, onde os que foram desconsiderados estão tachados. As notas de avaliação de cada profissional encontram-se relacionadas no Apêndice A.

Quadro 15 – Nota média avaliada pelos profissionais FM para tipo de dado

Disciplina	Elemento Construtivo	Dado Avaliado	Nota Média
Arquitetônica	Alvenarias	Dimensões	4
		Material de Composição	3
		Material de Acabamento	3
		Cor da Pintura	3
		Marca da Pintura	2
	Divisórias	Dimensões	4
		Material	3
		Cor	2
	Esquadrias	Material	4
		Dimensões	4
		Tipo	3
		Cor	2
		Marca	2
	Componentes das Esquadrias	Material	4
		Dimensões	4
		Data de Instalação / Troca	4
		Modelo	3
		Marca	2
	Telhados	Data de Manutenção	5
		Material	4
		Tipo de Telhas	4
Tipo de Calhas		4	
Dimensões		4	
Data de Instalação / Troca		4	

Continua →

Disciplina	Elemento Construtivo	Dado Avaliado	Nota Média
	Pisos	Dimensões	5
		Material	4
		Cor	4
		Marca	3
Estrutural	Estrutura	Dimensões	5
		Carga/capacidade suportada	5
		Tipo	4
		Material	4
Elétrica	Iluminação	Data de Instalação / Troca	5
		Tipo	4
		Modelo	4
		Potência	4
		Tensão	4
		Marca	2
	Tomadas e Interruptores	Tipo	5
		Modelo	5
		Tensão	5
		Data de Instalação / Troca	5
		Marca	3
		Potência	3
	Equipamentos elétricos	Tipo	5
		Modelo	5
		Potência	5
		Tensão	5
		Data de Instalação / Troca	5
		Data de Reparo	5
		Marca	3
		Dimensões	3
Instalações Elétricas	Bitola dos cabos	5	
	Tipo de eletroduto	4	
	Componentes das Instalações	4	
	Material	4	
	Marca	2	
Hidrossanitário	Tubulações	Tipo	5
		Diâmetro	5
		Componentes das Instalações	5
		Material	4
		Marca	2
	Componentes Hidrossanitários	Data de Instalação / Troca	5
		Data de Manutenção	5
		Tipo	4
		Dimensões	4
		Modelo	4
		Material	3
		Marca	2

Fonte: Autor (2024)

Para avaliar a importância das categorias segundo a opinião dos profissionais FM, foram agrupadas por similaridade e suas notas médias estão apresentadas no Quadro 16. As categorias de capacidade estrutural, tensão e potência ficaram fora do agrupamento por serem específicas de uma disciplina.

Quadro 16 – Nota média para os dados agrupados

Categoria de Dados	Dado Específico	Nota Média
Datas Operacionais	Data de Instalação / Troca	5
	Data de Manutenção	
Dimensões	Bitola dos cabos	4
	Diâmetro	
	Dimensões	
	Tamanho	
Marca	Marca	2
Material	Nome do Material	4
	Material de Composição	
	Material de Acabamento	
	Cor da Pintura	
Elementos e seus Tipos	Componentes das Instalações	4
	Tipo	
	Modelo	
	Tipo de Telhas	
	Tipo de Calhas	
	Tipo de eletroduto	
Dados Específicas	Carga/capacidade suportada	5
	Tensão	5
	Potência	4

Fonte: Autor (2024)

Conforme apresentado no Quadro 16 é possível concluir que, para os profissionais FM da universidade, os dados relacionados às datas de instalação, troca ou manutenção são informações essenciais de serem registradas. Essa importância também pôde ser observada durante as entrevistas. Os dados referentes a dimensões e tamanhos, tipos e modelos, e materiais também foram classificados com alta importância. Nas entrevistas, profissionais de ambas as diretorias destacaram a aplicabilidade do registro dessas informações, seja para a compra de materiais para estoque ou para especificidades de utilização. Exemplos incluem o tamanho correto de uma fechadura, o diâmetro de uma torneira a ser substituída, o tipo adequado de lâmpada para um ambiente ou uma propriedade específica do material do piso que precisa ser considerada para limpeza adequada.

A categoria "Marca" obteve a menor nota de avaliação, conforme observado nos Quadro 15 e Quadro 16. Em contratos públicos para prestação de serviços ou compra de materiais, é comum prevalecer a escolha pelo menor preço, que atenda às especificações necessárias, sem a exigência de uma marca específica. As únicas categorias em que a marca foi apontada como informação de média relevância (nota 3) foram as de piso e equipamentos elétricos. Neste último, a marca é importante porque a universidade possui alguns equipamentos,

principalmente nos laboratórios, que exigem características bastante restritas, às vezes disponíveis apenas em uma marca específica. Também foi disponibilizado um campo para sugestões de categorias de dados não pré-estabelecidas ou outras informações que seriam importantes, no entanto, não foram recebidas sugestões adicionais.

Na conclusão do questionário foi perguntado se os profissionais FM acreditam que a Metodologia BIM pode auxiliar em suas atividades e todos deram resposta afirmativa. Já sobre o conhecimento em relação à metodologia as respostas indicaram um nível limitado de familiaridade com o tema, como pode ser visto no Quadro 17.

Quadro 17 - Avaliação sobre domínio da Metodologia BIM

Avaliação	Quant. de avaliações
Possuo domínio sobre a Metodologia	0
Tenho pouco conhecimento sobre a Metodologia	4
Já ouvi falar	2
Não tenho nenhum conhecimento	0

Fonte: Autor (2024)

Sobre como a metodologia poderia contribuir para melhorias nas atividades de FM as respostas foram positivas em relação à velocidade de atendimento das demandas, redução do tempo de acesso às informações das edificações, redução das inspeções presenciais para busca de dados, padronização, estruturação dos processos, e aprimoração para futuras intervenções na edificação, utilizando a experiência adquirida para melhoria de novos projetos.

4.3 MODELOS BIM

Os modelos BIM são parte importante desse estudo por serem o repositório de todas as informações trabalhadas. O processo de fotogrametria disponibilizou um arquivo com representação fiel da envoltória dos Blocos 1Y e 5E. Nessa seção são discutidos os esforços e resultados obtidos a partir da fase de modelagem.

4.3.1 Nuvem de pontos

O processamento das fotografias pela plataforma WEBODM teve como resultado uma nuvem de pontos de boa modelagem e visualização, principalmente na região atrás do bloco

1Y, apesar da sombra na fachada no momento de registro das fotografias, e do bloco 5E por não haver interferências. A fachada frontal e as laterais do bloco 1Y foram bastante afetadas pela grande presença de árvores obstruindo a boa visualização desses locais, tendo como resultado regiões com “furos” e distorcidas. Os melhores resultados foram para os telhados que ficaram com boa visualização e poucas distorções. O resultado da nuvem de pontos é observado na Figura 44.

Figura 44 – Nuvem de Pontos



(a) Visão geral da Nuvem de Pontos



(b) Região sem processamento devido obstrução das árvores

Fonte: Autor (2024)

4.3.2 Modelagem Colaborativa

A viabilidade do trabalho colaborativo para as modelagens demonstrou-se como um dos resultados por ser um processo que requereu buscas e tentativas para sua execução. Existia a possibilidade de edição dos arquivos em momentos distintos pelos modeladores, porém optou-se pelo trabalho colaborativo por permitir uma modelagem dinâmica, simultânea e segura quanto a edições indesejadas, e independente em questões de divisão do trabalho. A modelagem

colaborativa permitiu a avaliação de cada modelador por meio do parâmetro *workset* que registra o modelador de cada elemento.

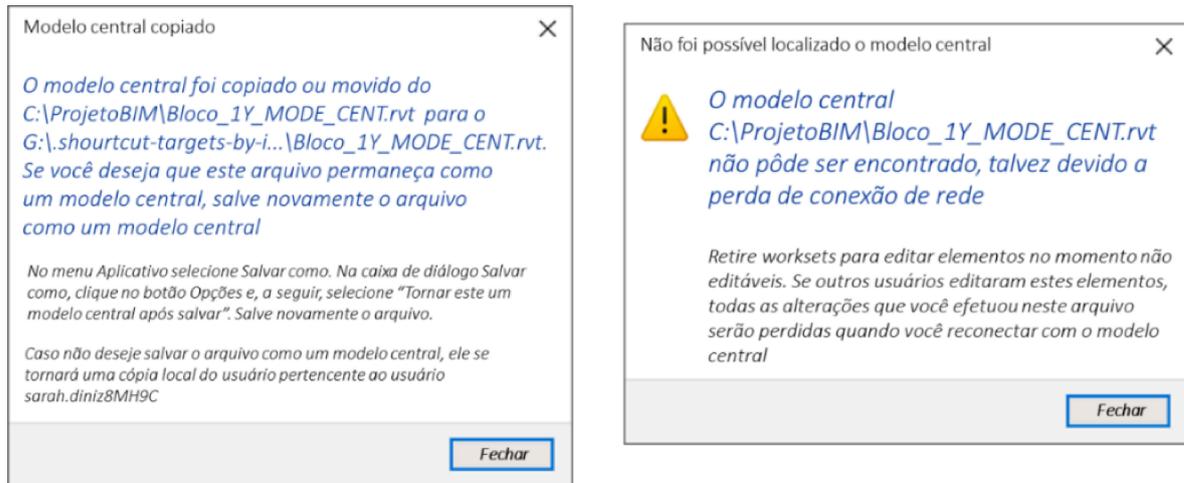
A metodologia escolhida para o trabalho colaborativo demonstrou-se eficiente, porém, alguns desafios surgiram e por meio desses houve muitos aprendizados:

- **Servidores das nuvens:** o processo foi realizado utilizando o arquivamento em nuvens do servidor *OneDrive* pelo fato de licença educacional da *Microsoft* ser ofertada pela universidade, e apesar do processo ocorrer corretamente inicialmente, pela necessidade de sincronização, erros começaram a surgir na junção das modelagens no arquivo central, consequência do fato de que comumente apareciam arquivos cópias do modelo central para cada modelador que sincronizava sua modelagem. Na Figura 45 é possível visualizar alguns erros ocorridos durante a modelagem utilizando esse servidor de nuvem.

Buscando alternativas, o processo foi refeito utilizando o servidor em nuvens *Google Drive*, com o qual se obteve sucesso por não gerar duplicatas dos arquivos.

- **Boas práticas:** se faz necessário adotar boas práticas entre os modeladores com o intuito de evitar problemas de sincronização dos trabalhos de modelagem, como:
 - Não edição do modelo central, editou-se somente os arquivos locais;
 - Sincronização com o modelo central somente após o fim das modelagens como objetivo de manter o arquivo central atualizado;
 - Edição dos componentes de propriedade de outro modelador somente sob permissão;
 - Conferência das configurações de data e hora da máquina de trabalho e a conexão com internet na hora da sincronização para evitar erros;
 - Não realização de sincronização simultânea;
 - A sincronização só termina quando o modelo central na nuvem é atualizado.
- **Conexão com o modelo central:** há a necessidade de “mascarar” o endereço do modelo central para ficar comum a todos os modeladores e nesse processo é comum ocorrer desconexões entre arquivo local e modelo central. Caso, ao abrir o modelo local, aparecer a mensagem de desconexão, um novo arquivo local deve ser criado substituindo o anterior, salientando que se as sincronizações anteriores estiverem carregadas corretamente não haverá perda de trabalho realizado.

Figura 45 – Erros ocorridos durante modelagem colaborativa



Fonte: Autor (2024)

4.3.3 Dados FM

A partir da modelagem dos componentes construtivos no *software* Revit, os dados relativos às manutenções foram inseridos nos modelos digitais de cada disciplina a partir da criação e configuração de Parâmetros de Dados, Parâmetros Geométricos, Tipos de Famílias e Propriedades dos Materiais, conforme Quadro 18. Todos esses parâmetros estão relacionados as famílias e seus componentes gerando informações correspondentes aos elementos que elas pertencem, sendo essa a maior contribuição do modelo BIM para o FM. A listagem de todos os parâmetros criados encontra-se no Apêndice B.

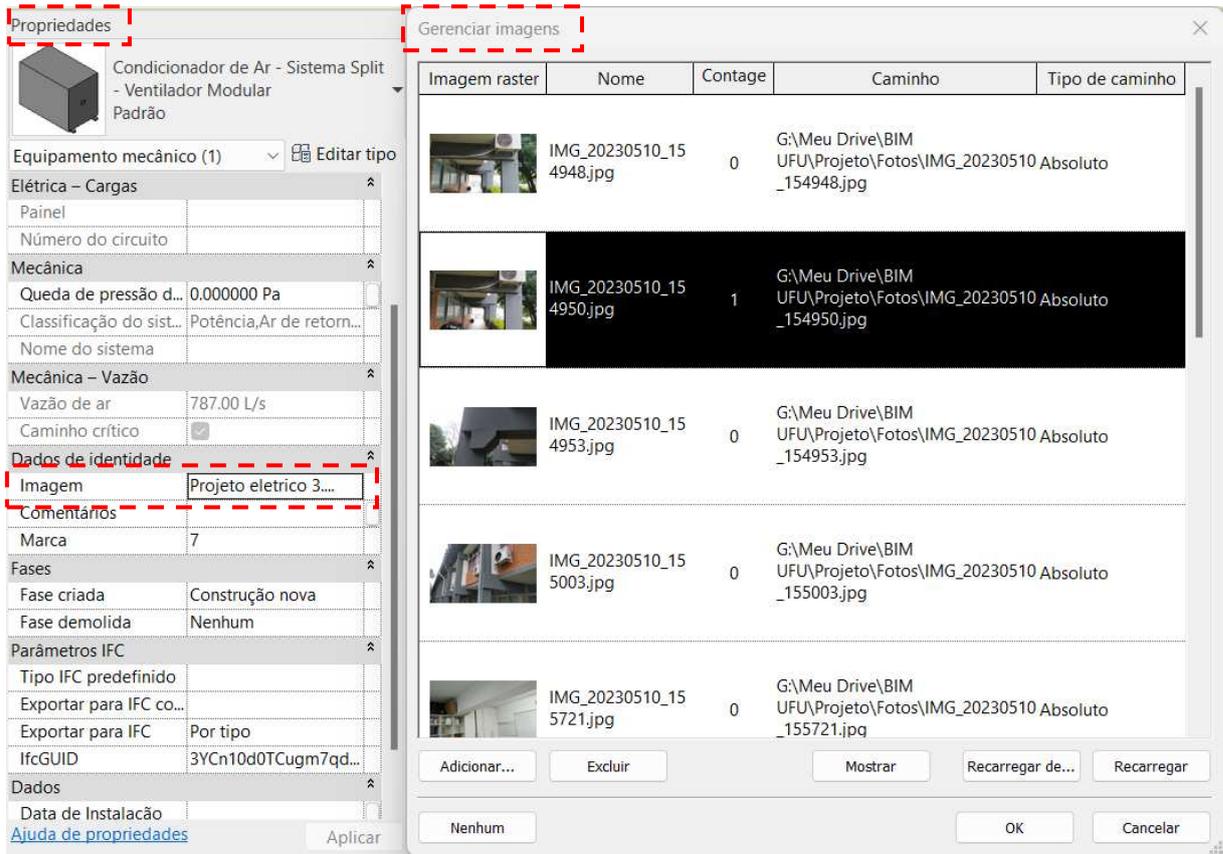
Quadro 18 – Tipos de parâmetros associados aos tipos de dados

Tipo de Parâmetro	Categoria de Dados	Dado Específico
Parâmetros de Dados	Datas Operacionais	Data de Instalação / Troca
		Data de Manutenção
	Marca	Marca
	Dados Específicas	Carga/capacidade suportada
		Tensão
		Potência
Parâmetros de Família	Elementos e seus Tipos	Componentes das Instalações
		Tipo
		Modelo
		Tipo de Telhas
		Tipo de Calhas
		Tipo de eletroduto
Parâmetros de Materiais	Material	Nome do Material
		Material de Composição
		Material de Acabamento
		Cor da Pintura
Parâmetros Geométricos	Dimensões	Bitola dos cabos
		Diâmetro
		Dimensões
		Tamanho

Fonte: Autor (2024)

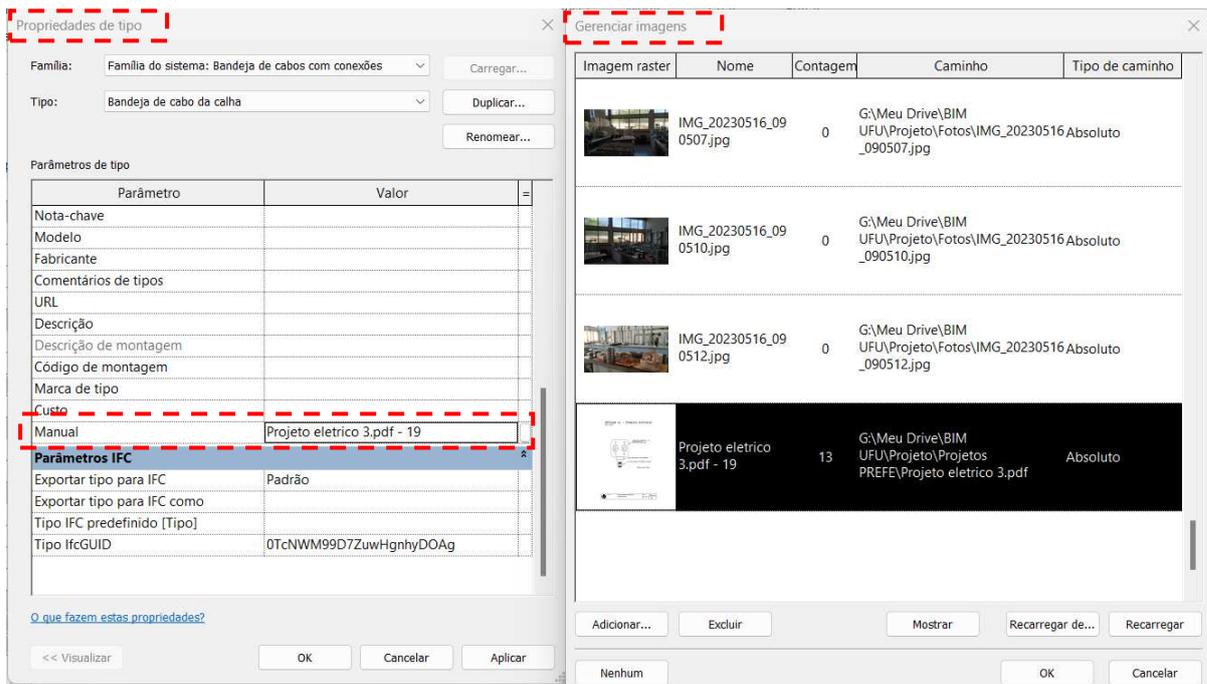
Nos Parâmetros de Dados, também é possível vincular arquivos externos armazenados fora do modelo, como fotografias e arquivos PDF. Esse tipo de dado proporciona informações complementares importantes para as atividades de FM. Por meio de fotografias é possível acompanhar visualmente o estado atual de elementos da edificação. Durante o processo de aferição das medidas dos blocos *in loco* foram registradas fotografias dos ambientes em toda a edificação, com o intuito de facilitar o processo de modelagem, os quais registros foram utilizados para vinculação às famílias no modelo, como fonte de visualização atualizada dos elementos, as imagens foram anexadas como parâmetro de instância. Outro recurso importante para FM são os manuais dos componentes, que contêm informações sobre reparo, utilização, normas, entre outros. Esses documentos geralmente estão armazenados no formato PDF, e exemplares foram disponibilizados pela PREFE. Assim como as imagens, esses manuais foram vinculados aos elementos do modelo com parâmetro de tipo pois o manual equivale para todos os elementos da mesma família. Na Figura 46 é possível visualizar a vinculação da fotografia do equipamento de ar-condicionado correspondente ao elemento no projeto. Na Figura 47 o manual de instruções técnicas para instalação das eletrocalhas é vinculado à família correspondente.

Figura 46 – Vinculação de fotografia



Fonte: Autor (2024)

Figura 47 – Vinculação de arquivo PDF

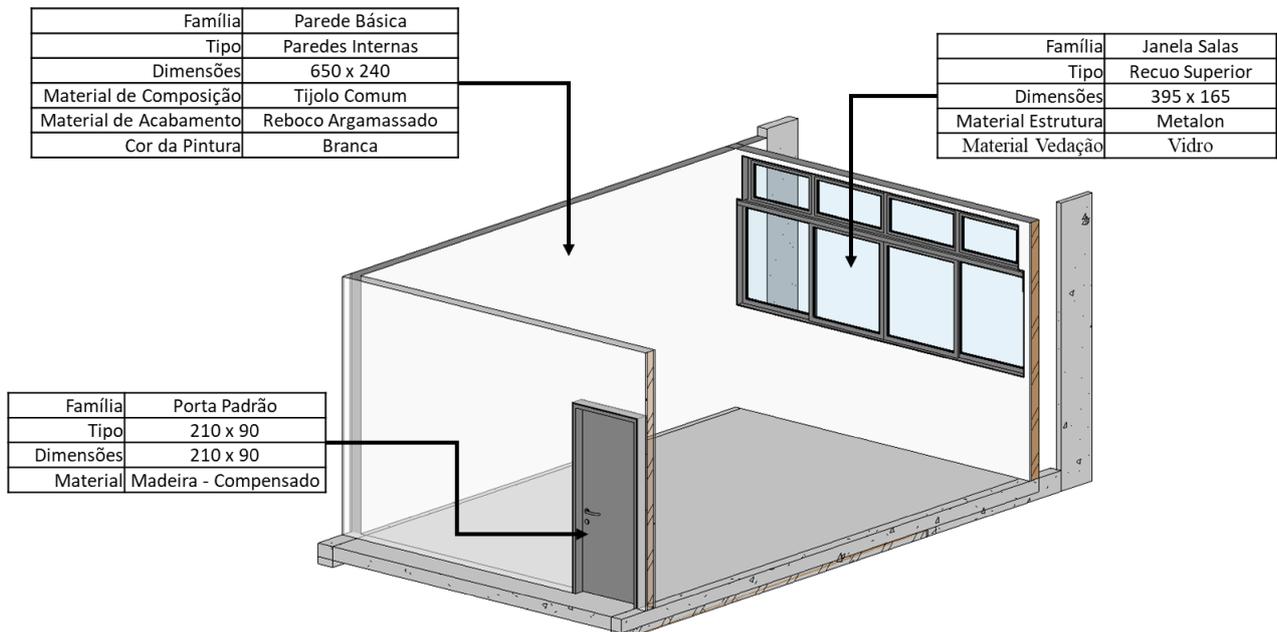


Fonte: Autor (2024)

4.3.4 Modelo Arquitetônico

A partir das informações coletadas nos projetos e aferidas no local foi elaborado o modelo arquitetônico. Neste foram modeladas as geometrias básicas como paredes e pisos e criadas famílias para os componentes que o integram, como esquadrias, guarda-corpo e telhados. Na Figura 48, é possível visualizar a modelagem de uma das salas de professores do Bloco 1Y, juntamente com as informações atribuídas às famílias de esquadrias e alvenaria.

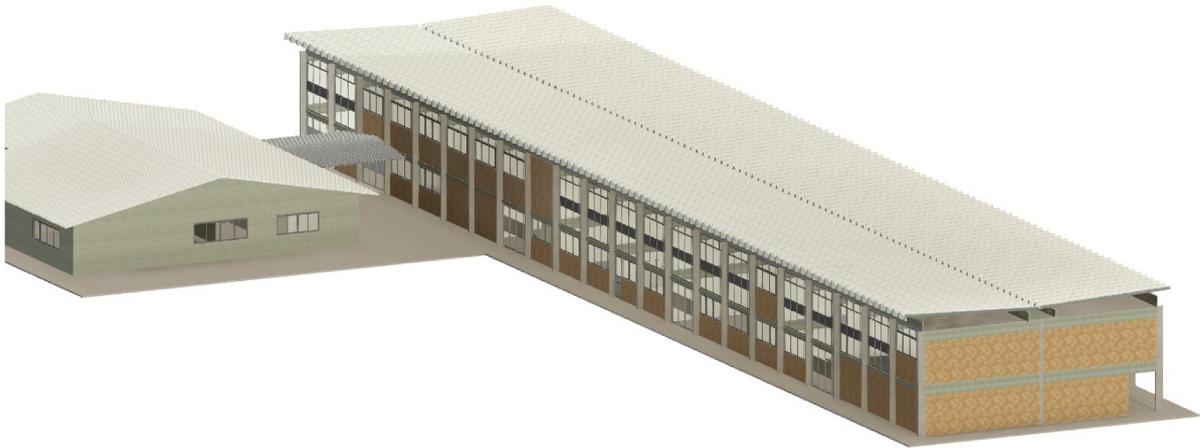
Figura 48 – Modelagem arquitetônica e parâmetros de esquadrias e alvenarias



Fonte: Autor (2024)

O modelo arquitetônico demandou maior nível de detalhes por ser a base para os demais modelos. Na Figura 49 podem-se visualizar imagens referentes ao modelo arquitetônico.

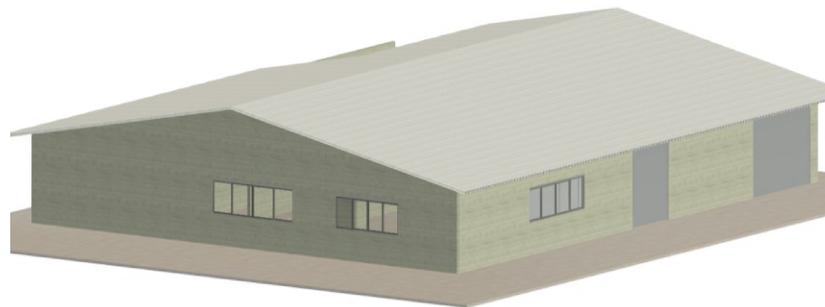
Figura 49 – Projeto Arquitetônico



(a) Visão Superior dos Blocos 1Y e 5E



(b) Fachada do Bloco 1Y



(c) Perspectiva do Bloco 5E

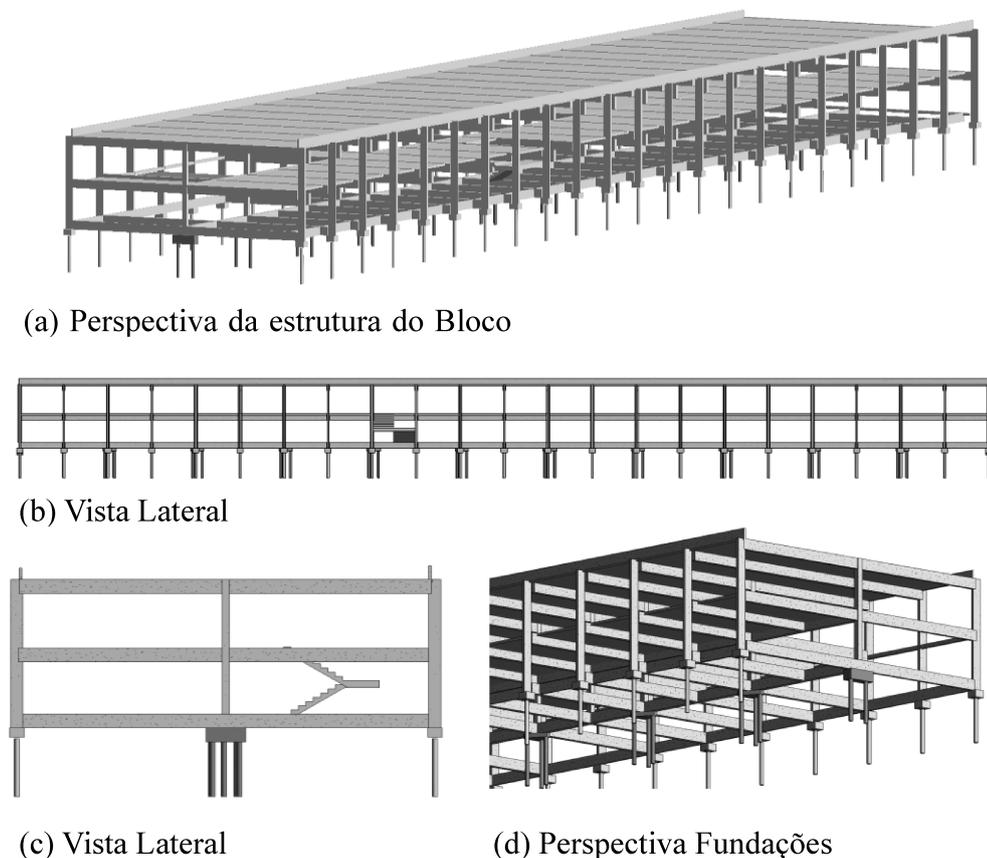
Fonte: Autor (2024)

4.3.5 Modelo Estrutural

Para a disciplina estrutural, foram modelados os pilares, vigas, lajes e componentes de fundação. Em suas respectivas famílias foram incluídas informações sobre material e determinadas dimensões, conforme projetos. No entanto, não foram encontradas informações que pudessem subsidiar os dados sobre carga suportada. A questão da carga suportada pela estrutura foi levantada durante as entrevistas com os profissionais da área de projetos, que

relataram casos em que eram solicitadas novas usabilidades de espaços ou adição de cargas em pavimentos que não foram projetados para tal. Para as lajes, um parâmetro com a informação da carga suportada por metro quadrado é uma informação que pode facilitar essa atividade de adequação de espaço. Esse parâmetro foi adicionado nas famílias de lajes, mas o dado não foi preenchido devido à impossibilidade de verificação neste estudo. Para vigas e pilares, não foi encontrada nenhuma solução que pudesse atender a essa demanda. Nenhuma armadura foi detalhada neste modelo, somente as seções. Toda a modelagem foi baseada nos projetos, e o resultado é apresentado na Figura 50.

Figura 50 – Projeto Estrutural



Fonte: Autor (2024)

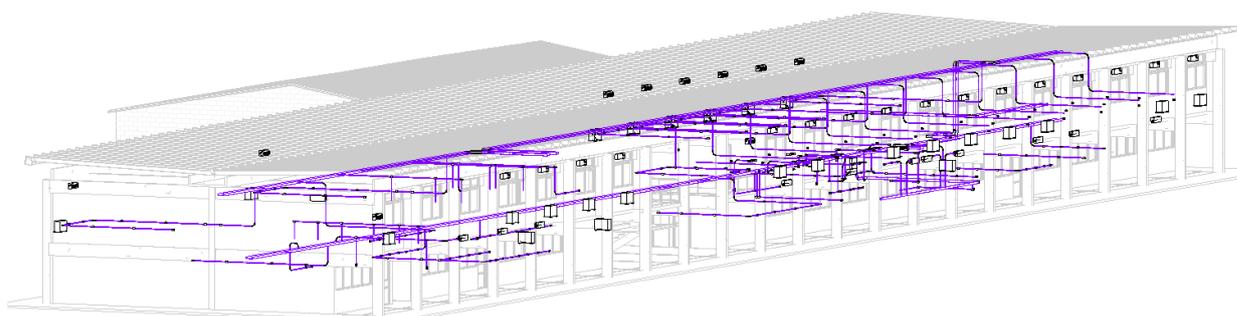
4.3.6 Modelo Elétrico

Para a disciplina elétrica, foram modeladas as eletrocalhas e eletrodutos externos às paredes, assim como tomadas, pontos de telefone e internet. Para as instalações de iluminação que ainda utilizam as instalações internas às paredes, foram adicionados interruptores e lâmpadas; no entanto, os eletrodutos não foram modelados devido à impossibilidade de

verificação. Nos sistemas de eletrocalhas, foram incluídos parâmetros nas famílias para a inclusão dos manuais arquivados, contendo informações técnicas. Além disso, esses parâmetros permitem o anexo de fotografias, caso necessário.

Embora existam informações nos projetos sobre a alimentação e distribuição das cargas elétricas no bloco 1Y, essas informações não foram adicionadas ao modelo devido ao conhecimento técnico necessário, que o autor não possui. A modelagem ou inclusão de informações sobre as fiações também não foi realizada devido à ausência dessas informações nos projetos. Os equipamentos elétricos, que fazem parte das atividades de manutenção, como ar-condicionado, foram adicionados ao modelo por meio de famílias, com parâmetros para registro dos dados definidos como relevantes pelos profissionais, como data de instalação e manutenção, potências e modelo. Na Figura 51 é possível visualizar o modelo elétrico.

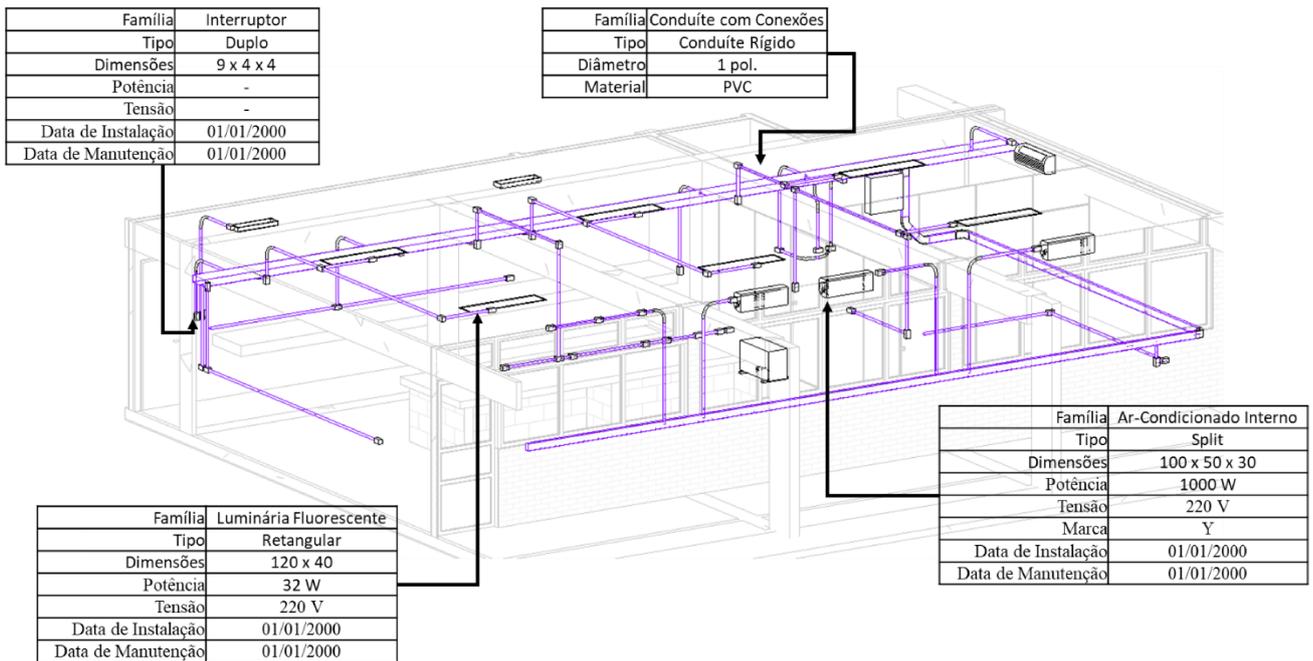
Figura 51 – Modelo Elétrico



Fonte: Autor (2024)

Na Figura 52, são apresentadas as informações das famílias de componentes elétricos modelados para o laboratório de Pavimentação.

Figura 52 – Modelagem elétrica e parâmetros dos componentes

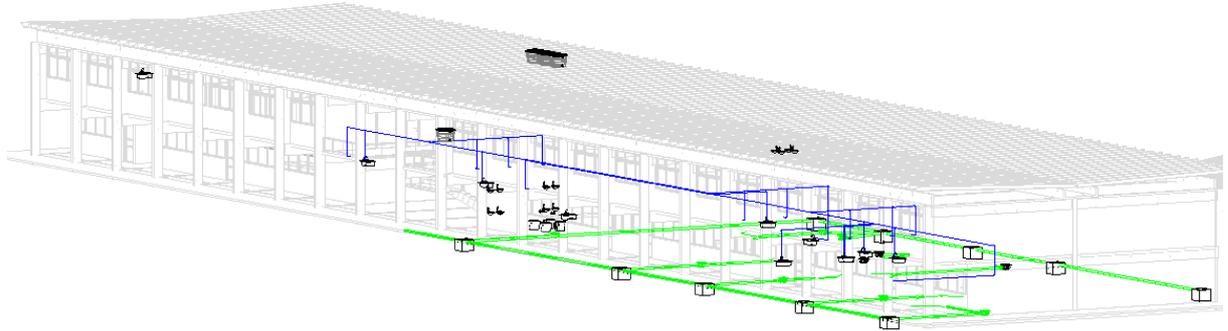


Fonte: Autor (2024)

4.3.7 Modelo Hidrossanitário

As tubulações de esgoto e água fria internas às paredes não puderam ser verificadas e, por isso, não foram modeladas. Entretanto, durante as entrevistas, foi relatado que a grande maioria dos reparos ocorre nos componentes, como torneiras, pias e vasos sanitários, raramente nas tubulações. Esse fato foi confirmado durante a análise das atividades de manutenção. Assim, a inclusão de famílias dos componentes hidrossanitários no modelo atende a grande parte da demanda das atividades de manutenção. As tubulações representadas nos projetos e que puderam ser verificadas *in loco*, mesmo que de forma indireta, foram adicionadas ao modelo. As informações destacadas como importantes estão presentes nesse modelo por meio dos parâmetros adicionados às famílias. Na Figura 53 pode-se visualizar o modelo da disciplina hidrossanitário.

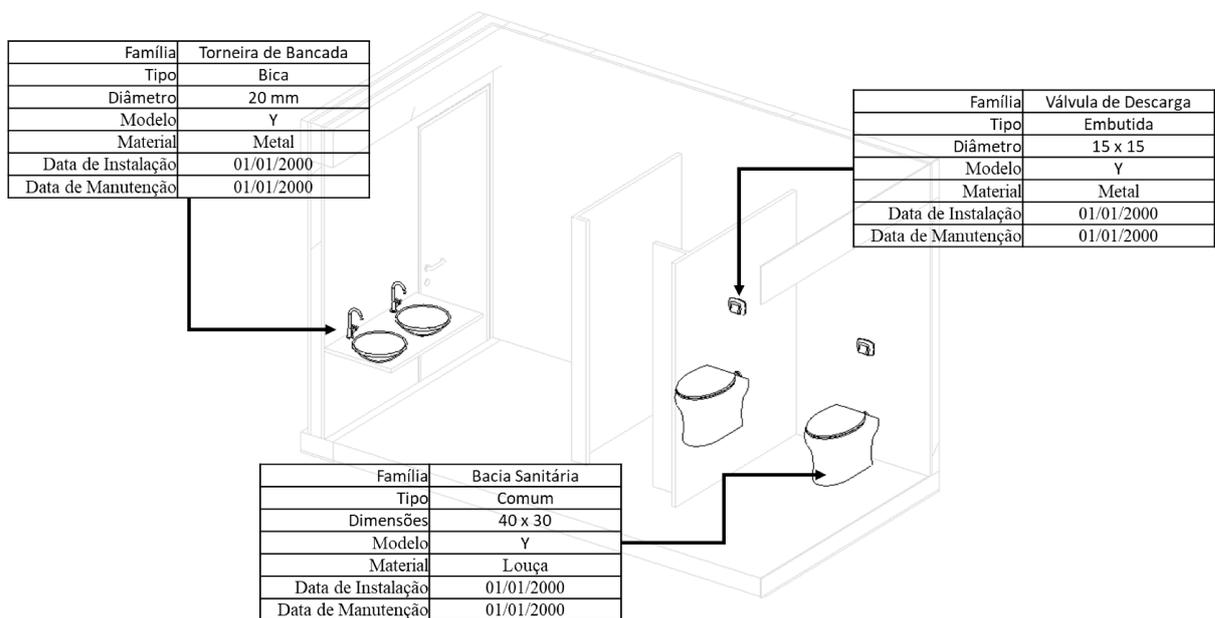
Figura 53 – Modelo Hidrossanitário



Fonte: Autor (2024)

Os banheiros são espaços que contêm diversos componentes hidráulicos. Na Figura 54, apresenta-se a modelagem do banheiro feminino do Bloco 1Y, no pavimento térreo, bem como as configurações das famílias das bacias sanitárias, registros e torneiras.

Figura 54 – Modelagem hidrossanitária e parâmetros dos componentes



Fonte: Autor (2024)

4.4 CONTRIBUIÇÕES DA METODOLOGIA BIM-FM

A criação do modelo BIM contribui para a disponibilidade e estruturação dos dados considerados importantes para os profissionais de FM. Comparando com a disponibilidade de dados anterior ao modelo houve aumento significativo de informações armazenadas. No Quadro 19 é disposta a relação do que havia registrado e do que esse estudo registrou. Embora nem todos os dados tenham sido captados e inseridos no modelo, houve a criação dos campos para preenchimento desses parâmetros.

Quadro 19 – Comparação da disponibilidade de dados antes e após Modelo BIM

Disciplina	Elemento	Dados Importantes	Dados Registrados	Dados Inseridos no Modelo
Arquitetônica	Alvenarias	Material de Composição	x	v
		Material de Acabamento	x	v
		Cor da Pintura	x	v
		Dimensões	~	v
	Divisórias	Material	x	v
		Dimensões	~	v
	Esquadrias	Material	v	v
		Tipo	v	v
		Dimensões	~	v
	Componentes das Esquadrias	Material	x	v
		Modelo	v	x
		Dimensões	~	~
		Data de Instalação / Troca	~	x
	Telhados	Material	x	v
		Tipo de Telhas	x	v
		Tipo de Calhas	v	v
		Dimensões	~	v
		Data de Instalação / Troca	~	x
		Data de Manutenção	~	x
	Pisos	Material	x	v
Cor		x	v	
Marca		x	x	
Dimensões		v	v	
Estrutural	Estrutura	Tipo	v	v
		Material	v	v
		Dimensões	v	v
		Carga/capacidade suportada	x	x
Elétrica	Iluminação	Tipo	x	~
		Modelo	x	~
		Potência	x	x

Continua →

Disciplina	Elemento	Dados Importantes	Dados Registrados	Dados Inseridos no Modelo
		Tensão	x	~
		Data de Instalação / Troca	~	x
	Tomadas e Interruptores	Tipo	~	v
		Modelo	x	v
		Marca	x	x
		Potência	x	x
		Tensão	x	~
		Data de Instalação / Troca	~	x
		Data de Instalação / Troca	~	x
	Equipamentos elétricos	Tipo	~	~
		Modelo	x	x
		Marca	x	x
		Potência	x	x
		Tensão	x	~
		Dimensões	x	~
		Data de Instalação / Troca	~	x
		Data de Reparo	~	x
	Instalações Elétricas	Bitola dos cabos	x	x
		Tipo de eletroduto	~	v
Componentes das Instalações		x	~	
Material		~	~	
Hidrossanitário	Tubulações	Tipo	x	v
		Diâmetro	x	~
		Componentes das Instalações	x	~
		Material	x	v
	Componentes Hidrossanitários	Tipo	x	v
		Dimensões	x	~
		Modelo	x	~
		Material	x	v
		Data de Instalação / Troca	~	x
		Data de Manutenção	~	x
		Data de Manutenção	~	x

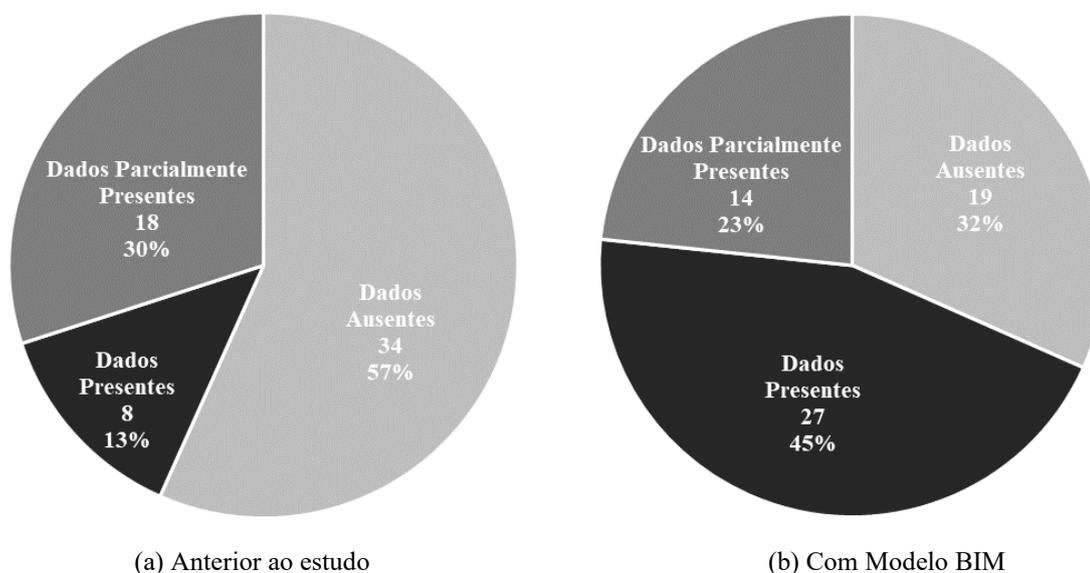
Legenda: x – dado ausente / v – dado presente / ~ - dado presente parcialmente

Fonte: Autor (2024)

No modelo, os dados estão estruturados dentro de um único banco de dados, facilitando o acesso e a gestão das informações. Percentualmente houve um ganho de 32% de estruturação de dados e redução da ausência de 25% como pode ser visualizado nos gráficos da Figura 55. Informações específicas dos componentes, como tensão e potência dos equipamentos, foram incluídas parcialmente, de forma padronizada, sempre que possível. As cargas para os elementos estruturais, por exemplo, não foram determinadas, portanto não foram incluídas. Dados específicos, como marcas e alguns modelos específicos de marcas, não foram

levantados. No entanto, tipos e modelos de componentes elétricos e hidrossanitários que foram visualizados durante a inspeção, foram incluídos nos modelos. As informações referentes às tubulações e eletrodutos foram melhoradas com a inclusão de dados.

Figura 55 – Gráfico do percentual de ganhos de dados a partir do Modelo BIM



Fonte: Autor (2024)

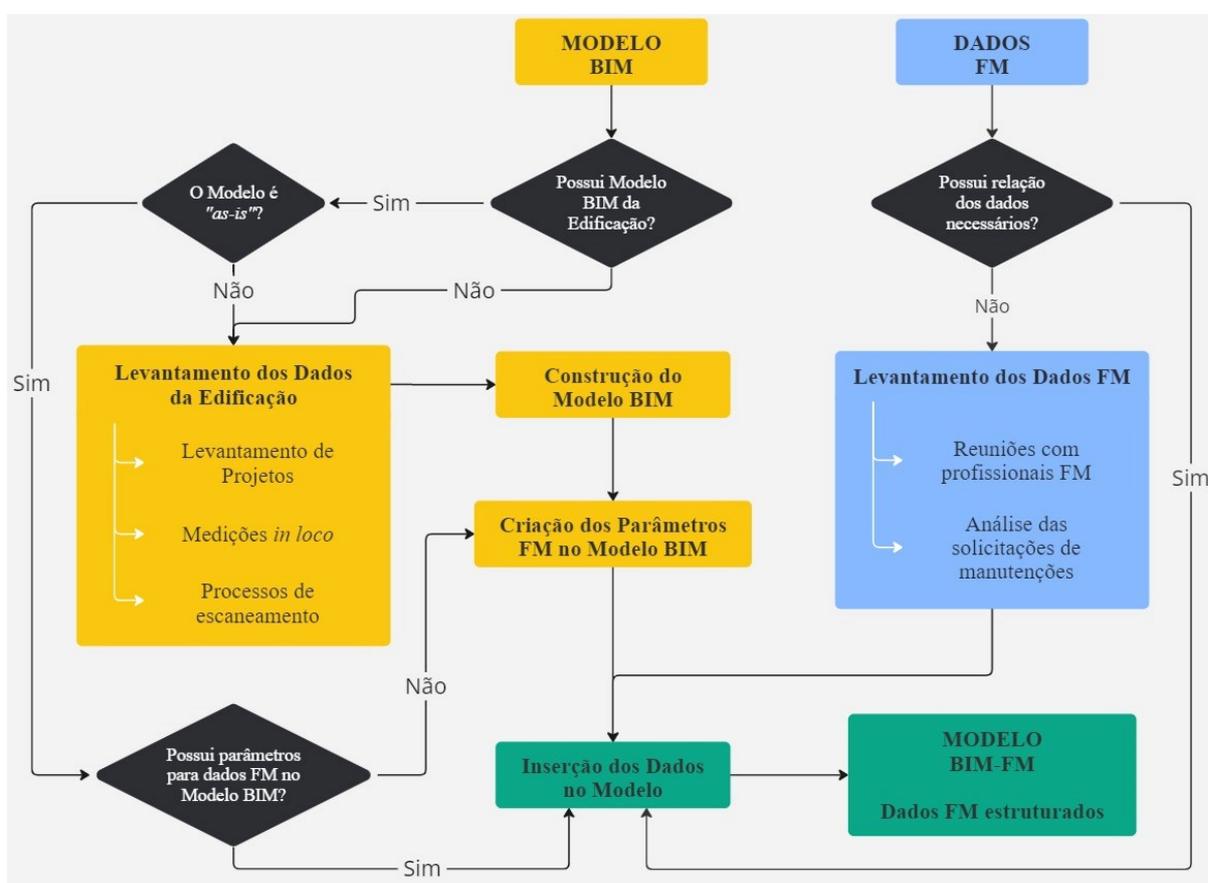
Para alvenarias e divisórias, a modelagem permite ter acesso a todas as dimensões, uma vez que o modelo representa a edificação real. As esquadrias foram modeladas e suas medidas incluídas, tanto as que constavam nos projetos quanto as outras esquadrias dos blocos. Os componentes dessas, como maçanetas, fechaduras e dobradiças, foram inseridos no modelo, porém, com famílias e informações padronizadas, uma vez que não foi possível verificar os detalhes de todos esses componentes. Assim, também, como os equipamentos elétricos e hidrossanitários, como interruptores, tomadas, torneiras e conexões de tubulações que foram inseridos de forma padronizada. Para os telhados, a nuvem de pontos permitiu modelar as telhas com boa proximidade do real, e foram acrescentadas as medidas das pingadeiras presentes nas bordas do telhado. A partir da criação dos materiais e suas propriedades dentro do modelo, essas informações puderam ser atreladas aos seus componentes.

O registro das datas de manutenção é uma informação dinâmica de alta relevância para gestão da edificação, com isso, esse campo foi acrescentado no modelo, no entanto, a gestão desses dados exigem outras ferramentas. Em relação ao que está disponível para a universidade, os

dados existentes estão na plataforma TeknoMax, e integrá-los ao modelo BIM pode trazer contribuições para o departamento de manutenções.

Este estudo desenvolveu um Modelo BIM-FM voltado para edificações que não possuía informações atualizadas sobre sua estrutura, ou dados estruturados relevantes para as atividades de FM. Considerando outras possibilidades de aplicação, na Figura 56 apresentasse um fluxograma para ilustrar as principais etapas para a obtenção de um Modelo BIM-FM *as-is* de uma edificação existente.

Figura 56 - Fluxo para obtenção de um modelo BIM-FM *as-is* de uma edificação existente



Fonte: Autor (2024)

5 CONCLUSÃO

Para este estudo buscou-se a estruturação das informações necessárias para gestão das instalações e manutenção de edificações públicas por meio de um estudo de um modelo "as is" BIM a fim de identificar os desafios e oportunidades associados à sua utilização para aprimorar a gestão de edificações públicas. Essa pesquisa propiciou inferências sobre a condição e disponibilidade do banco de dados sobre as edificações estudadas, os desafios enfrentados para coleta de dados já construídas, avaliação dos profissionais sobre a importância de informações para FM, e a estruturação desses dados em um modelo BIM.

Durante a busca por informações das edificações encontrou-se a divisão responsável pelo arquivamento e histórico dos projetos das edificações da Universidade. Entre os arquivos disponibilizados, muitos correspondiam ao estado atual das edificações, destacando o projeto estrutural e o levantamento atualizado para o projeto de melhorias em acessibilidade. No entanto, os projetos elétricos e hidrossanitários estão incompletos e desatualizados. Mesmo as informações disponíveis, embora correspondentes, não são suficientes para atender às necessidades das equipes de FM. Isso foi percebido durante os processos de aferição de medidas, onde os projetos forneceram suporte, mas houve a necessidade de muito trabalho adicional para capturar medidas de locais e regiões das edificações que os projetos não contemplam. O processo de medição para modelagem e conferências é trabalhoso e moroso.

A DIRPO realiza atividades de busca e registro de informações das edificações, mas essas ações são feitas sob demanda, conforme solicitações recebidas pela diretoria. Na DIEFI a disponibilidade de informações é ainda mais restrita, pois os profissionais raramente analisam os projetos arquivados e preferem ir a campo para verificar as demandas. No entanto, o setor conta com a plataforma TeknoMax, fornecida pela empresa terceirizada de execução das manutenções, que oferece boas ferramentas para gestão eficiente de manutenções de posse da divisão.

Quanto aos profissionais de FM atuantes na universidade pode-se concluir que eles compreendem a necessidade de armazenar informações estruturadas sobre as edificações para aprimorar suas atividades e as de outros setores, o que é particularmente importante devido ao fato de que, normalmente, a execução do trabalho em órgãos públicos é realizada com recursos financeiros e humanos limitados. A Universidade enfrenta desafios devido ao seu banco de dados deficitário, com projetos incompletos e desatualizados. A busca por informações sobre

as edificações frequentemente exige visitas in loco, tornando as atividades de manutenção e intervenções nos espaços. Os profissionais reconhecem a importância de possuir dados estruturados relacionados às propriedades das edificações e às manutenções para a execução eficaz de suas atividades e percebem o potencial da Metodologia BIM como um processo de melhoria.

As reuniões realizadas e a aplicação dos questionários foram essenciais para identificar os dados relevantes para a execução das atividades desenvolvidas pelas equipes FM. Através desse processo, foi possível localizar as informações cruciais para as edificações públicas, permitindo um entendimento mais aprofundado sobre as necessidades específicas desse contexto. Além disso, a iniciativa foi fundamental para lidar com a quantidade de informações necessárias, facilitando a organização e o trabalho de análise de dados.

No decorrer do estudo, foram procuradas tecnologias que pudessem colaborar para a elaboração do modelo as-is e o processo de fotogrametria foi adicionado ao estudo, demonstrando-se ser uma técnica acessível, desde que se disponha de um drone para registros mais abrangentes. Os resultados da fotogrametria colaboraram para a modelagem mais fidedigna da envoltória dos blocos estudados, apesar de algumas regiões não processadas devido às obstruções causadas pelas árvores.

O processo de modelagem para FM exige um grau de detalhamento mais elevado e a inserção de diversos tipos de informações. O trabalho de modelagem para este estudo demandou tempo considerável para elaboração, sendo necessárias várias verificações e novas medições, tornando-se um processo desafiador. Ainda será preciso dedicar tempo para a inclusão de informações e modelagens adicionais daquilo que não pôde ser levantado e modelado durante esta pesquisa. O estudo forneceu informações sobre o uso do Revit, apresentando maneiras de registrar os dados FM associados aos elementos construtivos, por meio da criação e edição de famílias e parâmetros. O software revelou-se uma boa ferramenta para os objetivos de modelagem, pois suas funcionalidades relacionadas à adição de informações nas famílias atendem perfeitamente à necessidade de produzir um banco de dados estruturado.

O Modelo BIM-FM proporcionou ganhos quanto as informações estruturadas em um banco de dados único. O processo de integração dos dados de manutenção aos modelos BIM não apenas facilita a visualização e o gerenciamento das informações, mas também promove uma abordagem estruturada e organizada para a gestão de edificações. Ou seja, essas informações

não são apenas representações soltas ou registros isolados, estão diretamente vinculadas aos componentes específicos dentro de única central de dados, que é o modelo. A associação direta dos dados de manutenção aos componentes construtivos facilita a identificação rápida de informações para solucionar problemas em determinados elementos. Possibilita também a realização de análises preditivas, identificando padrões e tendências que auxiliarão na antecipação de possíveis falhas e programação de intervenções preventivas de maneira eficaz, o que não só aumenta a vida útil dos componentes, mas também otimiza os recursos financeiros e humanos destinados à manutenção, visto que um dos gargalos mais citados nas entrevistas foi o deslocamento indispensável de um profissional para coleta de informações no local de intervenção.

Por fim, pode-se concluir que, por meio dos métodos adotados, a pesquisa fundamentou um fluxo de trabalho que facilita a construção de um Modelo BIM-FM “*as-is*” para edificações públicas existentes que possuem banco de dados deficiente. O processo abrange desde a busca e obtenção de dados até a execução das modelagens e o registro de informações, sempre fundamentado nas necessidades dos profissionais envolvidos.

5.1.1 Limitações do estudo e Sugestões para trabalhos futuros

Com a conclusão do estudo sobre a estruturação das informações importantes para FM disponibilizadas em um modelo BIM, é imperativo delinear os próximos passos para ampliar e aprofundar esta pesquisa. O estudo realizou uma análise dos dados fornecidos pela universidade e investigou as informações cruciais para FM. A colaboração com as equipes de manutenção da universidade permitiu identificar práticas e necessidades específicas, considerando as peculiaridades das edificações públicas, que devem ser levadas em conta para a implementação do BIM para O&M. Assim, essa metodologia pode ser aplicada em investigações de outras edificações públicas de outras organizações, em especial como referência para ampliação do banco de dados das edificações da UFU.

Em estudos futuros, é importante avaliar o quanto o modelo BIM, com as informações integradas, atende às necessidades FM da universidade, e se essas informações podem ser aprimoradas, a partir da:

- ampliação do número de organizações e edifícios estudados, aumentando, conseqüentemente o volume de ordens de serviço para análises;

- aumento da amostra de profissionais FM para responder aos questionários;
- inserção de novas disciplinas para modelagem (exaustão e climatização, projeto de incêndio, etc.).

O volume de armazenamento necessário e a complexidade dos softwares de modelagem BIM exigem um nível de conhecimento especializado que nem sempre está disponível. Por isso, é importante investigar a integração do modelo BIM a uma plataforma de gestão FM. A plataforma TeknoMax pode ser uma opção viável para essa integração, podendo melhorar a eficiência das atividades de manutenções na universidade.

Devido à falta de equipamentos especializados, conhecimento técnico específico ou tempo, algumas modelagens e a inserção de informações detalhadas não puderam ser realizadas. Dessa forma, uma metodologia para sondagem das tubulações e modelagem das redes elétricas nos blocos pode ser objeto de estudos futuros. Isso incluiria a implementação de tecnologias para captura dos dados e detalhamentos que podem ser incorporados ao modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDIRAD, H.; DOSSICK, C. S. Rebaselining Asset Data for Existing Facilities and Infrastructure. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 34, n. 1, 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000868](https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000868)

ABIDEEN, D.; YUNUSA-KALTUNGO, A.; MANU, P.; CHEUNG, C. Digitalization of construction life cycle: A systematic review of building and reliability information modelling (BRIM). **AIP Conf. Proc.**, v. 2428, p. 020001, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/5.0070961>

AKINRADEWO, O.; AIGBAVBOA, C.; OKE, A.; EDWARDS, D.; KASONGO, N. Key requirements for effective implementation of building information modelling for maintenance management. **International Journal of Construction Management**, v. 23, n. 11, p. 1902–1910, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.2023724>

ALVANCHI, A.; SEYRFAR, A. Improving facility management of public hospitals in Iran using building information modeling. **Scientia Iranica**, v. 27, n. 6 A, p. 2817–2829, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24200/sci.2019.50186.1562>

ASARE, K. A. B.; ISSA, R. R. A.; LIU, R.; ANUMBA, C. BIM for Facilities Management: Potential Legal Issues and Opportunities. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 13, n. 4, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)la.1943-4170.0000502](https://doi.org/10.1061/(asce)la.1943-4170.0000502)

BADENKO, V. L.; BOLSHAKOV, N. S.; TISHCHENKO, E. B.; FEDOTOV, A. A.; CELANI, A. C.; YADYKIN, V. K. Integration of digital twin and BIM technologies within factories of the future. **Magazine of Civil Engineering**, v. 101, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34910/MCE.101.14>

BARRIO ANDRÉS, M. Consideraciones del Consejo de Estado sobre el contrato de concesión de obra pública en la nueva Ley de Contratos del Sector Público de 2017. **Documentación Administrativa**, n. 4, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.24965/da.v0i4.10498>

BAZÁN, Á. M.; ALBERTI, M. G.; ARCOS ÁLVAREZ, A. A.; PAVÓN, R. M.; BARBADO, A. G. Bim-based methodology for the management of public heritage. Case study: Algeciras market hall. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 11, n. 24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app112411899>

BHONDE, D.; ZADEH, P.; STAUB-FRENCH, S. Evaluating the Use of Virtual Reality for Maintainability-Focused Design Reviews. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 27, p. 253–272, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.013>

BORTOLUZZI, B.; EFREMOV, I.; MEDINA, C.; SOBIERAJ, D.; MCARTHUR, J. J. Automating the creation of building information models for existing buildings. **Automation in Construction**, v. 105, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102838>

BOSCH, A.; VOLKER, L.; KOUTAMANIS, A. BIM in the operations stage: Bottlenecks and implications for owners. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, n. 3, p. 331–343, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BEPAM-03-2014-0017>

BRUMANA, R.; DELLA TORRE, S.; PREVITALI, M.; BARAZZETTI, L.; CANTINI, L.; ORENI, D.; BANFI, F. Generative HBIM modelling to embody complexity (LOD, LOG, LOA, LOI): surveying, preservation, site intervention—the Basilica di Collemaggio (L’Aquila). **Applied Geomatics**, v. 10, n. 4, p. 545–567, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12518-018-0233-3>

BURAK CAVKA, H.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. A. Levels of BIM compliance for model handover. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 23, p. 243–258, 2018. Disponível em: <http://www.itcon.org/2018/12>. Acesso em: 25 jul. 2024.

CARREIRA, P.; CASTELO, T.; GOMES, C. C.; FERREIRA, A.; RIBEIRO, C.; COSTA, A. A. Virtual reality as integration environments for facilities management: Application and users perception. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 1, p. 90–112, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2016-0198>

CAVKA, H. B.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. A. Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management. **Automation in Construction**, v. 83, p. 169–183, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.006>

CHEN, C.; TANG, L. BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. **Automation in Construction**, v. 107, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102944>

CONDOTTA, M.; SCANAGATTA, C. BIM-based method to inform operation and maintenance phases through a simplified procedure. **Journal of Building Engineering**, v. 65, p. 105730, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105730>

DEMIAN, P.; WALTERS, D. The advantages of information management through building information modelling. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 12, p. 1153–1165, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.777754>

DESBALO, M. T.; WOLDESENBET, A. K.; BARGSTÄDT, H.-J.; YEHUALAW, M. D. Critical factors that influence the effectiveness of facility maintenance management practice in public university buildings in Ethiopia: an exploratory factor analysis. **Cogent Engineering**, v. 11, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2307150>

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, v. 36, p. 145–151, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. Hoboken, NJ: Wiley & Sons, 2011.

EL AMMARI, K.; HAMMAD, A. Remote interactive collaboration in facilities management using BIM-based mixed reality. **Automation in Construction**, v. 107, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102940>

ESKANDARI, N.; NOORZAI, E. Offering a preventive solution to defects in commercial building facility system using BIM. **Facilities**, v. 39, n. 13–14, p. 859–887, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-04-2020-0037>

FALORCA, J. F. Main functions for building maintenance management: an outline application. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 37, n. 5, p. 490–509, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJBPA-08-2018-0067>

FIALHO, B. C.; CODINHOTO, R.; FABRICIO, M. M.; ESTRELLA, J. C.; NEVES RIBEIRO, C. M.; DOS SANTOS BUENO, J. M.; DOIMO TORREZAN, J. P. Development of a BIM and IoT-Based Smart Lighting Maintenance System Prototype for Universities' FM Sector. **Buildings**, v. 12, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings12020099>

GARCÍA-GRANJA, M. J.; BLÁZQUEZ-PARRA, E. B.; CIMADOMO, G.; GUZMÁN-NAVARRO, F. Development of an Innovative Seat Reservation System for University Buildings Based on BIM Technology. **Buildings**, v. 12, n. 11, p. 1786, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings12111786>

GIEL, B.; ISSA, R. R. A. Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000378](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000378)

GROAT, L. N. Qualitative Research. *In: Architectural Research Methods*. Second Edition ed. Nova Jersey: Wiley, 2013. p. 215–311.

GUILLEN, A. J.; CRESPO, A.; GÓMEZ, J.; GONZÁLEZ-PRIDA, V.; KOBACZY, K.; SHARIFF, S. Building Information Modeling as Asset Management Tool. **IFAC-PapersOnLine**, v. 49, n. 28, p. 191–196, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.033>

GUREVICH, U.; SACKS, R.; SHRESTHA, P. BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value. **Building Research and Information**, v. 45, n. 6, p. 610–630, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09613218.2017.1289029>

HALMETOJA, E. The conditions data model supporting building information models in facility management. **Facilities**, v. 37, n. 7–8, p. 484–501, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-11-2017-0112>

HALMETOJA, E.; LEPKOVA, N. Utilising Building Information Models in Facility Maintenance and Operations. **Teknik Dergi/Technical Journal of Turkish Chamber of Civil Engineers**, v. 33, n. 5, p. 12351–12377, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.18400/tekderg.748397>

HANDAYANIPUTRI, A.; RIANTINI, L. S.; LATIEF, Y.; DWIANTORO, D. Development of e-maintenance in green building maintenance and repair work of government buildings based

on work breakdown structure using building information modeling. **International Journal of Engineering Research and Technology**, v. 12, n. 12, p. 2061–2071, 2019. Disponível em: http://www.irphouse.com/ijert19/ijertv12n12_01.pdf. Acesso em: 27 jul. 2024.

HARODE, A.; ENSAFI, M.; THABET, W. Linking BIM to Power BI and HoloLens 2 to Support Facility Management: A Case Study Approach. **Buildings**, v. 12, n. 6, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings12060852>

HEATON, J.; PARLIKAD, A. K.; SCHOOLING, J. Design and development of BIM models to support operations and maintenance. **Computers in Industry**, v. 111, p. 172–186, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.08.001>

HU, Z. Z.; TIAN, P. L.; LI, S. W.; ZHANG, J. P. BIM-based integrated delivery technologies for intelligent MEP management in the operation and maintenance phase. **Advances in Engineering Software**, v. 115, p. 1–16, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2017.08.007>

HULL, J.; EWART, I. J. Conservation data parameters for BIM-enabled heritage asset management. **Automation in Construction**, v. 119, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103333>

JOFRÉ-BRICEÑO, C.; MUÑOZ-LA RIVERA, F.; ATENCIO, E.; HERRERA, R. F. Implementation of Facility Management for Port Infrastructure through the Use of UAVs, Photogrammetry and BIM. **Sensors**, v. 21, n. 19, p. 6686, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s21196686>

JUNG, J.; HONG, S.; JEONG, S.; KIM, S.; CHO, H.; HONG, S.; HEO, J. Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures. **Automation in Construction**, v. 42, p. 68–77, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.02.021>

KANG, K.; LIN, J.; ZHANG, J. BIM- and IoT-based monitoring framework for building performance management. **Journal of Structural Integrity and Maintenance**, v. 3, n. 4, p. 254–261, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/24705314.2018.1536318>

KASSEM, M.; KELLY, G.; DAWOOD, N.; SERGINSON, M.; LOCKLEY, S. BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, n. 3, p. 261–277, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2014-0011>

KENSEK, K. BIM guidelines inform facilities management databases: A Case Study over Time. **Buildings**, v. 5, n. 3, p. 899–916, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings5030899>

KHALEK, I. A.; CHALHOUB, J. M.; AYER, S. K. Augmented Reality for Identifying Maintainability Concerns during Design. **Advances in Civil Engineering**, v. 2019, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/8547928>

KLEIN, L.; LI, N.; BECERIK-GERBER, B. Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings. **Automation in Construction**, v. 21, n. 1, p. 161–171, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.05.023>

KULA, B.; ERGEN, E. Implementation of a BIM-FM Platform at an International Airport Project: Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 4, 2021. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002025](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002025)

LEYGONIE, R.; MOTAMEDI, A.; IORDANOVA, I. Development of quality improvement procedures and tools for facility management BIM. **Developments in the Built Environment**, v. 11, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2022.100075>

LIN, Y. C.; CHEN, Y. P.; HUANG, W. T.; HONG, C. C. Development of BIM execution plan for BIM model management during the pre-operation phase: A case study. **Buildings**, v. 6, n. 1, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings6010008>

LIU, R.; ISSA, R. R. A. Survey: Common Knowledge in BIM for Facility Maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 30, n. 3, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000778](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000778)

LU, Q.; CHEN, L.; LEE, S.; ZHAO, X. Activity theory-based analysis of BIM implementation in building O&M and first response. **Automation in Construction**, v. 85, p. 317–332, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.10.017>

MA, G.; SONG, X.; SHANG, S. BIM-based space management system for operation and maintenance phase in educational office buildings. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 26, n. 1, p. 29–42, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.11565>

MARMO, R.; NICOLELLA, M.; POLVERINO, F.; TIBAUT, A. A methodology for a performance information model to support facility management. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 24, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11247007>

MARMO, R.; POLVERINO, F.; NICOLELLA, M.; TIBAUT, A. Building performance and maintenance information model based on IFC schema. **Automation in Construction**, v. 118, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103275>

MATARNEH, S. T.; DANSO-AMOAKO, M.; AL-BIZRI, S.; GATERELL, M.; MATARNEH, R. T. BIM for FM: Developing information requirements to support facilities management systems. **Facilities**, v. 38, n. 5–6, p. 378–394, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/F-07-2018-0084>

MORENO, C.; OLBINA, S.; ISSA, R. R. BIM Use by Architecture, Engineering, and Construction (AEC) Industry in Educational Facility Projects. **Advances in Civil Engineering**, v. 2019, p. 1–19, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/1392684>

MORENO, J. V.; MACHETE, R.; FALCÃO, A. P.; GONÇALVES, A. B.; BENTO, R. Dynamic Data Feeding into BIM for Facility Management: A Prototype Application to a University Building. **Buildings**, v. 12, n. 5, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings12050645>

MOTAMEDI, A.; HAMMAD, A.; ASEN, Y. Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management. **Automation in Construction**, v. 43, p. 73–83, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.012>

MOTAWA, I.; ALMARSHAD, A. Case-based reasoning and bim systems for asset management. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 5, n. 3, p. 233–247, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BEPAM-02-2014-0006>

MUNIR, M.; KIVINIEMI, A.; JONES, S.; FINNEGAN, S. BIM-based operational information requirements for asset owners. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 16, n. 2, p. 100–114, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17452007.2019.1706439>

PATACAS, J.; DAWOOD, N.; KASSEM, M. **BIM for facilities management: A framework and a common data environment using open standards**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103366>

PATACAS, J.; DAWOOD, N.; VUKOVIC, V.; KASSEM, M. BIM for facilities management: Evaluating BIM standards in asset register creation and service life planning. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 20, p. 313–331, 2015. Disponível em: <http://www.itcon.org/2015/20>. Acesso em: 27 jul. 2024.

PAVÓN, R. M.; ARCOS ALVAREZ, A. A.; ALBERTI, M. G. BIM-based educational and facility management of large university venues. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 10, n. 22, p. 1–28, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10227976>

PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and Software Technology**, v. 64, p. 1–18, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>

PINTI, L.; CODINHOTO, R.; BONELLI, S. A Review of Building Information Modelling (BIM) for Facility Management (FM): Implementation in Public Organisations. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1540, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12031540>

PISHDAD-BOZORGI, P.; GAO, X.; EASTMAN, C.; SELF, A. P. Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). **Automation in Construction**, v. 87, p. 22–38, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>

RAD, M. A. H.; JALAEI, F.; GOLPOUR, A.; VARZANDE, S. S. H.; GUEST, G. BIM-based approach to conduct Life Cycle Cost Analysis of resilient buildings at the conceptual stage. **Automation in Construction**, v. 123, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103480>

RAFSANJANI, H. N.; NABIZADEH, A. H. Towards digital architecture, engineering, and construction (AEC) industry through virtual design and construction (VDC) and digital twin. **Energy and Built Environment**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2021.10.004>

RE CECCONI, F.; MALTESE, S.; DEJACO, M. C. Leveraging BIM for digital built environment asset management. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 2, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41062-017-0061-z>

RIZO-MAESTRE, C.; GONZÁLEZ-AVILÉS, Á.; GALIANO-GARRIGÓS, A.; ANDÚJAR-MONTOYA, M. D.; PUCHOL-GARCÍA, J. A. UAV + BIM: Incorporation of Photogrammetric Techniques in Architectural Projects with Building Information Modeling Versus Classical Work Processes. **Remote Sensing**, v. 12, n. 14, p. 2329, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12142329>

ROGAGE, K.; GREENWOOD, D. Data transfer between digital models of built assets and their operation & maintenance systems. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 25, p. 469–481, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36680/J.ITCON.2020.027>

SCHÖNFELDER, P.; AZIZ, A.; FALTIN, B.; KÖNIG, M. Automating the retrospective generation of As-is BIM models using machine learning. **Automation in Construction**, v. 152, p. 104937, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104937>

SOLIHIN, W.; EASTMAN, C. Classification of rules for automated BIM rule checking development. **Automation in Construction**, v. 53, p. 69–82, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.003>

TSAY, G. S.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, É. BIM for Facilities Management: An Investigation into the Asset Information Delivery Process and the Associated Challenges. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 12, n. 19, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12199542>

UM, J.; PARK, J. min; PARK, S. yeon; YILMAZ, G. Low-cost mobile augmented reality service for building information modeling. **Automation in Construction**, v. 146, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104662>

VILLA, V.; NATICCHIA, B.; BRUNO, G.; ALIEV, K.; PIANTANIDA, P.; ANTONELLI, D. IoT open-source architecture for the maintenance of building facilities. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 11, n. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app11125374>

WANG, M. Ontology-based modelling of lifecycle underground utility information to support operation and maintenance. **Automation in Construction**, v. 132, p. 103933, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103933>

WANG, Z.; LIU, J. A Seven-Dimensional Building Information Model for the Improvement of Construction Efficiency. **Advances in Civil Engineering**, v. 2020, p. 1–17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/8842475>

WIJEKOON, C.; MANEWA, A.; ROSS, A. D. Enhancing the value of facilities information management (FIM) through BIM integration. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 4, p. 809–824, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2016-0041>

YANG, L. H.; XU, L.; WANG, W. C.; WANG, S. H. Building Information Model and Optimization Algorithms for Supporting Campus Facility Maintenance Management: A Case Study of Maintaining Water Dispensers. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 25, n. 1, p. 12–27, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12205-020-0219-7>

YOON, J. H.; CHA, H. S.; KIM, J. Three-Dimensional Location-Based O&M Data Management System for Large Commercial Office Buildings. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 33, n. 2, 2019. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cf.1943-5509.0001270](https://doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0001270)

YUSOFF, S. N. S.; BRAHIM, J. Implementation of building information modeling (Bim) for social heritage buildings in Kuala Lumpur. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, v. 12, n. 1, p. 88–99, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.01.009>

ZADEH, P. A.; WEI, L.; DEE, A.; POTTINGER, R.; STAUB-FRENCH, S. BIM-CityGML data integration for modern urban challenges. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 24, p. 318–340, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2019.017>

ZHAO, J.; FENG, H.; CHEN, Q.; GARCIA DE SOTO, B. Developing a conceptual framework for the application of digital twin technologies to revamp building operation and maintenance processes. **Journal of Building Engineering**, v. 49, p. 104028, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104028>

ZHAO, T.; QU, Z.; LIU, C.; LI, K. BIM-based analysis of energy efficiency design of building thermal system and HVAC system based on GB50189-2015 in China. **International Journal of Low-Carbon Technologies**, v. 16, n. 4, p. 1277–1289, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctab051>

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO PARA EQUIPE DE MANUTENÇÃO

Nesse apêndice é apresentado as respostas obtidas através do questionário online e no Quadro 20 são apresentadas as perguntas e respostas dos entrevistados. No Quadro 21 estão relacionadas as notas de avaliação de cada entrevistado para as categorias de informações.

Quadro 20 - Questionário sobre os processos de manutenção

Pergunta	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6
Qual sua profissão?	Engenheiro Eletricista	Engenheiro Eletricista	Professor/ Eng. Civil	Eng. Civil	Arquiteta e Urbanista	Eng. Civil
Qual departamento você trabalha?	Manutenção - DIEFI	Manutenção Predial - DIEFI	Faculdade de Eng. Civil - DIROB	DIEFI	DIRPO	DIEFI
Qual cargo você ocupa?	Coordenador do Setor	Gerente de Manutenção	Diretor de Obras	Técnico de Obras Cíveis	Diretora	Técnico
Como as solicitações de manutenções e/ou adequações chegam até seu departamento?	Normalmente através do sistema próprio da Universidade, porém algumas vezes a chegam por e-mail.	Através do sistema de Gestão de Manutenção Predial (Ordens de Serviço)	Ordem de Serviço - Sistema ou SEI	Através de O.S que é feito pelo OCOMON	Processo SEI	Sistemas de O.S.
Há algum processo de registro dessas solicitações de manutenções e /ou adequações?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Como é o processo de registro?	Utilizamos software da empresa terceirizadas e planilhas no Excel	Sistema de Gestão onde é gerado as ordens de serviço	Sistema de OS	No próprio OCOMON tem os registros, e depois de ter feito a triagem tem uma planilha de Excel que é registrado.	As solicitações ficam registradas do sistema SEI	Utilizamos sistema de gestão e planilhas
Quais informações são necessárias para solicitação de manutenções e/ou adequações?	Descrição do problema, Local do problema (Campus, bloco, sala), forma de contato do solicitante.	Local, descrição da solicitação, através do sistema, nível de urgência (prioridade)	Problema, local e contato	Descrição do problema, local, forma de contato, nível de urgência.	Recebemos as solicitações por processo SEI, contendo as informações do solicitante, da unidade acadêmica ou administrativa que ele está vinculado e o programa de necessidades para a elaboração dos projetos necessários.	Descrição do problema, local, e nível de urgência
Para as solicitações é realizado alguma classificação? Quais os critérios dessa classificação?	É analisado a prioridade em cada caso. É analisado o serviço em relação se é emergência, urgente ou normal. Se é serviço corretivo ou de adequação.	Sim, a classificação vem pelo sistema (Preventiva, Corretiva, Eventual), (Civil, Elétrica, Hidráulica, Outros), e pelo subsistema descrição detalhada.	Urgente ou não urgente	Sim, por setor e gravidade.	Foi criado um edital para as solicitações de projeto. Neste edital, há critério de priorização para a elaboração dos projetos.	Sim, por tipo de serviço
Existe algum sistema para atualizações e acompanhamento das solicitações?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Pergunta	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6
Como o processo de atualizações é realizado?	Os encarregados do contrato informam o andamento do serviço.	Através do sistema de gestão, é gerado as ordens de serviço, encaminhada aos colaboradores, após a execução, e coletado a assinatura do responsável do setor, e lançado no sistema a baixa das ordens de serviço;	Por assentamento no sistema	Através de um outro site que é da empresa que realiza as O.S.	Acompanhamento pelo processo SEI	Atualizações são feitas no sistema de gestão e via relatórios
Qual a importância dos registros das solicitações de manutenções e/ou adequações? E das atividades realizadas?	Os registros indicam a situação do serviço que está sendo executado, facilitando o serviço da fiscalização e agilizando as correções na atividade realizada quando necessárias.	É importante para gerar relatórios de estatísticas sobre setores, tipo do serviço, horas trabalhadas, material gasto etc.	É importante para o dimensionamento do contrato de manutenção	Para ter o controle do tempo de solicitação e execução. Local que mais solicita, qual o problema mais recorrente. Com isso podendo organizar melhor os funcionários.	O registro das intervenções é essencial em caso de novas solicitações e acompanhamento das regularizações junto aos órgãos externo, como: Prefeitura municipal, corpo de bombeiros, dentre outros	Permite o controle detalhado das atividades e facilita auditorias
Há algum tipo de planejamento para manutenções e/ou adequações sejam realizadas previamente?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Como é feito esse planejamento?	É feita uma previsão, no fim de cada ano, de manutenções preventivas ao longo do ano seguinte, indicando datas e horários. Os profissionais que participam são os designados para cada tipo de manutenção.	São feitas programações em períodos pré-determinados para a execução das atividades de acordo com as demandas, complexidade das atividades etc.	Pela equipe de manutenção e o Diretor de Obras	Depende da manutenção. É feito uma planilha para distribuição dos blocos de acordo com o tempo trabalhado deles. A duração é de 3 em 3 meses começar novamente.	Recebemos os pedidos através do SEI pelos Diretores de Unidades Acadêmicas e Administrativas, depois são encaminhados a equipe técnica para desenvolvimento dos projetos, com posterior aprovação pelo solicitante.	Planejamento anual com definição de prioridades e cronograma
O que falta para que esse planejamento aconteça?	-	-	-	-	-	-
Quais são os meios de levantamento de dados sobre as edificações quando necessário?	A maioria das vezes é necessário ir ao local para verificar a situação. Muitas das edificações não possuem projetos ou eles estão desatualizados.	Hoje nem sempre a desenhos físicos ou digitalizados disponíveis dos prédios existentes, somente para algumas alterações são fornecidos um projeto arquitetônico ou layout;	Arquivo digital	Arquivos digitais de projeto e uma pessoa responsável para acompanhamento e detalhes.	Base de arquivos da Diretoria de Projetos e Orçamentos, realização de levantamento no local.	Inspeção no local e consulta a arquivos digitais
A Universidade dispõe de algum banco de dados para busca de informações? Como estão registradas as informações?	A Universidade não possui um banco de dados específicos para busca deste tipo de informação.	As informações ficam registradas no sistema de gestão.	Os projetos da maioria das edificações estão arquivados num banco de dados em nuvem	Para informações é só ligar na DIEFI que os responsáveis irão informar o que for necessário.	A Divisão de Cadastro Integrado DICIE da DIRPO, dispõe de acervo dos projetos e levantamentos de dados em arquivo digital e planilha de dados	Banco de dados digitalizado com projetos e manutenções
Existe algum tipo de registro para consultas, relativo as edificações, sobre as modificações ocorridas ao longo dos anos?	Não	Não	Sim	Não	Não	Não

Pergunta	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6
Como é possível acessar essas modificações?	-	-	Pela atualização dos projetos de arquitetura	-	-	-
Como são aferidas essas modificações?	Não tenho conhecimento se são aferidas.	As aferições são feitas através dos prédios existentes	Atualizando os projetos	Não sei se existe.	Somente com vistoria no local	Vistoria no local
Entre as atividades executadas pelo seu setor qual é aquela que você entende que mais demanda acesso a informações sobre o local que será realizado algum trabalho?	Serviços de manutenção elétrica e hidráulica.	Projetos civil, elétrico e hidráulico	Adaptações de espaço físico	A que demanda maior atenção seria a Hidráulica, mas eu vejo que todas precisam de um auxílio do solicitante para não fazer algo errado ou no lugar indevido.	Elaboração de projeto de reforma	Hidráulica e Elétrica
Baseando-se na imagem abaixo sobre os processos de chegada de uma demanda / solicitação e suas tratativas qual fase você acredita que mais pode ser beneficiada com uso de informações? E por quê?	Diagnóstico, uma vez que a equipe técnica leva um tempo para analisar a situação atual de cada local para atender o serviço de manutenção ou adequação solicitado.	Deteção do problema, pois com os projetos facilita conhecer a situação real do local	4. Aumento da assertividade do problema e da solução	Na localização e no Diagnóstico. Onde mais ocorre problemas. Não acha o local correto, ou faz algo que não era pra fazer.	de 1 a 4	Diagnóstico e localização para eficiência na execução
Como você avalia as informações disponibilizadas sobre as edificações?	Ruim, há poucos registros de informações disponíveis e atualizados	Ruim, há poucos registros de informações disponíveis e atualizados	Boa, parte das informações estão disponíveis e atualizadas	Ruim, há poucos registros de informações disponíveis e atualizados	Boa, parte das informações estão disponíveis e atualizadas	Ruim, há poucos registros de informações disponíveis e atualizados
Você possui conhecimento sobre a Metodologia BIM?	Já ouvi falar	Tenho pouco conhecimento sobre a Metodologia	Tenho pouco conhecimento sobre a Metodologia	Já ouvi falar	Tenho pouco conhecimento sobre a Metodologia	Tenho pouco conhecimento sobre a Metodologia
Você acredita que a Metodologia BIM pode contribuir para aprimoramento das atividades do seu setor de trabalho?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
De qual maneira a Metodologia BIM seria mais bem aplicada ao seu trabalho?	Poderia influenciar na velocidade de atendimento das demandas da Universidade.	Na padronização de materiais e processos	Diminuindo o tempo de acesso as informações da edificação e reduzindo a necessidade de visitas para identificação dos problemas	Representando de forma eficiente o antes e depois de algum serviço a ser executado.	Como base de informações para o desenvolvimento e acompanhamento das edificações	Busca por Informações
Você possui alguma sugestão sobre o que seria o ideal, quanto acesso as informações das edificações, para a realização do seu trabalho?		Não		Quanto mais informações, mais projetos, e mais auxílio melhor é	Quanto mais completa as informações em relação ao as built da edificação e as ações de manutenção que foram realizadas, melhor o feedback para futuras intervenções na edificação.	

Fonte: Autor (2024)

Quadro 21 - Avaliação das categorias de informações

Categoria	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6
Alvenarias [Material de Composição]	5	2	3	-	5	5
Alvenarias [Material de Acabamento]	3	3	3	-	5	3
Alvenarias [Cor da Pintura]	5	3	2	-	1	5
Alvenarias [Marca da Pintura]	2	2	3	-	1	2
Alvenarias [Dimensões]	5	3	3	-	5	5
Alvenarias [Espessuras]	5	3	3	-	5	5
Outros				-		
Divisórias [Material]	5	2	3	-	5	5
Divisórias [Cor]	3	3	1	-	1	3
Divisórias [Dimensões]	5	4	4	-	5	5
Divisórias [Espessuras]	5	4	3	-	5	5
Outros				-		
Esquadrias [Material]	5	2	4	-	5	5
Esquadrias [Cor]	3	3	1	-	2	3
Esquadrias [Marca]	1	2	2	-	2	1
Esquadrias [Tipo]	3	3	4	-	5	3
Esquadrias [Dimensões]	5	4	4	-	5	5
Outros				-		
Componentes de Esquadrias (maçanetas, puxadores) [Material]	5	3	4	-	4	5
Componentes de Esquadrias (maçanetas, puxadores) [Marca]	4	2	3	-	2	4
Componentes de Esquadrias (maçanetas, puxadores) [Modelo]	4	4	2	-	1	4
Componentes de Esquadrias (maçanetas, puxadores) [Dimensões]	5	4	2	-	5	5
Componentes de Esquadrias (maçanetas, puxadores) [Data de Instalação / Troca]	3	5	4	-	4	3
Outros				-		
Telhados [Material]	5	3	4	-	5	5
Telhados [Tipo de Telhas]	5	4	4	-	5	5
Telhados [Tipo de Calhas]	5	3	4	-	5	5
Telhados [Dimensões]	5	4	4	-	5	5
Telhados [Data de Instalação / Troca]	4	5	3	-	5	4
Telhados [Data de Manutenção]	4	5	5	-	5	4
Outros				-		
Pisos [Material]	5	4	4	-	5	5
Pisos [Cor]	4	4	4	-	4	4
Pisos [Marca]	1	3	5	-	4	1
Pisos [Dimensões]	5	4	5	-	5	5
Outros				-		
Estrutura [Tipo]	5	3	5	-	5	5
Estrutura [Materiais]	5	3	3	-	5	5
Estrutura [Dimensões]	5	4	5	-	5	5
Estrutura [Carga/capacidade suportada]	5	5	5	-	5	5
Outros				-		
Iluminação [Tipo]	5	4	4	-	5	5
Iluminação [Modelo]	5	4	4	-	5	5
Iluminação [Marca]	1	3	3	-	2	1
Iluminação [Potência]	5	4	4	-	5	5
Iluminação [Tensão]	3	4	4	-	5	3
Iluminação [Data de Instalação / Troca]	4	5	5	-	2	4

Categoria	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Entrevistado 4	Entrevistado 5	Entrevistado 6
Outros				-		
Tomadas e Interruptores [Tipo]	5	4	5	-	4	5
Tomadas e Interruptores [Modelo]	5	4	5	-	4	5
Tomadas e Interruptores [Marca]	2	3	3	-	1	2
Tomadas e Interruptores [Potência]	3	4	3	-	5	3
Tomadas e Interruptores [Tensão]	5	4	5	-	5	5
Tomadas e Interruptores [Data de Instalação / Troca]	4	5	5	-	1	4
Outros				-		
Equipamentos Elétricos [Tipo]	5	5	5	-	5	5
Equipamentos Elétricos [Modelo]	5	4	5	-	5	5
Equipamentos Elétricos [Marca]	3	3	3	-	2	3
Equipamentos Elétricos [Potência]	5	4	5	-	5	5
Equipamentos Elétricos [Tensão]	5	4	5	-	5	5
Equipamentos Elétricos [Dimensões]	2	4	4	-	5	2
Equipamentos Elétricos [Data de Instalação / Troca]	4	5	5	-	2	4
Equipamentos Elétricos [Data de Reparo]	4	5	5	-	2	4
Outros				-		
Instalações Elétricas [Marca]	2	3	2	-	2	2
Instalações Elétricas [Bitola dos cabos]	5	5	5	-	5	5
Instalações Elétricas [Tipo de eletroduto]	5	5	3	-	5	5
Instalações Elétricas [Componentes das Instalações]	5	5	3	-	5	5
Instalações Elétricas [Material]	4	4	3	-	5	4
Outros				-		
Tubulações Hidrossanitárias [Tipo]	5	4	5	-	5	5
Tubulações Hidrossanitárias [Diâmetro]	5	5	5	-	5	5
Tubulações Hidrossanitárias [Marca]	2	3	2	-	2	2
Tubulações Hidrossanitárias [Componentes das Instalações]	5	4	5	-	5	5
Tubulações Hidrossanitárias [Material]	5	4	4	-	5	5
Outros	-	-	-	-	-	-
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Tipo]	4	4	4	-	5	4
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Tamanho]	4	4	3	-	5	4
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Modelo]	4	4	3	-	5	4
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Material]	3	4	3	-	3	3
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Marca]	2	3	2	-	2	2
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Data de Instalação / Troca]	4	5	5	-	2	4
Componentes Hidrossanitárias (torneiras, registros, bacias sanitárias) [Data de Manutenção]	4	5	5	-	2	4
Outros	-	-	-	-	-	-

* O entrevistado 4 não registrou avaliação para as categorias de informações.

Fonte: Autor (2024)

APÊNDICE B – PARÂMETROS CRIADOS NOS MODELOS BIM

Os parâmetros criados para abrigar as informações referentes as edificações estão relacionadas no Quadro 22, onde a última coluna referencia as figuras, em sequência ao quadro, que apresentam visualmente os parâmetros no modelo.

Quadro 22 - Estruturação das informações nas famílias

Disciplina	Elemento	Famílias	Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Figura
Arquitetônica	Alvenarias	Parede	Dimensões	Geométrico	Figura 58
			Material de Composição	Material	
			Material de Acabamento	Material	
			Cor da Pintura	Material	
	Divisórias	Sistema Parede Cortina	Dimensões	Geométrico	Figura 58
			Material	Material	
	Esquadrias	Portas Janelas	Material	Material	Figura 59
			Dimensões	Geométrico	
			Tipo	Família	
	Componentes das Esquadrias	Fechaduras Maçanetas Dobradiças	Material	Material	Figura 60
			Dimensões	Geométrico	
			Data de Instalação / Troca	Dados	
			Modelo	Dados	
	Telhados	Telhado Sistema Cortina Pingadeira Calha	Data de Manutenção	Dados	Figura 61
			Material	Material	
			Tipo de Telhas	Família	
			Tipo de Calhas	Família	
Dimensões			Geométrico		
Data de Instalação / Troca			Dados		
Pisos	Pisos	Dimensões	Geométrico	Figura 62	
		Material	Material		
		Cor	Material		
		Marca	Dados		
Estrutural	Estrutura	Pilares Vigas Lages Blocos de Fundação	Dimensões	Geométrico	Figura 63
		Carga/capacidade suportada	Dados		
		Tipo	Família		
		Material	Material		
Elétrica	Iluminação	Luminárias	Data de Instalação / Troca	Dados	Figura 64
			Tipo	Família	
			Modelo	Dados	
			Potência	Dados	
			Tensão	Dados	
	Tomadas e Interruptores	Tomadas Interruptores	Tipo	Família	Figura 65
			Modelo	Dados	
			Tensão	Dados	
			Data de Instalação / Troca	Dados	

Disciplina	Elemento	Famílias	Parâmetro	Tipo de Parâmetro	Figura
Hidrossanitário	Equipamentos elétricos	Ar-condicionado	Marca	Dados	Figura 66
			Potência	Dados	
			Tipo	Família	
			Modelo	Dados	
			Potência	Dados	
			Tensão	Dados	
			Data de Instalação / Troca	Dados	
			Data de Reparo	Dados	
			Marca	Dados	
	Dimensões	Geométrico			
	Instalações Elétricas	Calhas Elétricas Eletrodutos Conexões	Bitola dos cabos	Geométrico	Figura 67
			Tipo de eletroduto	Família	
			Componentes das Instalações	Família	
			Material	Material	
	Tubulações	Tubulações Conexões	Tipo	Família	Figura 68
Diâmetro			Geométrico		
Componentes das Instalações			Família		
Material			Material		
Material			Material		
Material			Material		
Componentes Hidrossanitários		Torneiras Bacias Sanitárias Registros Pias Sifão	Data de Instalação / Troca	Dados	Figura 69
			Data de Manutenção	Dados	
			Tipo	Família	
	Dimensões		Geométrico		
	Modelo		Dados		
			Material	Material	

Fonte: Autor (2024)

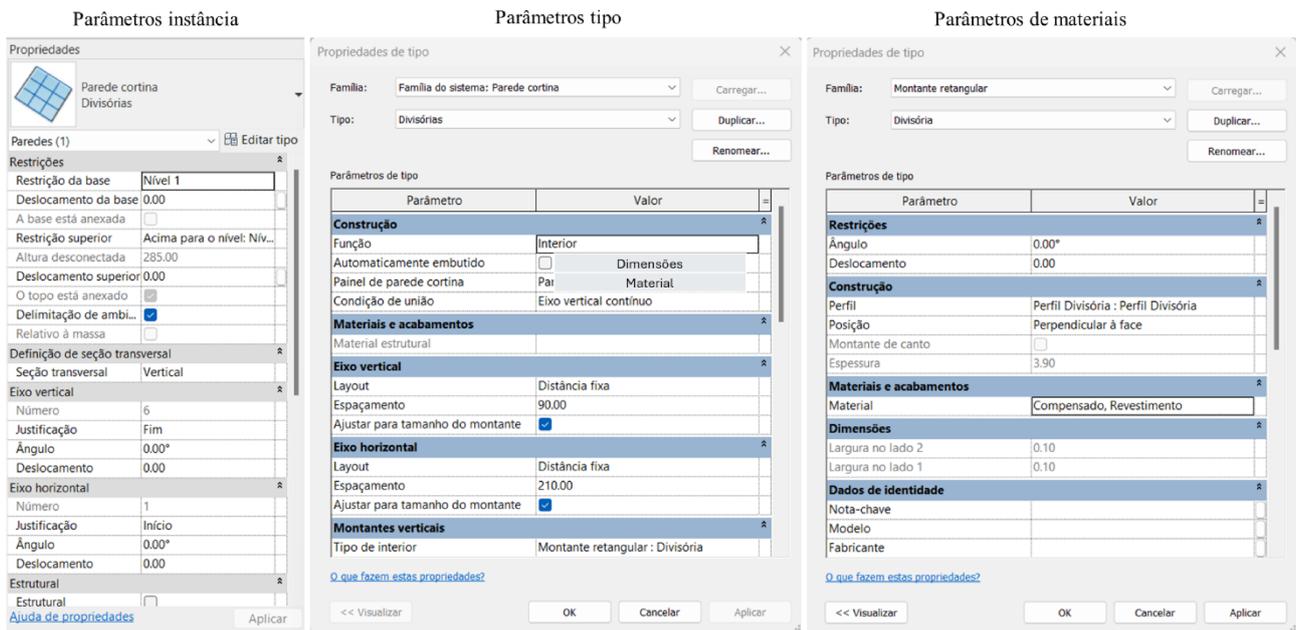
Figura 57 – Parâmetros das famílias de alvenarias

The image displays three screenshots of a software interface for configuring masonry families:

- Parâmetros instância (Instance Parameters):** Shows settings for 'Paredes (1)' with various restriction and structural options. Key values include 'Restrição da base' at 'Nível 2' and 'Comprimento' at '832.50'.
- Parâmetros tipo (Type Parameters):** Shows configuration for the 'Família do sistema: Paredes Internas'. It includes a table for 'Parâmetros de tipo' with columns for 'Parâmetro' and 'Valor'. Key values include 'Coeficiente de transferência de calor' at '3.8152 W/(m²·K)' and 'Resistência térmica (R)' at '0.2621 (m²·K)/W'.
- Parâmetros de materiais (Material Parameters):** Shows the 'Camadas' (Layers) configuration for 'LADO EXTERNO'. It includes a table with columns for 'Função', 'Material', 'Espessura', and 'Coberturas'. Key values include 'Limite do núcleo' at 'Camadas acima da virad 0.00' and 'Acabamento 2 [5]' at 'Tinta Branca' with an 'Espessura' of '0.01'.

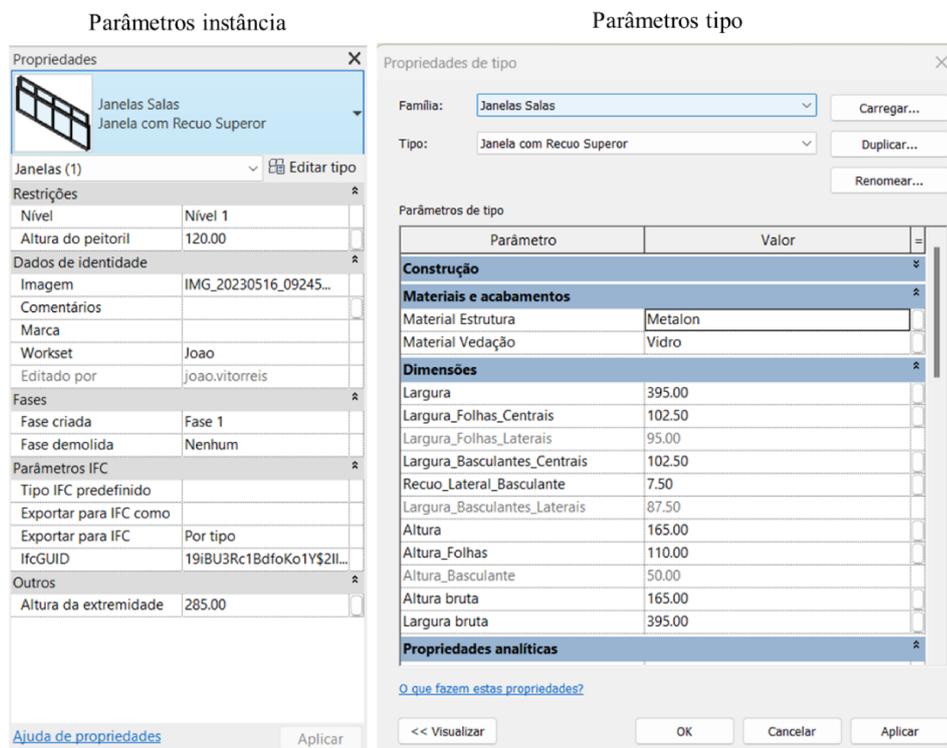
Fonte: Autor (2024)

Figura 58 – Parâmetros das famílias de divisórias



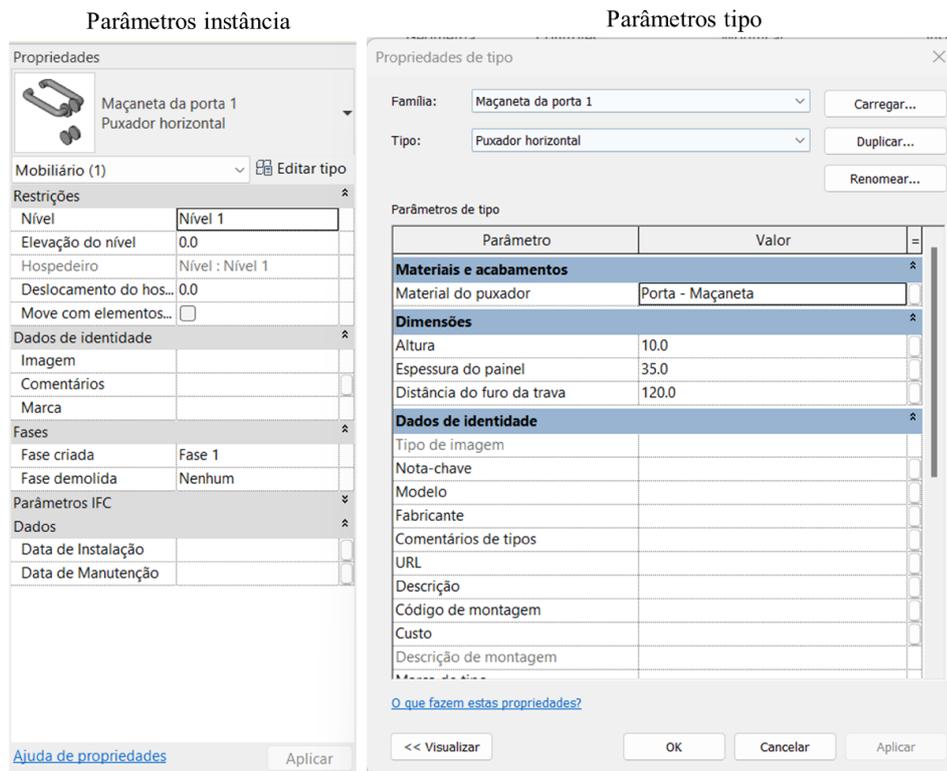
Fonte: Autor (2024)

Figura 59 – Parâmetros das famílias de esquadrias



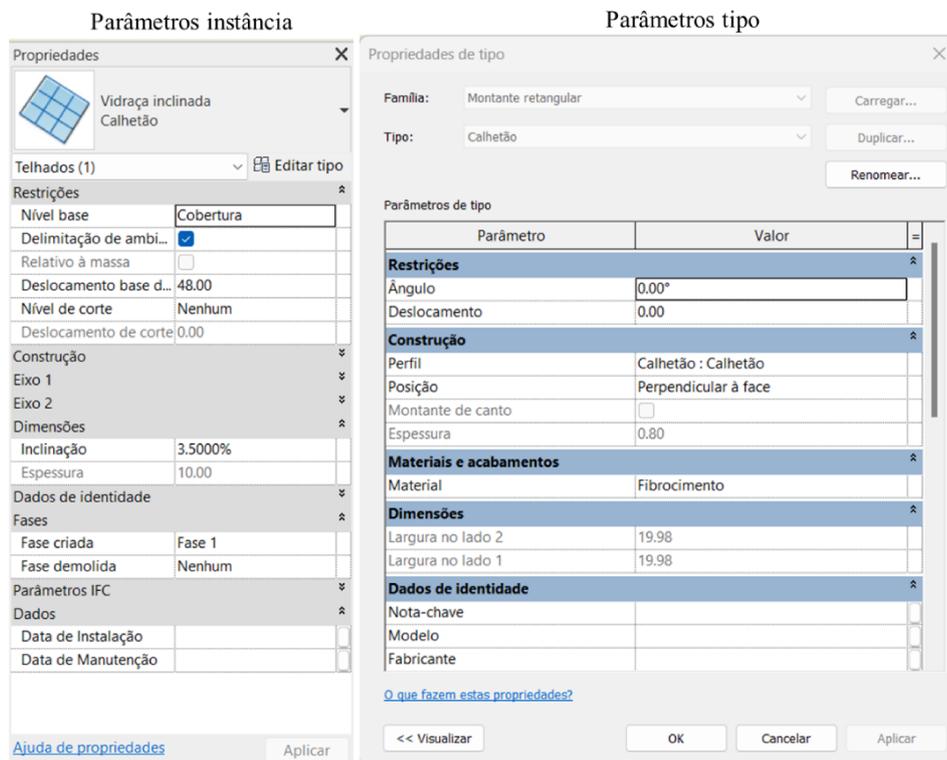
Fonte: Autor (2024)

Figura 60 – Parâmetros das famílias de componentes de esquadrias



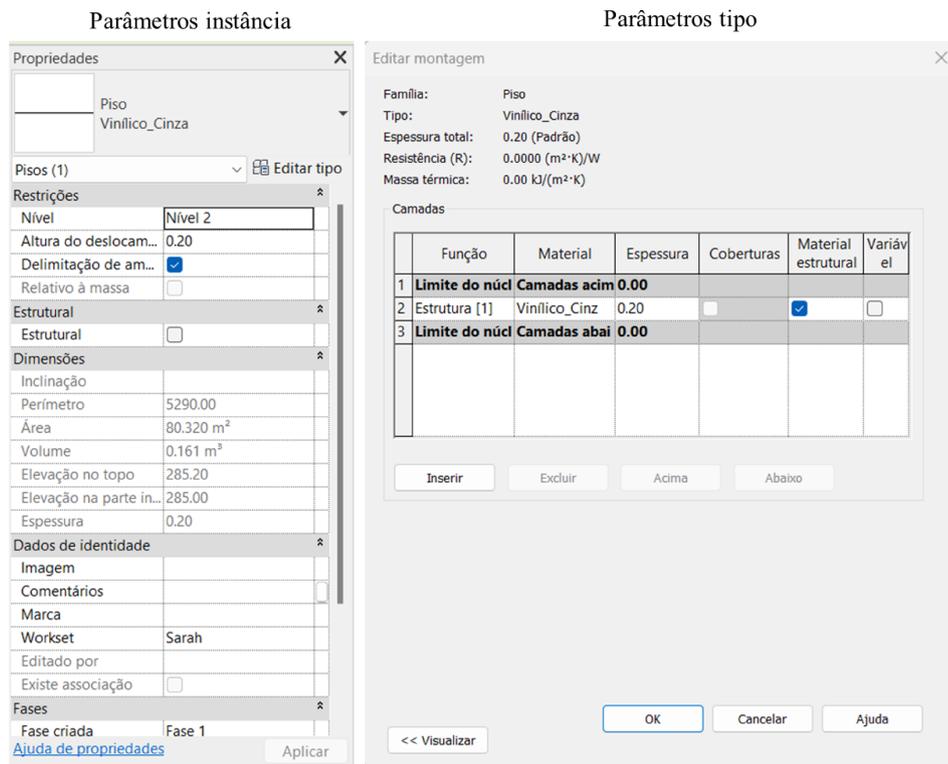
Fonte: Autor (2024)

Figura 61 – Parâmetros das famílias de telhados



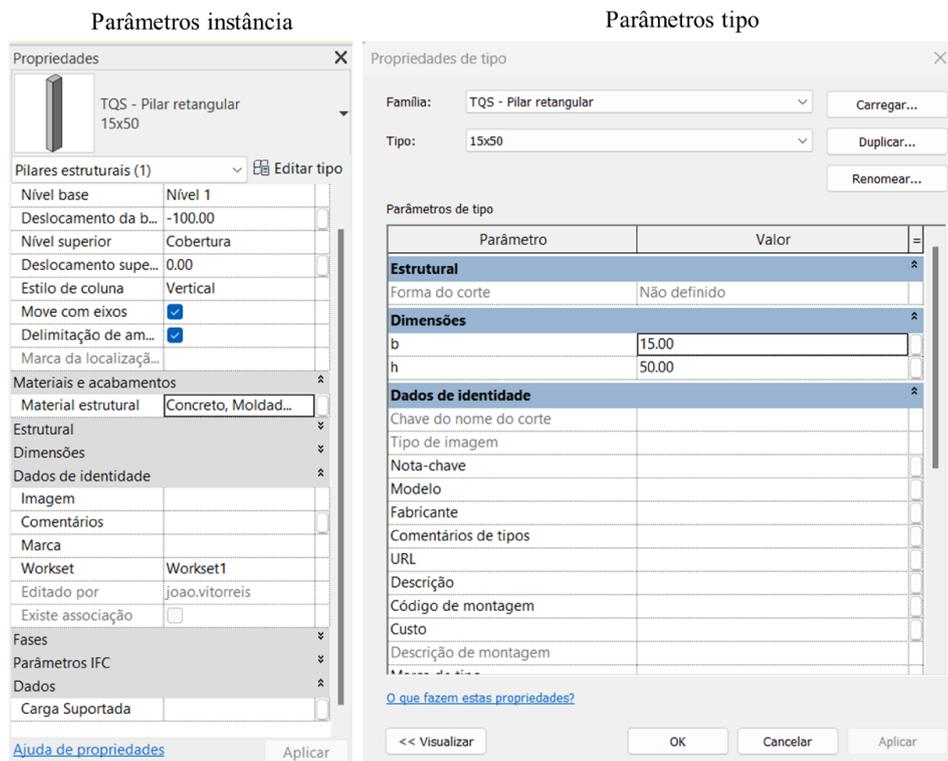
Fonte: Autor (2024)

Figura 62 – Parâmetros das famílias de pisos



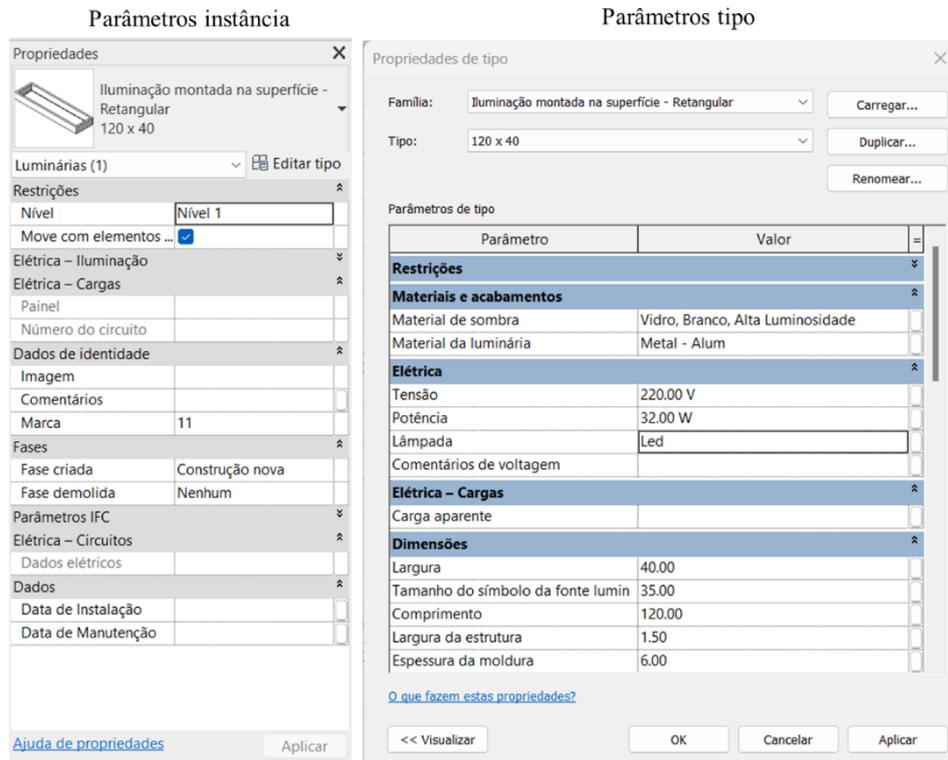
Fonte: Autor (2024)

Figura 63 – Parâmetros das famílias estruturais



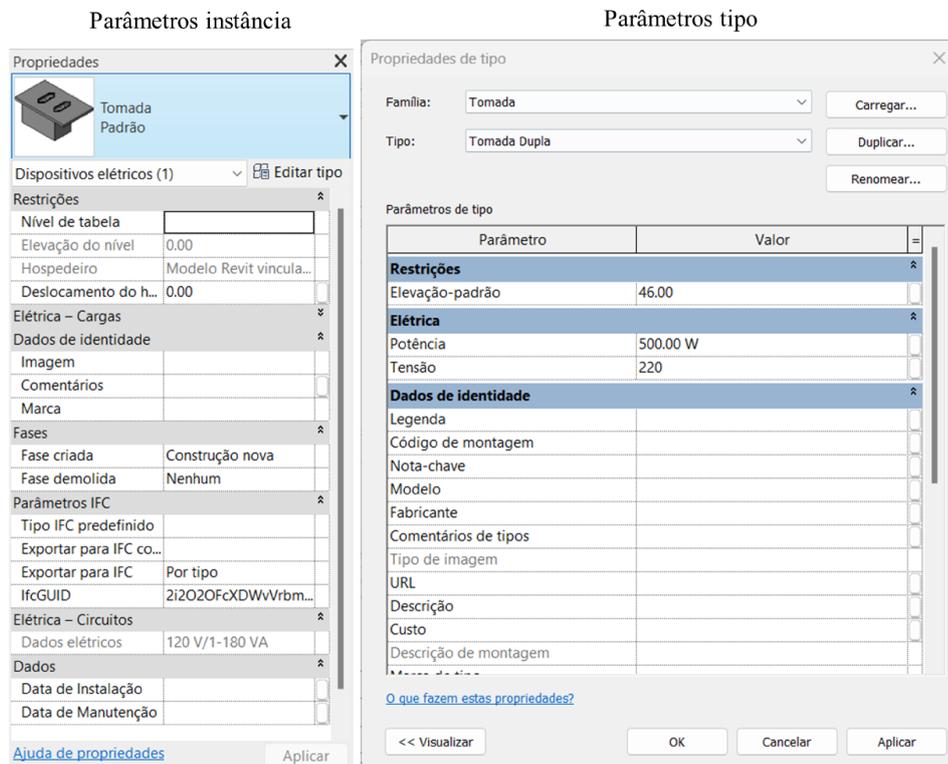
Fonte: Autor (2024)

Figura 64 – Parâmetros das famílias de iluminação



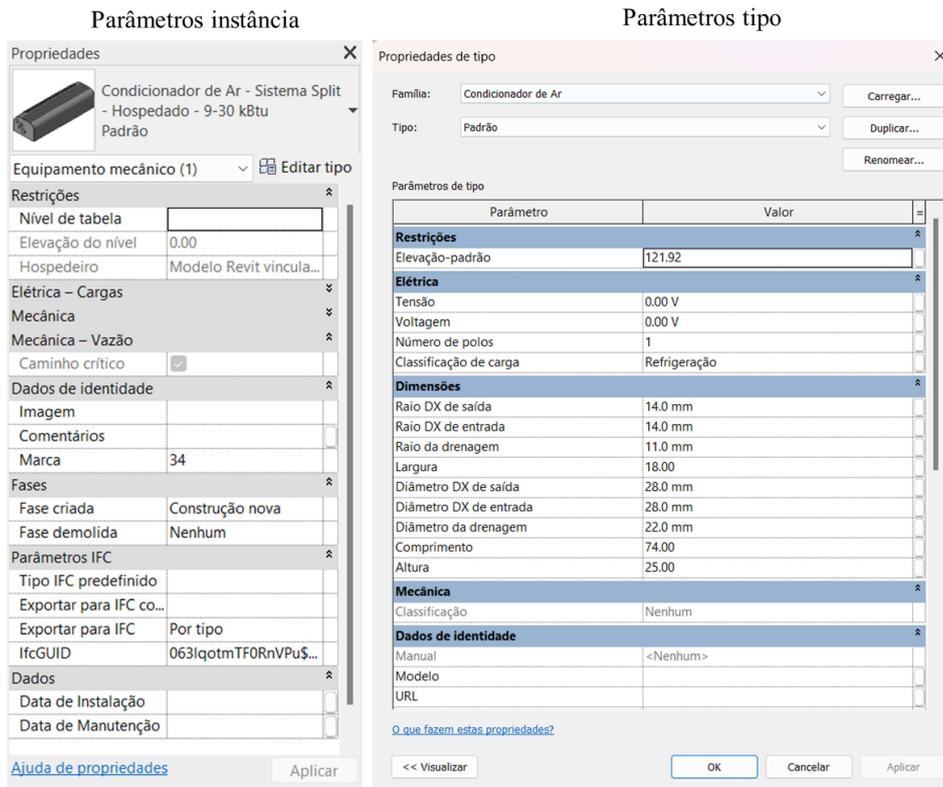
Fonte: Autor (2024)

Figura 65 – Parâmetros das famílias de tomadas e interruptores



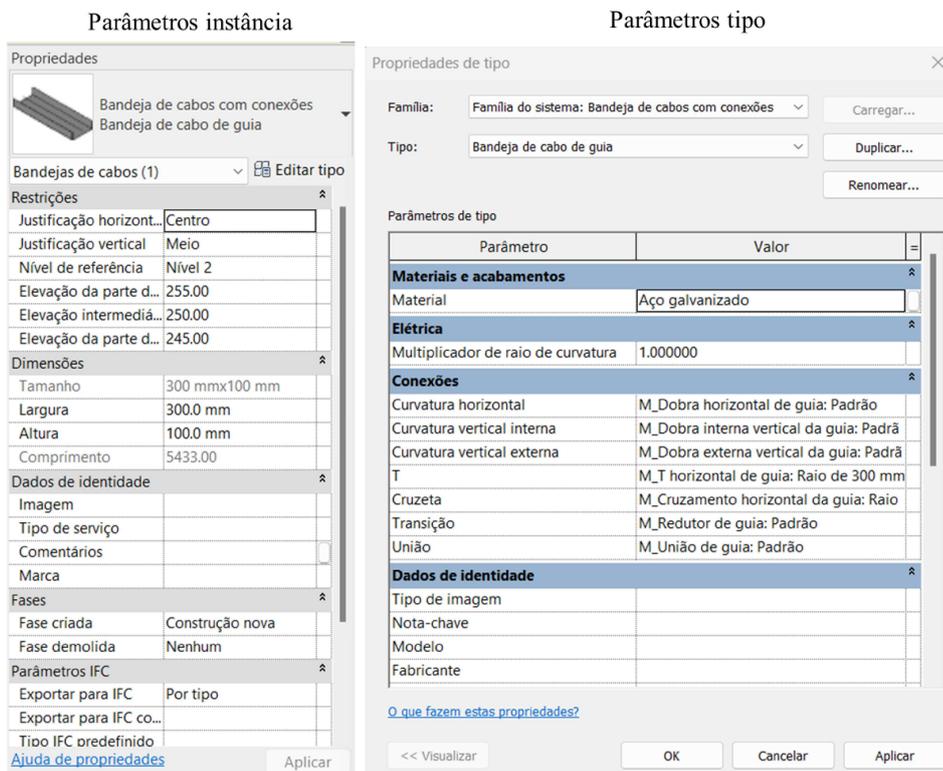
Fonte: Autor (2024)

Figura 66 – Parâmetros das famílias de equipamentos elétricos



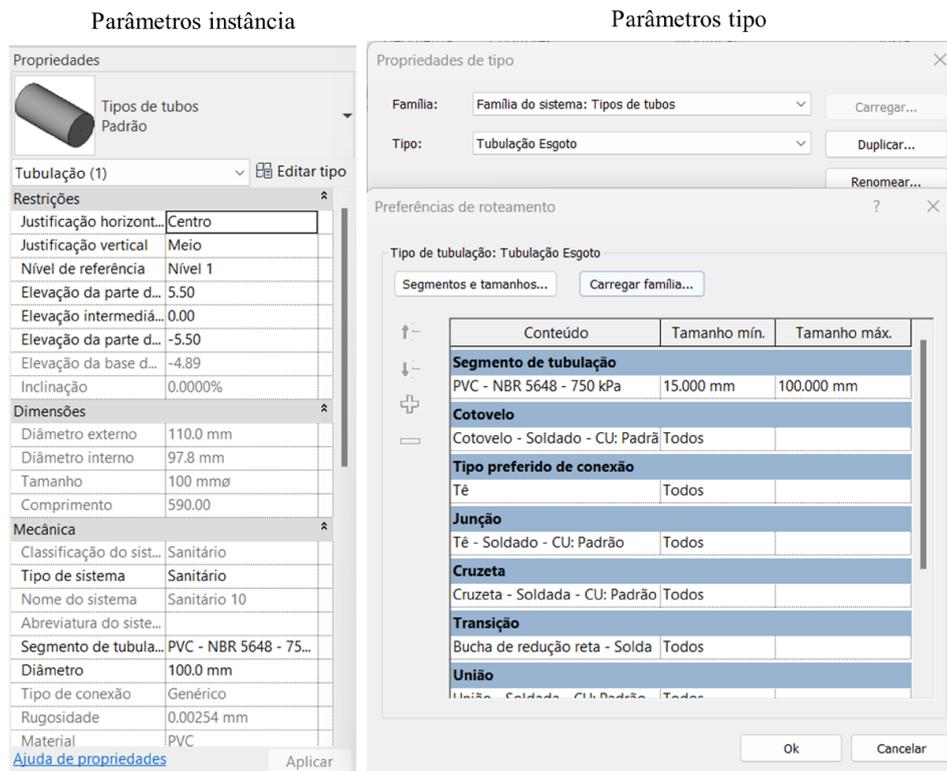
Fonte: Autor (2024)

Figura 67 – Parâmetros das famílias para instalações elétricas



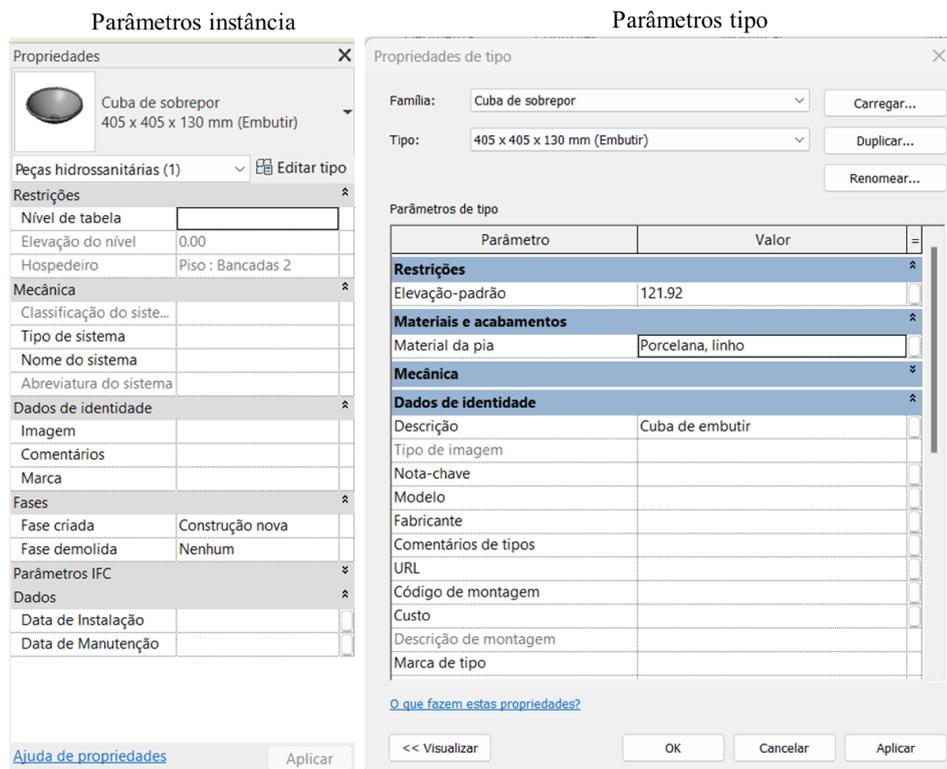
Fonte: Autor (2024)

Figura 68 – Parâmetros das famílias para tubulações



Fonte: Autor (2024)

Figura 69 – Parâmetros das famílias de componentes hidrossanitários



Fonte: Autor (2024)